

Softwarehandbuch



Vektorsignalanalyse

Applikations-Firmware R&S® FSQ-K70
1161.8038.02

VSA Erweiterung R&S® FSMR-B73
1169.5696.02

VSA Erweiterung R&S® FSU-B73
1169.5696.03

Printed in the Federal
Republic of Germany


ROHDE & SCHWARZ
Geschäftsbereich Messtechnik

Sehr geehrter Kunde,

R&S® ist eingetragenes Warenzeichen der Fa. Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG.
Eigennamen sind Warenzeichen der jeweiligen Eigentümer.

Grundlegende Sicherheitshinweise

Lesen und beachten Sie unbedingt die nachfolgenden Anweisungen und Sicherheitshinweise!



Alle Werke und Standorte der Rohde & Schwarz Firmengruppe sind ständig bemüht, den Sicherheitsstandard unserer Produkte auf dem aktuellsten Stand zu halten und unseren Kunden ein höchstmögliches Maß an Sicherheit zu bieten. Unsere Produkte und die dafür erforderlichen Zusatzgeräte werden entsprechend der jeweils gültigen Sicherheitsvorschriften gebaut und geprüft. Die Einhaltung dieser Bestimmungen wird durch unser Qualitätssicherungssystem laufend überwacht. Das vorliegende Produkt ist gemäß beiliegender EU-Konformitätsbescheinigung gebaut und geprüft und hat das Werk in sicherheitstechnisch einwandfreiem Zustand verlassen. Um diesen Zustand zu erhalten und einen gefahrlosen Betrieb sicherzustellen, muss der Benutzer alle Hinweise, Warnhinweise und Warnvermerke beachten. Bei allen Fragen bezüglich vorliegender Sicherheitshinweise steht Ihnen die Rohde & Schwarz Firmengruppe jederzeit gerne zur Verfügung.

Darüber hinaus liegt es in der Verantwortung des Benutzers, das Produkt in geeigneter Weise zu verwenden. Das Produkt ist ausschließlich für den Betrieb in Industrie und Labor bzw. wenn ausdrücklich zugelassen auch für den Feldeinsatz bestimmt und darf in keiner Weise so verwendet werden, dass einer Person/Sache Schaden zugefügt werden kann. Die Benutzung des Produkts außerhalb des bestimmungsgemäßen Gebrauchs oder unter Missachtung der Anweisungen des Herstellers liegt in der Verantwortung des Benutzers. Der Hersteller übernimmt keine Verantwortung für die Zweckentfremdung des Produkts.








Die bestimmungsgemäße Verwendung des Produkts wird angenommen, wenn das Produkt nach den Vorgaben der zugehörigen Produktdokumentation innerhalb seiner Leistungsgrenzen verwendet wird (siehe Datenblatt, Dokumentation, nachfolgende Sicherheitshinweise). Die Benutzung des Produkts erfordert Fachkenntnisse und zum Teil englische Sprachkenntnisse. Es ist daher zu beachten, dass das Produkt ausschließlich von Fachkräften oder sorgfältig eingewiesenen Personen mit entsprechenden Fähigkeiten bedient werden darf. Sollte für die Verwendung von Rohde & Schwarz-Produkten persönliche Schutzausrüstung erforderlich sein, wird in der Produktdokumentation an entsprechender Stelle darauf hingewiesen. Bewahren Sie die grundlegenden Sicherheitshinweise und die Produktdokumentation gut auf und geben Sie diese an weitere Benutzer des Produkts weiter.

Die Einhaltung der Sicherheitshinweise dient dazu, Verletzungen oder Schäden durch Gefahren aller Art auszuschließen. Hierzu ist es erforderlich, dass die nachstehenden Sicherheitshinweise vor der Benutzung des Produkts sorgfältig gelesen und verstanden, sowie bei der Benutzung des Produkts beachtet werden. Sämtliche weitere Sicherheitshinweise wie z.B. zum Personenschutz, die an entsprechender Stelle der Produktdokumentation stehen, sind ebenfalls unbedingt zu beachten. In den vorliegenden Sicherheitshinweisen sind sämtliche von der Rohde & Schwarz Firmengruppe vertriebenen Waren unter dem Begriff „Produkt“ zusammengefasst, hierzu zählen u. a. Geräte, Anlagen sowie sämtliches Zubehör.

Symbole und Sicherheitskennzeichnungen

						
Achtung, allgemeine Gefahrenstelle Produktdokumentation beachten	Vorsicht beim Umgang mit Geräten mit hohem Gewicht	Gefahr vor elektrischem Schlag	Warnung vor heißer Oberfläche	Schutzleiteranschluss	Erdungsanschluss	Masseanschluss

Grundlegende Sicherheitshinweise

						
Achtung beim Umgang mit elektrostatisch gefährdeten Bauelementen	EIN-/AUS-Versorgungsspannung	Stand-by-Anzeige	Gleichstrom (DC)	Wechselstrom (AC)	Gleichstrom/-Wechselstrom (DC/AC)	Gerät durchgehend durch doppelte (verstärkte) Isolierung geschützt

Signalworte und ihre Bedeutung

Die folgenden Signalworte werden in der Produktdokumentation verwendet, um vor Risiken und Gefahren zu warnen.



kennzeichnet eine unmittelbare Gefährdung mit hohem Risiko, die Tod oder schwere Körperverletzung zur Folge haben wird, wenn sie nicht vermieden wird.



kennzeichnet eine mögliche Gefährdung mit mittlerem Risiko, die Tod oder (schwere) Körperverletzung zur Folge haben kann, wenn sie nicht vermieden wird.



kennzeichnet eine Gefährdung mit geringem Risiko, die leichte oder mittlere Körperverletzungen zur Folge haben könnte, wenn sie nicht vermieden wird.



weist auf die Möglichkeit einer Fehlbedienung hin, bei der das Produkt Schaden nehmen kann.

Diese Signalworte entsprechen der im europäischen Wirtschaftsraum üblichen Definition für zivile Anwendungen. Neben dieser Definition können in anderen Wirtschaftsräumen oder bei militärischen Anwendungen abweichende Definitionen existieren. Es ist daher darauf zu achten, dass die hier beschriebenen Signalworte stets nur in Verbindung mit der zugehörigen Produktdokumentation und nur in Verbindung mit dem zugehörigen Produkt verwendet werden. Die Verwendung von Signalworten in Zusammenhang mit nicht zugehörigen Produkten oder nicht zugehörigen Dokumentationen kann zu Fehlinterpretationen führen und damit zu Personen- oder Sachschäden führen.

Betriebszustände und Betriebslagen

Das Produkt darf nur in den vom Hersteller angegebenen Betriebszuständen und Betriebslagen ohne Behinderung der Belüftung betrieben werden. Werden die Herstellerangaben nicht eingehalten, kann dies elektrischen Schlag, Brand und/oder schwere Verletzungen von Personen, unter Umständen mit Todesfolge, verursachen. Bei allen Arbeiten sind die örtlichen bzw. landesspezifischen Sicherheits- und Unfallverhütungsvorschriften zu beachten.

1. Sofern nicht anders vereinbart, gilt für R&S-Produkte Folgendes:
als vorgeschriebene Betriebslage grundsätzlich Gehäuseboden unten, IP-Schutzart 2X, Verschmutzungsgrad 2, Überspannungskategorie 2, nur in Innenräumen verwenden, Betrieb bis 2000 m ü. NN, Transport bis 4500 m ü. NN, für die Nennspannung gilt eine Toleranz von $\pm 10\%$, für die Nennfrequenz eine Toleranz von $\pm 5\%$.

Grundlegende Sicherheitshinweise

2. Stellen Sie das Produkt nicht auf Oberflächen, Fahrzeuge, Ablagen oder Tische, die aus Gewichts- oder Stabilitätsgründen nicht dafür geeignet sind. Folgen Sie bei Aufbau und Befestigung des Produkts an Gegenständen oder Strukturen (z.B. Wände und Regale) immer den Installationshinweisen des Herstellers. Bei Installation abweichend von der Produktdokumentation können Personen verletzt ggfls. sogar getötet werden.
3. Stellen Sie das Produkt nicht auf hitzeerzeugende Gerätschaften (z.B. Radiatoren und Heizlüfter). Die Umgebungstemperatur darf nicht die in der Produktdokumentation oder im Datenblatt spezifizierte Maximaltemperatur überschreiten. Eine Überhitzung des Produkts kann elektrischen Schlag, Brand und/oder schwere Verletzungen von Personen, unter Umständen mit Todesfolge, verursachen.

Elektrische Sicherheit

Werden die Hinweise zur elektrischen Sicherheit nicht oder unzureichend beachtet, kann dies elektrischen Schlag, Brand und/oder schwere Verletzungen von Personen, unter Umständen mit Todesfolge, verursachen.

1. Vor jedem Einschalten des Produkts ist sicherzustellen, dass die am Produkt eingestellte Nennspannung und die Netzennspannung des Versorgungsnetzes übereinstimmen. Ist es erforderlich, die Spannungseinstellung zu ändern, so muss ggf. auch die dazu gehörige Netzsicherung des Produkts geändert werden.
2. Bei Produkten der Schutzklasse I mit beweglicher Netz-zuleitung und Gerätesteckvorrichtung ist der Betrieb nur an Steckdosen mit Schutzkontakt und angeschlossenem Schutzleiter zulässig.
3. Jegliche absichtliche Unterbrechung des Schutzleiters, sowohl in der Zuleitung als auch am Produkt selbst, ist unzulässig. Es kann dazu führen, dass von dem Produkt die Gefahr eines elektrischen Schlags ausgeht. Bei Verwendung von Verlängerungsleitungen oder Steckdosenleisten ist sicherzustellen, dass diese regelmäßig auf ihren sicherheitstechnischen Zustand überprüft werden.
4. Sofern das Produkt nicht mit einem Netzschalter zur Netztrennung ausgerüstet ist, so ist der Stecker des Anschlusskabels als Trennvorrichtung anzusehen. In diesen Fällen ist dafür zu sorgen, dass der Netzstecker jederzeit leicht erreichbar und gut zugänglich ist (entsprechend der Länge des Anschlusskabels, ca. 2m). Funktionsschalter oder elektronische Schalter sind zur Netztrennung nicht geeignet. Werden Produkte ohne Netzschalter in Gestelle oder Anlagen integriert, so ist die Trennvorrichtung auf Anlagenebene zu verlagern.
5. Benutzen Sie das Produkt niemals, wenn das Netzkabel beschädigt ist. Überprüfen Sie regelmäßig den einwandfreien Zustand der Netzkabel. Stellen Sie durch geeignete Schutzmaßnahmen und Verlegearten sicher, dass das Netzkabel nicht beschädigt werden kann und niemand z.B. durch Stolperfallen oder elektrischen Schlag zu Schaden kommen kann.
6. Der Betrieb ist nur an TN/TT Versorgungsnetzen gestattet, die mit höchstens 16 A abgesichert sind (höhere Absicherung nur nach Rücksprache mit der Rohde & Schwarz Firmengruppe).
7. Stecken Sie den Stecker nicht in verstaubte oder verschmutzte Steckdosen/-buchsen. Stecken Sie die Steckverbindung/-vorrichtung fest und vollständig in die dafür vorgesehenen Steckdosen/-buchsen. Missachtung dieser Maßnahmen kann zu Funken, Feuer und/oder Verletzungen führen.
8. Überlasten Sie keine Steckdosen, Verlängerungskabel oder Steckdosenleisten, dies kann Feuer oder elektrische Schläge verursachen.
9. Bei Messungen in Stromkreisen mit Spannungen $U_{\text{eff}} > 30 \text{ V}$ ist mit geeigneten Maßnahmen Vorsorge zu treffen, dass jegliche Gefährdung ausgeschlossen wird (z.B. geeignete Messmittel, Absicherung, Strombegrenzung, Schutztrennung, Isolierung usw.).

Grundlegende Sicherheitshinweise

10. Bei Verbindungen mit informationstechnischen Geräten, z.B. PC oder Industrierechner, ist darauf zu achten, dass diese der jeweils gültigen IEC60950-1 / EN60950-1 oder IEC61010-1 / EN 61010-1 entsprechen.
11. Sofern nicht ausdrücklich erlaubt, darf der Deckel oder ein Teil des Gehäuses niemals entfernt werden, wenn das Produkt betrieben wird. Dies macht elektrische Leitungen und Komponenten zugänglich und kann zu Verletzungen, Feuer oder Schaden am Produkt führen.
12. Wird ein Produkt ortsfest angeschlossen, ist die Verbindung zwischen dem Schutzleiteranschluss vor Ort und dem Geräteschutzleiter vor jeglicher anderer Verbindung herzustellen. Aufstellung und Anschluss darf nur durch eine Elektrofachkraft erfolgen.
13. Bei ortsfesten Geräten ohne eingebaute Sicherung, Selbstschalter oder ähnliche Schutzeinrichtung muss der Versorgungskreis so abgesichert sein, dass alle Personen, die Zugang zum Produkt haben, sowie das Produkt selbst ausreichend vor Schäden geschützt sind.
14. Jedes Produkt muss durch geeigneten Überspannungsschutz vor Überspannung (z.B. durch Blitzschlag) geschützt werden. Andernfalls ist das bedienende Personal durch elektrischen Schlag gefährdet.
15. Gegenstände, die nicht dafür vorgesehen sind, dürfen nicht in die Öffnungen des Gehäuses eingebracht werden. Dies kann Kurzschlüsse im Produkt und/oder elektrische Schläge, Feuer oder Verletzungen verursachen.
16. Sofern nicht anders spezifiziert, sind Produkte nicht gegen das Eindringen von Flüssigkeiten geschützt, siehe auch Abschnitt "Betriebszustände und Betriebslagen", Punkt 1. Daher müssen die Geräte vor Eindringen von Flüssigkeiten geschützt werden. Wird dies nicht beachtet, besteht Gefahr durch elektrischen Schlag für den Benutzer oder Beschädigung des Produkts, was ebenfalls zur Gefährdung von Personen führen kann.
17. Benutzen Sie das Produkt nicht unter Bedingungen, bei denen Kondensation in oder am Produkt stattfinden könnte oder ggf. bereits stattgefunden hat, z.B. wenn das Produkt von kalte in warme Umgebungen bewegt wurde. Das Eindringen von Wasser erhöht das Risiko eines elektrischen Schlages.
18. Trennen Sie das Produkt vor der Reinigung komplett von der Energieversorgung (z.B. speisendes Netz oder Batterie). Nehmen Sie bei Geräten die Reinigung mit einem weichen, nicht fasernden Staublappen vor. Verwenden Sie keinesfalls chemische Reinigungsmittel wie z.B. Alkohol, Aceton, Nitroverdünnung.

Betrieb

1. Die Benutzung des Produkts erfordert spezielle Einweisung und hohe Konzentration während der Benutzung. Es muss sichergestellt sein, dass Personen, die das Produkt bedienen, bezüglich ihrer körperlichen, geistigen und seelischen Verfassung den Anforderungen gewachsen sind, da andernfalls Verletzungen oder Sachschäden nicht auszuschließen sind. Es liegt in der Verantwortung des Arbeitsgebers/Betreibers, geeignetes Personal für die Benutzung des Produkts auszuwählen.
2. Bevor Sie das Produkt bewegen oder transportieren, lesen und beachten Sie den Abschnitt "Transport".
3. Wie bei allen industriell gefertigten Gütern kann die Verwendung von Stoffen, die Allergien hervorrufen, so genannte Allergene (z.B. Nickel), nicht generell ausgeschlossen werden. Sollten beim Umgang mit R&S-Produkten allergische Reaktionen, z.B. Hautausschlag, häufiges Niesen,

Grundlegende Sicherheitshinweise

Bindehautrötung oder Atembeschwerden auftreten, ist umgehend ein Arzt aufzusuchen, um die Ursachen zu klären und Gesundheitsschäden bzw. -belastungen zu vermeiden.

4. Vor der mechanischen und/oder thermischen Bearbeitung oder Zerlegung des Produkts beachten Sie unbedingt Abschnitt "Entsorgung", Punkt 1.
5. Bei bestimmten Produkten, z.B. HF-Funkanlagen, können funktionsbedingt erhöhte elektromagnetische Strahlungen auftreten. Unter Berücksichtigung der erhöhten Schutzwürdigkeit des ungeborenen Lebens müssen Schwangere durch geeignete Maßnahmen geschützt werden. Auch Träger von Herzschrittmachern können durch elektromagnetische Strahlungen gefährdet sein. Der Arbeitgeber/Betreiber ist verpflichtet, Arbeitsstätten, bei denen ein besonderes Risiko einer Strahlenexposition besteht, zu beurteilen und zu kennzeichnen und mögliche Gefahren abzuwenden.
6. Im Falle eines Brandes entweichen ggf. giftige Stoffe (Gase, Flüssigkeiten etc.) aus dem Produkt, die Gesundheitsschäden an Personen verursachen können. Daher sind im Brandfall geeignete Maßnahmen wie z.B. Atemschutzmasken und Schutzkleidung zu verwenden.
7. Falls ein Laser-Produkt in ein R&S-Produkt integriert ist (z.B. CD/DVD-Laufwerk), dürfen keine anderen Einstellungen oder Funktionen verwendet werden, als in der Produktdokumentation beschrieben, um Personenschäden zu vermeiden (z.B. durch Laserstrahl).

Reparatur und Service

1. Das Produkt darf nur von dafür autorisiertem Fachpersonal geöffnet werden. Vor Arbeiten am Produkt oder Öffnen des Produkts ist dieses von der Versorgungsspannung zu trennen, sonst besteht das Risiko eines elektrischen Schlages.
2. Abgleich, Auswechseln von Teilen, Wartung und Reparatur darf nur von R&S-autorisierten Elektrofachkräften ausgeführt werden. Werden sicherheitsrelevante Teile (z.B. Netzschalter, Netztrafos oder Sicherungen) ausgewechselt, so dürfen diese nur durch Originalteile ersetzt werden. Nach jedem Austausch von sicherheitsrelevanten Teilen ist eine Sicherheitsprüfung durchzuführen (Sichtprüfung, Schutzleitertest, Isolationswiderstand-, Ableitstrommessung, Funktionstest). Damit wird sichergestellt, dass die Sicherheit des Produkts erhalten bleibt.

Batterien und Akkumulatoren/Zellen

Werden die Hinweise zu Batterien und Akkumulatoren/Zellen nicht oder unzureichend beachtet, kann dies Explosion, Brand und/oder schwere Verletzungen von Personen, unter Umständen mit Todesfolge, verursachen. Die Handhabung von Batterien und Akkumulatoren mit alkalischen Elektrolyten (z.B. Lithiumzellen) muss der EN 62133 entsprechen.

1. Zellen dürfen nicht zerlegt, geöffnet oder zerkleinert werden.
2. Zellen oder Batterien dürfen weder Hitze noch Feuer ausgesetzt werden. Die Lagerung im direkten Sonnenlicht ist zu vermeiden. Zellen und Batterien sauber und trocken halten. Verschmutzte Anschlüsse mit einem trockenen, sauberen Tuch reinigen.
3. Zellen oder Batterien dürfen nicht kurzgeschlossen werden. Zellen oder Batterien dürfen nicht gefahrbringend in einer Schachtel oder in einem Schubfach gelagert werden, wo sie sich gegenseitig kurzschließen oder durch andere leitende Werkstoffe kurzgeschlossen werden können. Eine Zelle oder Batterie darf erst aus ihrer Originalverpackung entnommen werden, wenn sie verwendet werden soll.

Grundlegende Sicherheitshinweise

4. Zellen und Batterien von Kindern fernhalten. Falls eine Zelle oder eine Batterie verschluckt wurde, ist sofort ärztliche Hilfe in Anspruch zu nehmen.
5. Zellen oder Batterien dürfen keinen unzulässig starken, mechanischen Stößen ausgesetzt werden.
6. Bei Undichtheit einer Zelle darf die Flüssigkeit nicht mit der Haut in Berührung kommen oder in die Augen gelangen. Falls es zu einer Berührung gekommen ist, den betroffenen Bereich mit reichlich Wasser waschen und ärztliche Hilfe in Anspruch nehmen.
7. Werden Zellen oder Batterien, die alkalische Elektrolyte enthalten (z.B. Lithiumzellen), unsachgemäß ausgewechselt oder geladen, besteht Explosionsgefahr. Zellen oder Batterien nur durch den entsprechenden R&S-Typ ersetzen (siehe Ersatzteilliste), um die Sicherheit des Produkts zu erhalten.
8. Zellen oder Batterien müssen wiederverwertet werden und dürfen nicht in den Restmüll gelangen. Akkumulatoren oder Batterien, die Blei, Quecksilber oder Cadmium enthalten, sind Sonderabfall. Beachten Sie hierzu die landesspezifischen Entsorgungs- und Recycling-Bestimmungen.

Transport

1. Das Produkt kann ein hohes Gewicht aufweisen. Daher muss es vorsichtig und ggf. unter Verwendung eines geeigneten Hebemittels (z.B. Hubwagen) bewegt bzw. transportiert werden, um Rückenschäden oder Verletzungen zu vermeiden.
2. Griffe an den Produkten sind eine Handhabungshilfe, die ausschließlich für den Transport des Produkts durch Personen vorgesehen ist. Es ist daher nicht zulässig, Griffe zur Befestigung an bzw. auf Transportmitteln, z.B. Kränen, Gabelstaplern, Karren etc. zu verwenden. Es liegt in Ihrer Verantwortung, die Produkte sicher an bzw. auf geeigneten Transport- oder Hebemitteln zu befestigen. Beachten Sie die Sicherheitsvorschriften des jeweiligen Herstellers eingesetzter Transport- oder Hebeittel, um Personenschäden und Schäden am Produkt zu vermeiden.
3. Falls Sie das Produkt in einem Fahrzeug benutzen, liegt es in der alleinigen Verantwortung des Fahrers, das Fahrzeug in sicherer und angemessener Weise zu führen. Der Hersteller übernimmt keine Verantwortung für Unfälle oder Kollisionen. Verwenden Sie das Produkt niemals in einem sich bewegenden Fahrzeug, sofern dies den Fahrzeugführer ablenken könnte. Sichern Sie das Produkt im Fahrzeug ausreichend ab, um im Falle eines Unfalls Verletzungen oder Schäden anderer Art zu verhindern.

Entsorgung

1. Werden Produkte oder ihre Bestandteile über den bestimmungsgemäßen Betrieb hinaus mechanisch und/oder thermisch bearbeitet, können ggf. gefährliche Stoffe (schwermetallhaltiger Staub wie z.B. Blei, Beryllium, Nickel) freigesetzt werden. Die Zerlegung des Produkts darf daher nur von speziell geschultem Fachpersonal erfolgen. Unsachgemäßes Zerlegen kann Gesundheitsschäden hervorrufen. Die nationalen Vorschriften zur Entsorgung sind zu beachten.
2. Falls beim Umgang mit dem Produkt Gefahren- oder Betriebsstoffe entstehen, die speziell zu entsorgen sind, z.B. regelmäßig zu wechselnde Kühlmittel oder Motorenöle, sind die Sicherheitshinweise des Herstellers dieser Gefahren- oder Betriebsstoffe und die regional gültigen Entsorgungsvorschriften einzuhalten. Beachten Sie ggf. auch die zugehörigen speziellen Sicherheitshinweise in der Produktdokumentation. Die unsachgemäße Entsorgung von Gefahren- oder Betriebsstoffen kann zu Gesundheitsschäden von Personen und Umweltschäden führen.

Qualitätszertifikat

Certificate of quality

Certificat de qualité

Certified Quality System
ISO 9001

Certified Environmental System
ISO 14001

Sehr geehrter Kunde,

Sie haben sich für den Kauf eines Rohde&Schwarz-Produktes entschieden. Hiermit erhalten Sie ein nach modernsten Fertigungsmethoden hergestelltes Produkt. Es wurde nach den Regeln unseres Qualitätsmanagementsystems entwickelt, gefertigt und geprüft. Das Rohde&Schwarz-Qualitätsmanagementsystem ist u.a. nach ISO9001 und ISO14001 zertifiziert.

Der Umwelt verpflichtet

- ▮ Energie-effiziente, RoHS-konforme Produkte
- ▮ Kontinuierliche Weiterentwicklung nachhaltiger Umweltkonzepte
- ▮ ISO 14001-zertifiziertes Umweltmanagementsystem

Dear Customer,

You have decided to buy a Rohde&Schwarz product. You are thus assured of receiving a product that is manufactured using the most modern methods available. This product was developed, manufactured and tested in compliance with our quality management system standards. The Rohde&Schwarz quality management system is certified according to standards such as ISO9001 and ISO14001.

Environmental commitment

- ▮ Energy-efficient products
- ▮ Continuous improvement in environmental sustainability
- ▮ ISO 14001-certified environmental management system

Cher client,

Vous avez choisi d'acheter un produit Rohde&Schwarz. Vous disposez donc d'un produit fabriqué d'après les méthodes les plus avancées. Le développement, la fabrication et les tests respectent nos normes de gestion qualité. Le système de gestion qualité de Rohde&Schwarz a été homologué, entre autres, conformément aux normes ISO9001 et ISO14001.

Engagement écologique

- ▮ Produits à efficience énergétique
- ▮ Amélioration continue de la durabilité environnementale
- ▮ Système de gestion de l'environnement certifié selon ISO 14001

Customer Support

Technischer Support – wo und wann Sie ihn brauchen

Unser Customer Support Center bietet Ihnen schnelle, fachmännische Hilfe für die gesamte Produktpalette von Rohde & Schwarz an. Ein Team von hochqualifizierten Ingenieuren unterstützt Sie telefonisch und arbeitet mit Ihnen eine Lösung für Ihre Anfrage aus - egal, um welchen Aspekt der Bedienung, Programmierung oder Anwendung eines Rohde & Schwarz Produktes es sich handelt.

Aktuelle Informationen und Upgrades

Um Ihr Gerät auf dem aktuellsten Stand zu halten sowie Informationen über Applikationsschriften zu Ihrem Gerät zu erhalten, senden Sie bitte eine E-Mail an das Customer Support Center. Geben Sie hierbei den Gerätenamen und Ihr Anliegen an. Wir stellen dann sicher, dass Sie die gewünschten Informationen erhalten.

USA & Kanada

Montag - Freitag	(außer US-Feiertage)
8:00 – 20:00	Eastern Standard Time (EST)
Tel. USA	888-test-rsa (888-837-8772) (opt 2)
Von außerhalb USA	+1 410 910 7800 (opt 2)
Fax	+1 410 910 7801
E-Mail	CustomerSupport@rohde-schwarz.com

Ostasien

Montag - Freitag	(außer an Feiertagen in Singapur)
08:30 – 18:00	Singapore Time (SGT)
Tel.	+65 6 513 0488
Fax	+65 6 846 1090
E-Mail	CustomerSupport@rohde-schwarz.com

Alle anderen Länder

Montag - Freitag	(außer deutsche Feiertage)
08:00 – 17:00	Mitteuropäische Zeit (MEZ)
Tel.	+49 89 4129 13774
Fax	+49 (0) 89 41 29 637 78
E-Mail	CustomerSupport@rohde-schwarz.com



Rohde & Schwarz Adressen

Firmensitz, Werke und Tochterunternehmen

Firmensitz

ROHDE & SCHWARZ GmbH & Co. KG
Mühlendorfstraße 15 · D-81671 München
P.O.Box 80 14 69 · D-81614 München

Phone +49 (89) 41 29-0
Fax +49 (89) 41 29-121 64
info.rs@rohde-schwarz.com

Werke

ROHDE & SCHWARZ Messgerätebau GmbH
Riedbachstraße 58 · D-87700 Memmingen
P.O.Box 16 52 · D-87686 Memmingen

Phone +49 (83 31) 1 08-0
+49 (83 31) 1 08-1124
info.rsmb@rohde-schwarz.com

ROHDE & SCHWARZ GmbH & Co. KG
Werk Teisnach
Kaikenrieder Straße 27 · D-94244 Teisnach
P.O.Box 11 49 · D-94240 Teisnach

Phone +49 (99 23) 8 50-0
Fax +49 (99 23) 8 50-174
info.rsdt@rohde-schwarz.com

ROHDE & SCHWARZ závod
Vimperk, s.r.o.
Location Spidrova 49
CZ-38501 Vimperk

Phone +420 (388) 45 21 09
Fax +420 (388) 45 21 13

ROHDE & SCHWARZ GmbH & Co. KG
Dienstleistungszentrum Köln
Graf-Zeppelin-Straße 18 · D-51147 Köln
P.O.Box 98 02 60 · D-51130 Köln

Phone +49 (22 03) 49-0
Fax +49 (22 03) 49 51-229
info.rsdc@rohde-schwarz.com
service.rsdc@rohde-schwarz.com

Tochterunternehmen

R&S BICK Mobilfunk GmbH
Fritz-Hahne-Str. 7 · D-31848 Bad Münder
P.O.Box 20 02 · D-31844 Bad Münder

Phone +49 (50 42) 9 98-0
Fax +49 (50 42) 9 98-105
info.bick@rohde-schwarz.com

ROHDE & SCHWARZ FTK GmbH
Wendenschloßstraße 168, Haus 28
D-12557 Berlin

Phone +49 (30) 658 91-122
Fax +49 (30) 655 50-221
info.ftk@rohde-schwarz.com

ROHDE & SCHWARZ SIT GmbH
Am Studio 3
D-12489 Berlin

Phone +49 (30) 658 84-0
Fax +49 (30) 658 84-183
info.sit@rohde-schwarz.com

R&S Systems GmbH
Graf-Zeppelin-Straße 18
D-51147 Köln

Phone +49 (22 03) 49-5 23 25
Fax +49 (22 03) 49-5 23 36
info.rssys@rohde-schwarz.com

GEDIS GmbH
Sophienblatt 100
D-24114 Kiel

Phone +49 (431) 600 51-0
Fax +49 (431) 600 51-11
sales@gedis-online.de

HAMEG Instruments GmbH
Industriestraße 6
D-63533 Mainhausen

Phone +49 (61 82) 800-0
Fax +49 (61 82) 800-100
info@hameg.de

Weltweite Niederlassungen

Auf unserer Homepage finden Sie: www.rohde-schwarz.com

- ◆ Vertriebsadressen
- ◆ Serviceadressen
- ◆ Nationale Webseiten

Inhalt des Handbuchs der Applikations-Firmware R&S FSQ-K70 sowie der VSA-Erweiterungen R&S FSMR-B73 und R&S FSU-B73

Im vorliegenden Bedienhandbuch finden Sie alle Informationen über die Bedienung des Signalanalysators R&S FSQ, des Signal Source Analyzers R&S FSUP, des Measuring Receivers R&S FSMR sowie der Spektrumanalysatoren R&S FSU und R&S FSG bei einer Ausstattung mit Applikations-Firmware R&S FSQ-K70 sowie der VSA Erweiterungen R&S FSMR-B73 und R&S FSU-B73. Es enthält die Beschreibung der Menüs und der Fernbedienungsbefehle für die Vektorsignalanalyse.

Das Handbuch gliedert sich in das Datenblatt und 10 Kapitel:

Datenblatt	informiert über die garantierten technischen Daten und die Eigenschaften der Firmware (siehe Ordner Data Sheet auf der CD-ROM)
Kapitel 1	beschreibt die Freischaltung der Firmware. Es wendet sich vor allem an den Benutzer, der zum ersten Mal mit der Option R&S FSQ-K70, R&S FSMR-B73 bzw. R&S FSU-B73 arbeitet. Es führt Schritt für Schritt durch typische Messungen und die wichtigsten Einstellmöglichkeiten der Option Vektorsignalanalyse.
Kapitel 2	zeigt erste Messungen anhand von einfachen Beispielen.
Kapitel 3	gibt einen funktionellen Überblick über die Arbeitsweise der Option und die gemessenen Modulationsfehler. Es beschreibt den Messaufbau für Basisstationstests.
Kapitel 4	gibt einen schematischen Überblick über die Bedienmenüs für R&S FSQ-K70, R&S FSMR-B73 und R&S FSU-B73
Kapitel 5	bietet als Referenzteil für die manuelle Bedienung eine detaillierte Beschreibung aller Funktionen der Option Vektorsignalanalyse sowie der Option VSA-Erweiterung. Das Kapitel listet außerdem zu jeder Funktion den entsprechenden IEC-Bus-Befehl auf.
Kapitel 6	beschreibt alle Fernsteuerbefehle, die für die Applikationen definiert sind. Das Kapitel enthält am Schluss eine alphabetische Liste alle Fernbedienungsbefehle sowie eine Tabelle mit der Zuordnung IEC-Bus-Befehl zu Softkey
Kapitel 7	beschreibt das Prüfen der Solleigenschaften
Kapitel 8	beschreibt externe Hilfsprogramme und Utilities
Kapitel 9	gibt Begriffserklärungen zu Messgrößen der Vektorsignalanalyse-Messung
Kapitel 10	enthält das Stichwortverzeichnis zum vorliegenden Bedienhandbuch.

Dieses Handbuch ergänzt das jeweilige Bedienhandbuch zu den Analysatoren R&S FSQ, R&S FSUP, R&S FSG, R&S FSU bzw. zum Measuring Receiver R&S FSMR. Es enthält ausschließlich die Funktionen der Applikationsfirmware R&S FSQ-K70 sowie der VSA Erweiterungen R&S FSMR-B73 und R&S FSU-B73. Alle übrigen Funktionsbeschreibungen entnehmen Sie bitte dem Bedienhandbuch des Signalanalysators.

Inhaltsverzeichnis

Sicherheitshinweise

Qualitätszertifikat

Support-Center-Adresse

Rohde & Schwarz Adressen

1 Vektorsignalanalyse - Applikations-Firmware R&S FSQ-K70 bzw. R&S FSMR/FSU-B73.....	17
Freischalten der Firmware-Option.....	17
Messaufbau für Messungen. an Basisstationen und Leistungsverstärkern	18
Vorsichtsmaßnahmen	18
Standard Testaufbau.....	18
Aufrufen und Verlassen der Option - Hotkey VSA.....	19
Aufrufen der Option - Hotkey VSA	19
Verlassen der Option - Hotkey EXIT VSA.....	19
Rückkehr in das VSA-Menü - Hotkey HOME VSA	19
Übersicht	20
2 Erste Messungen - Getting Started	21
Verbinden von Sender und Analysator	21
Grundeinstellungen des Mess-Senders.....	22
Einschalten der Option R&S FSQ-K70/FSMR-B73/FSU-B73	23
Grundeinstellungen des Analysators für EDGE Messungen	23
Messung 1: Demodulation eines einzelnen EDGE-Bursts	24
Messung 2: Auswahl eines bestimmten Slots mit Trigger Offset	26
Messung 3: Einstellung der Burst-Suchparameter (LEVEL)	28
Messung 4: Unterdrücken von Fehlmessungen	30
Messung 5: Evaluation Lines	32
3 Vektorsignalanalyse kurz erklärt (wie funktioniert das?)	34
Blockschaltbild der digitalen Signalverarbeitungs-Hardware.....	35
Beschreibung des Blockschaltbildes.....	35
Bandbreiten der Signalverarbeitung	36
Analoge RBW-Vorfilter	37
IQ-Bandbreite	38
Demodulationsbandbreite (Messbandbreite)	39
Systemtheoretische Modulations- und Demodulationsfilter	40
Design und Verwendung von benutzerspezifischen Filtern	42
Filtermodell für PSK, QAM, USER-QAM und VSB	43
Filtermodell für FSK / MSK	43
Adaptives Enzerrfilter / Adaptiver Equalizer.....	44
Anlernen des Equalizers	45
Symbolmapping.....	48

Phase Shift Keying (PSK)	48
Phase Offset PSK.....	50
Differential PSK (DPSK).....	52
PSK Mischformen.....	53
Offset QPSK.....	54
Frequency Shift Keying (FSK).....	56
Minimum Shift Keying (MSK)	57
Quadrature Amplitude Modulation (QAM).....	58
Statische QAM Mappings	58
Differentielle QAM Mappings	62
Benutzerdefinierte Konstellationen (USER-QAM).....	64
Vestigial Sideband Modulation (VSB)	65
Demodulation und Algorithmen.....	67
Burst Search	70
Demodulator 1.....	72
Timing Recovery.....	72
Phase & Frequency Recovery.....	72
Demodulator 2.....	74
Matching.....	76
Pattern Search	78
Result & Error Calculation, Display	80
Unterschiede der Modulationarten	82
Vektorielle und skalare Modulations-Fehler.....	83
Fehlermodell des Senders	83
Modulationsfehler (PSK, MSK, QAM, VSB).....	84
Fehlervektor (Error Vector, EV).....	84
Betrag des Fehlervektors (Error Vector Magnitude , EVM)	84
Phasenfehler (Phase Error).....	85
IQ-Offset (Origin Offset)	86
IQ Verstärkungsfehler (Gain Imbalance).....	87
Quadraturfehler (Quadrature Imbalance).....	88
Nichtlineare Amplitudenverzerrungen (Gain Distortion).....	89
Nichtlineare Phasenverzerrungen (Phase Distortion)	90
Rauschen (Noise).....	91
Modulationsfehler (FSK)	92
4 Bedienung und Menüübersicht.....	94
Bedienung.....	94
Besonderheiten der Bedienung /Abweichungen zum Grundgerät	94
Anzeige von Zuständen innerhalb von Softkeys.....	94
Anzeige von Einstell-Parametern innerhalb des Softkeys	95
Der Messbildschirm.....	97
Warnungen und Meldungen der Signalverarbeitungsstufen.....	98
Verwerfen einer Messung	98
Menü-Übersicht	99
Hotkeys	99
Belegung der Hotkeyleiste des Grundgerätes	99
Belegung der Hotkeyleiste der Option.....	99
Softkeys.....	99

5	Geräteeinstellungen und Messungen.....	105
	Zurücksetzen der Option - Hotkey PRESET VSA.....	105
	Übersicht der aktuellen Einstellungen - Hotkey SETTINGS	105
	Konfiguration der Messungen - Hotkey HOME VSA.....	106
	Messungen an Digitalen Standards - Softkey DIGITAL STANDARD	107
	Vordefinierte Standards und Standardgruppen	107
	Liste der vordefinierten Standards und Standardgruppen	109
	DIGITAL STANDARD Menü	112
	Verlassen eines Standards	116
	Burst und Pattern - Softkey BURST & PATTERN.....	117
	Burst und Suchparameter	117
	Mehrfach-Auswertung eines Datensatzes- (MULTI).....	119
	Steuerung der Auswertung.....	120
	Steuerung der Datenannahme	123
	Burst-Suchparameter für vordefinierte Standards	124
	Pattern und Patternlisten.....	125
	Vordefinierte Pattern und Listenstrukturen.....	125
	Erweiterung der Patternliste	125
	Anlegen eines neuen Pattern	125
	Löschen und Entfernen eines Pattern	125
	Patternsuchlisten	126
	BURST & PATTERN Menü.....	127
	Synchronisationspattern und der Patternlisten	133
	Neuanlegen und Editieren von Synchronisationspattern	135
	Anzeige des Patterns im Datenstrom.....	138
	Modulationsparameter - Softkey MODULATION SETTINGS	139
	Einstellen der Demodulation - Softkey DEMOD SETTINGS	147
	Evaluation Lines / Einschränken des Messbereiches.....	150
	Record Buffer, Demodulationsbereich und Darstellbereich.....	151
	Darstellung der Messergebnisse	153
	Spektrale Darstellungen.....	153
	Statistische Darstellungen.....	154
	Softkey MEAS RESULT	155
	Auswahl des dargestellten Mess- und Referenzsignals - Softkey MEAS SIGNAL / REF SIGNAL	162
	Auswahl der Fehlerdarstellung - Softkey ERROR SIGNAL.....	177
	Auswahl des Rohsignals - Softkey CAPTURE BUFFER.....	194
	Ergebnisdarstellungen des adaptiven Equalizers.....	204
	Positionieren der Bildschirmausgabe - Softkey FIT TRACE	212
	Skalierung der Zeitachse in Symbolen	215
	FIT TRACE Menü.....	216
	Mehrfachauswertung und Ausschnittdarstellungen - Softkey ZOOM.....	217
	Einstellen des Darstellbereichs - Softkey RANGE.....	218
	Automatische Einstellung des Referenzpegels - Softkey ADJUST REF LVL	220
	Wiederherstellen des Auslieferungszustands - Softkey FACTORY DEFAULTS	221

Import von Standards, Mappings, Pattern und Filtern - Softkey IMPORT	222
Export von Standards, Mappings, Pattern und Filtern - Softkey EXPORT	225
Überblick der weiteren Menüs	228
Grundeinstellung - Taste PRESET	228
Systemfehlerkorrektur - Taste CAL	228
Allgemeine Geräteeinstellungen - Taste SETUP	229
Dokumentation der Messergebnisse - Taste HCOPI	231
Einstellen der Frequenz - Taste FREQ	232
Span	232
Pegeleinstellungen - Taste AMPT	233
Einheiten der Displaydarstellung - Taste DISP	234
Einstellung der analogen ZF-Filter Bandbreite - Taste BW	235
Sweepeinstellungen - Taste SWEEP	236
Taste MEAS	238
Triggereinstellungen - Taste TRIGGER	238
Messkurven - Taste TRACE	239
Grenzwertlinien - Taste LINES	243
Bildschirmkonfiguration - Taste DISP	244
Dateienverwaltung - Taste FILE	245
Markereinstellungen - Taste MARKER	246
Markereinstellungen - Taste MKR TO	247
Marker Funktionen Taste MKR FCTN	247
Menü MKR FCTN - SUMMARY MARKER	249
Troubleshooting	254
Ungleiche Symbolraten-Einstellung im Sender und Analysator	254
Ungleiche Filtereinstellungen im Sender und Analysator	255
Falsche Aussteuerung des Analysators	256
Übersteuerung des Analysator	257
6 Fernbedienung - Befehle	258
CALCulate - Subsystem	258
CALCulate:DDEM - Subsystem	259
CALCulate:FEED - Subsystem	260
CALCulate:FORMat - Subsystem	261
CALCulate:ELIN - Subsystem	263
CALCulate:MARKer:FUNCTION Subsystem	264
CALCulate:STATistics - Subsystem	286
CALCulate:TRACe - Subsystem	287
CALCulate:UNIT - Subsystem	288
DISPlay - Subsystem	289
FORMat -Subsystem	291
INSTrument - Subsystem	293
MMEMory - Subsystem	294
SENSE - Subsystem	296
SENSE:DDEMod-Subsystem	296

SENSe:FREQuency - Subsystem.....	321
TRACe – Subsystem	322
TRIGger - Subsystem	325
Tabelle der Softkey mit Zuordnung der IEC-Bus-Befehle	326
Hotkey VSA	326
Hotkeys der Option	326
Menü DIGITAL STANDARD.....	326
Menü MODULATION SETTINGS	328
Menü DEMOD SETTINGS	329
Menü BURST & PATTERN	330
Menü MEAS RESULTS.....	333
Menü FIT TRACE.....	335
Menü ZOOM.....	336
Menü RANGE.....	337
Menü FACTORY DEFAULTS	337
Menü IMPORT.....	338
Menü EXPORT.....	338
Taste FREQ	339
Taste SPAN	339
Taste AMPT	339
Taste MKR	341
Taste MKR->	341
Taste MKR FCTN.....	342
Taste BW.....	343
Taste SWEEP	343
Taste MEAS – steht nicht zur Verfügung.....	343
Taste TRIG.....	344
Taste TRACE	344
Taste LINES.....	345
Taste DISP	346
Taste FILE.....	348
Taste CAL	349
Taste SETUP	349
Taste HCOPI	351
Hotkeyleiste.....	351
STATus-QUEStionable:SYNC-Register.....	352
STATus-QUEStionable:POWEr-Register.....	352
7 Prüfen der Solleigenschaften.....	353
Messgeräte und Hilfsmittel.....	353
Prüfablauf	353
8 Utilities / externe Programme.....	355
Mapping Editor (MAPWIZ)	355
Filter Tool (FILTWIZ).....	356
9 Glossar und Formelsammlung	357

Trace-basierende Auswertungen	357
Summary Auswertungen	358
Statistische Auswertungen	361
Trace Averaging und Markerfunktionen	361
Mittelung von RMS Größen.....	361
Analytische berechnete Filter	362
Standardspezifische Filter	363
Verwendete Abkürzungen	364
10 Index	365

Bilder- und Tabellenverzeichnis

Bild 1	Hotkeyleiste des Grundgerätes bei installierter Option R&S FSQ-K70/FSMR-B73/FSU-B73.....	17
Bild 2	Anschluss an den HF-Ausgang einer Basisstation (Beispiel R&S FSQ)	18
Bild 3	Hotkeyleiste bei eingeschalteter Option R&S FSQ-K70/FSMR-B73/FSU-B73.....	19
Bild 4	Übersichtsdarstellung: Aufruf und Verlassen der Option R&S FSQ-K70/FSMR-B73/FSU-B73.....	20
Bild 5	Anschluss an einen Mess-Sender (Beispiel R&S FSQ)	21
Bild 6	Messung 1: Framestruktur.....	24
Bild 7	Messung 1: Ergebnisanzeige des Analysators	25
Bild 8	Messung 1: Ergebnisanzeige IQ Vector	25
Bild 9	Messung 1: Ergebnisanzeige RESULT RAW	25
Bild 10	Anzeige Magnitude Capture Buffer	27
Bild 11	Anzeige EDGE_TSC0	27
Bild 12	FIT TRIGGER TO LEFT	27
Bild 13	FIT PATTERN TO LEFT.....	27
Bild 14	Burst-Suchparameter	28
Bild 15	Messung 3: Burst-Suche AUTO, EDGE_TSC4.....	29
Bild 16	Messung 3: Burst-Suche AUTO, EDGE_TSC3.....	29
Bild 17	Messung 3: Burst-Suche, manuelle PegelEinstellung	29
Bild 18	Messung 4: EDGE-Demodulator, korrekte Demodulation	31
Bild 19	Messung 4: EDGE-Demodulator fehlerhafte Demodulation eines GSM-Burst.....	31
Bild 20	Messung 5: Einstellen des Auswertebereiches: Voreinstellung des Digitalen Standards	33
Bild 21	Messung 5: Einstellen des Auswertebereiches: Ausweitung auf die Randbereiche des Bursts.....	33
Bild 22	Messung 5: Verteilung des Pegels innerhalb des Bursts	33
Bild 23	Messung 5: Verteilung des Pegels innerhalb und außerhalb des Bursts.....	33
Bild 24	Blockschaltbild der digitalen Hardware für die Vektorsignalanalyse	35
Bild 25	Blockschaltbild mit der Signalverarbeitung des R&S FSQ bei Abtastraten > 81.6 MHz.....	36
Bild 26	Blockschaltbild der bandbreiten-relevanten Filter für die Vektorsignalanalyse	36
Bild 27	Auswahl der Überabtastraten (IQ Bandbreite, Störungen)	39
Bild 28	Schematische Darstellung der Filter in der Betriebsart PSK (Bedieneinstellung RESULT = FILT).....	40
Bild 29	Schematische Darstellung der Filter in der Betriebsart PSK (Bedieneinstellung RESULT = RAW).....	41
Bild 30	Schematische Darstellung der Filterstufen in den Betriebsarten MSK und FSK	42
Bild 31	Erzeugung des Basisband-Transmit-Signals (PSK, QAM, USER-QAM und VSB)	43
Bild 32	Erzeugung des Transmit-Signals (FSK, MSK)	43
Bild 33	Basisband-Blockschaltbild der Modulations- und Demodulations-Filterstufen	44
Bild 34	Basisband-Blockschaltbild: Kompensation von Modulationsfehlern durch Einfügen eines adaptiven Entzerrfilters	44
Bild 35	Schematische Darstellung: Kompensation der fehlerhaften DUT Übertragungsfunktion durch Einfügen eines adaptiven Equalizers in den Signalpfad	45
Bild 36	Optimierungsbereich des adaptiven Filters	47

Bild 37	Trainiertes Equalizer Filter bei verringertem Signal-Rausch-Verhältnis.....	48
Bild 38	Trainiertes Equalizer Filter bei gutem Signal-Rausch-Verhältnis.....	48
Bild 39	Symbolmapping – BPSK / NATURAL.....	49
Bild 40	Symbolmapping – QPSK / WCDMA.....	49
Bild 41	Symbolmapping – QPSK / NATURAL.....	49
Bild 42	Symbolmapping – QPSK / CDMA2K_FWD.....	49
Bild 43	Symbolmapping – 8PSK / NATURAL.....	49
Bild 44	IQ-Symbolstrom vor der $3\pi/8$ Rotation.....	50
Bild 45	IQ-Symbolstrom nach der $3\pi/8$ Rotation.....	50
Bild 46	Logisches Symbolmapping – 8PSK (EDGE).....	51
Bild 47	Physikalisches Konstellationsdiagramm bei ISI-freier Demodulation (unter Berücksichtigung des $3\pi/8$ Phasenoffsets).....	51
Bild 48	EDGE TX-Filter.....	51
Bild 49	Vektor-Diagramm: EDGE Sendesignal.....	51
Bild 50	Logisches Symbolmapping – DQPSK (INMARSAT).....	52
Bild 51	Physikalisches Konstellationsdiagramm – DQPSK (INMARSAT).....	52
Bild 52	Logisches Symbolmapping – D8PSK /NATURAL.....	52
Bild 53	Physikalisches Konstellationsdiagramm D8PSK / NATURAL.....	52
Bild 54	Logisches Mapping – $\pi/4$ -DQPSK (NADC, PDC, PHS, TETRA).....	53
Bild 55	Physikalisches Konstellationsdiagramm $\pi/4$ -DQPSK (NADC, PDC, PHS, TETRA), der $\pi/4$ Phasenoffset ist berücksichtigt.....	53
Bild 56	Logisches Mapping $\pi/4$ DQPSK (TFTS).....	53
Bild 57	Physikalisches Konstellationsdiagramm – $\pi/4$ DQPSK (TFTS), der $\pi/4$ Phasenoffset ist berücksichtigt.....	53
Bild 58	Beispiel Vector Diagram PSK mit $\alpha = 0.35$	54
Bild 59	Beispiel Vector Diagram OQPSK mit $\alpha = 0.35$	54
Bild 60	logisches Symbolmapping – DQPSK CDMA2K_REV.....	55
Bild 61	Symbolmapping – 2-FSK / NATURAL.....	56
Bild 62	Symbolmapping – 4-FSK / NATURAL.....	56
Bild 63	Logisches Symbolmapping – MSK / NATURAL.....	57
Bild 64	Physikalisches Konstellationsdiagramm – MSK.....	57
Bild 65	DMSK: Differentieller Encoder im Sender.....	57
Bild 66	Drehung des 1.Quadranten.....	58
Bild 67	Symbolmapping – 16 QAM / DVB-C.....	58
Bild 68	Symbolmapping 32 QAM / DVB-C.....	59
Bild 69	Symbolmapping 64 QAM / DVB-C.....	59
Bild 70	Symbolmapping 128 QAM / DVB-C.....	60
Bild 71	Symbolmapping 256 QAM / DVB-C.....	61
Bild 72	Symbolmapping D16 QAM / DVB-C.....	62
Bild 73	Symbolmapping D32 QAM / DVB-C.....	62
Bild 74	Symbolmapping D64 QAM / DVB-C.....	62
Bild 75	Symbolmapping D128 QAM / DVB-C.....	63
Bild 76	Symbolmapping D256 QAM / DVB-C.....	63
Bild 77	Demodulation einer 16-wertigen USER-QAM.....	64

Bild 78	8VSB Konstellationsdiagramm	65
Bild 79	8VSB-Spektrum am Eingang des Analyzers (Pilotträger links sichtbar)	66
Bild 80	Spektrum Mess-Signal 8VSB (Pilotträger ist stets entfernt)	66
Bild 81	Symbolmapping 8VSB (ATSC)	66
Bild 82	Überblick digitale Demodulationsstufen am Beispiel des PSK-Demodulators	67
Bild 83	Burst-Suche	69
Bild 84	Record Buffer mit mehreren Bursts	70
Bild 85	IQ-Demodulator: Timing, Phase, Frequency Recovery	71
Bild 86	Symbol Timing Detection & Correction	72
Bild 87	Demodulator 2	73
Bild 88	QPSK-Segmententscheider	74
Bild 89	Matching	75
Bild 90	Pattern Search	77
Bild 91	Pattern Search am Beispiel eines statischen QPSK-Mapping	78
Bild 92	Result & Error Calculation	79
Bild 93	Trace-Mittelung	80
Bild 94	Mittelwertbildung skalarer Parameter	80
Bild 95	Ergebnisdarstellung	81
Bild 96	Modulationsfehler: Fehlermodell des Senders und des Übertragungsweges	83
Bild 97	Modulationsfehler: Error Vector	84
Bild 98	Modulationsfehler: EVM, Mag Error	84
Bild 99	Modulationsfehler: ErrorVectorPhase, Phase Error	85
Bild 100	Modulationsfehler: Origin Offset (IQ-Offset)	86
Bild 101	Modulationsfehler: Compensation of Origin Offset	86
Bild 102	Modulationsfehler: Gain Imbalance (Transmitter)	87
Bild 103	Modulationsfehler: Gain Imbalance (Analysator)	87
Bild 104	Modulationsfehler: Quadrature Imbalance (Transmitter)	88
Bild 105	Modulationsfehler: Quadrature Imbalance (Analysator)	88
Bild 106	Modulationsfehler: IQ Imbalance	88
Bild 107	Nichtlineare Verzerrungen: Amplituden-Verzerrungen (Transmitter)	89
Bild 108	Amplituden-Verzerrungen (Analysator)	89
Bild 109	Amplitude Transfer Function (Transmitter)	89
Bild 110	Amplitude Transfer Function (Analysator)	89
Bild 111	Nichtlineare Verzerrungen: Phasen-Verzerrungen (Transmitter)	90
Bild 112	Phasen-Verzerrungen (Analysator)	90
Bild 113	Nichtlineare Verzerrungen: Phasen-Verzerrungen (Transmitter)	90
Bild 114	Phasen-Verzerrungen (Analysator)	90
Bild 115	Additives Rauschen	91
Bild 116	Modulationsfehler: Ref Signal (REFDEVCOMP = OFF) und MEAS Signal	92
Bild 117	Modulationsfehler: Frequency Error, Ref Signal not normalized	92
Bild 118	Modulationsfehler: Ref Signal normalized	93
Bild 119	Modulationsfehler: Frequency Error, Ref Signal normalized	93
Bild 120	Ergebnisdarstellung Split Screen: EVM (oben) / ERROR STATISTIC + EVM (unten)	96

Bild 121	Ergebnisdarstellung Split Screen: <i>EVM (oben) / ERROR SPECTRUM + EVM (unten)</i>	96
Bild 122	Der Messbildschirm in der Option R&S FSQ-K70/FSMR-B73/FSU-B73	97
Bild 123	Hotkeyleiste des Grundgerätes bei installierter Option R&S FSQ-K70/FSMR-B73/FSU-B73.....	99
Bild 124	Hotkeyleiste bei eingeschalteter Option R&S FSQ-K70/FSMR-B73/FSU-B73.....	99
Bild 125	Übersicht der Vektoranalyse-Einstellungen	105
Bild 126	Standarddefinition und Gruppierung in Gruppen.....	108
Bild 127	Standard-Auswahlfenster	112
Bild 128	Definition eines Digitalen Standard	114
Bild 129	Definition einer Standardgruppe.....	115
Bild 130	Burst-Modell des Analysators, Grau unterlegte Felder sind Bedienparameter	117
Bild 131	<i>MULTI ON/ MULTI OFF</i> : Mehrere Messauswertungen pro Datenannahme	119
Bild 132	Screenshot einer Mehrfach-Verarbeitung. Oberer Trace: Magnitude Capture Buffer (Zoomdarstellung), Unterer Trace: Meas Signal, Magnitude	120
Bild 133	<i>DEMOD NEXT RIGHT</i> : Demodulation des angrenzenden Signalausschnitts.....	121
Bild 134	<i>DEMOD NEXT RIGHT</i> Burst-Signal, Demodulation des nächsten Burst-Signals	121
Bild 135	<i>DEMOD NEXT RIGHT</i> : Automatisches Nachziehen des ZOOM Bereichs.....	121
Bild 136	<i>DEMOD @ ZOOM START</i> : Rückstellen auf den Beginn des Zoom Fensters.....	122
Bild 137	<i>DEMOD RESTART</i> : Rückstellen auf den Beginn des Record Buffers	122
Bild 138	<i>COUNTINUOUS SWEEP</i> : Automatische Datenannahme	123
Bild 139	<i>SINGLE SWEEP</i> : Automatische Datenannahme am Ende des Record Buffers, falls CAPTURE = AUTO	123
Bild 140	Patternlisten	126
Bild 141	Einstellungen der Burst-Suche	130
Bild 142	Pattern Select	131
Bild 143	Pattern Select	132
Bild 144	Pattern Auswahltabellen.....	133
Bild 145	Erweiterung der Pattern-Listen.....	134
Bild 146	Eingabefelder für <i>EDIT PATTERN</i>	135
Bild 147	Anzeige des Pattern in der Tabelle der decodierten Symbole	138
Bild 148	Modulationsart FSK,-> 2FSK, 4FSK.....	140
Bild 149	Modulationsart MSK,-> DMSK,MSK.....	140
Bild 150	Modulationsart PSK,-> BPSK,QPSK, OQPSK, 8PSK, DQPSK, D8PSK, pi/4 DQPSK, 3pi/8-8PSK.....	141
Bild 151	Modulationsart QAM,-> 16QAM ... 256 QAM (regulär, bzw. Cross-Struktur)	141
Bild 152	Filter-Auswahlliste.....	142
Bild 153	Eingabefeld zum Speichern des Equalizer Filters.....	144
Bild 154	Definition eines neuen Filter-Sets.....	145
Bild 155	Einstellung des <i>EVAL RANGE</i>	150
Bild 156	Record Buffer Burst-Suchbereich und Ergebnisdarstellung.....	151
Bild 157	Spektrums-Diagramm: Einseitige Darstellung bei reellwertigen Eingangssignalen	153
Bild 158	Spektrums-Diagramm: Zweiseitige Darstellung bei komplexwertigen Eingangssignalen.....	153
Bild 159	Error Vector Magnitude (oben) Häufigkeitsverteilung der EVM (unten).....	154
Bild 160	Modulation Accuracy (Single Screen, Trace Average = off)	158

Bild 161	Modulation Accuracy (Single Screen, Trace Average = on)	158
Bild 162	Modulation Accuracy (Split Screen, Trace Average = on), Anzeige der decodierten Symbole.....	159
Bild 163	Ergebnisdarstellung <i>MAGNITUDE</i>	163
Bild 164	Ergebnisdarstellung <i>PHASE (UNWRAP)</i>	164
Bild 165	Ergebnisdarstellung <i>PHASE (WRAP)</i>	164
Bild 166	Ergebnisdarstellung <i>FREQUENCY (ABS)</i>	165
Bild 167	Ergebnisdarstellung <i>REAL/IMAG</i>	166
Bild 168	Ergebnisdarstellung <i>EYE</i>	167
Bild 169	Ergebnisdarstellung <i>IQ VECT</i>	168
Bild 170	Ergebnisdarstellung <i>IQ CONST</i>	168
Bild 171	Ergebnisdarstellung <i>SPECTRUM MAGNITUDE</i>	170
Bild 172	Ergebnisdarstellung <i>SPECTRUM PHASE</i>	171
Bild 173	Ergebnisdarstellung <i>SIGNAL SPECTRUM FREQUENCY</i>	172
Bild 174	Ergebnisdarstellung <i>REAL/IMAG (oben)</i> Ergebnisdarstellung <i>SPECTRUM REAL/IMAG (unten)</i>	173
Bild 175	Ergebnisdarstellung <i>SIGNAL STATISTIC MAGNITUDE</i>	174
Bild 176	Ergebnisdarstellung <i>SIGNAL STATISTIC MAGNITUDE (log)</i>	174
Bild 177	Ergebnisdarstellung <i>SIGNAL STATISTIC PHASE</i>	175
Bild 178	Ergebnisdarstellung <i>SIGNAL STATISTIC FREQUENCY</i>	176
Bild 179	Ergebnisdarstellung <i>MAGNITUDE ERROR</i>	177
Bild 180	Ergebnisdarstellung <i>PHASE ERROR</i>	178
Bild 181	Ergebnisdarstellung <i>FREQ ERROR</i>	179
Bild 182	Ergebnisdarstellung <i>REAL / IMAG</i>	180
Bild 183	Ergebnisdarstellung <i>AM & PM CONVERSION (oberes Diagramm AM-AM-Kennlinie, unteres Diagramm AM-PM-Kennlinie)</i>	181
Bild 184	Ergebnisdarstellung <i>EVM (Error Vector Magnitude)</i>	182
Bild 185	Ergebnisdarstellung <i>IQ ERROR (Konstellationsdarstellung)</i>	183
Bild 186	Ergebnisdarstellung <i>IQ ERROR (Vektordarstellung)</i>	183
Bild 187	Ergebnisdarstellung <i>MAGNITUDE ERROR (oben)</i> Ergebnisdarstellung <i>ERROR SPECTRUM -> MAGNITUDE ERROR (unten)</i>	185
Bild 188	Ergebnisdarstellung <i>PHASE ERROR (oben)</i> Ergebnisdarstellung <i>ERROR SPECTRUM -> PHASE ERROR (unten)</i>	186
Bild 189	Ergebnisdarstellung <i>FREQUENCY ERROR (oben)</i> Ergebnisdarstellung <i>ERROR SPECTRUM FREQUENCY ERROR (unten)</i>	187
Bild 190	Ergebnisdarstellung <i>EVM (oben)</i> Ergebnisdarstellung <i>ERROR SPECTRUM -> EVM (unten)</i>	188
Bild 191	Ergebnisdarstellung <i>REAL/IMAG (oben)</i> Ergebnisdarstellung <i>ERROR SPECTRUM REAL/IMAG (unten)</i>	189
Bild 192	Ergebnisdarstellung <i>ERROR STATISTIC MAGNITUDE</i>	190
Bild 193	Ergebnisdarstellung <i>ERROR STATISTIC PHASE</i>	191
Bild 194	Ergebnisdarstellung <i>ERROR STATISTIC FREQUENCY</i>	192
Bild 195	Ergebnisdarstellung <i>ERROR STATISTIC EVM</i>	193
Bild 196	Ergebnisdarstellung <i>MAGNITUDE CAPTURE BUFFER</i>	195
Bild 197	Ergebnisdarstellung <i>MAGNITUDE CAPTURE BUFFER (oben)</i> Ergebnisdarstellung <i>CAPTURE BUFFER -> FREQUENCY (unten)</i>	196

Bild 198	Ergebnisdarstellung <i>MAGNITUDE CAPTURE BUFFER</i> (oben) Ergebnisdarstellung <i>CAPTURE BUFFER -> REAL/IMAG</i> (unten).....	197
Bild 199	Ergebnisdarstellung <i>MAGNITUDE CAPTURE BUFFER</i> (oben) Ergebnisdarstellung <i>SPECTRUM -> MAGNITUDE CAPTURE BUFFER</i> (unten)	198
Bild 200	Ergebnisdarstellung <i>CAPTURE BUFFER FREQUENCY</i> (oben) Ergebnisdarstellung <i>SPECTRUM -> CAPTURE BUFFER FREQUENCY</i> (unten)	199
Bild 201	Ergebnisdarstellung <i>CAPTURE BUFFER REAL/IMAG</i> (oben) Ergebnisdarstellung <i>SPECTRUM -> CAPTURE BUFFER REAL/IMAG</i> (unten)	200
Bild 202	Ergebnisdarstellung <i>MAGNITUDE CAPTURE BUFFER</i> (oben) Ergebnisdarstellung <i>STATISTIC -> MAGNITUDE CAPTURE BUFFER</i> (unten)	201
Bild 203	Ergebnisdarstellung <i>FREQUENCY CAPTURE BUFFER</i> (oben) Ergebnisdarstellung <i>STATISTIC -> FREQUENCY CAPTURE BUFFER</i> (unten)	202
Bild 204	Ergebnisdarstellung <i>REAL/IMAG CAPTURE BUFFER</i> (oben) Ergebnisdarstellung <i>STATISTIC -> REAL/IMAG CAPTURE BUFFER</i> (unten).....	203
Bild 205	Darstellung der Filterkoeffizienten <i>MAGNITUDE (LIN)</i>	205
Bild 206	Darstellung der Filterkoeffizienten <i>MAGNITUDE (LOG)</i>	205
Bild 207	Ergebnisdarstellung <i>PHASE(WRAP)</i>	206
Bild 208	Ergebnisdarstellung <i>PHASE(UNWRAP)</i>	206
Bild 209	Ergebnisdarstellung <i>REAL/IMAG</i> (Impulsantwort des adaptiven Filters).....	207
Bild 210	Ergebnisdarstellung <i>GROUP DELAY</i>	208
Bild 211	Ergebnisdarstellung <i>PHASE RESPONSE</i>	209
Bild 212	Ergebnisdarstellung <i>FREQ RESP (LIN)</i>	210
Bild 213	Ergebnisdarstellung <i>FREQ RESP (LOG)</i>	210
Bild 214	Ergebnisdarstellung <i>CHAN RESP (LIN)</i>	211
Bild 215	Ergebnisdarstellung <i>CHAN RESP (LOG)</i>	211
Bild 216	Messung eines Bursts unter Verwendung eines externen Triggers.....	212
Bild 217	Beispiele zu FIT: Fit Burst to Left / Center / Right	213
Bild 218	Beispiele zu FIT: Fit Pattern to Left / Center / Right.....	213
Bild 219	Beispiele zu FIT: Fit Burst to Trigger	214
Bild 220	Beispiele zu FIT: Fit Align	214
Bild 221	Beispiele zu FIT: Skalierung der Zeitachse	215
Bild 222	Beispiele zu FIT: Symbolachsenbeschriftung	215
Bild 223	Beispiel für RANGE, IQ Darstellung X-AXIS/DIV ist an Y-AXIS/DIV gekoppelt.....	219
Bild 224	Beispiel für RANGE, Zeitdarstellung (EVM lin)	219
Bild 225	Beispiel für RANGE, Zeitdarstellung, Mag Cap Buffer	219
Bild 226	Beispiel für RANGE, Statistikdarstellung Quantize	219
Bild 227	Selection list of digital standards EXPORT -> STANDARDS.....	222
Bild 228	Selection list of symbol mappings IMPORT -> MAPPINGS	223
Bild 229	Selection list of filters IMPORT -> FILTERS.....	223
Bild 230	Selection list of filters IMPORT -> EQUALIZER	223
Bild 231	Selection list of synchronization patterns IMPORT -> PATTERNS	223
Bild 232	Auswahl des Pfads IMPORT -> PATH	224
Bild 233	Auswahlliste der Digitalen Standards EXPORT -> STANDARDS	225
Bild 234	Auswahlliste der Symbolmappings EXPORT -> MAPPINGS	226
Bild 235	Auswahlliste der Filter EXPORT -> FILTERS	226

Bild 236	Auswahlliste der Filter EXPORT -> EQUALIZERS	226
Bild 237	Auswahlliste der Synchronisationspattern EXPORT -> PATTERNS	227
Bild 238	Auswahl des Pfads EXPORT -> PATH	227
Bild 239	AM/AM und AM/PM Diagramm mit Berechnung des Kompressionspunkts.....	248
Bild 240	EVM Anzeige bei korrekter Symbolrateneinstellung	254
Bild 241	EVM Anzeige bei fehlerhafter Symbolrateneinstellung	254
Bild 242	Konstellationsdiagramm bei korrekter Symbolrateneinstellung	254
Bild 243	Konstellationsdiagramm bei fehlerhafter Symbolrateneinstellung	254
Bild 244	EVM Anzeige bei korrekter Filtereinstellung (nur Entscheidungszeitpunkte)	255
Bild 245	EVM Anzeige bei abweichender Filtereinstellung (nur Entscheidungszeitpunkte)	255
Bild 246	Fehlerspektrum bei korrekter Filtereinstellung	255
Bild 247	Fehlerspektrum bei abweichender Filtereinstellung	255
Bild 248	Konstellationsdiagramm bei korrekter Aussteuerung.....	256
Bild 249	Konstellationsdiagramm mit Rauschüberlagerung bei Untersteuerung.....	256
Bild 250	Statistische Verteilung des Magnitude Errors bei korrekter Aussteuerung.....	256
Bild 251	Statistische Verteilung des Magnitude Errors bei Untersteuerung.....	256
Bild 252	EVM Anzeige bei Übersteuerung	257
Bild 253	Mögliche AM-PM Darstellung bei Übersteuerung	257
Bild 254	Mögliche AM-PM Darstellung bei Übersteuerung	257
Bild 255	MAPWIZ, Mapping Editor für R&S FSQ-K70/FSMR-B73/FSU-B73	355
Bild 256	FILTWIZ, Filter Tool für R&S FSQ-K70/FSMR-B73/FSU-B73	356

Tabellen

Tabelle 1	Grundeinstellung des Senders für erste Messungen	22
Tabelle 2	Auflistung der Sendereinstellungen für verschiedene Messungen	22
Tabelle 3	Grundeinstellung des Gesamtgerätes	23
Tabelle 4	Grundeinstellung der Vektorsignalanalyse-Messung	23
Tabelle 5	RBW Filterbandbreiten und nutzbare Bandbreiten.....	37
Tabelle 6	Maximale IQ-Bandbreiten der Datenannahme.....	38
Tabelle 7	IQ-Bandbreite in Abhängigkeit der POINTS/SYM Einstellung	38
Tabelle 8	Typische Kombinationen von TX-, ISI- und MEAS-Filtern	41
Tabelle 9	Warnanzeigen in der Reihenfolge ihrer Priorität:	98
Tabelle 10	Bedeutung der Bits im STATus: QUEstionable:SYNC-Register	352
Tabelle 11	Bedeutung der Bits im STATus:QUEstionable:POWER-Register	352
Tabelle 12	Messgeräte und Hilfsmittel	353

Besondere Vorsichtsmaßnahmen

Besondere Vorsichtsmaßnahmen sind bei Messungen an Mobilfunk-Basisstationen und Endverstärkern mit hoher HF-Leistung zu beachten. Sicherheitshinweise dazu finden sich im Kapitel 1: „Messaufbau für Messungen an Basisstationen und Leistungsverstärkern“.

1 Vektorsignalanalyse - Applikations-Firmware

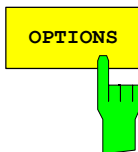
R&S FSQ-K70 bzw. R&S FSMR/FSU-B73

Der Analysator R&S FSQ/FSU/FSUP/FSG bzw. der Measuring Receiver R&S FSMR führt bei einer Ausstattung mit der Applikations-Firmware R&S FSQ-K70 bzw. der VSA-Erweiterung R&S FSMR/FSU-B73 vektorielle Messungen im Zeitbereich an digital modulierten Signalen durch. Auf Basis dieser vektoriellen Ergebnisse können auch weitergehende Auswertungen, wie z.B. statistische Auswertungen oder Verzerrungsmessungen, durchgeführt werden.

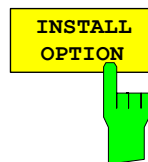
Freischalten der Firmware-Option

Die Firmware-Option R&S FSQ-K70 bzw. R&S FSMR/FSU-B73 wird im Menü *SETUP* -> *GENERAL SETUP* durch die Eingabe eines Schlüsselwortes freigeschaltet. Das Schlüsselwort wird mit der Option mitgeliefert. Bei einem Einbau ab Werk ist die Freischaltung der Option schon erfolgt.

GENERAL SETUP Menü:



Der Softkey *OPTIONS* öffnet ein Untermenü, in dem die Schlüsselwörter für neue Firmware-Optionen (Application Firmware Moduls) eingegeben werden können. Die bereits vorhandenen Optionen werden in einer Tabelle angezeigt, die beim Eintritt in das Untermenü geöffnet wird.



Der Softkey *INSTALL OPTION* aktiviert die Eingabe des Schlüsselwortes für eine Firmware-Option.

Im Eingabefeld können ein oder mehrere Schlüsselwörter eingegeben werden. Ist ein Schlüsselwort gültig, wird die Meldung *OPTION KEY OK* angezeigt und die Option wird in die Tabelle *FIRMWARE OPTIONS* eingetragen.

Ist ein Schlüsselwort ungültig, wird die Meldung *OPTION KEY INVALID* angezeigt.

Nach der Installation der Option erscheint in der Hotkeyleiste des R&S FSQ/FSMR/FSU der Hotkey **VSA** (= **Vektor Signal Analyse**). Die Position des Hotkeys **VSA** kann je nach Art und Anzahl der installierten Optionen variieren.

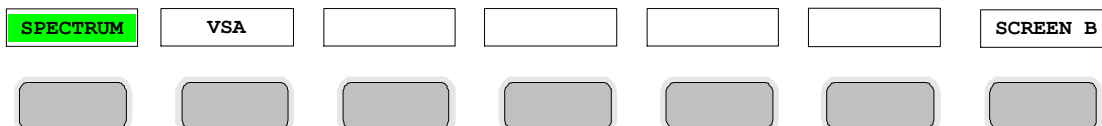


Bild 1 Hotkeyleiste des Grundgerätes bei installierter Option R&S FSQ-K70/FSMR-B73/FSU-B73

Messaufbau für Messungen an Basisstationen und Leistungsverstärkern

Bei Messungen an Leistungsverstärkern und Mobilfunk-Basisstationen sind besondere Vorsichtsmaßnahmen zu treffen.

Vorsichtsmaßnahmen

GEFAHR Gefahr durch gefährlichen elektrischen Schlag bzw. gefährliche Strahlung
Beim Betrieb von Sendern und Leistungsendstufen sind die einschlägigen Sicherheitsvorschriften (z.B. EN 60215 und IEC215) einzuhalten.

Standard Testaufbau

ACHTUNG **Zerstörung des Eingangsmischers**
Bei Anschluss von Sendern oder Senderendstufen mit einer Ausgangsleistung größer als 30 dBm muss ein geeigneter Leistungsabschwächer oder Leistungskoppler verwendet werden, damit die Eingangstufen des Analysators nicht beschädigt werden.
Geräte mit einer Frequenzgrenze von 26.5 GHz oder darunter besitzen einen wechsellspannungsgeschalteten HF-Eingang mit schaltbarer Gleichspannungs-/Wechsellspannungskopplung. Bei allen anderen R&S FSQ/FSMR/FSU-Geräten (obere Frequenzgrenze > 26.5 GHz) ist der HF-Eingang gleichspannungsgeschaltet. Bei Wechsellspannungskopplung dürfen 50 V Eingangs-Gleichspannung keinesfalls überschritten werden, bei Gleichspannungskopplung darf gar keine Gleichspannung am Eingang angelegt werden.
In beiden Fällen wird bei Zuwerdung der Eingangsmischer zerstört.

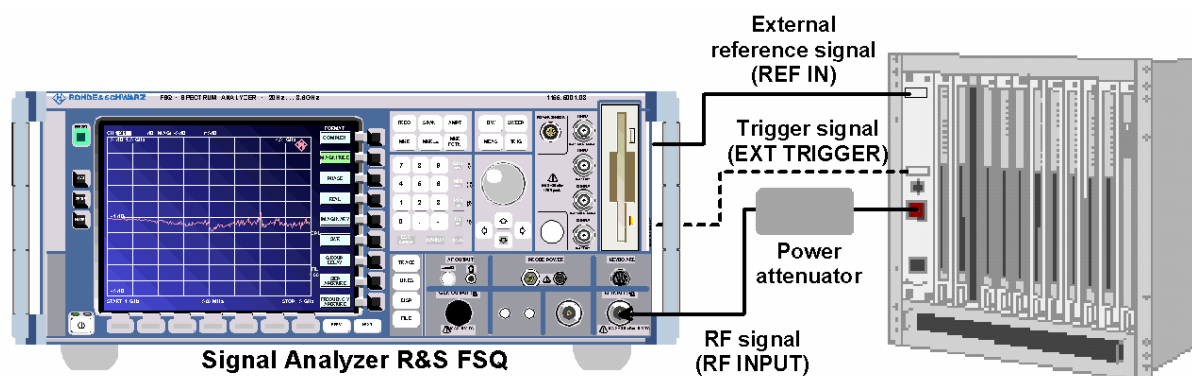
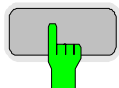


Bild 2 Anschluss an den HF-Ausgang einer Basisstation (Beispiel R&S FSQ)

Aufrufen und Verlassen der Option - Hotkey VSA

Aufrufen der Option - Hotkey VSA



Die Option FSQ-K70/FSMR/FSU-B73 wird durch Drücken des Hotkeys **VSA** aufgerufen.

Nach der Aktivierung wird der Inhalt der Hotkeyleiste und der Menüs an die Funktionen die Option VSA angepasst. Die Menüs der Option sind im Kapitel 5, "*Geräteeinstellungen und Messungen*" beschrieben.

IEC-Bus-Befehl: INST:SEL DDEM

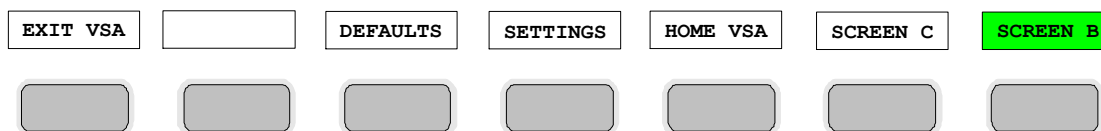
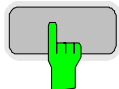
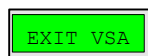


Bild 3 Hotkeyleiste bei eingeschalteter Option R&S FSQ-K70/FSMR-B73/FSU-B73

Verlassen der Option - Hotkey EXIT VSA

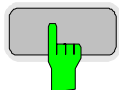
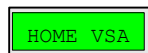


Die Option FSQ-K70/FSMR/FSU-B73 wird durch Drücken des Hotkeys **EXIT VSA** verlassen.

Bei Verlassen der Option werden die Hotkeyleiste und die Menüs des Grundgerätes wiederhergestellt.

IEC-Bus-Befehl: INST:SEL SAN

Rückkehr in das VSA-Menü - Hotkey HOME VSA



Der Hotkey **HOME VSA** verzweigt von jeder beliebigen Stelle der VSA-Bedienmenüs in das VSA-Menü.

Diese Funktion ist insbesondere nach Frequenz-, Pegel- oder Trigger-Einstellungen anzuwenden, da von dort aus keine automatische Rückkehr in das VSA-Menü möglich ist.

Übersicht

In folgender Übersichtsdarstellung sind zusammengestellt:

- Das Starten der Applikation R&S FSQ-K70/FSMR-B73/FSU-B73 aus der Betriebsart Spektrumanalysator
- Die Navigation innerhalb der Applikation
- Das Verlassen der Applikation

Die Position des Hotkeys VSA kann je nach Anzahl der aktivierten Optionen variieren.

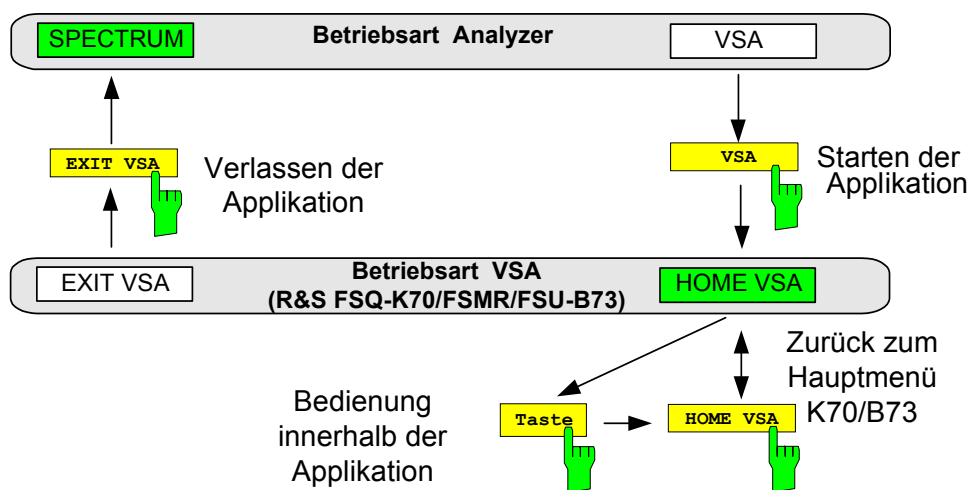


Bild 4 Übersichtsdarstellung: Aufruf und Verlassen der Option R&S FSQ-K70/FSMR-B73/FSU-B73

2 Erste Messungen - Getting Started

Das folgende Kapitel beschreibt anhand von Messbeispielen, die mit den Digitalen Standards GSM und EDGE vorgenommen werden, einen grundlegenden Einstieg in typische Vektoranalyse-Messungen. Dies beginnt mit dem Anschließen des R&S FSQ/FSMR/FSU und den nötigen Voreinstellungen und führt dann durch die einzelnen Messungen. Die einzelnen Messungen bauen logisch aufeinander auf und sollen schrittweise an Messungen der allgemeinen Vektorsignalanalyse heranführen.

Wir empfehlen, dieses Kapitel zu lesen und gleichzeitig den R&S FSQ/FSMR/FSU zu bedienen. Sie verstehen hiermit auf schnelle und einfache Weise die Funktionalität der Software-Option R&S FSQ-K70/FSMR-B73/FSU-B73. Dies führt rasch zu korrekten und verwertbaren Messergebnissen.

Jede Messung ist auf einer Doppelseite erläutert. Die linke Seite beschreibt jeweils die erforderlichen Einstellungen des Analysators und des Mess-Senders zur Durchführung der Messung. Auf der rechten Seite wird das Messergebnis interpretiert und es werden Hinweise zur Vertiefung gegeben. Um diese Didaktik auch auf dem Bildschirm nutzen zu können empfehlen wir, die Ansicht „Fortlaufend – Doppelseiten“ einzustellen.

Neben dem Analysator R&S FSQ/FSU/FSUP/FSG bzw. Measuring Receiver R&S FSMR mit installierter Option R&S FSQ-K70/FSMR-B73/FSU-B73 sind noch erforderlich:

- 1 Mess-Sender (GSM-fähig), vorzugsweise R&S SMIQ (1125.5555.03)
- 1 ParData Verteiler R&S SMIQ-Z5 für R&S SMIQ (1104.8555.02)
- 1 HF-Kabel mit 2 N-Steckern
- 2 HF-Kabel mit je 2 BNC Steckern
- 2 Netzkabel zur Stromversorgung.

Die Bedienung des Senders ist hier nur soweit beschrieben, wie es für die Durchführung der Messungen erforderlich ist. Für weitergehende Messungen ist die Dokumentation des Mess-Senders heranzuziehen.

Verbinden von Sender und Analysator

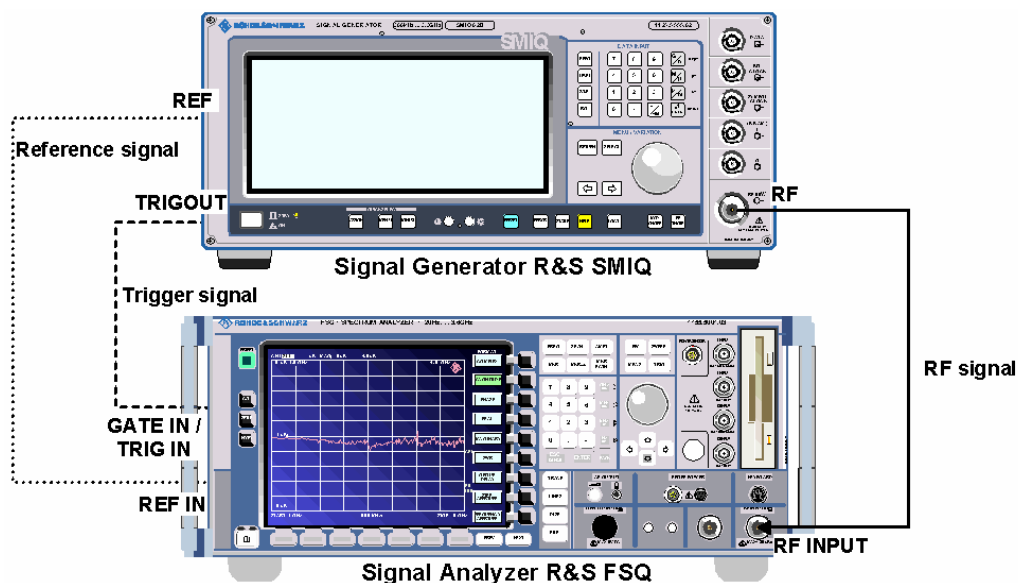


Bild 5 Anschluss an einen Mess-Sender (Beispiel R&S FSQ)

Grundeinstellungen des Mess-Senders

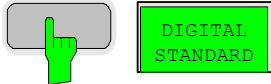
Der Messender wird in allen folgenden Messungen mit folgenden Frequenz- und Pegelinstellungen betrieben:

Tabelle 1 Grundeinstellung des Senders für erste Messungen

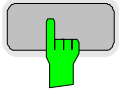
Parameter	Einstellung
Level	0 dBm
Frequency	2 GHz

Die Sendereinstellungen für die verschiedenen Messungen sind in der folgenden Tabelle zusammengefasst:

Tabelle 2 Auflistung der Sendereinstellungen für verschiedene Messungen

Einstellung		Bediensequenz SMIQ	
Grundeinstellung für GSM / EDGE 		Digital Standard GSM/EDGE State ON	<Select> <Select> <Select> <Select> <Return>
Einstellung	Messung		
EDGE Single Burst	1	Save/Recall Frame Get predefined Frame EDGE0	<Select> <Select> <Select> <Return> <Return>
EDGE Full Frame	2,3,5,6,7	Save/Recall Frame Get predefined Frame EDGE_ALL	<Select> <Select> <Select> <Return> <Return>
GSM/EDGE Mixed Frame	4	Save/Recall Frame Get predefined Frame GSM_EDGE	<Select> <Select> <Select> <Return> <Return>
GSM Full Frame	4	Save/Recall Frame Get predefined Frame GSM_ALL	<Select> <Select> <Select> <Return> <Return>
EDGE Slot Att. (20 dB / Slot 1..7)		Slot Attenuation 20 Select Slot Slot 1..7 Slot Level ATTEN	<Select> <dB> <Select> <mit Drehrad markieren> <Select> <Select> <mit Drehrad auswählen> <Select> <Return> <Return>

Einschalten der Option R&S FSQ-K70/FSMR-B73/FSU-B73



Die Option R&S FSQ-K70/FSMR-B73/FSU-B73 wird durch Drücken des Hotkeys **VSA** aufgerufen.

Nach der Aktivierung wird der Inhalt der Hotkeyleiste und der Menüs an die Funktionen die Option VSA angepasst. Die Menüs der Option sind im Kapitel 5, "*Geräteeinstellungen und Messungen*" beschrieben.

Grundeinstellungen des Analysators für EDGE Messungen

In der Grundeinstellung nach PRESET befindet sich der R&S FSQ in der Betriebsart Analysator. Hier sind folgende Geräteeinstellungen erforderlich:

Tabelle 3 Grundeinstellung des Gesamtgerätes

Parameter	Einstellung
Frequency	2 GHz
Reference Level	+6 dBm

Die folgenden Einstellungen der Option R&S FSQ-K70FSMR/FSU-B73 werden erst dann aktiviert, wenn die Betriebsart Vektorsignalanalyse eingestellt und der Digitale Standard EDGE_NB („Normal Burst“) ausgewählt wurde.

Tabelle 4 Grundeinstellung der Vektorsignalanalyse-Messung

Parameter	Einstellung
Digitaler Standard	EDGE_NB
Sweep	CONTINUOUS
Burst Search	ON
Pattern Search	ON
Pattern	EDGE_TSC0
Darstellart	Screen A: EVM Screen B: Symbols & Modulation Accuracy

Messung 1: Demodulation eines einzelnen EDGE-Bursts

Ziel der Messung:

- Demodulation eines einzelnen EDGE-Bursts und Ergebnisanzeige
- Umschalten der Ergebnisanzeige auf IQ VECTOR
- Ausschalten des Mess-Filters und Messung des Sender-Rohsignals

Geräte-Einstellungen

Einstellung Sender: Grundeinstellung GSM
EDGE Single Burst

Einstellung Analysator: Digital Standard GSM -> Standard EDGE_NB
Adjust Ref Level

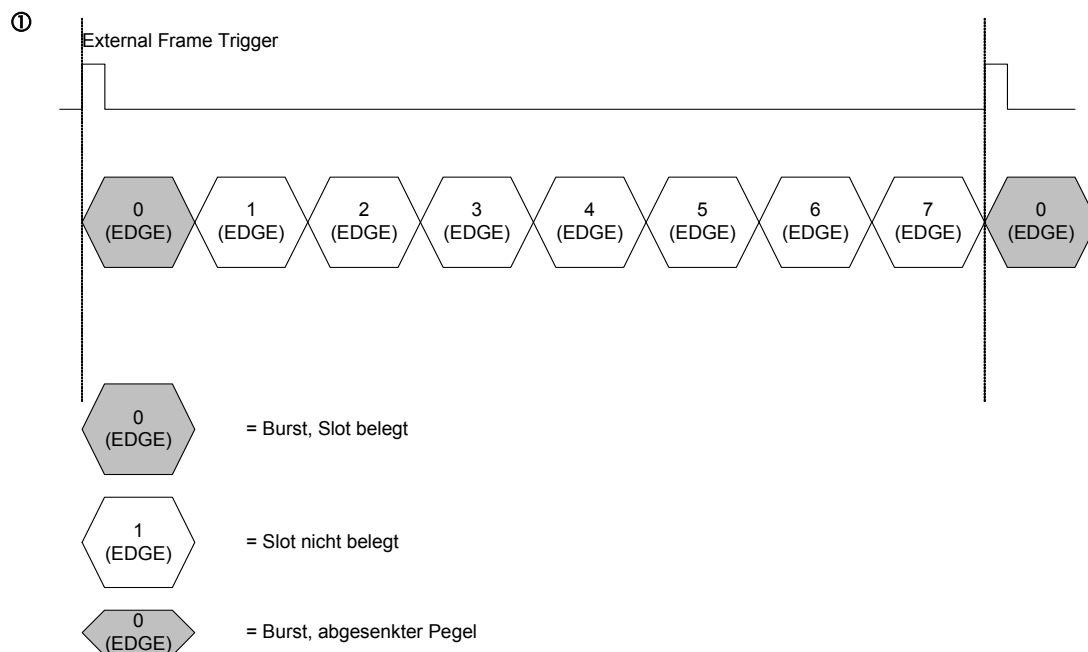


Bild 6 Messung 1: Framestruktur

Die Nummerierung der Bursts in der Zeichnung entsprechen den Zeitschlitzen der GSM Framestruktur. Die Einstellung des Senders führt zu einzelstehenden EDGE-Bursts im Zeitschlitz 0. Die weiteren Zeitschlitze sind nicht belegt.

R&S® FSQ-K70/FSMR-B73/FSU-B73 Demodulation eines einzelnen EDGE Bursts

Messung:

Bild 7 zeigt die typische Ergebnisanzeige des Analysators für den Standard EDGE.

Auf der oberen Hälfte der Anzeige ist der Betrag des Vektorfehlers über die Zeit aufgetragen, auf der unteren Hälfte sind numerische Fehlerauswertungen im Bereich der Evaluation Lines dargestellt.

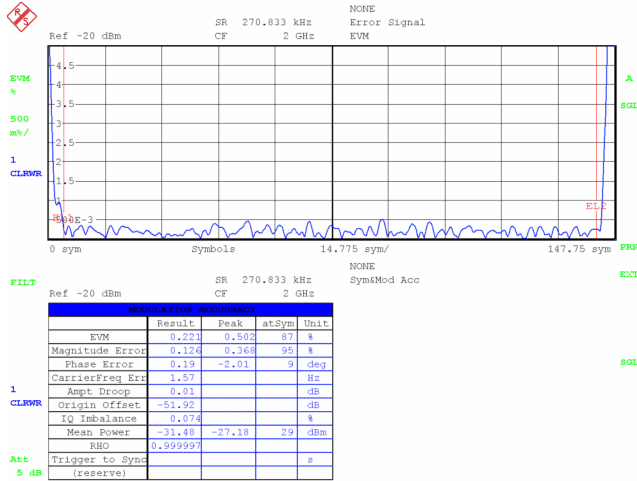


Bild 7 Messung 1: Ergebnisanzeige des Analysators

Für eine derartige Messung mit passend eingestelltem Referenzpegel und Synchronisation der Referenzoszillatoren zwischen Sender und Analysator sollten folgenden Messwerte angezeigt werden:

RMS-EVM: <math>< 0.5\%</math>
 Center Frequency Error: <math>< 2\text{ Hz}</math>

Die EDGE Messung muss mit einem nach ETSI vorgeschriebenen **Measurement Filter** vorgenommen werden. Dieses Filter ist mit der Einstellung DIGITAL STANDARD EDGE automatisch eingeschaltet. Mit der Bediensequenz <SCREEN A>, <MEAS RESULT>, <MEAS SIGNAL>, <IQ VECTOR> zeigt die Ergebnisanzeige den zugehörigen IQ-Trace (nach der Filterung mit dem Messfilter, Bild 8). Mit der Bediensequenz <MEAS RESULT>, <RESULT RAW> wird dieses Filter ausgeschaltet und die Messung an dem **Sender-Rohsignal** (vor einer Measurement-Filterung) durchgeführt. Die zugehörige Bildschirmdarstellung ist im Bild 9 aufgezeigt.

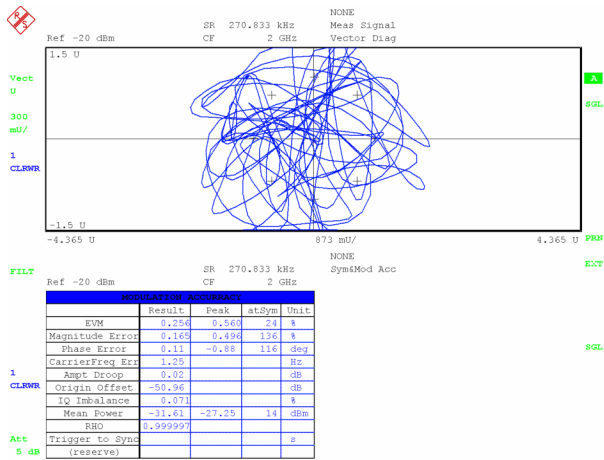


Bild 8 Messung 1: Ergebnisanzeige IQ Vector

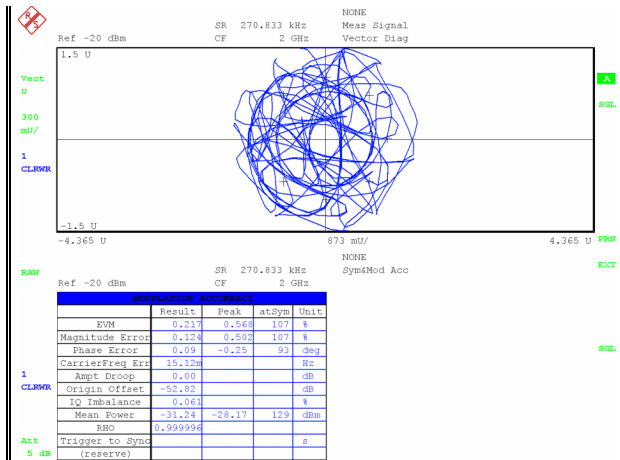


Bild 9 Messung 1: Ergebnisanzeige RESULT RAW

Das Ausschalten des Messfilters kann auch die numerischen Ergebnisse beeinflussen: höherfrequente Störanteile, die bisher stark unterdrückt wurden, können zu erhöhten Messfehlern führen.

Messung 2: Auswahl eines bestimmten Slots mit Trigger Offset

Ziel der Messung:

- Auswahl eines einzelnen EDGE-Bursts mittels externem Trigger
- Veränderung der Displaypositionierung mit FIT TRACE
- Verringerung der RECORD LENGTH

Geräte-Einstellungen

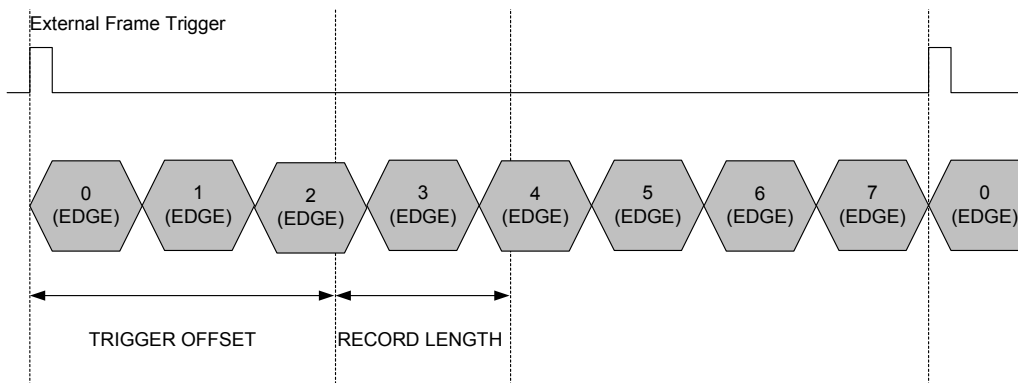
Einstellung Sender: Grundeinstellung GSM
EDGE Full Frame

Einstellung Analysator: Digital Standard GSM -> Standard EDGE_NB
<Adjust Ref Level>
<TRIGGER> -> EXT
<TRIGGER OFFSET> -100us
<RESULT LENGTH = 200>

1) <MEAS RESULT> <MAG CAP BUFFER>

2) <MEAS RESULT> <RESULT RAW>
<MEAS RESULT> <MEAS SIGNAL> <MAGNITUDE ABSOLUTE>

①



Die Einstellung des Senders führt zu EDGE-Bursts in den Zeitschlitz 0..7.

Messung:

In der Grundeinstellung sind der TRIGGER OFFSET auf den Wert -100 µs und die RECORD LENGTH auf die 10-fache RESULT LENGTH eingestellt. In der Displaydarstellung wird das aufgenommene Rohsignal angezeigt (Magnitude Capture Buffer, Bild 10).

Mit dieser Geräteeinstellung wird der erste gefundene Burst demoduliert. Der Name des gefundenen und zur Synchronisation verwendeten Synchronisationspattern wird im Display angezeigt (**EDGE_TSC0**, Bild 11).

Bei laufender Messung kann nun der Parameter TRIGGER OFFSET mit dem Drehrad verstellt werden, bis das Synchronisationspattern **EDGE_TSC3** im Display angezeigt wird.

Eine stabile Demodulation wird mit einem Triggeroffset von + 1.1 ms erreicht.

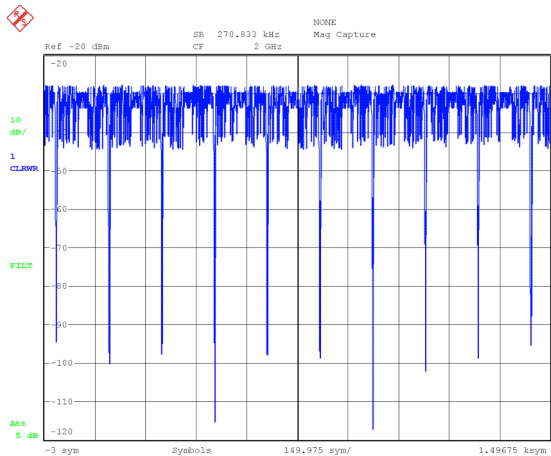


Bild 10 Anzeige Magnitude Capture Buffer

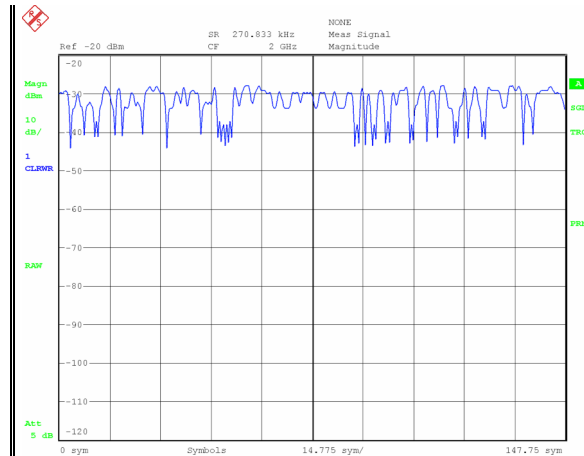


Bild 11 Anzeige EDGE_TSC0

Displaypositionierungen

Mit der Einstellung Standard GSM / EDGE ist die Displaypositionierung auf FIT PATTERN to CENTER eingestellt: Die Mitte des erkannten Synchronisationspattern wird in der Mitte des Displays abgebildet. Weitere mögliche Einstellungen sind auf den folgenden Bildern dargestellt:

- FIT TRIGGER TO LEFT stellt den Zeitpunkt Trigger+Triggeroffset an der linken Bildschirmkante dar
- FIT PATTERN TO LEFT stellt den Beginn des Synchronisationspattern an der linken Bildschirmkante dar

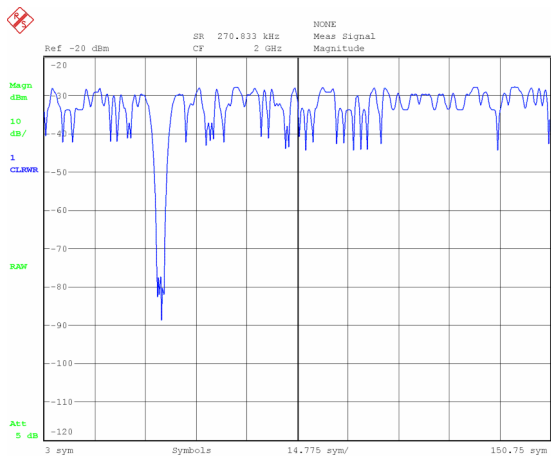


Bild 12 FIT TRIGGER TO LEFT

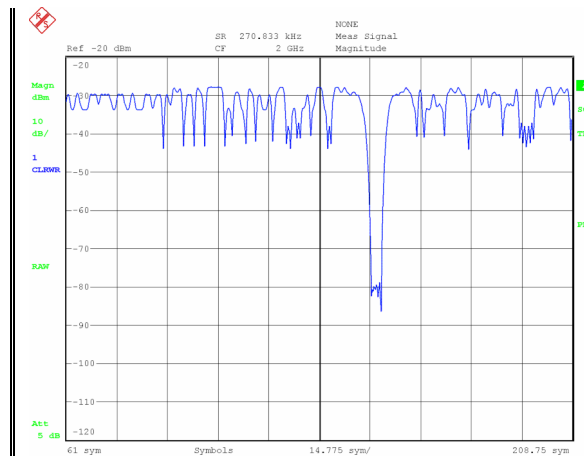


Bild 13 FIT PATTERN TO LEFT

Verändern der RECORD LENGTH

Zur Beschleunigung der Messung kann manuell die Länge der Datenaufzeichnung (RECORD LENGTH) verringert werden (Einstellung RECORD LENGTH = 250 Symbols). Eine Displaypositionierung mit FIT TRACE und Pattern aligned ist dann nicht mehr in allen Fällen möglich.

Messung 3: Einstellung der Burst-Suchparameter (LEVEL)

Ziel der Messung:

- Manuelles Einstellen der Burst-Parameter
- Selektives Suchen nach Synchronisationspattern

Geräte-Einstellungen

Einstellung Sender: Grundeinstellung GSM
EDGE Full Frame
Slot 0 und Slot 2 ausblenden
Slot 1 Pegel 15 dB absenken

Einstellung Analysator: Digital Standard GSM -> Standard EDGE_NB

- <Adjust Ref Level>
<TRIGGER> FREE RUN
<MEAS RESULT> <RESULT LENGTH = 200>
- 1) <DISPLAY><SPLIT SCREEN>
<DISPLAY><SCREEN B>
<MEAS RESULT> <MAG CAP BUFFER>
<DISPLAY><SCREEN A>
<MEAS RESULT> <MEAS SIGNAL> <MAGNITUDE ABS>
- 2) <DISPLAY><FULL SCREEN>
<MEAS RESULT> <MEAS SIGNAL> <MAGNITUDE ABS>

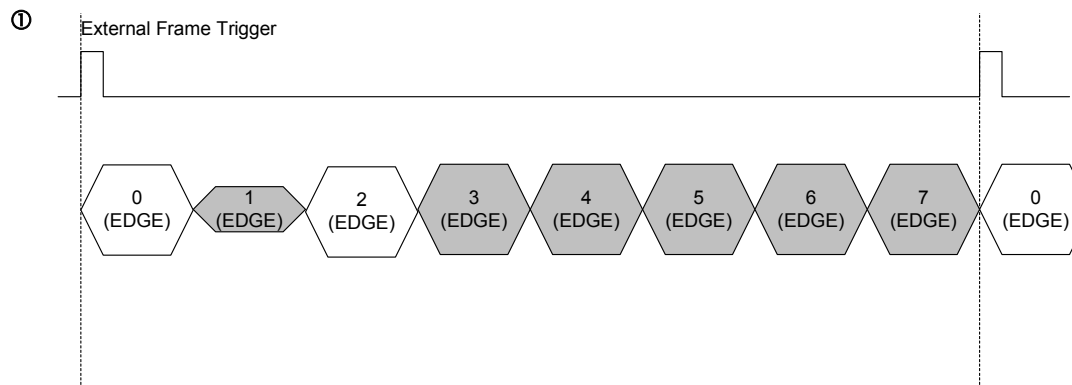


Bild 14 Burst-Suchparameter

Diese Grundeinstellung des Senders führt zu einem einzelstehenden, im Pegel abgesenkten Burst im Zeitschlitz 1 sowie zu einer Folge von Bursts in den Zeitschlitz 3...7.

Messung:

In der vorausgegangenen Messung wurde durch Benutzung eines externen Triggersignals ein definierter Burst zur Messung ausgewählt. Sofern ein geeignetes Mess-Signal vorliegt, ist eine selektive Auswahl auch mit einer manuellen Parametrisierung der Burst-Suche ohne externen Trigger möglich.

Das Signal besteht aus einem einzelstehenden Burst mit abgesenktem Pegel, sowie einer Folge von Bursts mit Nominalpegel. Die automatische Burst-Suche richtet die verwendeten Pegelschwellwerte nach der maximal vorkommenden Amplitude aus und wird die Slots 3..7 messen. Der einzelstehende Burst im Slot 2 wird nicht erkannt. Bild 15 und Bild 16 zeigen verschiedene ungetriggerte Messungen mit der Einstellung AUTO.

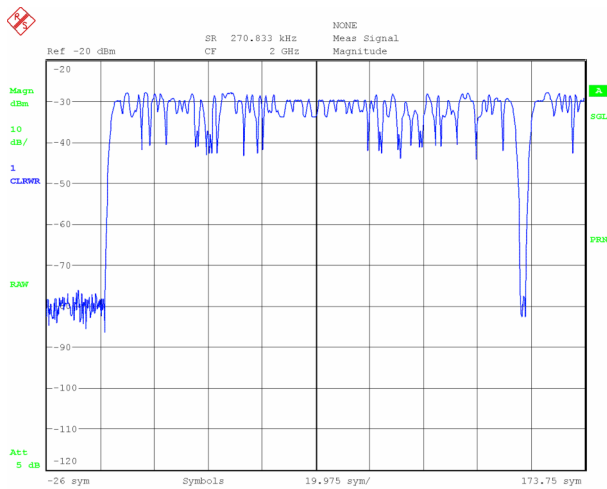


Bild 15 Messung 3: Burst-Suche AUTO, EDGE_TSC4

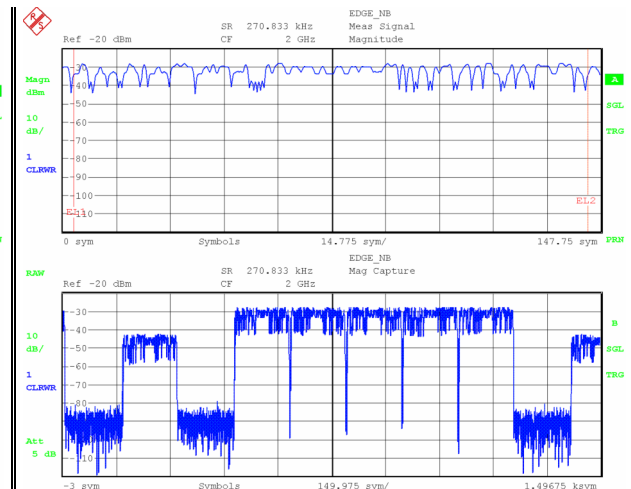


Bild 16 Messung 3: Burst-Suche AUTO, EDGE_TSC3

Im nächsten Schritt wird die Burst-Suche mit dem **Pegelschwellwert von -30 dB RefLvl** (relativ zum Reference Level) parametrisiert. Wegen der manuellen Einstellung des Schwellwertes wird jetzt auch der abgesenkte Burst im Slot 1 erkannt und demoduliert. Bild 17 zeigt eine solche Messung.

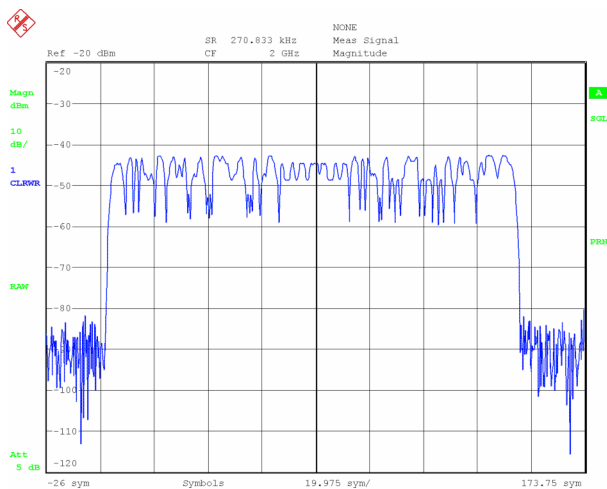


Bild 17 Messung 3: Burst-Suche, manuelle PegelEinstellung

Mit der Information, dass der gesuchte Slot1 ein einzelstehender Burst ist, kann die Burst-Suche noch selektiver eingestellt werden: Unter <BURST & PATTERN> <EXPERT SETTINGS> wird der Parameter **GAP LENGTH** (d.h. Lücke zwischen 2 aufeinander folgenden Bursts) auf 50 Symbole vergrößert. Der Suchalgorithmus verwirft nun alle Bursts in den Slots 3..7 und erkennt lediglich den Burst in Slot1 als gültig, da dieser Burst zwischen 2 leeren Zeitschlitzen eingebettet ist und als einziger Burst im Frame die Burst-Bedingung erfüllt. Die Darstellung entspricht Bild 17.

Messung 4: Unterdrücken von Fehlmessungen

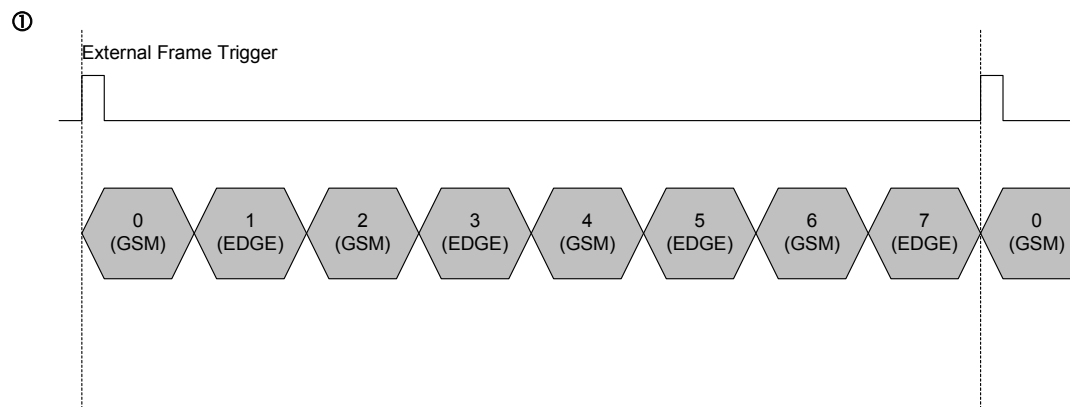
Ziel der Messung:

- Bedienparameter MEAS ONLY ON PATT
- Ähnlichkeit der Pattern für GSM und EDGE

Geräte-Einstellungen

Einstellung Sender: Grundeinstellung GSM
GSM Mixed Frame

Einstellung Analysator: Digital Standard GSM -> Standard EDGE_NB
<Adjust Ref Level>
<DISPLAY><FULL SCREEN>
<MEAS RESULT> <MEAS SIGNAL> <MAGNITUDE ABS>
<MEAS RESULT> <RESULT RAW>



Die Einstellung des Senders führt zu Bursts in den Zeitschlitzen 0..7. Abwechselnd werden GSM-Bursts und EDGE-Bursts gesendet.

Messung:

Das Signal besteht aus einem komplett besetzten Frame, in dem abwechselnd EDGE und GSM Bursts gesendet werden. Abweichend von der Standardeinstellung für EDGE_NB ist der Bedienparameter MEAS ONLY ON PATT ausgeschaltet. Das bewirkt, dass der Analysator versucht, jeden Burst zu demodulieren, der die Burst-Bedingungen erfüllt.

Der EDGE Demodulations-Algorithmus ist auf die Modulationsart 3pi/8-8PSK ausgelegt. Er synchronisiert sich auch auf gleichnamige Pattern von GSM-Signalen, liefert aber hohe Fehleranzeigen.

Bei nichtgetriggerten Messungen können sich folgende Ergebnisdarstellungen ergeben.

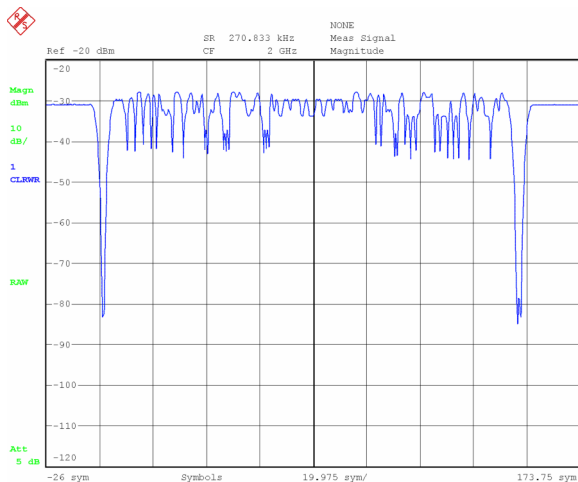


Bild 18 Messung 4: EDGE-Demodulator, korrekte Demodulation

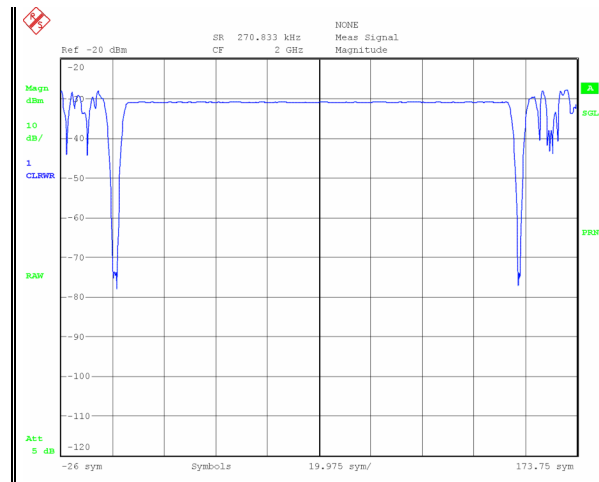


Bild 19 Messung 4: EDGE-Demodulator fehlerhafte Demodulation eines GSM-Burst

Solche Fehlmessungen werden durch folgende Geräteeinstellungen unterdrückt:

- Auswahl der passenden Pattern für das EDGE Signal (z.B. EDGE_TSC1, EDGE_TSC3, EDGE_TSC5, EDGE_TSC7)
- Aktivierung des Softkeys MEAS ONLY ON PATT

Ein Bildschirmupdate erfolgt nur im Falle einer gültigen Messung, bei fehlerhaften Messungen bleibt das vorherige Schirmbild erhalten und die Meldung „SEARCHING PATTERN“ wird auf dem Messbildschirm angezeigt.

Trotz Ähnlichkeit der Synchronisationspattern in den Standards GSM und EDGE erkennt der GSM-Demodulator EDGE-Pattern nicht. Um ungültige Messungen („Pattern not found“) zu unterdrücken, muss auch hier der Softkey „MEAS ONLY ON PATT“ aktiviert werden.

Messung 5: Evaluation Lines

Ziel der Messung:

- Verwendung von Eval Lines um Ergebnisbereiche zu festzulegen

Geräte-Einstellungen

Einstellung Sender: Grundeinstellung GSM
GSM Full Frame

Einstellung Analysator: Digital Standard GSM -> Standard GSM_NB

<Adjust Ref Level>

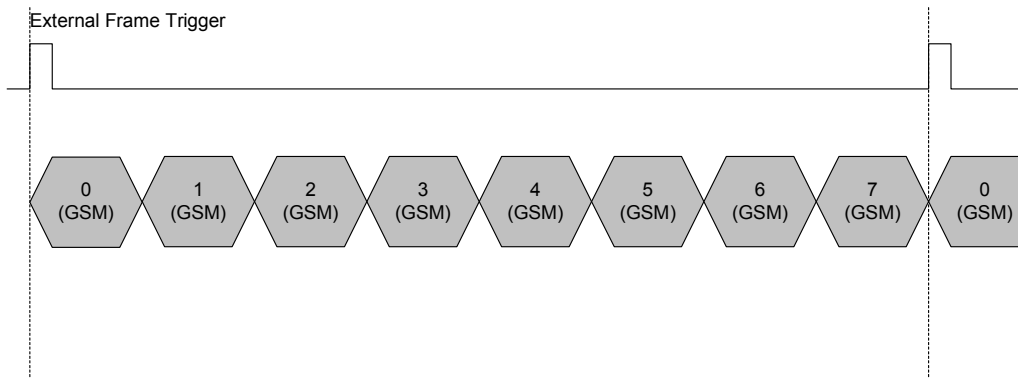
<DISPLAY> <SPLIT SCRREN>

1) <SCREEN A> <MEAS RESULT> <MAGNITUDE ABS>

<SCREEN B> <MEAS RESULT> <SYM & MODUL ERR>

2) <SCREEN B> <MEAS RESULT> <MAGNITUDE ABS><SIGNAL STATISTIC>

①



Die Einstellung des Senders führt zu GSM-Bursts in den Zeitschlitzen 0..7.

Messung:

Evaluation Lines bestimmen den Bereich, in dem numerische Ergebnisse wie z.B. EVM, Phase Error, Magnitude Error, RHO ermittelt werden. Dieser Bereich wird durch Einstellung eines Digitalen Standards voreingestellt und automatisch berücksichtigt. Die folgenden Bilder zeigen Messungen, bei denen die EVAL LINES im ersten Fall korrekt eingestellt sind, im zweiten Fall auf die Burst-Fanke eingestellt wurden.

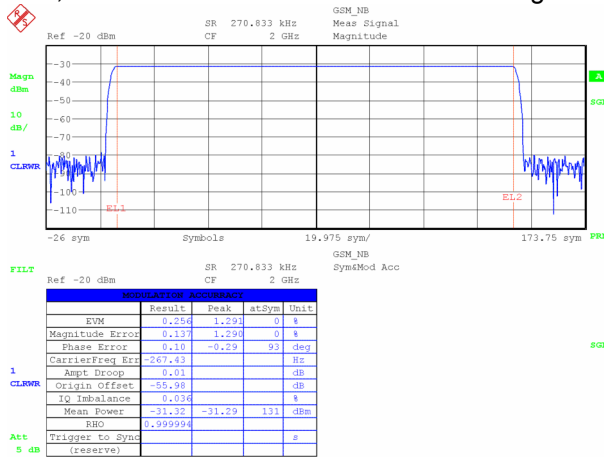


Bild 20 Messung 5: Einstellen des Auswertebereiches: Voreinstellung des Digitalen Standards

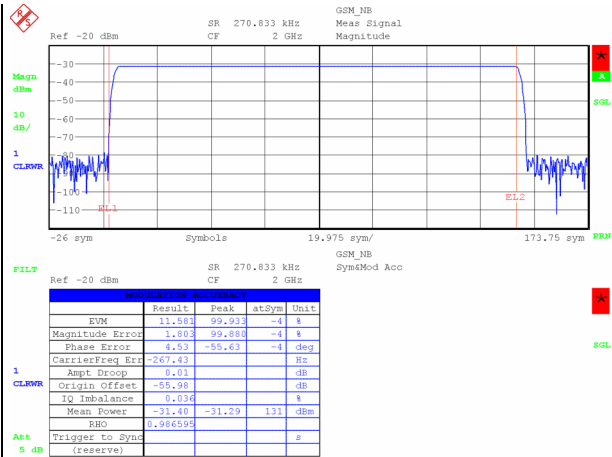


Bild 21 Messung 5: Einstellen des Auswertebereiches: Ausweitung auf die Randbereiche des Bursts

Die Evaluation Lines wirken auch auf abgeleitete Darstellungen, wie z.B. statistische Auswertungen der Signale. Bild 22 zeigt die statistische Pegelverteilung innerhalb des Bursts, für Bild 23 wurde die EVAL LINES auf Bereiche außerhalb des Bursts aufgeweitet, was sich in der Auftrittswahrscheinlichkeit der Pegel widerspiegelt.

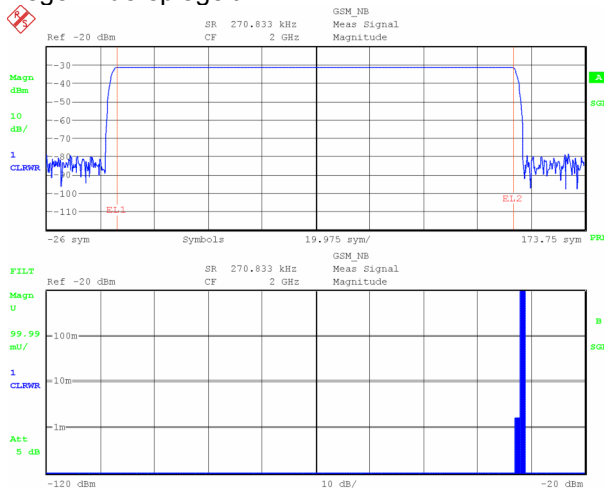


Bild 22 Messung 5: Verteilung des Pegels innerhalb des Bursts

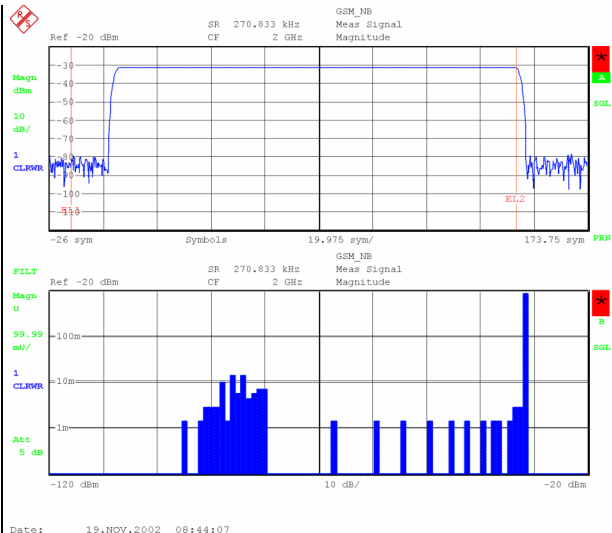


Bild 23 Messung 5: Verteilung des Pegels innerhalb und außerhalb des Bursts

Die dargestellten Messungen wurden im SINGLE SWEEP-Modus durchgeführt. Die Darstellungen auf der rechten Seite wurden ohne neue Datenannahme, ausschließlich durch Verändern der EVAL LINE 1 erzielt, die Messung ist daher mit einem roten * gekennzeichnet. Abhängige Ergebnisparameter (z.B. Modulation Errors oder Statistik-Diagramme) werden dennoch neu errechnet.

3 Vektorsignalanalyse kurz erklärt (wie funktioniert das?)

Die Option R&S FSQ-K70/FSMR-B73/FSU-B73 führt vektorielle Messungen zur Modulationsfehleranalyse an HF-Signalen durch, die in das komplexe Basisband umgesetzt wurden. Messungen der Trägereinhüllenden und Zeitbereichsmessungen sind zwar möglich, können im Grundgerät (Frequenzanalysator) jedoch mit deutlich größerer Bandbreite durchgeführt werden. Das gilt auch für spektrale Messungen, wie z.B. die Nachbarkanal-Leistungsmessung an Mobilfunksignalen.

In den folgenden Kapiteln wird die digitale Signalverarbeitungs-Hardware, das Zusammenspiel der analogen und digitalen Filter zur Bandbreitenbegrenzung, die systemtheoretischen Modulations- und Demodulationsfilter, sowie in Grundzügen die verwendeten Algorithmen des Messdemodulators beschrieben. Ergänzend werden die implementierten Modulationsarten beschrieben, sowie die zugehörigen vordefinierten Symbolmappings aufgelistet.

Im letzten Teil dieses Abschnitts sind vektorielle und skalare Modulationsfehler kurz erläutert. Die zugehörigen Berechnungsformel finden sich im Anhang dieses Bedienhandbuchs.

Blockschaltbild der digitalen Signalverarbeitungs-Hardware

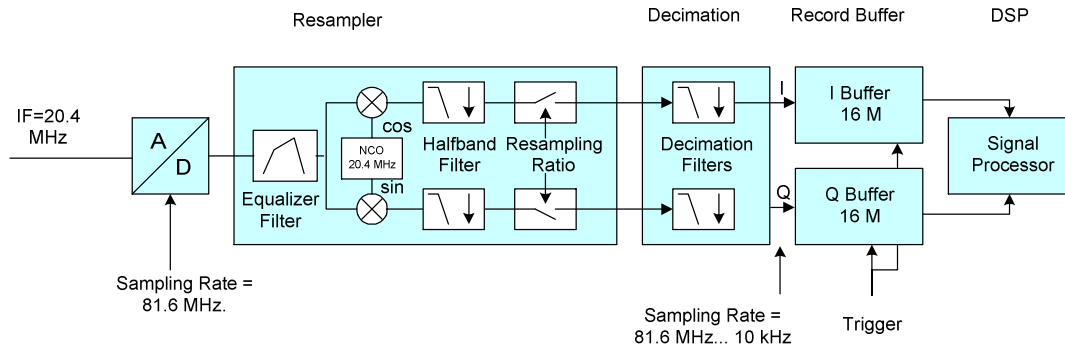


Bild 24 Blockschaltbild der digitalen Hardware für die Vektorsignalanalyse

Beschreibung des Blockschaltbildes

Nach Durchlaufen verschiedener HF-, ZF- und Filter-Stufen wird das HF-Eingangssignal auf eine ZF von 20.4 MHz umgesetzt und gelangt an eine AD-Wandler mit einer Abtastfrequenz von exakt 81.6 MHz.

Anschließend durchläuft das digitalisierte Signal zwei integrierte Schaltungen, die zum Resampling (Abtastratenumsetzung mit einem reellen Faktor) bzw. zur Filterung und Dezimation (Abtastratenreduktion mit einem ganzzahligen Faktor) dienen. Am Eingang der RESAMPLER-Stufe ist ein EQUALIZER FILTER geschaltet, um Abweichungen des Frequenzgangs der analogen Filterstufen zu kompensieren, die ansonsten Beiträge zu den Modulationsfehlern leisten würden.

Die Filterungen und Dezimationsfaktoren werden im Betrieb des Gerätes so eingestellt, dass sich am Ausgang der Stufe DECIMATION eine Abtastfrequenz ergibt, die exakt folgender Beziehung entspricht:

$$\text{SamplingRate} = \text{SymbolRate} * \text{Points/Symbol} \{4,8, \text{ oder } 16\};$$

Eine höhere Points / Symbol Einstellung bewirkt automatisch eine entsprechende Erhöhung der **IQ-Bandwidth** erreicht. Die resultierenden Messbandbreiten sind im folgenden Kapitel beschrieben.

Das komplexwertige Ausgangssignal der DECIMATION Stufe wird anschließend im IQ-Memory (RECORD BUFFER) gespeichert und zur weiteren Verarbeitung an einen Signalprozessor (DSP) weitergereicht.

Die Länge der Datenaufzeichnung und die Ergebnislänge nach der DSP Verarbeitung sind (unabhängig von der eingestellten Symbolrate bzw. Samplingrate) auf rund 32k Samples begrenzt.

In der folgenden DSP-Stufe wird das aufgenommene Basisbandsignal signal-angepasst gefiltert, anschließend **ohne Kenntnis der gesendeten Daten** demoduliert (Non Data Aided Demodulator) und nach Synchronisationspattern durchsucht. Aus den demodulierten Daten wird ein ideales Sendesignal rekonstruiert und aus dem Vergleich der demodulierten und der idealen IQ-Signale werden verschiedene Modulations- und vektorielle Fehler abgeleitet, die in den folgenden Kapiteln beschrieben sind.

Wichtig für eine korrekte Demodulation sind neben der Einstellung der Modulationsart insbesondere die **EXAKTE** Einstellung von **Symbolrate** und der **Filterparameter**. Bereits geringe Abweichungen können zu einer spürbaren Verschlechterung des Messergebnisses führen. Beispiele dafür sind im Kapitel Troubleshooting angeführt.

Ergänzungen für die Option R&S FSQ-B72

Die Option R&S FSQ-B72 ermöglicht zusätzlich die Abtastraten >81.6 MHz bis 326.4 MHz. Bei Abtastraten ≤ 81.6 MHz ist die Option R&S FSQ-B72 nicht aktiv. Der Analysator verhält sich dann wie bereits oben beschrieben. Bild 25 zeigt die Hardware des Analysators von der ZF bis zum Prozessor für Abtastraten oberhalb von 81.6 MHz. Ein ZF Filter von 120 MHz ist wirksam. Der A/D-Wandler tastet die ZF (408 MHz) mit 326.4 MHz ab. Der Einstellparameter points / symbol ist fest auf {4} gesetzt.

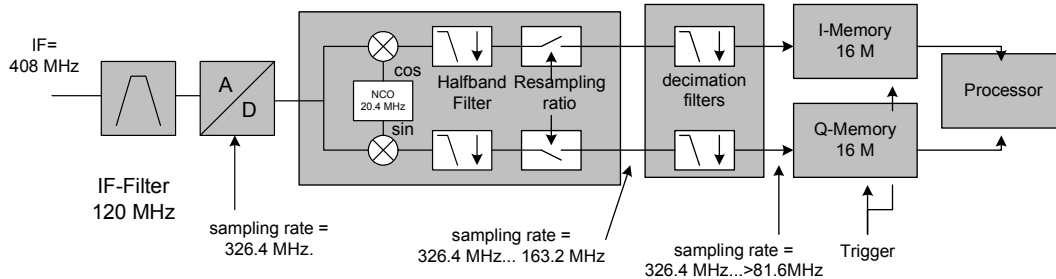


Bild 25 Blockschaltbild mit der Signalverarbeitung des R&S FSQ bei Abtastraten > 81.6 MHz

Bandbreiten der Signalverarbeitung

Im folgenden Blockschaltbild sind relevante Filter der Vektorsignalanalyse zusammengefasst:

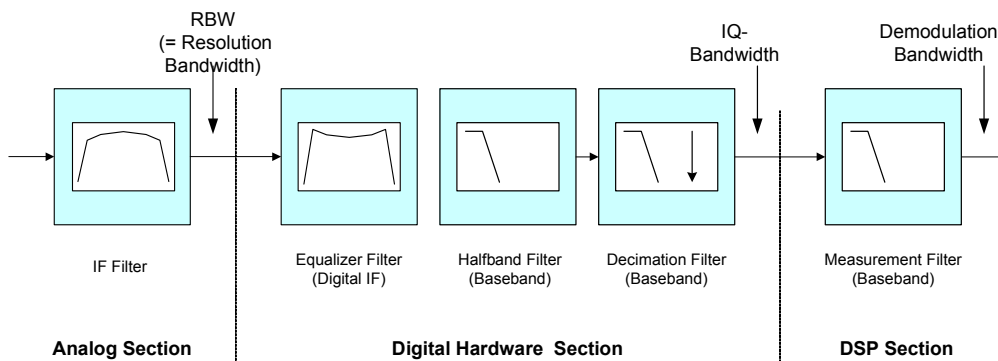


Bild 26 Blockschaltbild der bandbreiten-relevanten Filter für die Vektorsignalanalyse

Die Gesamtbandbreite ergibt sich aus der Reihenschaltung der oben dargestellten Filterstufen:

- IF-Filter (= RBW) mit den auswählbaren Nominal-Bandbreiten von 120 MHz^{*)}, 50 MHz^{**)}, 20 MHz^{**)}, 10 MHz, 5 MHz, 3 MHz, 1 MHz und 300 kHz
- Digitale Hardware-Filter (in den Funktionsblöcken RESAMPLER und DECIMATION)
- Measurement Filter (= MEAS FILTER) im Signalprozessor

Die Digital-Filter in der **Digital Hardware Section** bestehen wiederum aus

- Equalizer-Filter zur Kompensation der Amplituden und Phasenverzerrungen der RBW -Filter
- Halfband-Filter, das die Bandbreite auf ca. 40 MHz bzw. 160 MHz (wenn R&S FSQ-B72 aktiv ist) einschränkt
- Decimation-Filter, das die Bandbreite auf das 0.8-fache der Ausgangsabtastrate begrenzt. (Anmerkung: Bei sehr hohen Abtastraten ist dieses Filter überbrückt.)

In der **DSP Section** kann die Demodulationsbandbreite durch ein Measurement Filter weiter

^{*)} nur wenn R&S FSQ-B72 aktiv, 120MHz sind fest eingestellt

^{**)} nur bei R&S FSQ und R&S FSMR

eingeschränkt werden. Falls dieses Filter für die Messung nicht erforderlich ist, werden die Messungen mit der IQ-Bandwidth vorgenommen.

Equalizer-Filter und Halbband-Filter haben nur geringe Bedeutung für die Gesamtbandbreite. Die weiteren Filter und die erforderlichen Filterungen für eine intersymbolinterferenzfreie (ISI-freie) Demodulation werden in den folgenden Kapiteln ausführlich erläutert.

Analoge RBW-Vorfilter

Mit analogen Vorfiltern wird das Empfangssignal spektral begrenzt, um die ZF-Stufen des Analysators mit dem gewünschten Signal optimal auszusteuern und gleichzeitig unerwünschte Mischprodukte zu unterdrücken.

Für optimale Eigenschaften der Vektorsignalanalyse ist innerhalb der Demodulationsbandbreite ein möglichst flacher Amplituden- und Phasenfrequenzgang erforderlich. Die zulässigen ZF-Filter sind in der folgenden Tabelle aufgelistet.

Filterbandbreiten ≥ 3 MHz werden durch ein eingebautes Kalibrierverfahren entzerrt und sind (sofern in der Tabelle nichts anderes angegeben ist) bis etwa $2/3$ der Nennbandbreite nutzbar. Die maximal nutzbare entzerrte Bandbreite des ZF-Signals ist auf 28 MHz bzw. 120 MHz (wenn R&S FSQ-B72 aktiv ist) begrenzt.

Filterbandbreiten < 3 MHz werden nicht entzerrt und sind für die Vektorsignalanalyse bis ca. $1/10$ der Nennbandbreite ohne größeren Einfluss auf die Modulationsfehler nutzbar. Bei Verwendung über diese Grenze hinaus, ist mit deutlichen Einbußen der Messgenauigkeit zu rechnen.

Es wird empfohlen, die Einstellung RBW=AUTO beizubehalten, sofern nicht besondere Maßnahmen zur Unterdrückung von Störungen erforderlich sind.

Mit **RBW = AUTO** wird das analoge RBW-Filter vom Analysator derart eingestellt, dass die „verwendbare Bandbreite“ (laut untenstehender Tabelle) größer oder gleich der Bandbreite der folgenden digitalen Filterstufen ist.

Mit **RBW = MANUAL** kann die Filter-Bandbreite gemäß der untenstehenden Tabelle eingeschränkt werden. Wird eine **verwendbare Filterbandbreite** gewählt, die kleiner als die Bandbreite Symbolrate * Points/Symbol, wird die Meldung „UNCAL“ auf dem Display angezeigt.

Tabelle 5 RBW Filterbandbreiten und nutzbare Bandbreiten

Bedienparameter RBW	Digital kompensiert ?	Verwendbare Bandbreite (Filtereinfluss vernachlässigbar)	UNCAL Anzeige falls Verwendbare Bandbreite <
300 kHz	N	$1/10 \cdot 300 \text{ kHz} = 30 \text{ kHz}$	Symbolrate * Points/Symbol
500 kHz	N	$1/10 \cdot 500 \text{ kHz} = 50 \text{ kHz}$	Symbolrate * Points/Symbol
1 MHz	N	$1/10 \cdot 1000 \text{ kHz} = 100 \text{ kHz}$	Symbolrate * Points/Symbol
3 MHz	Y	2 MHz	Symbolrate * Points/Symbol
5 MHz	Y	3 MHz	Symbolrate * Points/Symbol
10 MHz	Y	7 MHz	Symbolrate * Points/Symbol
20 MHz ^{*)}	Y	17 MHz	Symbolrate * Points/Symbol
50 MHz ^{*)}	Y	28 MHz	-
120 MHz ^{**)}	Y	120 MHz	-

^{*)} nur bei R&S FSQ und R&S FSMR

^{**)} nur wenn R&S FSQ-B72 aktiv, andere Bandbreiten sind nicht einstellbar

IQ-Bandbreite

Die erzielbare IQ-Bandbreiten in Abhängigkeit von der Samplingrate ist in der folgenden Tabelle angegeben.

Für Samplingrates zwischen 40.8 MHz und 81.6 MHz ist die Bandbreite durch das Halband-Filter auf ca. 40 MHz begrenzt, bestimmend für die Gesamtbandbreite ist jedoch die RBW des vorangeschalteten IF-Filters (max. 28 MHz, R&S FSU max. 10 MHz), ein Dezimationsfilter ist in dieser Einstellung nicht aktiv.

Für kleinere Abtastraten ist die Bandbreite des Dezimationsfilters bestimmend, solange keine geringere (entzerrte) RBW eingestellt ist.

Samplingrates zwischen 81.6 und 100 MHz werden durch eine Abtastung mit fester Rate von 81.6 MHz und anschließender Interpolation erreicht. In dieser Betriebsart ist wieder ein Dezimationsfilter eingeschaltet, bestimmend für die Gesamtbandbreite ist aber wieder die RBW des IF-Filters. Abweichend davon ist bei aktivierter Option FSQ-B72 immer eine RBW von 120 MHz, ein Halband-Filter von 160 MHz sowie eine Bandbreite des dezimalen Filters von $0.68 * F_symbol/2$ aktiv.

Tabelle 6 Maximale IQ-Bandbreiten der Datenannahme

Samplingrate f_sample [MHz]	RBW-Bandbreite [MHz]	Equivalent IF-BW (Halband-Filter)	Equivalent IF-BW (Decimation Filter)
81.6...326.4 MHz*)	120 MHz	ca. 160 MHz	$0.68 * f_sample$
81.6...100 MHz (Interpolation)	Entzerrte RBW, max. 28**)	ca. 40 MHz	$0.35 * f_sample$
40.8 ... 81.6	Entzerrte RBW, max. 28**)	ca. 40 MHz	-
20.4 ... 40.8	Entzerrte RBW, max. 28**)	ca. 40 MHz	$0.68 * f_sample$
< 20.4	Entzerrte RBW, max. 28**)	ca. 40 MHz	$0.8 * f_sample$

*) nur wenn R&S FSQ-B72 aktiv ist

**) beim R&S FSU max. 7 MHz

Die folgende Tabelle zeigt den Einfluss der Bedienparameter Symbolrate und Points/Symbol auf die Samplingrate auf.

Tabelle 7 IQ-Bandbreite in Abhängigkeit der POINTS/SYM Einstellung

Bedien- Parameter POINTS / SYM	IQ-Baseband-BW (single side)	IQ-IF-BW (double side)	Example: IQ-IF-BW (f_Symbol = 100 kHz)
1, 2, 4	$(0.8 * F_symbol/2) * 4$	$(0.8 * F_symbol/2) * 4 * 2$	360 kHz
4*) (fest eingestellt)	$(0.68 * F_symbol/2) * 4$	$(0.68 * F_symbol/2) * 4 * 2$	-
8	$(0.68 * F_symbol/2) * 8$	$(0.8 * F_symbol/2) * 8 * 2$	720 kHz
16	$(0.8 * F_symbol/2) * 16$	$(0.8 * F_symbol/2) * 16 * 2$	1440 kHz

*) nur wenn R&S FSQ-B72 aktiv ist

Für übliche **PSK-, QAM- und MSK-**Systeme erfüllt eine Signalabtastung mit 4 Points/Symbol die systemtheoretischen Anforderungen für eine Messdemodulation.

Eine größere Überabtastung liefert zwar eine besseren Auflösung des dargestellten Traces, kann aber zu erhöhten Messfehlern führen, falls Störsignale in der erweiterten IQ-Bandbreite enthalten sind (und die Messbandbreite der IQ-Bandbreite entspricht). Ein Beispiel dazu findet sich im nächsten Kapitel.

Bei **FSK-**Systemen muss die Überabtastung passend zum Modulationsindex eingestellt werden, damit keine Modulationsfehler durch die IQ-Filterung erzeugt werden.

Demodulationsbandbreite (Messbandbreite)

Die Demodulationsbandbreite ist der Teil des Spektrums, der für die Demodulation und Messung des digital modulierten Signals verwendet wird. In den meisten Fällen wird das Spektrum durch ein Empfangsfilter geleitet, um intersymbolinterferenzfreie Zustände zu erreichen, bei denen eine optimale Symbolentscheidung möglich ist. Nach diesem Empfangsfilter wird dann auch die Ermittlung der Modulationsfehler durchgeführt. Aus diesem Grund wird hier der Begriff MEASUREMENT FILTER (Meas-Filter) verwendet. Einige Modulationssysteme, insbesondere MSK- und FSK-Systeme, verwenden eine solche Empfangsfilterung nicht, hier ist besondere Sorgfalt darauf zu legen, dass keine Störungen oder Nachbarkanäle in die Demodulationsbandbreite fallen.

Das folgende Bild zeigt die Demodulationsbandbreiten bei verschiedenen Einstellungen der Überabtastrate auf:

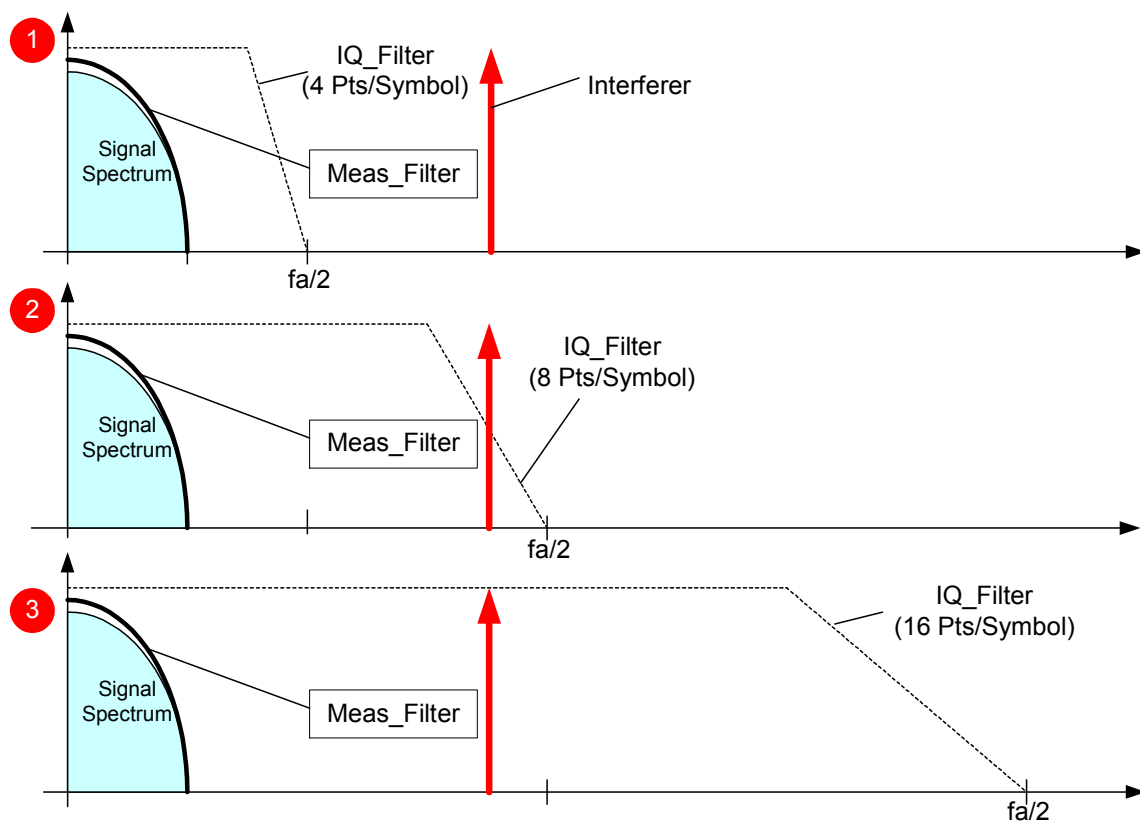


Bild 27 Auswahl der Überabtastraten (IQ Bandbreite, Störungen)

Bild 27 zeigt das Spektrum eines digital modulierten Signals, das mit den Überabtastraten von 4 (1), 8 (2), bzw. 16 (3) abgetastet wurde.

Neben den - in allen 3 Fällen identischen - Signalspektren sind die unterschiedlichen IQ-Bandbreiten und ein monofrequentes Störsignal dargestellt.

Wird für die Messung ein Demodulations- bzw. Meas-Filter verwendet, ist der Störer in allen 3 dargestellten Fällen unterdrückt, die Messbandbreite entspricht der Bandbreite des Messfilters.

Ist für die Messung kein Messfilter vorgesehen, wird der Störträger nur im Fall 1 von dem IQ-Filter unterdrückt, im Fall 2 wird er nur teilweise unterdrückt und ist im Fall 3 voll als Störung wirksam.

Wird für spezielle Messungen an ungefilterten PSK- und QAM-Signalen dieses Messfilter ausgeschaltet (Gerätebedienung RESULT = RAW), tritt dieser Effekt ebenfalls auf.

Typische PSK Systeme schreiben explizite Empfangs- bzw. Meas-Filter vor (z.B. RootRaisedCosine Empfangsfilter oder EDGE Measurement-Filter).

Sofern eine solche Filterung nicht durchgeführt wird, ist dafür Sorge zu tragen, dass weder Störsignale noch Nachbarkanäle in die Demodulationsbandbreite fallen.

Systemtheoretische Modulations- und Demodulationsfilter

Die Demodulation im Analysator benötigt Abtastzeitpunkte, an denen nur die Information des aktuellen Symbols selbst und nicht die Information zeitlich benachbarter Symbole vorliegt (Symbolzeitpunkte). Diese Zeitpunkte werden auch ISI-frei genannt (ISI = Inter-Symbol-Interference). Falls der Sender nach seinem Sendefilter kein ISI-freies Signal zur Verfügung stellt, lässt sich dies durch eine signalangepasste Filterung des Analysator-Empfangssignals erfüllen (ISI Filter). Bei einem Wurzel-Cosinus-Filter (**Root Raised Cosine Filter = RRC Filter**) im Sender ist beispielsweise wiederum ein RRC-Filter im Analysator erforderlich um ISI-freie Zeitpunkte zu erreichen.

Bei vielen PSK-Systemen werden RRC-Filter als Sendefilter, ISI-Filter und Meas-Filter verwendet. Zur Ermittlung der IQ-Messfehler muss das Mess-Signal mit der IQ-Kurvenform eines idealen Signals verglichen werden. Dafür ist ein REFERENCE FILTER erforderlich, das der Analysator aus der Faltung der Koeffizienten des Sende-FILTERS (TX-Filter) und des MEAS-FILTERS berechnet (siehe Bild 28, RESULT = FILT).

Sind auch Messungen an ungefilterten Signalen erforderlich (z.B. zur Bestimmung von nichtlinearen Signalverzerrungen), ist im Signalzweig kein MEAS-FILTER geschaltet, das REFERENCE FILTER ist in diesen Fällen identisch mit dem TX-Filter. (siehe Bild 29, RESULT = RAW)

In den folgenden Basisband-Blockschaltbildern sind diese systemtheoretischen Filter des Senders und des Analysators für eine PSK-, QAM- bzw. VSB-Demodulation eingezeichnet. HF-Stufen, RBW-Filter und die Filterstufen der **Digital Hardware Section** wurde der Übersichtlichkeit halber nicht eingezeichnet.

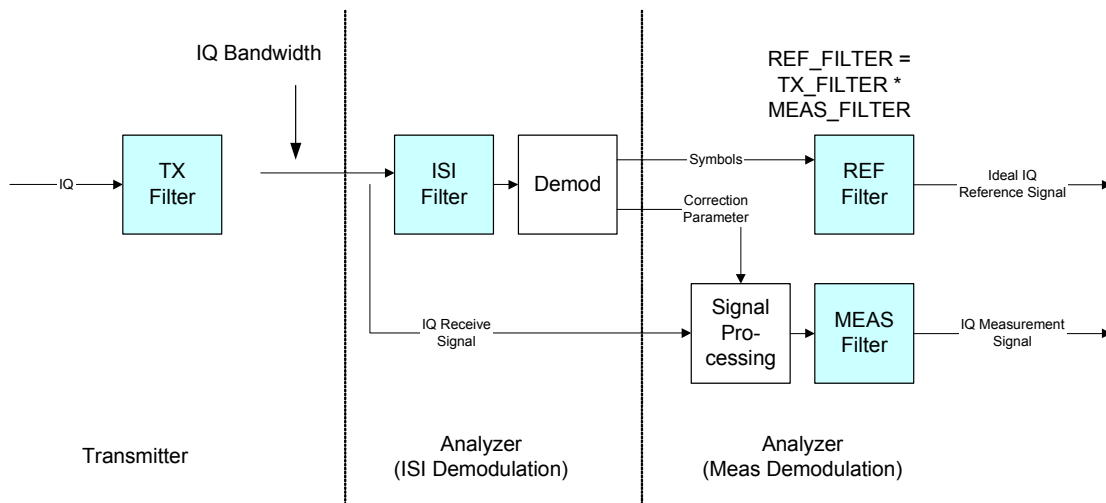


Bild 28 Schematische Darstellung der Filter in der Betriebsart PSK (Bedieneinstellung RESULT = FILT)

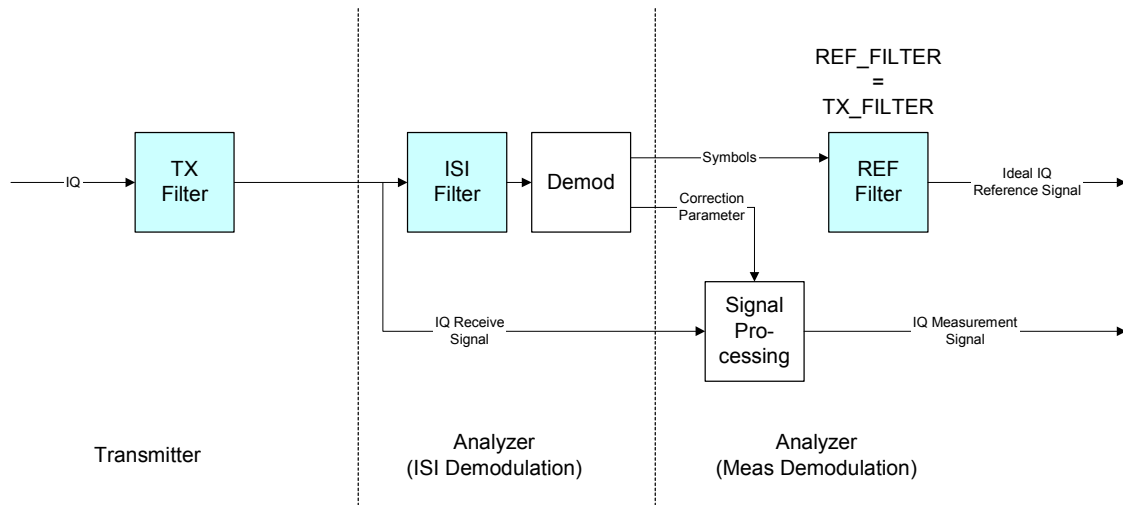


Bild 29 Schematische Darstellung der Filter in der Betriebsart PSK (Bedieneinstellung RESULT = RAW)

Für eine korrekte Demodulation benötigt der Analysator die exakte Angabe von 3 Filtern:

- **Transmit-Filter (TX Filter)**, Filtercharakteristik des Senders.
- **Receive-Filter (ISI Filter)**, Filtercharakteristik eines Empfangsfilters, das aus dem TX-gefilterten Signal intersymbolinterferenzfreie Zeitpunkte herstellt.
- **MEAS-Filter**, Filter welches zur Messung benutzt wird. In vielen Messanwendungen ist dieses Filter identisch zum ISI-Filter.

Das

- **REFERENCE Filter** dient zur Synthetisierung des idealen Sendesignals (nach einer MEAS Filterung). Es wird vom Analysator aus den obigen Filtern selbst errechnet (Faltungsoperation $TX_FILTER * MEAS_FILTER$).

Tabelle 8 Typische Kombinationen von TX-, ISI- und MEAS-Filtern

Mod. Type	Modulation Filter (Transmit-Filter)	Demodulation Filter = Receive-Filter (Analyzer)	Measurement-Filter (Analyzer)	Remarks
PSK, QAM, VSB	RC (Raised Cosine)	-	-	ISI system
PSK, QAM, VSB	RRC (Root Raised Cosine)	RRC	RRC	ISI system
FSK	Gauss	-	-	Near ISI system
MSK	Gauss	-	-	Near ISI system
EDGE	GAUSS_LINARIZED	EDGE_ISI	EDGE_MEAS	Standard specific filters NO ISI system!
Cdma2k	CDMA2k_1X_TX	CDMA2k_1X_ISI	CDMA2k_1X_ISI	Standard specific filters, but ISI-system

Typische Kombinationen von TX-, ISI- und MEAS- Filtern sind in obiger Tabelle aufgelistet, sie können im Analysator als Filterset (FILTER SET) eingestellt werden. Bei Verwendung von RC- (Raised Cosine), RRC- und Gauss-Filtern muss die Filtercharakteristik (Roll-Off-Faktor) durch Einstellung des Parameters ALFA (bei RC-, RRC- Filtern) bzw. BT (bei GAUSS-Filtern) ergänzt werden.

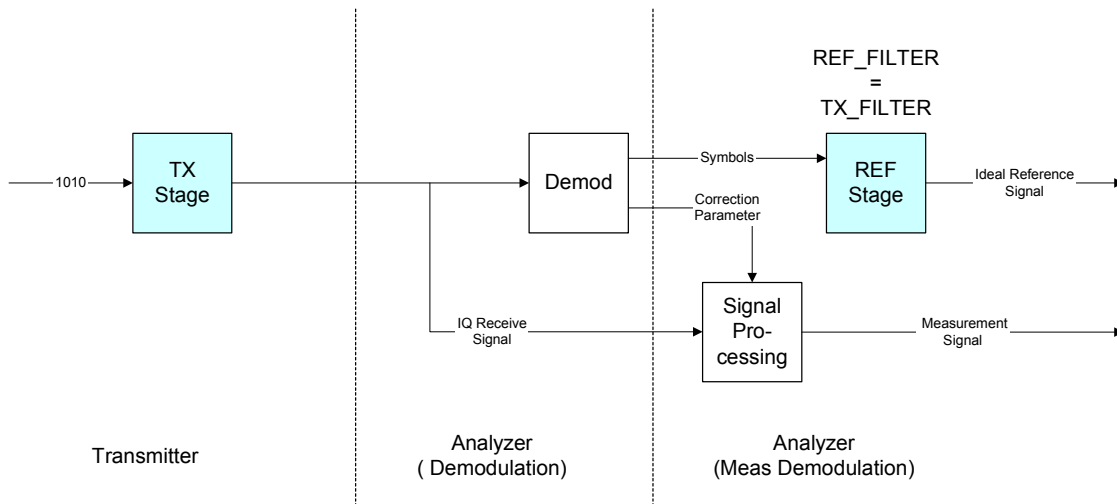


Bild 30 Schematische Darstellung der Filterstufen in den Betriebsarten MSK und FSK

Bei FSK- und MSK-Systemen sind keine weiteren Bandbegrenzungen durch MEAS- oder ISI-Filter im Signalzweig vorhanden. Die Signalerzeugung im Sender wie auch die Erzeugung des Referenzsignals im Analysator sind zum Teil wesentlich aufwendiger. Genauere Blockschaltbilder der Signalerzeugung sowie Anforderungen, die bei der Verwendung benutzerspezifischer Filter im Gerät entstehen, werden im folgenden Kapitel aufgezeigt.

Design und Verwendung von benutzerspezifischen Filtern

Die analytischen Filtertypen RC (= Raised Cosine), RRC (= Root Raised Cosine), GAUSS (gaussförmige Filter) sowie die wichtigsten standardspezifischen Filter sind im Grundgerät bereits integriert. Beim Entwurf eigener Filter sind Designanforderungen zu beachten, die in diesem Kapitel beschrieben sind.

Die Verwendung eigener Filter kann aus folgenden Gründen sinnvoll sein:

- Entwicklung neuer Netze und Modulationsverfahren, für die noch keine Filterdefinitionen existieren
- Kennlinien-Messungen an Sendern mit leicht veränderten (z.B. verkürzten) Sendefiltern

Filtermodell für PSK, QAM, USER-QAM und VSB

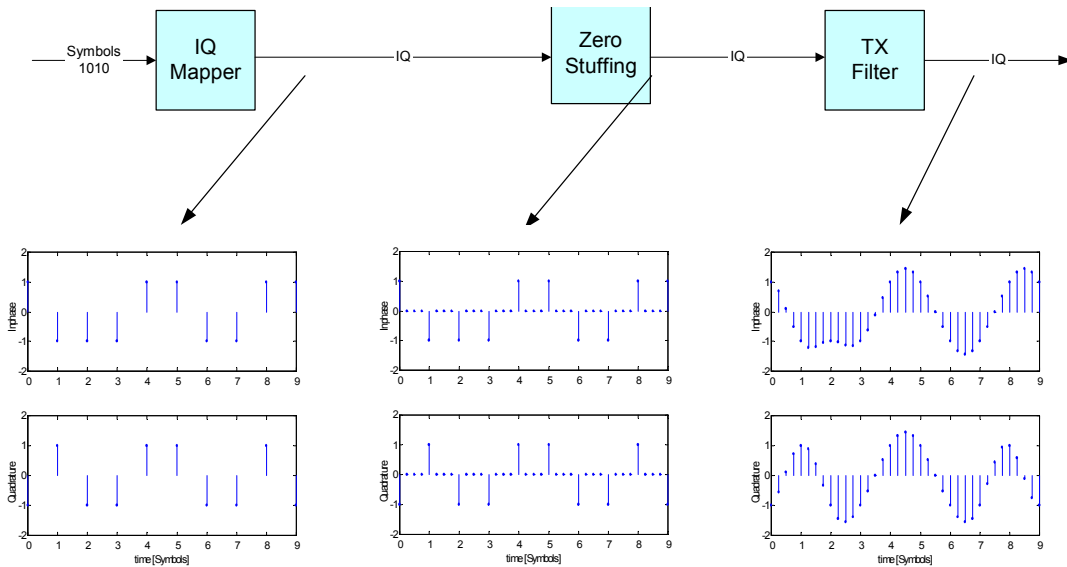


Bild 31 Erzeugung des Basisband-Transmit-Signals (PSK, QAM, USER-QAM und VSB)

Bild 31 zeigt beispielhaft die Erzeugung eines QPSK-Signals im komplexen Basisband: In einem IQ-Mapper werden logische Symbole auf komplexwertige Symbole in der IQ-Ebene abgebildet. In der Verarbeitungsstufe ZERO STUFFING werden zwischen diese Symbole Nullen eingefügt. Dadurch entsteht das in der Mitte abgebildete Dirac-Signal. Anschließend wird in der Stufe TX-Filter dieses überabgetastete Signal gefiltert. Zur Veranschaulichung sind die Signale in den gezeigten Bildern mit 4 Points/Symbol überabgetastet.

Filtermodell für FSK / MSK

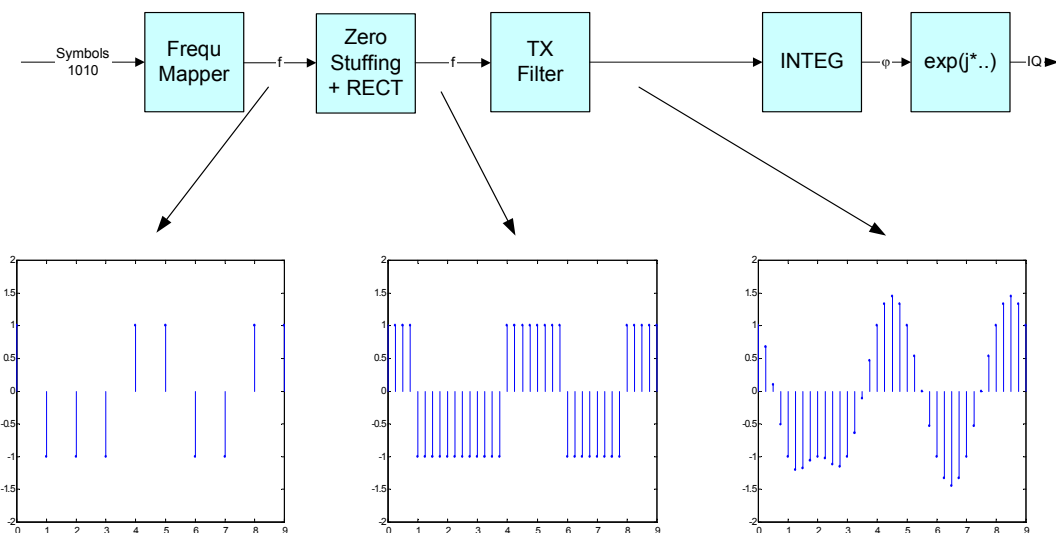


Bild 32 Erzeugung des Transmit-Signals (FSK, MSK)

Bild 32 zeigt beispielhaft die Erzeugung eines 2-wertigen FSK Signals:

In einem Frequenz-Mapper werden logischen Symbole auf reelwertige Dirac-Pulse in der Frequenz-Zeit-Ebene abgebildet. In der Verarbeitungsstufe ZERO STUFFING + RECT wird jeder Dirac-Puls durch einen Rechteckimpuls einer Symboldauer ersetzt. Anschließend wird in der Stufe TX-Filter dieses überabgetastete Signal gefiltert.

Die weiteren Stufen INTEGRATOR und EXP tragen zur Filterfunktion nichts bei und dienen lediglich zur Umsetzung in den IQ-Bereich. Wie auch im letzten Beispiel werden die Signale mit dem Faktor 4 überabgetastet.

Für alle vom Anwender vorgegebenes Filter gelten folgende Anforderungen:

- Das Filter muss im Zeitbereich einer Überabtastrungsrate ($f_{\text{abstast}} / f_{\text{symbol}}$) von 32 aufweisen
- Das Filter muss rein reelle Koeffizienten besitzen
- Die Anzahl der Koeffizienten muss ungerade sein
- Das Filter muss symmetrisch zum mittleren Filter-Koeffizienten sein.

Adaptives Entzerrfilter / Adaptiver Equalizer

Eine mögliche Fehlerursache für hohe Modulationsfehler bei PSK und QAM-Signalen können ein nicht ebener Frequenzgang oder ein welliger Frequenzgang des DUT sein (lineare Verzerrungen).

Ursachen dafür sind beispielsweise:

- analoge Filterstufen innerhalb des DUT
- zu kurze Filterlängen im Sendefilter
- zu geringe Bitlänge des Sendefilters

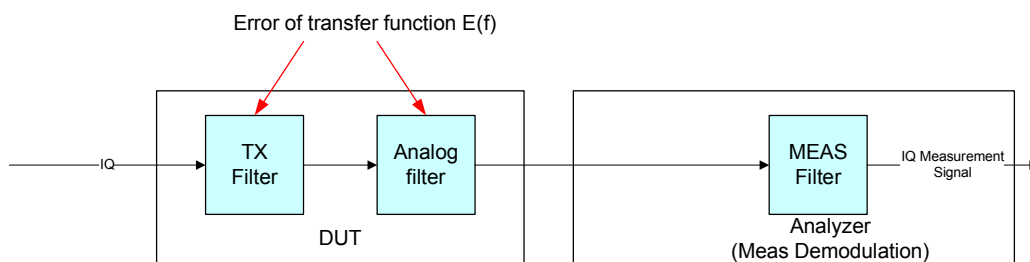


Bild 33 Basisband-Blockschaltbild der Modulations- und Demodulations-Filterstufen

Bei geringen linearen Verzerrungen kann eine Entzerrungsstufe mit dem inversen Frequenzgang der Fehlerfunktion im Empfangszweig die Modulationsfehler, die durch lineare Verzerrungen verursacht sind ausgleichen und damit das Ergebnis der Modulationsfehleranalyse verbessern (Bild unten).

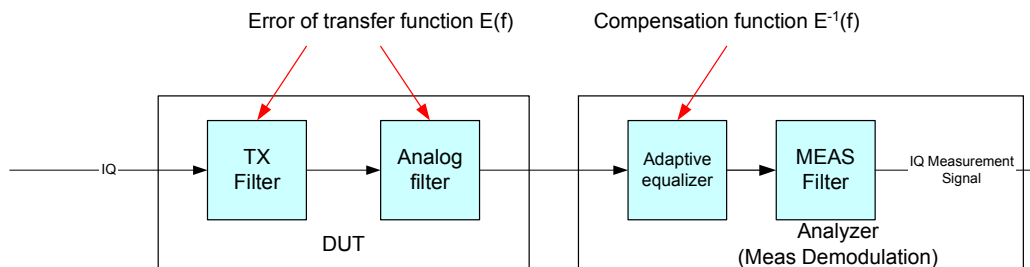


Bild 34 Basisband-Blockschaltbild: Kompensation von Modulationsfehlern durch Einfügen eines adaptiven Entzerrfilters

Der Signalpfad des Messdemodulators einschließlich des adaptiven Filters ist in folgendem Bild dargestellt. Die Koeffizienten des Filters werden derart nachgestellt, dass der mittlere quadratische Betrag des Vektorfehler minimiert wird. Das Regelsignal dazu wird aus dem Vergleich des demodulierten Mess-Signals und des (aus den demodulierten Symbolen) ermittelten idealen Signals ermittelt.

Aus den Filterkoeffizienten (trainierter Zustand des Filters) kann die Filterübertragungsfunktion durch eine FFT-Analyse gewonnen werden und aus daraus wiederum auf die eigentliche Fehlerfunktion $E(f)$ rückgeschlossen werden.

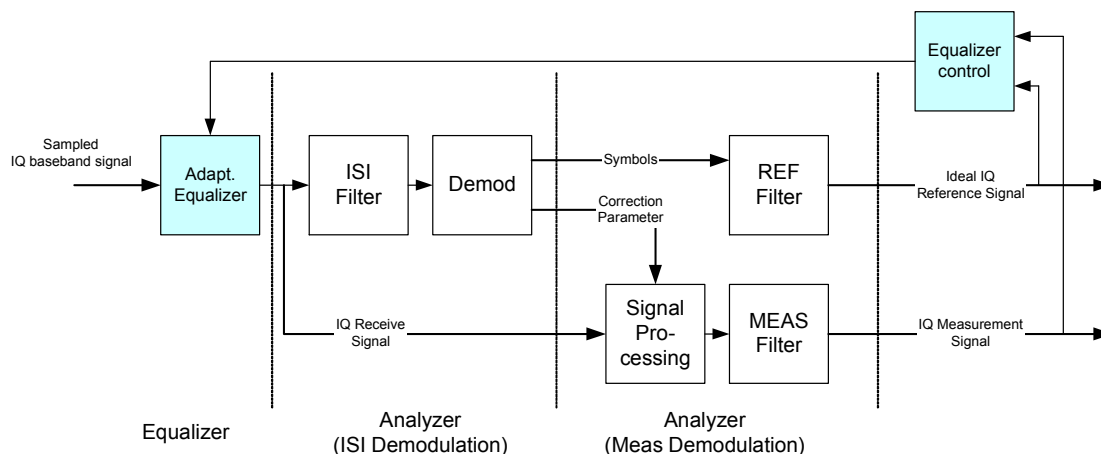


Bild 35 Schematische Darstellung: Kompensation der fehlerhaften DUT Übertragungsfunktion durch Einfügen eines adaptiven Equalizers in den Signalpfad

Ein weiteres Einsatzgebiet ist die Analyse eines zunächst unbekanntes oder nur näherungsweise bekannten Sendefilters. Das adaptive Filter ermittelt ein zum Sendefilter (TX-Filter) passendes Empfangsfilter für eine intersymbolinterferenzfreie Demodulation.

Die Filtereinstellung für diesen Anwendungsfall ist

- Transmit-Filter = raised cosine
- Receive-Filter = none
- Measurement-Filter = none

Der Optimierungsalgorithmus ist nur für PSK- und QAM-Modulationen anwendbar, da das Optimierungskriterium auf der Minimierung des Error Vector Magnitude (EVM) beruht. Daher wird ein adaptives Filter nicht bei MSK-, FSK- und VSB-Modulationsverfahren zur Verfügung gestellt.

Anlernen des Equalizers

Während des Betriebs des Equalizers werden zwei Zustände unterschieden:

TRAIN Der Equalizer wird trainiert, d.h. die Filterkoeffizienten werden unter Verwendung der Demodulationsergebnisse laufend angepasst mit dem Ziel, den Vektorfehler nach der Demodulation zu minimieren. Diese laufende Veränderung ist ein sehr rechenintensiver Prozess, so dass die Messgeschwindigkeit des Analysators merklich sinkt.

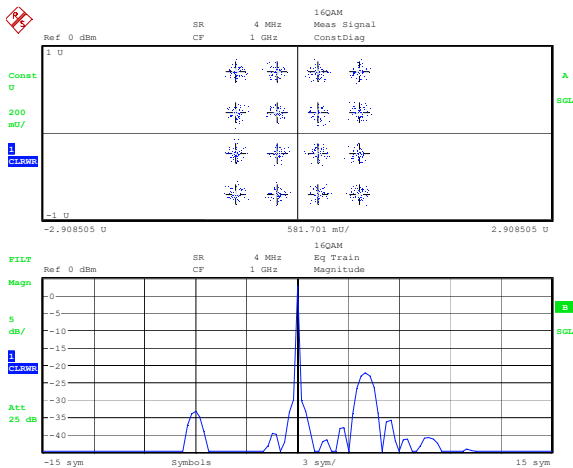
FREEZE Die aktuellen Filterkoeffizienten sind eingefroren, d.h. sie werden nicht verändert. Die Messgeschwindigkeit des Analysators erreicht den ursprünglichen Wert.



Beginn der Trainingsphase des adaptiven Equalizers.

Die Bildschirmanzeige des Konstellationsdiagrammes (oberes Diagramm) zeigt eine starke Streuung der Messpunkte um die idealen Entscheidungspunkte (durch Fadenkreuze symbolisiert).

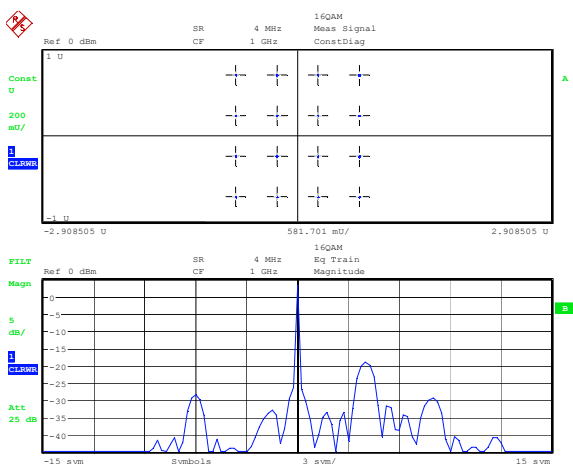
Die Darstellung des Betrags der Equalizer-Filterkoeffizienten im unteren Diagramm (logarithmische Skalierung) zeigt ein neutrales Filter (alle Filterkoeffizienten = 0 mit Ausnahme des mittleren Koeffizienten = 1)



Während der Trainingsphase

Das Konstellationsdiagramm (oberes Diagramm) zeigt eine deutliche Verbesserung. Die Streuung der Konstellationspunkte hat sich gegenüber dem Anfangszustand stark verringert.

Das Equalizer Filter enthält neben dem mittleren Filtertap weitere Koeffizienten (unteres Diagramm). Die logarithmische Skalierung zeigt selbst geringe Änderungen der Filterkoeffizienten deutlich an.



Ende der Trainingsphase

Das Konstellationsdiagramm (oberes Diagramm) zeigt eine fast ideale Verteilung. Eine Streuung der Konstellationspunkte ist kaum mehr erkennbar.

Das Equalizer Filter ist weiter verfeinert und die Anzahl der von Null verschiedenen Koeffizienten hat sich weiter erhöht.

Es zeigt sich, dass Filterkoeffizienten an den äußeren Rändern nahe Null sind und damit nicht zur Filterung beitragen. Somit könnte im dargestellten Messfall die Filterlänge geringfügig reduziert werden, was während der Trainingsphase Rechenzeit spart.

Arbeitsbereich der Entzerrung

Der Algorithmus des Equalizer-Filter wird nur innerhalb des Durchlassbereiches des Sende (TX)- und Mess(Meas)-Filters den Gesamtfrequenzgang des Übertragungssystems eibnen. Da außerhalb keine Spektralanteile im Referenzsignal vorliegen wird der Equalizer Spektralanteile des Messsignal außerhalb des Durchlassbereichs eliminieren. Die Filtercharakteristik wird dort vorwiegend von dem Vorhandensein oder dem Fehlen von störenden Signalanteilen bestimmt (Rauschen, Störsignale).

- Sind störende Spektralanteile vorhanden wird der Algorithmus diese unterdrücken
- Sind keine Störungen vorhanden, wird der Algorithmus einen ebenen Frequenzgang annähern

Für eine messtechnische Auswertung ist daher der Außenbereich nicht relevant.

Der Benutzer sollte dieses Verhalten bei der Interpretation des Messergebnisses berücksichtigen.

Das folgende Bild zeigt beispielhaft den Frequenzgang des adaptiven Filters für ein beispielhaftes Messsignal (raised cosine Filter mit $\alpha = 0.22$). Der Optimierungsbereich ist hier durch zwei rote Balken markiert. Die Berechnung des Durchlassbereiches mit den bekannten Parametern der Modulationsfilter zeigt die Übereinstimmung mit dem Optimierungsbereich des adaptiven Filters (das Messsignal besitzt ein sehr gutes Signal- Rausch-Verhältnis, daher ist der Sperrbereich nur schwach unterdrückt und der Frequenzgang dort flach):

$$\text{Filterbandbreite} = \text{Symbolrate} * (1 + \alpha) = 4 \text{ MHz} * 1.22 = 4.88 \text{ MHz}$$

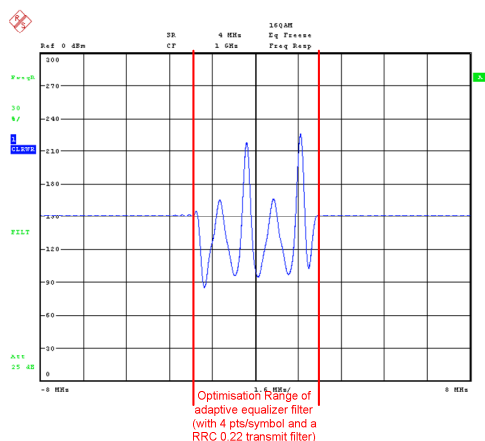


Bild 36 Optimierungsbereich des adaptiven Filters

Der Frequenzgang außerhalb des Optimierungsbereiches lässt sich messtechnisch nicht verwerten, da er im Wesentlichen vom Signal-Rausch-Verhältnis des Messsignals und von evtl. vorhandenen Nebenaussendungen beeinflusst wird. Der Optimierungsalgorithmus des adaptiven Filters versucht solche Störsignale zu unterdrücken um das EVM zu verbessern, so dass Frequenzgang außerhalb des Optimierungsbereiches nicht die gewünschte inverse Übertragungsfunktion repräsentiert.

Bei einem Signal mit schlechtem Signal-Rausch-Verhältnis (Bild links) zeigt das adaptive Filter eine wesentlich stärkere Unterdrückung von Spektralanteile außerhalb des Nutzbandes als bei einem Mess-Signal mit gutem Signal-Rausch-Verhältnis (Bild rechts)

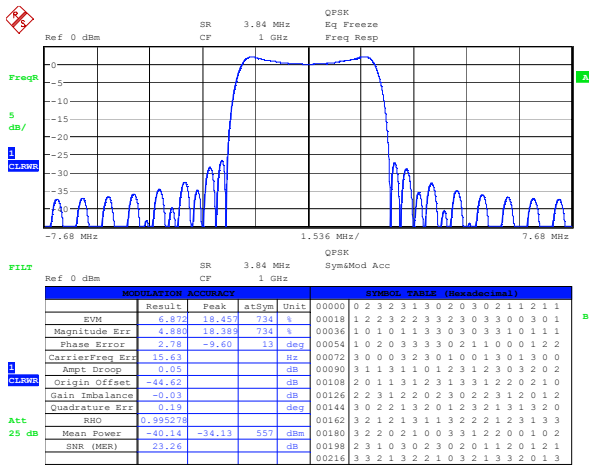


Bild 37 Trainiertes Equalizer Filter bei verringertem Signal-Rausch-Verhältnis

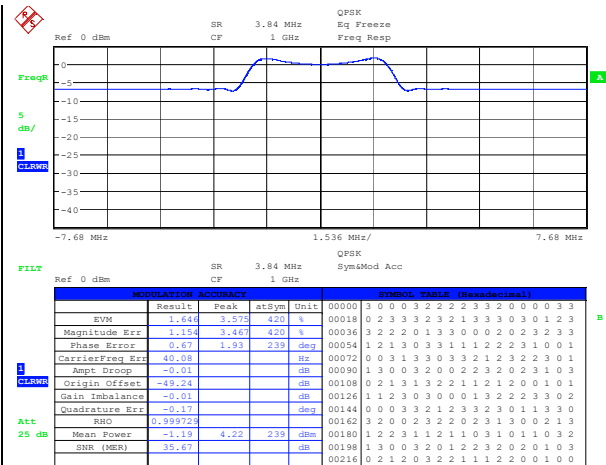


Bild 38 Trainiertes Equalizer Filter bei gutem Signal-Rausch-Verhältnis

Symbolmapping

Mapping bzw. Symbolmapping bedeutet die Zuweisung von logischen Symbolen oder Symbolnummern zu Punkten oder Übergängen in der IQ-Ebene (z.B. PSK und QAM) bzw. in der reellen Frequenzebene (z.B. FSK).

Das Mapping wird im Analysator zur Dekodierung der gesendeten Symbole aus den abgetasteten IQ- bzw. Frequenz-Zeit-Datensätzen verwendet.

Auf den folgenden Seiten werden die Mappings für alle im Analysator verwendeten Standards, sowie für die verwendeten Modulationsarten angegeben. Die Symbolnummern sind (soweit nicht anders gekennzeichnet) in hexadezimaler Form angegeben (das MSB steht links).

Sofern das logische Symbolmapping nicht exakt der Darstellung auf dem Messbildschirm entspricht, wird neben dem Mapping auch das entsprechende physikalische Konstellationsdiagramm angegeben

Phase Shift Keying (PSK)

Bei dieser Modulationsart liegt die Information in der absoluten Phasenlage des Empfangssignals in den Entscheidungszeitpunkten. Für Modulationsarten mit statischen Mappings sind alle Übergänge im IQ-Diagramm erlaubt. Angegeben wird jeweils das komplexe Konstellationsdiagramm. Entsprechend der Mappingvorschrift sind die Symbolnummern im Diagramm eingetragen. Die Darstellung auf dem Display des Analysators entspricht dem Symbolmapping.

BPSK (NATURAL)

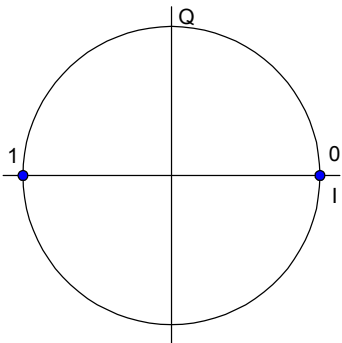


Bild 39 Symbolmapping – BPSK / NATURAL

QPSK (WCDMA)

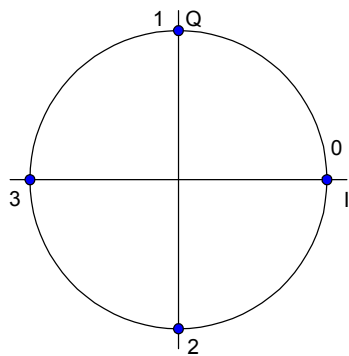


Bild 40 Symbolmapping – QPSK / WCDMA

QPSK (NATURAL)

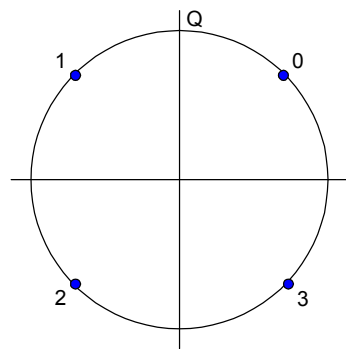


Bild 41 Symbolmapping – QPSK / NATURAL

QPSK (CDMA2K_FWD)

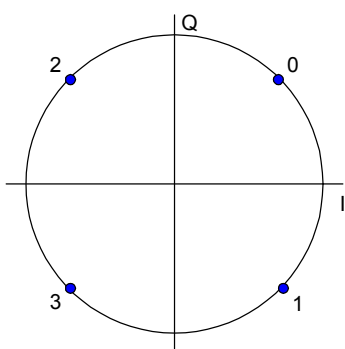


Bild 42 Symbolmapping – QPSK / CDMA2K_FWD

8PSK (NATURAL)

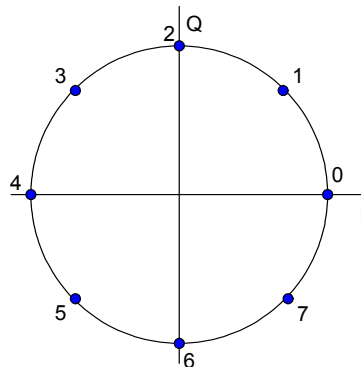


Bild 43 Symbolmapping – 8PSK / NATURAL

Phase Offset PSK

Bei diesem Modulationsverfahren liegt die digitale Information in der absoluten Lage im Konstellationsdiagramm, wobei ein Phasenoffset von $(n \cdot \phi_{\text{offset}})$ (n = Laufindex des Symbols) bei jedem IQ-Symbol berücksichtigt wird. Dieser Offset wirkt in gleicher Weise, als ob das zugrunde liegende Koordinatensystem nach jedem Symbol um diesen Offsetwinkel weitergedreht wird.

Bei der Decodierung und Anzeige der Symbole wird dieser Phasenoffset automatisch berücksichtigt. Dieses Verfahren hat eine große praktische Bedeutung, da Signaldurchgänge durch die „0“ in der IQ-Ebene verhindert werden. Dadurch wird die Signaldynamik des modulierten Signals vermindert und die Linearitätsanforderungen an den Verstärker verringern sich.

Praktisch verwendet wird das Verfahren bei $3\pi/8$ -8PSK sowie (in Verbindung mit einer phasendifferentiellen Codierung) bei $\pi/4$ -DQPSK.

Das logische Konstellationsdiagramm bei $3\pi/8$ -8PSK besteht aus 8 Punkten entsprechend der Modulationswertigkeit. Nach jedem Symbolübergang wird ein Offset (Rotation) von $3\pi/8$ gegen den Uhrzeigersinn eingefügt.

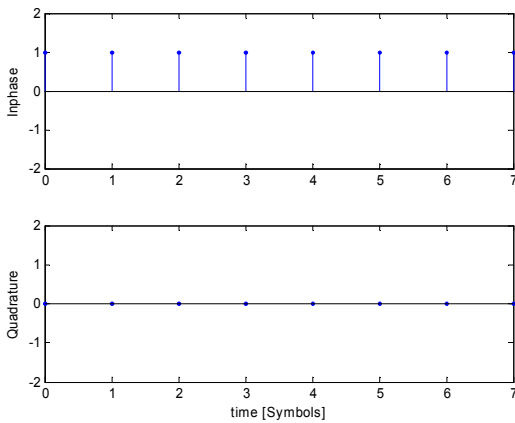


Bild 44 IQ-Symbolstrom vor der $3\pi/8$ Rotation

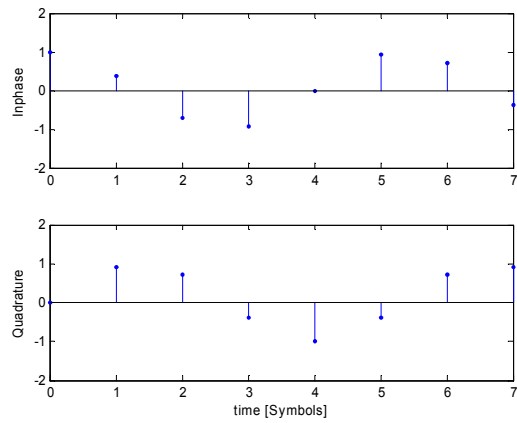


Bild 45 IQ-Symbolstrom nach der $3\pi/8$ Rotation

Bild 44 und Bild 45 verdeutlichen den Einfluss der $3\pi/8$ Rotation. Bild 44 zeigt den IQ-Symbolstrom im Sender vor der Rotation (entsprechend einer 8PSK Modulation), Bild 45 nach der Rotation ($3\pi/8$ (PSK)). Als modulierendes Symbol wurde konstant $1+j \cdot 0$ angenommen.

Bild 46 und Bild 47 zeigen die entsprechende Darstellung in der IQ-Ebene:

Das logische Konstellationsdiagramm (Bild 46) besteht aus 8 Punkten, entsprechend der Modulationswertigkeit. Betrachtet man die Entscheidungszeitpunkte eines ISI-freien Empfangssignals, ergibt sich ein physikalisches Konstellationsdiagramm (Bild 47) mit 16 möglichen Punkten.

Eingezeichnet sind beispielhaft 5 Symbolübergänge ‚Symbol 7‘->‘Symbol 7‘ in der Darstellung Bild 47.

3pi/8-8PSK (EDGE)

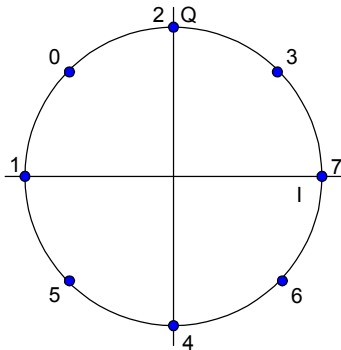


Bild 46 Logisches Symbolmapping – 8PSK (EDGE)

3pi/8-8PSK (Schirmbild)

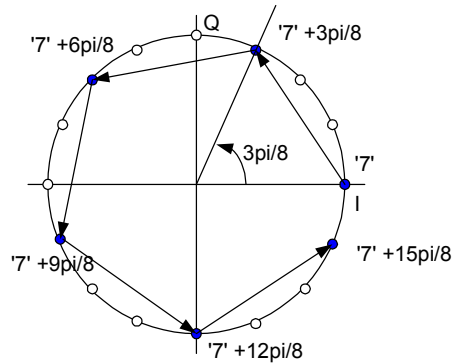


Bild 47 Physikalisches Konstellationsdiagramm bei ISI-freier Demodulation (unter Berücksichtigung des 3pi/8 Phasenoffsets)

Bild 48 zeigt das vorgeschriebene TX-Filter für den Standard EDGE. Bild 49 zeigt das Vektordiagramm eines EDGE Sendesignal und verdeutlicht die verringerte Signaldynamik der Phase Offset Modulation (Augenöffnung in der Mitte des Diagramms). Dargestellt ist ein nicht empfangsgefiltertes Signal, daher sind die ISI-freien Zeitpunkte im Bild nicht zu erkennen.

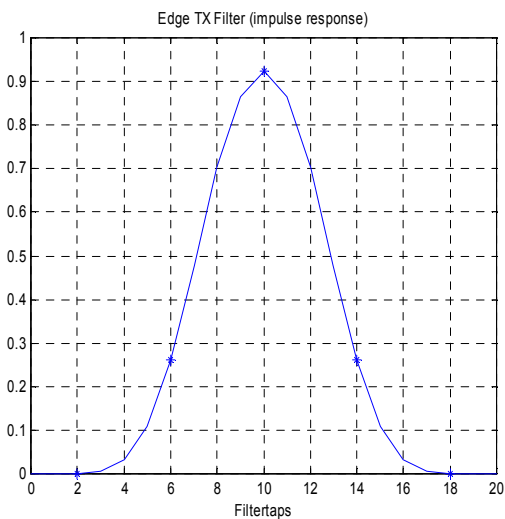


Bild 48 EDGE TX-Filter

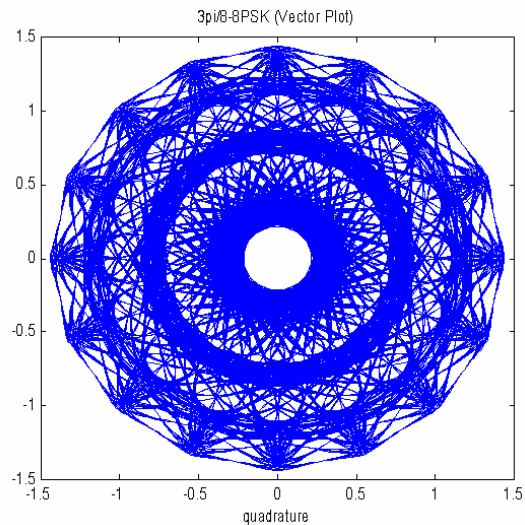


Bild 49 Vektor-Diagramm: EDGE Sendesignal

Differential PSK (DPSK)

Bei der differentiellen PSK liegt die Information in der Phasenänderung zwischen zwei aufeinander folgenden Entscheidungszeitpunkten. Die absolute Lage des komplexen Abtastwerts zum Entscheidungszeitpunkt trägt selbst keine Information.

Im **logischen Mappingdiagramm** werden alle zulässigen Symbolübergänge (Phasenübergänge) durch Punkte in der IQ-Ebene dargestellt. Die Phasenlage eines Punktes entspricht der Phasendifferenz des Symbolübergangs. Der eingezeichnete Pfeil unterstreicht die Phasenänderung und gibt die entsprechende Symbolnummer an.

Im **physikalischen Konstellationsdiagramm** werden (wie bei herkömmlichen PSK Verfahren) die Konstellations-Punkte an den Symbolentscheidungszeitpunkten eingezeichnet, die sich nach einer ISI-freien Demodulation ergeben. Diese Darstellung entspricht dem Schirmbild auf dem Analysator. Die Lage der Konstellationspunkte ist standardspezifisch. Beispielsweise definieren einige QPSK Standards die Konstellationspunkte auf den Diagonalen, andere Standards definieren die Koordinatenachsen.

Zusätzlich sind in dieser Beschreibung die Symbolübergänge an einem beliebigen Konstellationspunkt durch Richtungspfeile angedeutet und entsprechend dem Mapping beschriftet.

Das angegebene Mapping QPSK (ISAT) entspricht einer reinen QPSK mit phasendifferenzierlicher Kodierung. Weitere Modulationsarten, die dieses Kodierungsverfahren verwenden, sind im Kapitel ‚PSK Mischformen‘ aufgelistet.

DQPSK (INMARSAT)

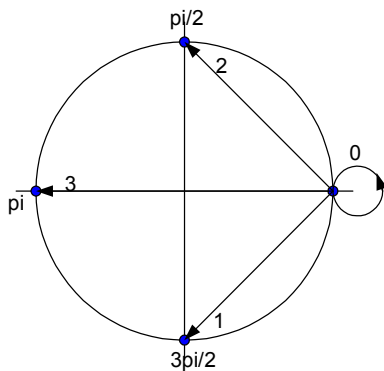


Bild 50 Logisches Symbolmapping – DQPSK (INMARSAT)

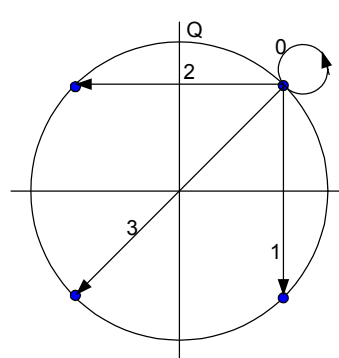


Bild 51 Physikalisches Konstellationsdiagramm – DQPSK (INMARSAT)

D8PSK (NATURAL)

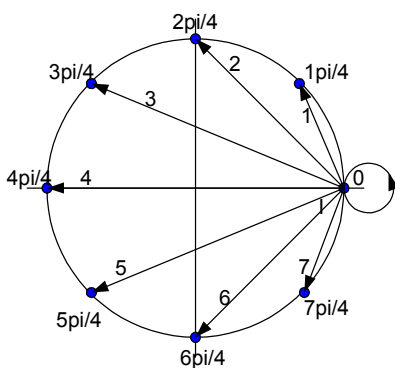


Bild 52 Logisches Symbolmapping – D8PSK / NATURAL

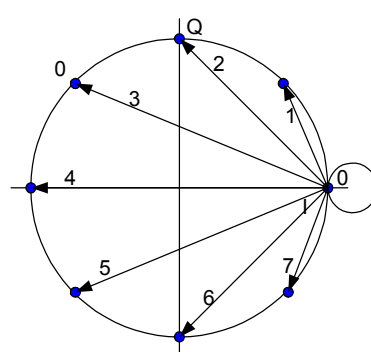


Bild 53 Physikalisches Konstellationsdiagramm D8PSK / NATURAL

PSK Mischformen

Die phasendifferentielle Modulation ist in vielen Fällen kombiniert mit einem zusätzlichen Phasenoffset (z.B. $\pi/4$ DQPSK = $\pi/4$ Phasenoffset Modulation + differenziell modulierte 4PSK).

Das logische Mappingdiagramm entspricht der Darstellung bei DPSK.

Im **physikalischen Konstellationsdiagramm** werden die Konstellations-Punkte an den Symbolentscheidungszeitpunkten eingezeichnet, die sich nach einer ISI-freien Demodulation ergeben. Diese Darstellung entspricht dem Schirmbild auf dem Analysator und führt bei $\pi/4$ -QPSK Verfahren zu einer Verdoppelung der dargestellten Konstellationspunkte.

$\pi/4$ DQPSK (NADC, PDC, PHS, TETRA)

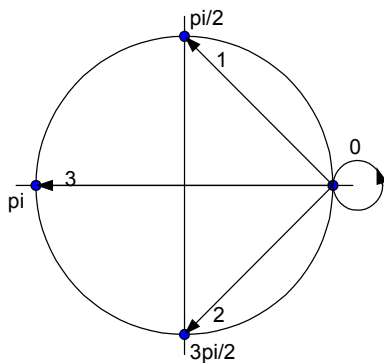


Bild 54 Logisches Mapping – $\pi/4$ -DQPSK (NADC, PDC, PHS, TETRA)

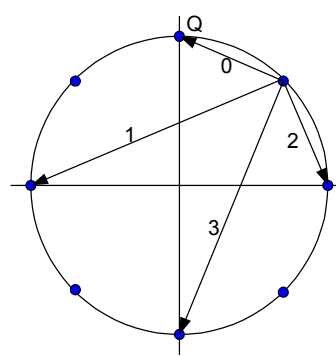


Bild 55 Physikalisches Konstellationsdiagramm $\pi/4$ -DQPSK (NADC, PDC, PHS, TETRA), der $\pi/4$ Phasenoffset ist berücksichtigt

$\pi/4$ DQPSK (TFTS)

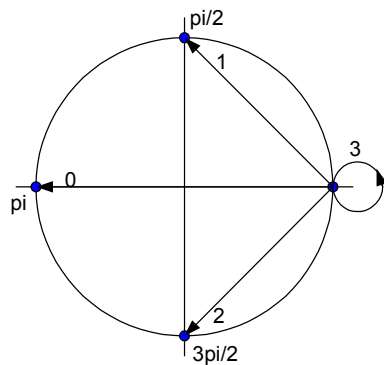


Bild 56 Logisches Mapping $\pi/4$ DQPSK (TFTS)

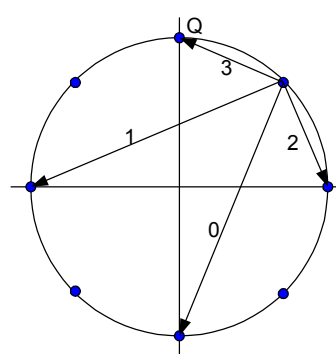


Bild 57 Physikalisches Konstellationsdiagramm – $\pi/4$ DQPSK (TFTS), der $\pi/4$ Phasenoffset ist berücksichtigt

Offset QPSK

Bei diesem Verfahren ist der Q-Anteil gegenüber dem I-Anteil um eine halbe Symboldauer im Zeitbereich verzögert. Dieses Verfahren wird bei QPSK verwendet. Zur Veranschaulichung dienen die folgenden Bilder:

Herleitung der OQPSK

QPSK

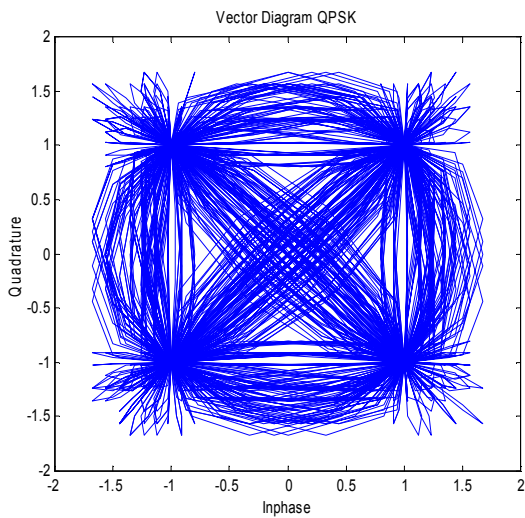
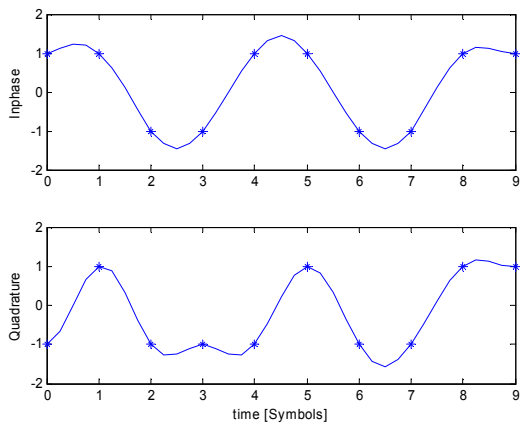


Bild 58 Beispiel Vector Diagram PSK mit $\alpha = 0.35$

OQPSK (Verzögerung des Q-Anteils)

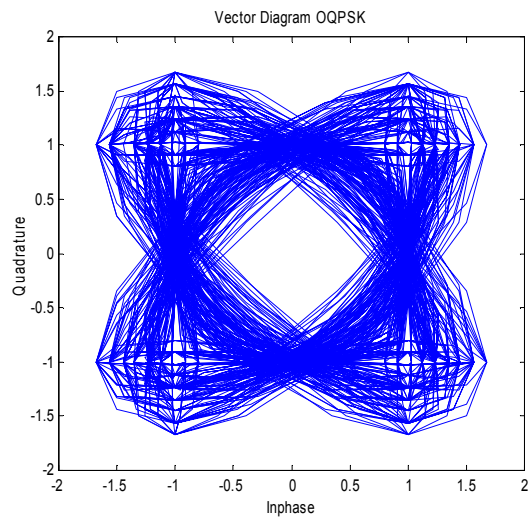
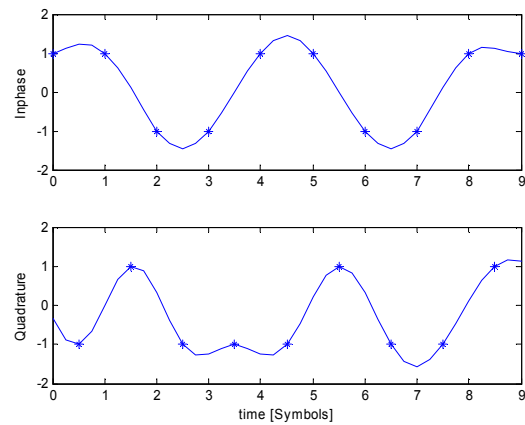


Bild 59 Beispiel Vector Diagram OQPSK mit $\alpha = 0.35$

Dieses Verfahren verringert (wie Phase Offset PSK) durch Vermeiden des Null-Durchganges die Dynamik des modulierten Signals und senkt die Linearitätsanforderungen an die Verstärkerstufen.

Die Darstellung im Analysator unterscheidet:

- Bei der Darstellung des IQ-Diagramm (IQ VECTOR) wird die zeitliche Verzögerung nicht kompensiert. Das Schirmbild entspricht der physikalischen Darstellung von Bild 59.
- Bei Darstellung des Konstellationsdiagramms (IQ CONSTELLATION) wird die zeitliche Verzögerung kompensiert. Die Anzeige entspricht dem logischen Mapping (Bild 60)

OQPSK (CDMA2K_REV)

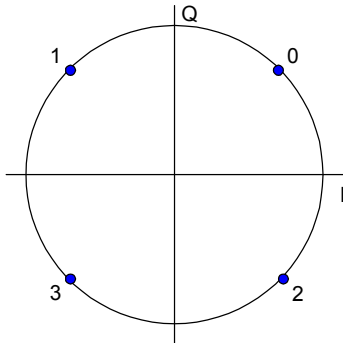


Bild 60 logisches Symbolmapping – DQPSK
CDMA2K_REV

Frequency Shift Keying (FSK)

Bei FSK-Demodulationen tritt anstelle der Konstellations- bzw. Vektordiagramme ein Frequenz-/Zeit-Diagramm. Die Symbolentscheidung wird anhand der Signalfrequenz in den Entscheidungszeitpunkten getroffen.

Zur Verdeutlichung der Symbolentscheidungsschwellen sind im logischen Mappingdiagramm die Symbolnummern über der Momentanfrequenz f_i (instantaneous frequency) eingezeichnet. Die eingezeichnete Frequenz „0“ im Basisband entspricht der Empfangsfrequenz des Analysators.

2-FSK (NATURAL)

Bei 2-FSK erfolgt die Symbolentscheidung durch einen einfachen Frequenzdiskriminator bezüglich der Frequenz „0“ im Basisband

$$s(t) = \begin{cases} 1 & \text{für } f_i(t) \geq 0 \\ 0 & \text{für } f_i(t) < 0 \end{cases}$$

für alle Symbolentscheidungszeitpunkte $t=n \cdot T_s$
 f_i = auf FSK REF DEVIATION normierte Momentanfrequenz

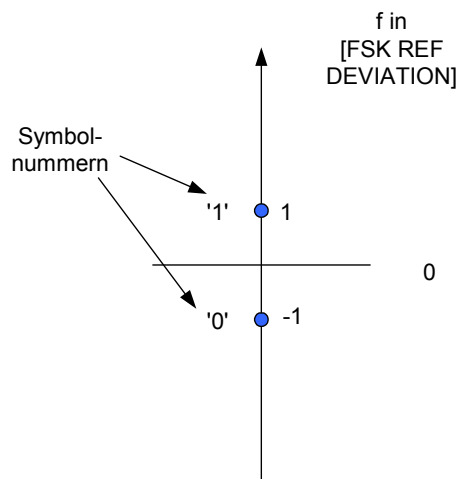


Bild 61 Symbolmapping – 2-FSK / NATURAL

4-FSK

Bei 4-FSK erfolgt die Symbolentscheidung durch einen Frequenzdiskriminator mit 3 Entscheidungsschwellen (-2/3; 0; +2/3), die auf den Bedienparameter FSK REF DEVIATION normiert sind.

$$s(t) = \begin{cases} 0 & \text{für } f_i(t) < -\frac{2}{3} \\ 1 & \text{für } -\frac{2}{3} \leq f_i(t) < 0 \\ 2 & \text{für } 0 \leq f_i(t) < \frac{2}{3} \\ 3 & \text{für } \frac{2}{3} \leq f_i \end{cases}$$

für alle Symbolentscheidungszeitpunkte $t=n \cdot T_s$
 f_i = normierte Momentanfrequenz

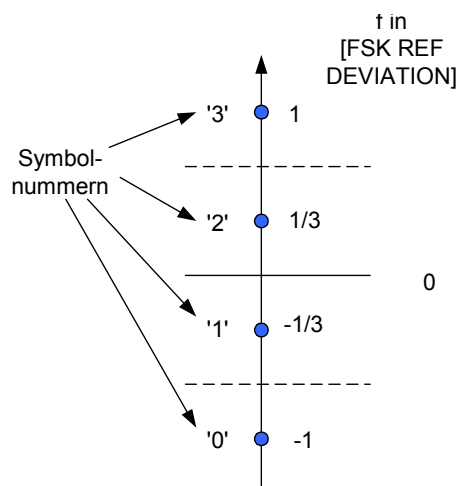


Bild 62 Symbolmapping – 4-FSK / NATURAL

Minimum Shift Keying (MSK)

Das Modulationsverfahren MSK ist ein Sonderfall von 2FSK, mit der Einstellung FSK-REF-DEVIATION = $\frac{1}{4}$ * Symbolrate. Diese Besonderheit führt zu modulationsabhängigen Phasenänderungen von +/- 90 Grad, die in einem IQ-Konstellationsdiagramm darstellbar sind. Die Demodulation erfolgt wie bei PSK durch Auswertung der Phasenzustände.

MSK (NATURAL)

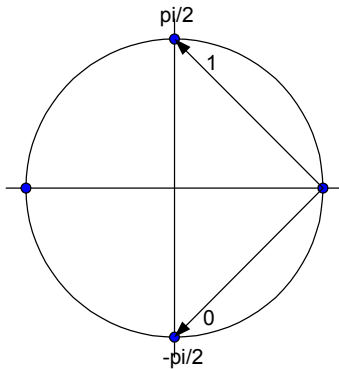


Bild 63 Logisches Symbolmapping – MSK / NATURAL

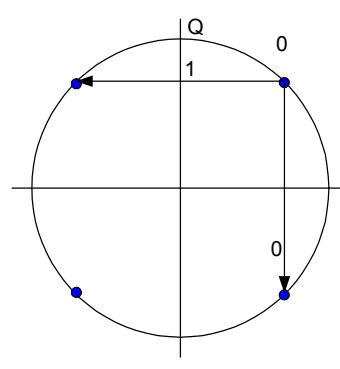


Bild 64 Physikalisches Konstellationsdiagramm – MSK

Ähnlich wie bei PSK Verfahren kann bei MSK eine differenzielle Kodierung verwendet werden. Die Information liegt dann ebenfalls im Übergang zweier aufeinander folgender Symbole. Das folgende Bild zeigt das Blockschaltbild des Coders.

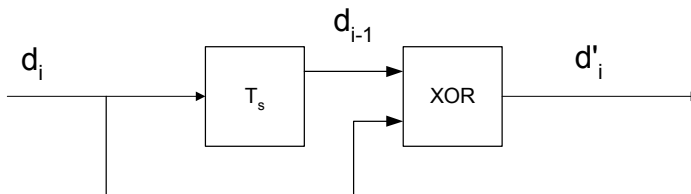


Bild 65 DMSK: Differentieller Encoder im Sender

- d_i Eingangssymbol {0;1} des differentiellen Encoders
- d_{i-1} um die Symbolperiode T_s verzögertes Eingangssymbol
- d'_i Ausgangssymbol {0;1} des differentiellen Encoders

Während der Demodulation und Symbolentscheidung im Analysator werden in einem differentiellen Decoder die ursprünglichen Symbole wiederhergestellt und zur Anzeige gebracht. Dieses Modulationsverfahren wird in Verbindung mit einem GAUSS-förmigen Sendefilter bei dem Digitalen Standard GSM verwendet und als GMSK bezeichnet.

Das Signalmapping mit dem Differentiellen Encoder trägt die Bezeichnung MSK / GSM.

Quadrature Amplitude Modulation (QAM)

Bei einer QAM-Modulation liegt die Information in der Amplitude und in der Phase des Signals. Üblich sind quadratische Anordnungen der Symbole in der IQ-Ebene (16, 64, 256 QAM) bzw. kreuzförmig angeordnete Strukturen (32, 128 QAM).

Die folgenden differenziellen Mappings entsprechen der ETSI Norm EN 300429 V1.2.1 (DVB-C)

Hinweis: Für eine zuverlässige Demodulation ist es erforderlich, dass die zur Verfügung stehende Symbolmenge statistisch möglichst gleich verteilt besetzt ist.

Sind beispielsweise nur

- einzelne Symbole
- einzelne Amplitudenbereiche oder
- einzelnen Quadranten

besetzt, können Demodulationsfehler auftreten. Als Faustformel sollte als RESULT LENGTH mindestens die 8-fache Modulationswertigkeit verwendet werden. Am Beispiel einer 64 QAM bedeutet das, dass eine RESULT LENGTH von mindestens $4 \cdot 64 = 256$ Symbolen verwendet werden soll.

Statische QAM Mappings

Die folgenden QAM-Mappings leiten sich aus dem Mapping des 1. Quadranten ab, das für die folgenden Quadranten jeweils um $\pi/2$ rotiert wird und um ein (GRAY-kodiertes) Präfix für den jeweiligen Quadranten ergänzt wird.

Herleitung der QAM-Mappings



Bild 66 Drehung des 1.Quadranten

Im folgenden sind die Symbolmappings in hexadezimaler und binärer Beschriftung angegeben.

16 QAM (DVB-C)

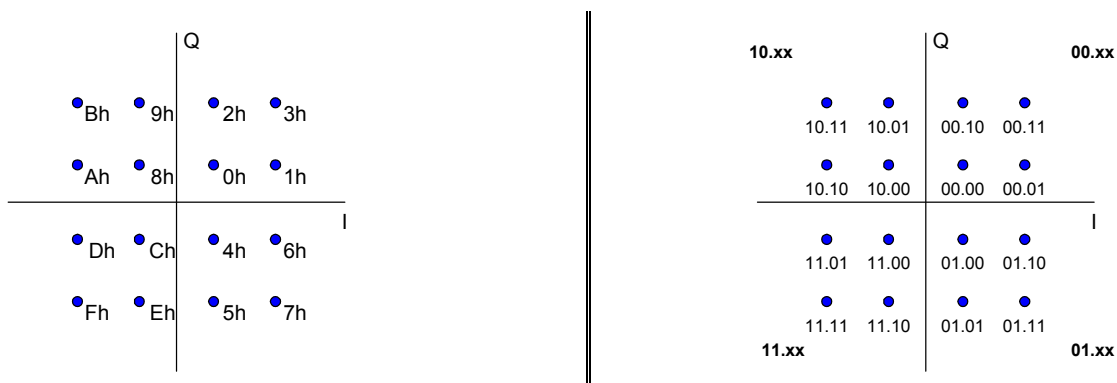


Bild 67 Symbolmapping – 16 QAM / DVB-C

32 QAM (DVB-C)

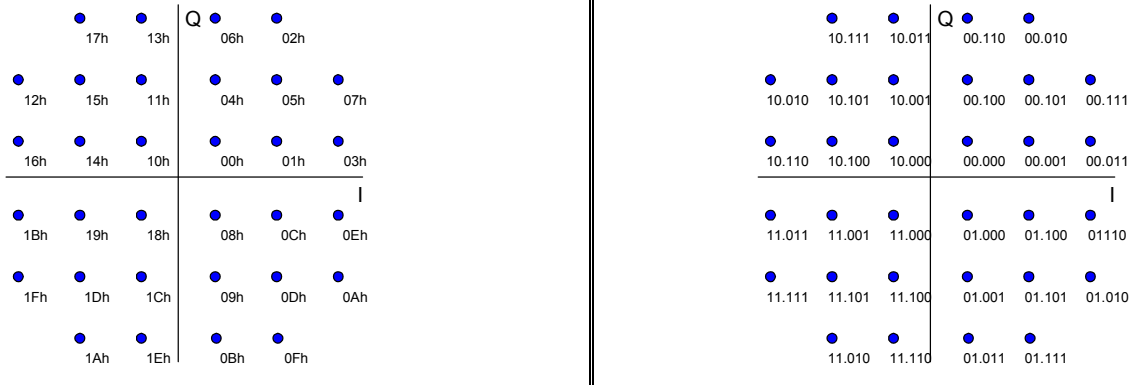


Bild 68 Symbolmapping 32 QAM / DVB-C

64 QAM (DVB-C)

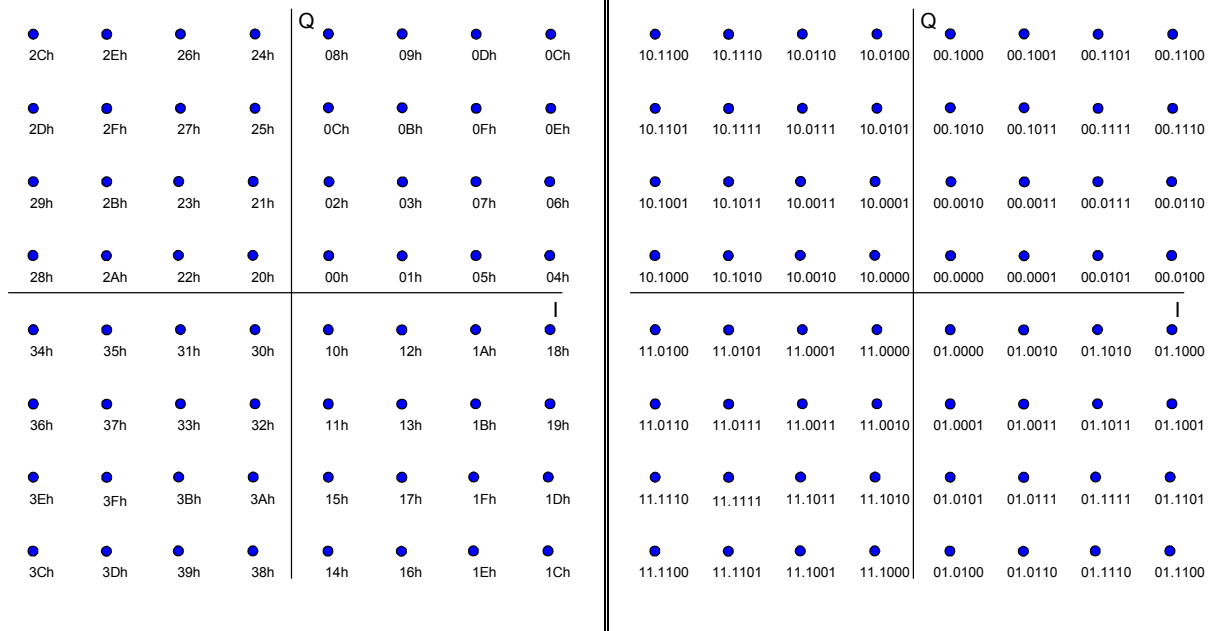


Bild 69 Symbolmapping 64 QAM / DVB-C

128 QAM (DVB-C)

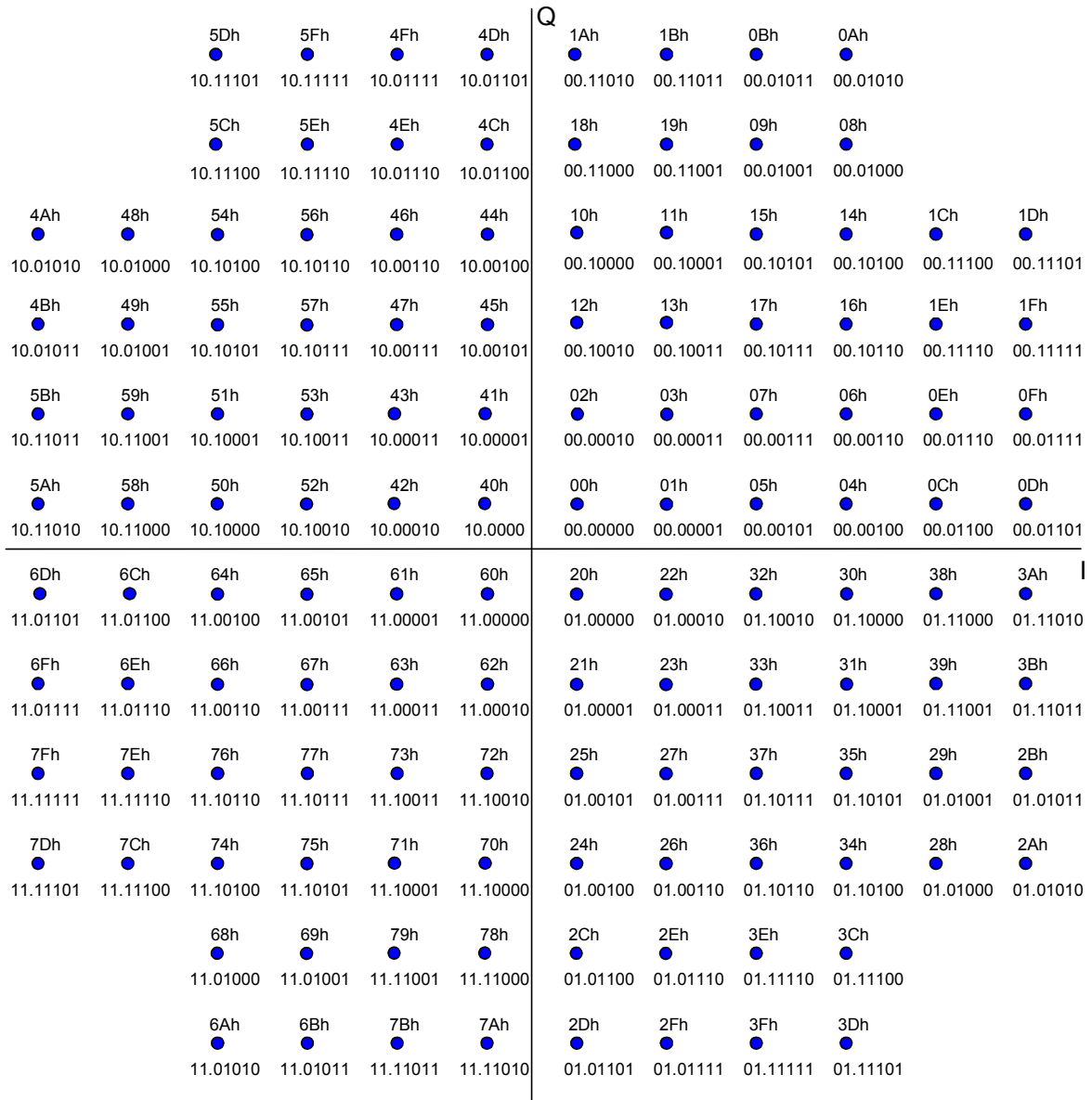


Bild 70 Symbolmapping 128 QAM / DVB-C

256 QAM (DVB-C)



Bild 71 Symbolmapping 256 QAM / DVB-C

Differentielle QAM Mappings

Die folgenden differentiellen QAM-Mappings setzen sich aus dem Mapping innerhalb eines Quadranten (1. Quadranten) und einem differentiellen Mapping zusammen. In dem differentiellen Mapping sind (wie bei DQPSK) die Quadrantenübergänge codiert.

Differential 16 QAM (DVB-C)



Bild 72 Symbolmapping D16 QAM / DVB-C

Differential 32 QAM (DVB-C)



Bild 73 Symbolmapping D32 QAM / DVB-C

Differential 64 QAM (DVB-C)



Bild 74 Symbolmapping D64 QAM / DVB-C

Differential 128 QAM (DVB-C)

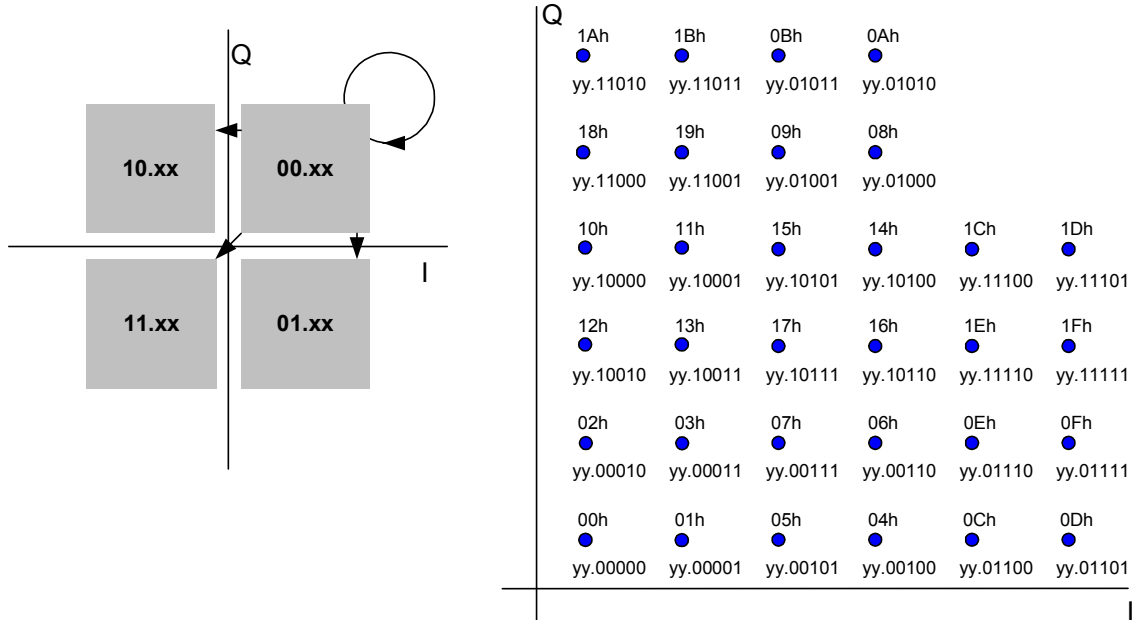


Bild 75 Symbolmapping D128 QAM / DVB-C

Differential 256 QAM (DVB-C)

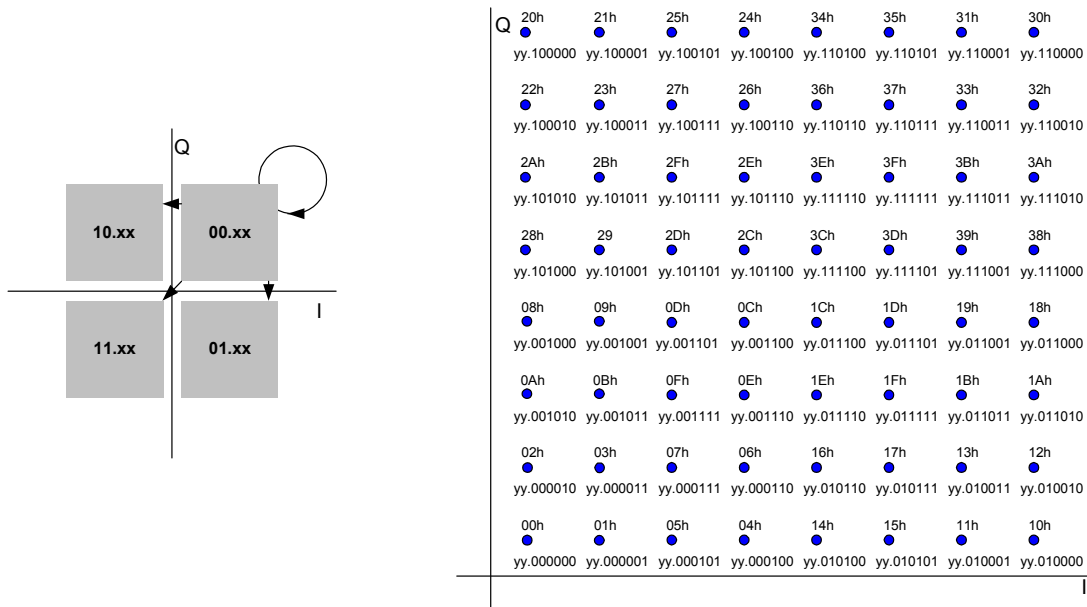


Bild 76 Symbolmapping D256 QAM / DVB-C

Benutzerdefinierte Konstellationen (USER-QAM)

Die Definition beliebiger, eigener Konstellationen (incl. Symbolmapping) ist mit dem externen Tool MAPWIZ möglich (PC Windows Umgebung).

Näheres zu MAPWIZ findet sich in Kapitel 8, "*Utilities / externe Programme*".

Das Bild unten zeigt als Beispiel das Ergebnis der Demodulation derjenigen 16-wertigen USER-QAM, die die minimalen Symbolfehlerwahrscheinlichkeit bei AWGN aufweist (Quelle: „Optimization of Two-Dimensional Signal Constellations in the Presence of Gaussian Noise“, G. J. Foschini et al., IEEE Transactions on Communications, Vol. COM-22, 01/1974, pp. 28).

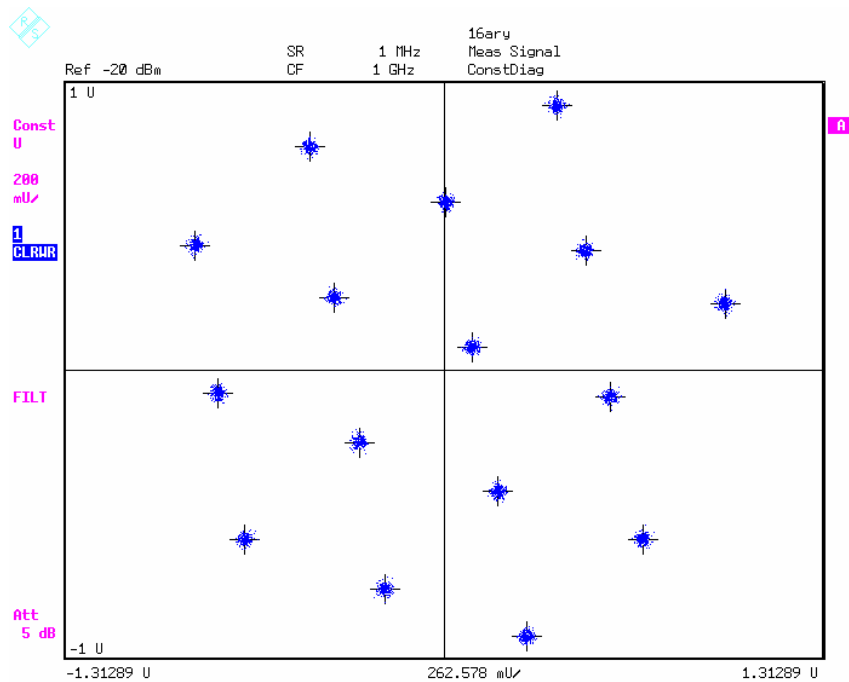


Bild 77 Demodulation einer 16-wertigen USER-QAM

Vestigial Sideband Modulation (VSB)

Die digitale Restseitenband Modulation (VSB) überträgt die Information wie eine BPSK im Realteil, wobei zusätzlich unterschiedliche Amplitudenstufen verwendet werden. Aufgrund des reellwertigen Basisbandsignals reicht es aus, ein einziges Seitenband zu übertragen, d.h. VSB-Signale haben die halbe Bandbreite verglichen mit BPSK-Signalen. Anstatt eines der beiden Seitenbänder komplett zu unterdrücken, wird ein Rest des zu unterdrückenden Seitenbandes zugelassen, wodurch der Aufwand für die Filterrealisierung geringer wird. Die Halbierung der Bandbreite führt jedoch zu Symbolinterferenzen (ISI), die sich im Konstellationsdiagramm durch vertikale Striche bemerkbar machen (siehe Bild 78).

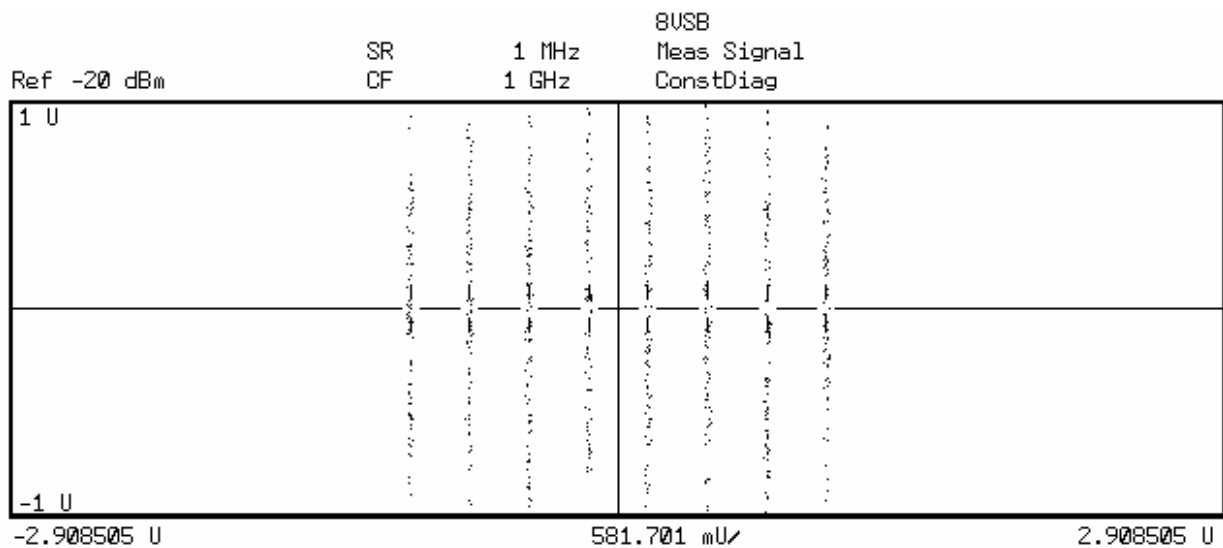


Bild 78 8VSB Konstellationsdiagramm

Ein weiterer, wesentlicher Unterschied zu PSK-Verfahren ist, dass VSB-Signale zusätzlich einen Pilotträger enthalten. Der Pilotträger wird für alle Messungen (außer Capture Buffer) aus den Signalen entfernt. Um mit der Vektorsignalanalyse VSB-Signale analysieren zu können, müssen die Mittenfrequenz und die Frequenzlage (Regellage bzw. Kehrlage) so eingestellt werden, dass am Eingang des Analyzers ein zur Mittenfrequenz symmetrisches Spektrum anliegt. Der Pilotträger muss hierbei links von der Mittenfrequenz liegen (siehe Bild 79). Verglichen mit dem echten, vom Pilotträger befreiten, VSB-Spektrum (siehe Bild 80) muss das Spektrum um Symbolrate/4 nach links verschoben werden.

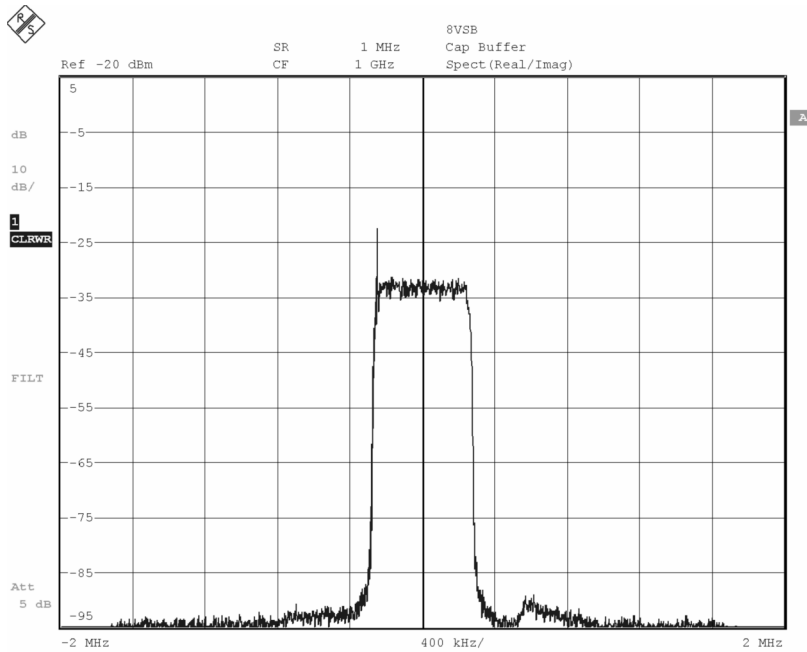


Bild 79 8VSB-Spektrum am Eingang des Analyzers (Pilotträger links sichtbar)

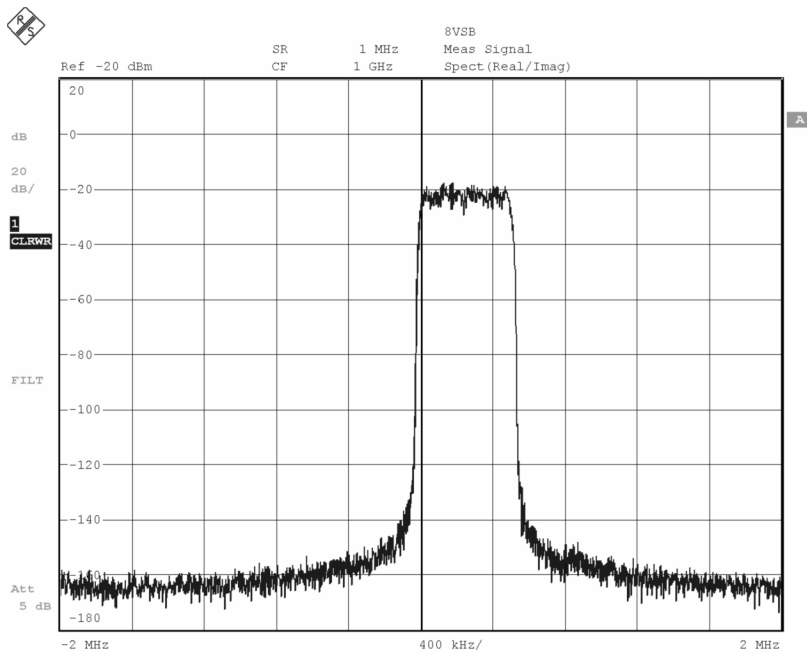


Bild 80 Spektrum Mess-Signal 8VSB (Pilotträger ist stets entfernt)

Unterstützt wird das folgende Mapping. Dargestellt ist nur der informationstragende Realteil.

8VSB (ATSC)

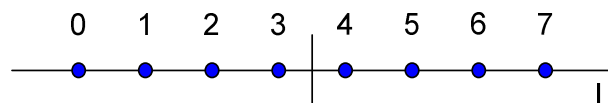


Bild 81 Symbolmapping 8VSB (ATSC)

Demodulation und Algorithmen

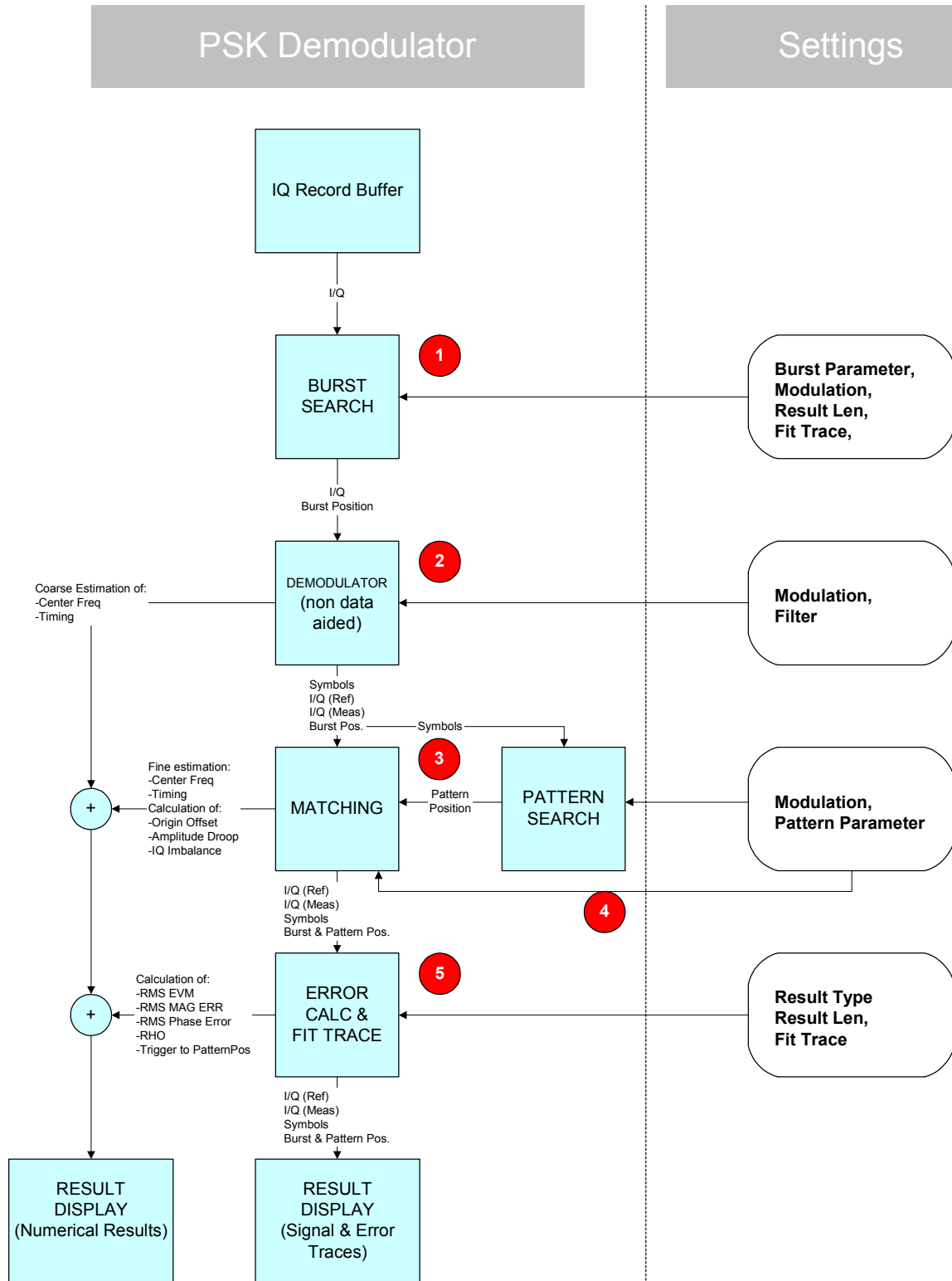


Bild 82 Überblick digitale Demodulationsstufen am Beispiel des PSK-Demodulators

Bild 82 zeigt einen schematischen Überblick über die verschiedenen Demodulationsstufen der Option Vektorsignalanalyse am Beispiel einer PSK-Demodulation. Auf Abweichungen zu anderen Modulationsarten wird am Ende dieses Kapitels eingegangen.

Auf der linken Seite des Bildes sind die Funktionsblöcke eingezeichnet, auf der rechten Seite (Settings) sind Bedieneinstellungen aufgelistet, die in diese Funktionsblöcke eingreifen.

Nach der Datenannahme im RECORD BUFFER wird der IQ-Datensatz weitergereicht an die Stufe

BURST SEARCH

In dieser Stufe wird der RECORD BUFFER nach Burst-Strukturen durchsucht. Der erste Burst, der gefunden wird, wird mit seiner Umgebung an die folgende Verarbeitungsstufe weitergegeben.

Die Länge des weitergegebenen Datensatzes entspricht normalerweise der RESULT LENGTH, wegen Vorhaltezeiten für das Einschwingen von diversen Demodulationsfiltern und Display Positionierungen (FIT TRACE) wird die interne Länge ggf. automatisch erweitert.

Ist die Burst-Suche ausgeschaltet, wird ein Datensatz ab Beginn des RECORD BUFFERS weitergegeben.

DEMODULATOR

In dieser Funktionsstufe wird die Demodulation bis auf Symbolebene durchgeführt. Dazu werden während der Demodulation Korrekturwerte für Timing, Frequenz und Phasenlage ermittelt und auf den Datensatz angewandt, so dass eine korrekte Symbolentscheidung ermöglicht wird. Netzspezifische Synchronisationshilfen wie z.B. Synchronisationspattern werden an dieser Stelle nicht verwendet, der Mess-Demodulator arbeitet daher ohne Vorkenntnis der gesendeten Dateninhalte (NDA-Demodulator, NDA = Non Data Aided). Ein Referenzsignal, das einem idealen, fehlerfreien Sendesignal entspricht, wird aus den entschiedenen Symbolen regeneriert und zusammen mit dem korrigierten Mess-Signal an die Verarbeitungsstufe MATCHING weitergegeben.

PATTERN SEARCH

Der Symboldatensatz wird nach einem oder mehreren vom Benutzer vorgebbaren Synchronisationspattern durchsucht. Die Messergebnisse (TRACES) können mit gefundenen Pattern positioniert werden. Die Patternsuche ist optional.

MATCHING

Referenz- und Mess-Signal werden in dieser Stufe korreliert. Mit dem Optimierungskriterium, den RMS-Vektorfehler zu minimieren, ermittelt der Matching-Algorithmus genaue Korrekturwerte für Signalamplitude und -Timing, sowie für Frequenzfehler und Phasenlage des Mess-Signals und korrigiert anschließend dem Messdatensatz.

Außerdem fallen hier erste numerische Messergebnisse wie z.B. Mittenfrequenzfehler, Origin Offset und IQ-Imbalance an.

ERROR CALC & FIT TRACE

In dieser Verarbeitungsstufe werden weitere Modulationsfehler berechnet, die als Ergebnis dargestellt werden oder für abgeleitete Ergebnisdarstellungen erforderlich sind. Als Ergebnisse stehen sowohl numerische Ergebnisse (z.B. RMS EVM), die entsprechende Darstellung über die Zeit (EVM Trace) als auch statistische Auswertungen über den betreffenden Fehlerparameter (z.B. 95 Percentile) zur Verfügung.

RESULT DISPLAY

Hier werden die ausgewählten Messergebnisse gemäß den Benutzereinstellungen auf dem Display positioniert und skaliert. Spezielle Zeitpunkte bzw. Bereiche im Mess-Signal (z.B. das Synchronisationspattern oder die Symbolentscheidungszeitpunkte) können in der Darstellung herausgehoben werden.

Die einzelnen Funktionsblöcke werden auf den Folgeseiten noch genauer erläutert.

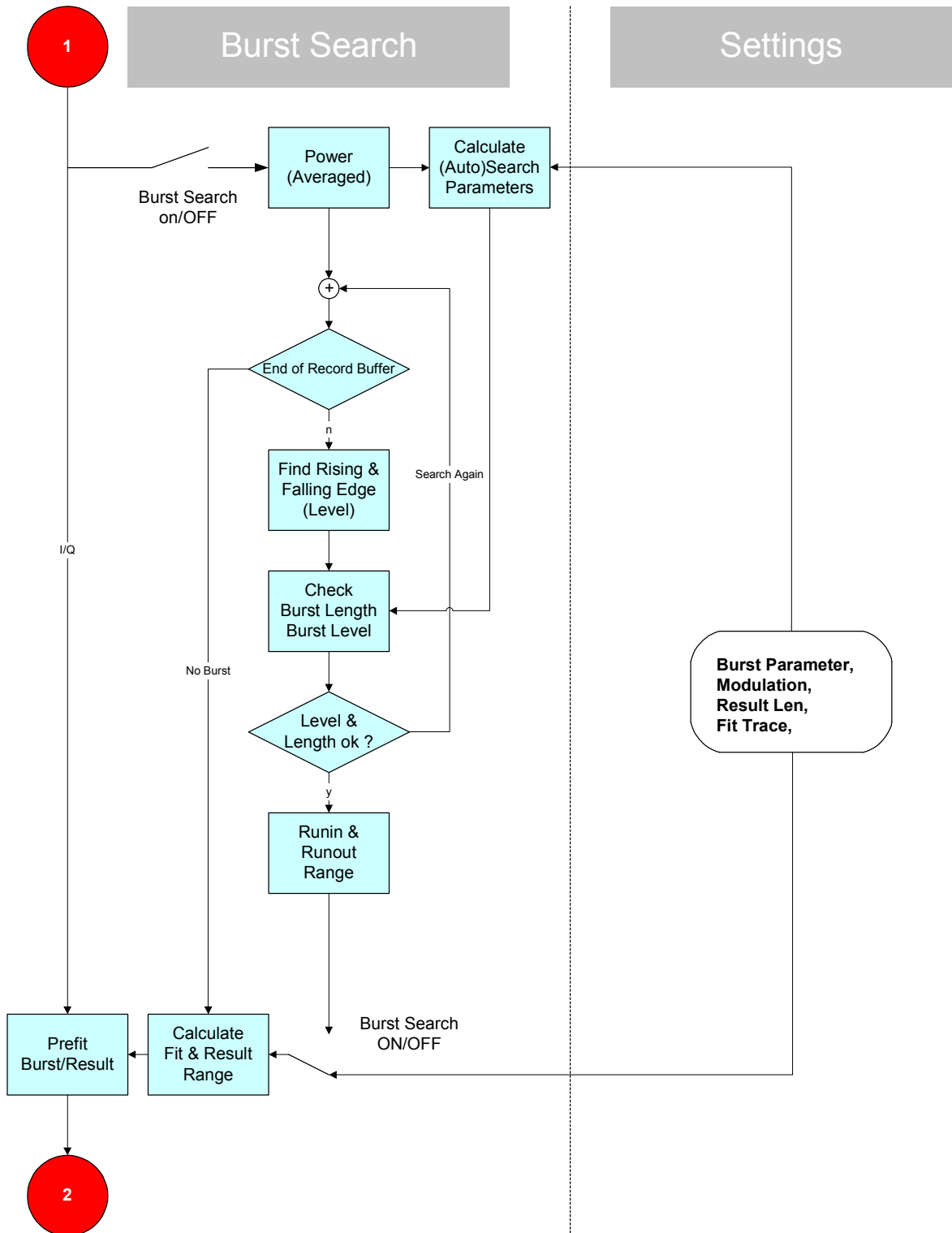


Bild 83 Burst-Suche

Burst Search

Bei **eingeschalteter Burst-Suche** wird zunächst der Betrag der Samples im Record Buffers gebildet und zeitlich mit einem Rechteckfilter gemittelt um modulationsabhängige Schwankungen der Signalamplitude zu verringern und kurze Signalstörungen (Peaks) zu unterdrücken.

Falls die Betriebsart **AUTO** eingeschaltet ist, werden das globale Minimum und Maximum in diesem Datensatz ermittelt und unter Berücksichtigung eines modulationsabhängigen Faktors daraus zwei Pegel-Schwellwerte berechnet.

Mit diesen Schwellen wird die Betrags-Daten nach steigenden und fallenden Burst-Flanken durchsucht, wobei kurzzeitige Pegel einbrüche nicht berücksichtigt werden.

Mit dem ersten gefundenen Burst, der auch die Längenbedingungen einer Mindestlänge und einer Maximallänge erfüllt, wird die Burst-Suche beendet und der Teil des Record Buffers, der den Burst enthält an die folgende Verarbeitungsstufe weitergegeben.

Die zu erkennenden Mindest- bzw. Maximallängen, die Berechnung der Pegelschwellwerte sowie die Empfindlichkeit auf kurze Pegel einbrüche werden in der Betriebsart AUTO durch die Einstellung eines digitalen Standards beeinflusst.

In der Stellung **MAN** können diese Parameter vom Benutzer selbst vorgegeben werden. Diese Einstellung wird allerdings nur bei schwierigen Empfangsverhältnissen empfohlen.

Bei **ausgeschalteter Burst-Suche** wird vom Anfang des Record Buffers ein Block mit der für die Ergebnisdarstellung erforderlichen Länge an die folgende Verarbeitungsstufe weitergegeben.

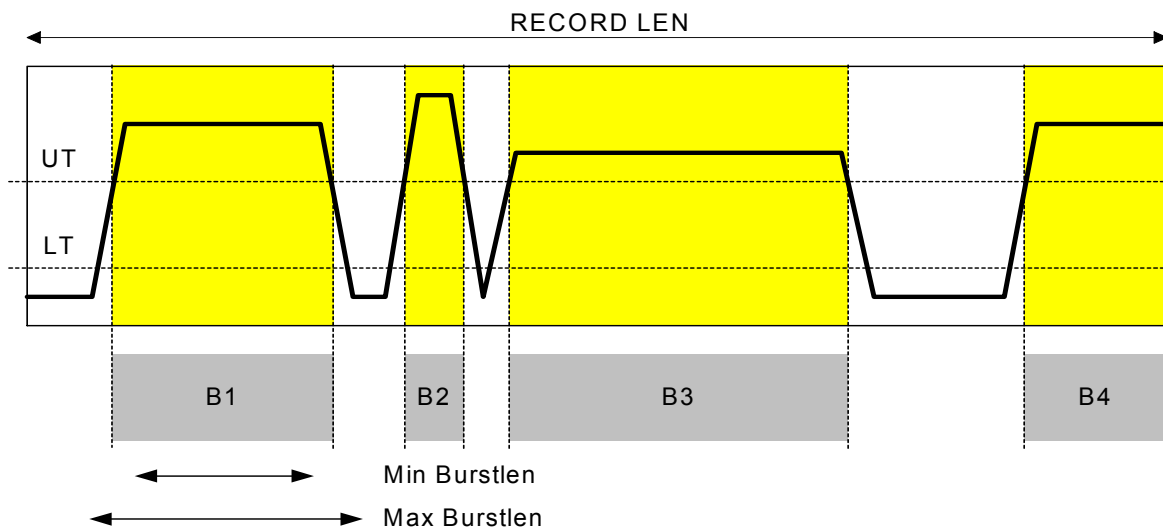


Bild 84 Record Buffer mit mehreren Bursts

Bild 84 zeigt beispielhaft den Inhalt eines Record Buffer mit mehreren Bursts.

Eingezeichnet sind obere (UT) und untere Burst-Schwelle (LT), sowie mehrere Bursts mit unterschiedlichem Pegel.

Alle gezeichneten Bursts erfüllen die Pegelbedingung, d.h. die Burst-Flanken kreuzen beide Burst-Schwellen, Burst B1 erfüllt zusätzlich die Längenbedingungen, B2 ist zu kurz, B3 ist zu lang, B4 hat keine fallende Burst-Flanke.

B1 ist somit der erste Burst, der alle Bedingungen erfüllt, und wird daher an die folgenden Verarbeitungsstufen weitergegeben.

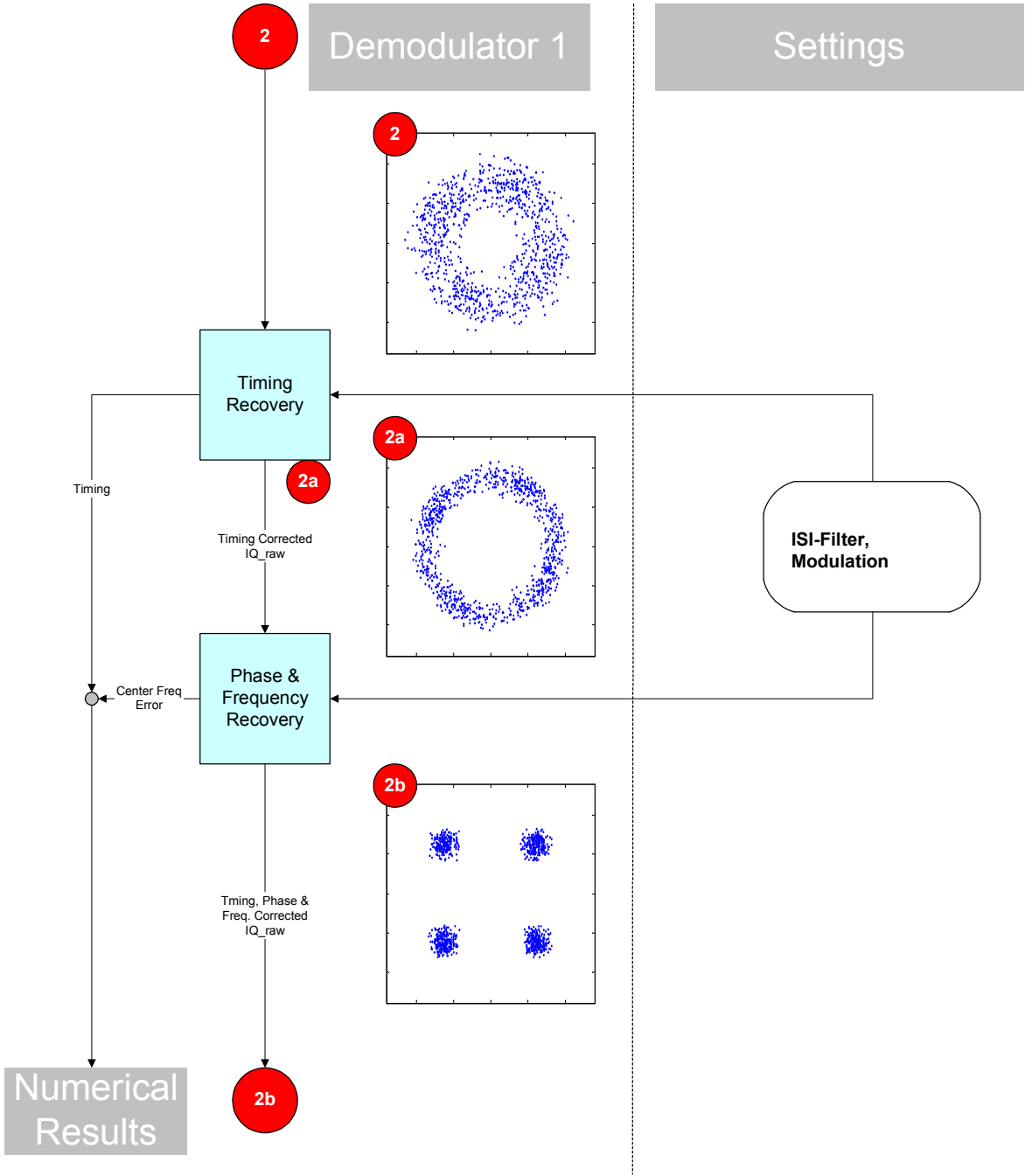


Bild 85 IQ-Demodulator: Timing, Phase, Frequency Recovery

Demodulator 1

Der erste Teil des Demodulators besteht aus den Funktionsgruppen

- Timing Recovery
- Phase & Frequency Recovery

Sofern ein Burst gefunden wurde, wird als Schätzbereich des Demodulators der Burst ohne die Burst-Flanken verwendet. Die ermittelten Korrekturparameter werden aber auf den gesamten Demodulationsbereich angewandt.

Innerhalb dieser Funktionsblöcke werden aus algorithmischen Gründen Filterungen vorgenommen, um intersymbol-interferenzfreie Zeitpunkte zu erreichen. Die Ausgangssignale sind jedoch (wie auf den Bildern eingezeichnet) timing, frequenz- und phasenkorrigierte Rohsignale, um anschließende Verzerrungsmessungen bzw. eigene Messfilter zu ermöglichen.

Der IQ-Datensatz liegt am Eingang dieser Stufe im komplexen Basisband mit

- einer Zeitverschiebung τ ;
- einer Mittenfrequenzabweichung (Center Frequency Error) sowie einer Phasenabweichung $\Delta\varphi_0$ vor.

Timing Recovery

Diese Funktionsgruppe hat die Aufgabe, die idealen Symbolentscheidungszeitpunkte im Signal zu bestimmen. Anschließend soll der IQ-Datensatz so korrigiert werden, dass die Abtastpunkte auf Symbolentscheidungszeitpunkte fallen (Resampling).

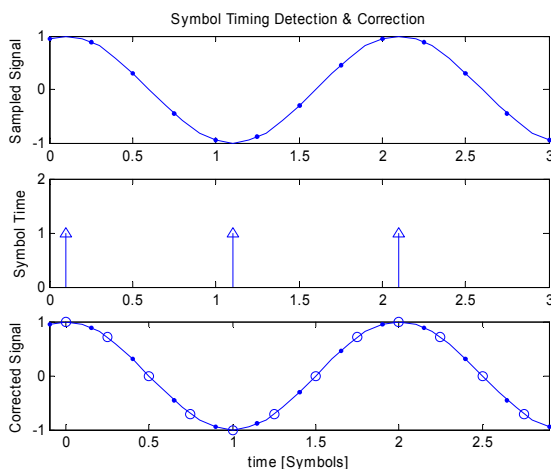


Bild 86 zeigt beispielhaft diese Korrektur anhand des abgetasteten Eingangssignals, der idealen Symbolentscheidungszeitpunkte und dem korrigierten Datensatz (unter gleichzeitiger Anpassung der Zeitachse)

Die rechnerische Korrektur der Zeitbasis geht auch in die numerischen Ergebnisse ein (z.B. Trigger to Sync Messung).

Bild 86 Symbol Timing Detection & Correction

SIGNAL 2 in Bild 85 zeigt den IQ-Datensatzes mit unkorrigiertem Timing, **SIGNAL 2a** nach korrigiertem Timing. Da der Frequenzfehler noch nicht beseitigt ist, erscheinen die Symbolzeitpunkte im Konstellationsdiagramm als kreisförmiges Band.

Phase & Frequency Recovery

Aufgabe dieser Funktionsgruppe ist es, den Frequenz- und Phasenoffset zu ermitteln und zu korrigieren. Die Verarbeitungsstufe ermittelt durch Anwendung eines robusten Maximum Likelihood Frequenz- und Phasenschätzers den optimalen Schätzwert für den timing-korrigierten Datensatzes (Center Frequency Error, $\Delta\varphi_0$).

Nach der Korrektur dieser Größen ergibt sich ein "nicht rotierendes Konstellationsdiagramm" (eines ungefilterten Rohsignals) wie im **SIGNAL 2b** dargestellt.

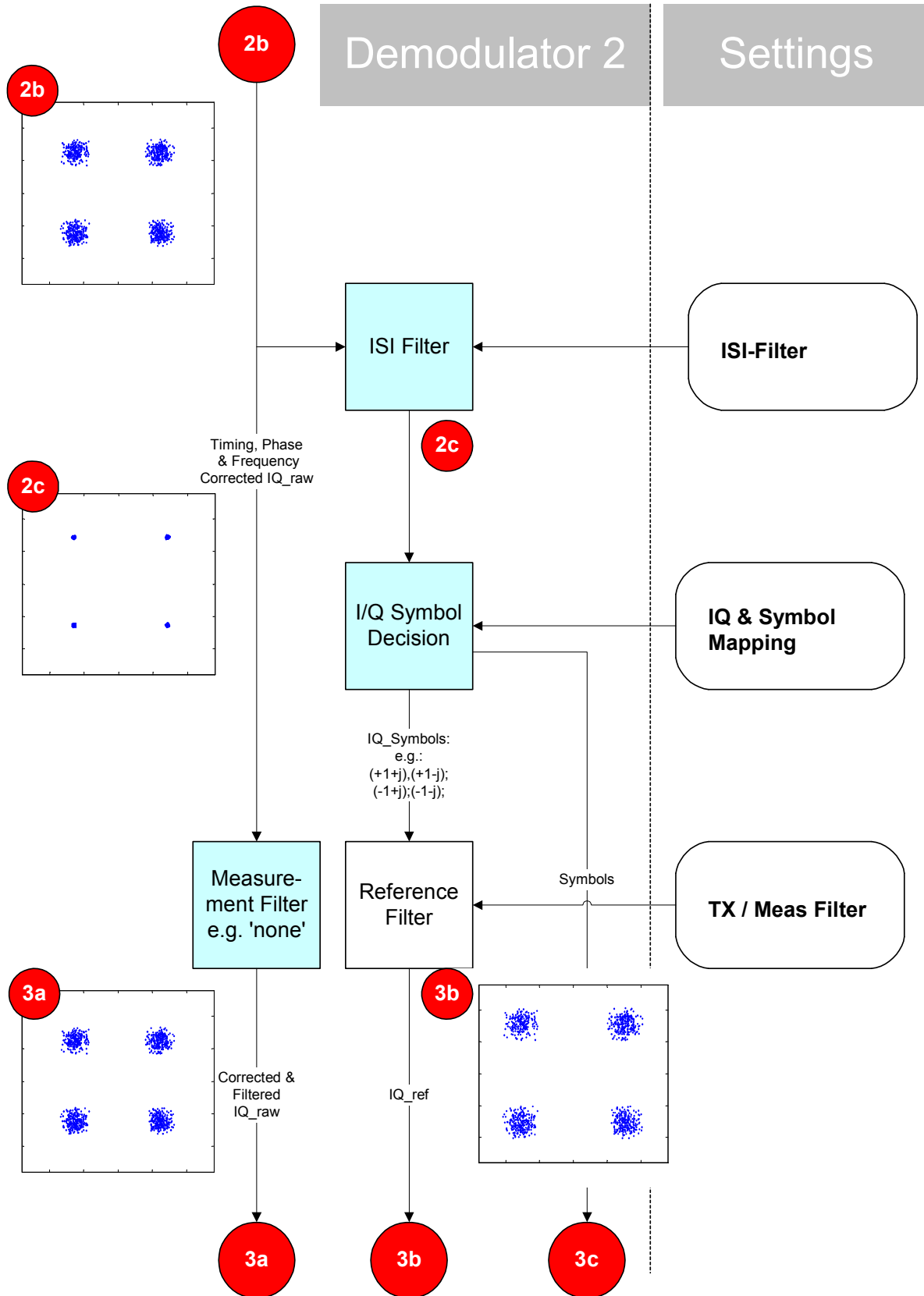


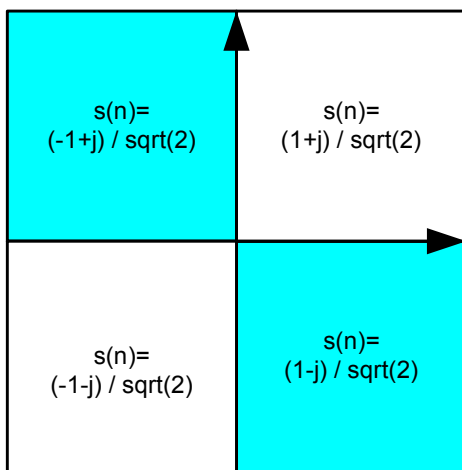
Bild 87 Demodulator 2

Demodulator 2

Der timing-, frequenz- und phasenkorrigierte Datensatz (**Signal 2b**) gelangt zu einem **ISI-FILTER**, um Intersymbol-Interferenzen durch benachbarte Symbole zu beseitigen. (siehe Abschnitt „*Systemtheoretische Modulations- und Demodulationsfilter*“).

Anschließend werden (für PSK-Verfahren) im Funktionsblock **IQ-SYMBOL DECISION** IQ-Symbole (Signal 3c) und – unter Berücksichtigung des Symbolmappings – logische Symbole erzeugt.

Der Segmententscheider stellt am Beispiel der QPSK einen einfachen Quadrantenentscheider dar, der nur selektiv für die Phase des Eingangssignals ist.



$$\begin{cases} 0 \leq \arg(x(n)) < \frac{\pi}{2} & \rightarrow s(n) = \frac{1}{\sqrt{2}}(1 + j) \\ \frac{\pi}{2} \leq \arg(x(n)) < \frac{3\pi}{2} & \rightarrow s(n) = \frac{1}{\sqrt{2}}(-1 + j) \\ \frac{2\pi}{2} \leq \arg(x(n)) < \frac{3\pi}{2} & \rightarrow s(n) = \frac{1}{\sqrt{2}}(-1 - j) \\ \frac{3\pi}{2} \leq \arg(x(n)) < 4\frac{\pi}{2} & \rightarrow s(n) = \frac{1}{\sqrt{2}}(1 - j) \end{cases}$$

$\arg(x(n))$ = Phase des IQ-Eingangssamples zum Entscheidungszeitpunkt
 $s(n)$ = entschiedenes IQ-Symbol

Bild 88 QPSK-Segmententscheider

Aus dem Datensatz der entschiedenen IQ-Symbole wird nach Auffüllen mit Nullen (um die passende Überabtastrate zu erreichen) nach der Filterung mit dem REFERENCE FILTER der IQ-REF Datensatz erzeugt (Signal 3b). Der Mess-Datensatz gelangt nach Filterung mit einem MEASUREMENT FILTER als Signal 3a an die folgenden Verarbeitungsstufen. In der Einstellung MEASUREMENT FILTER = NONE wird der Datensatz unverändert weitergereicht.

Phasenmehrdeutigkeit des Demodulators

Der Demodulator hatte bisher ohne Vorkenntnis des gesendeten Signals gearbeitet. Da sich auf dem Übertragungsweg beliebige Phasenverschiebungen ergeben können, ist das bisherige Demodulationsergebnis (wegen der Rotationssymmetrie der PSK-Konstellation) bezüglich der absoluten Phasenlage noch mehrdeutig. Das bedeutet für den betrachteten Fall einer QPSK mit statischem Symbolmapping, dass das IQ-Meas-, IQ-Ref-Signal und die entschiedenen Symbole einen konstanten Phasenoffset von $\{0, \pi/2, \pi, \text{ oder } 3\pi/2\}$ besitzen können. Dieser Offset kann erst bei der Suche nach Synchronisationspattern im Datensatz erkannt und in allen 3 Datensätzen bereinigt werden.

Bei Modulationsformen ohne statisches Mapping wie z.B. Differential PSK oder MSK-Modulation liegt die Information im Phasenübergang verschlüsselt, die Probleme eines statisches Symbolmappings und der Mehrdeutigkeit der Anfangsphase treten damit nicht mehr auf.

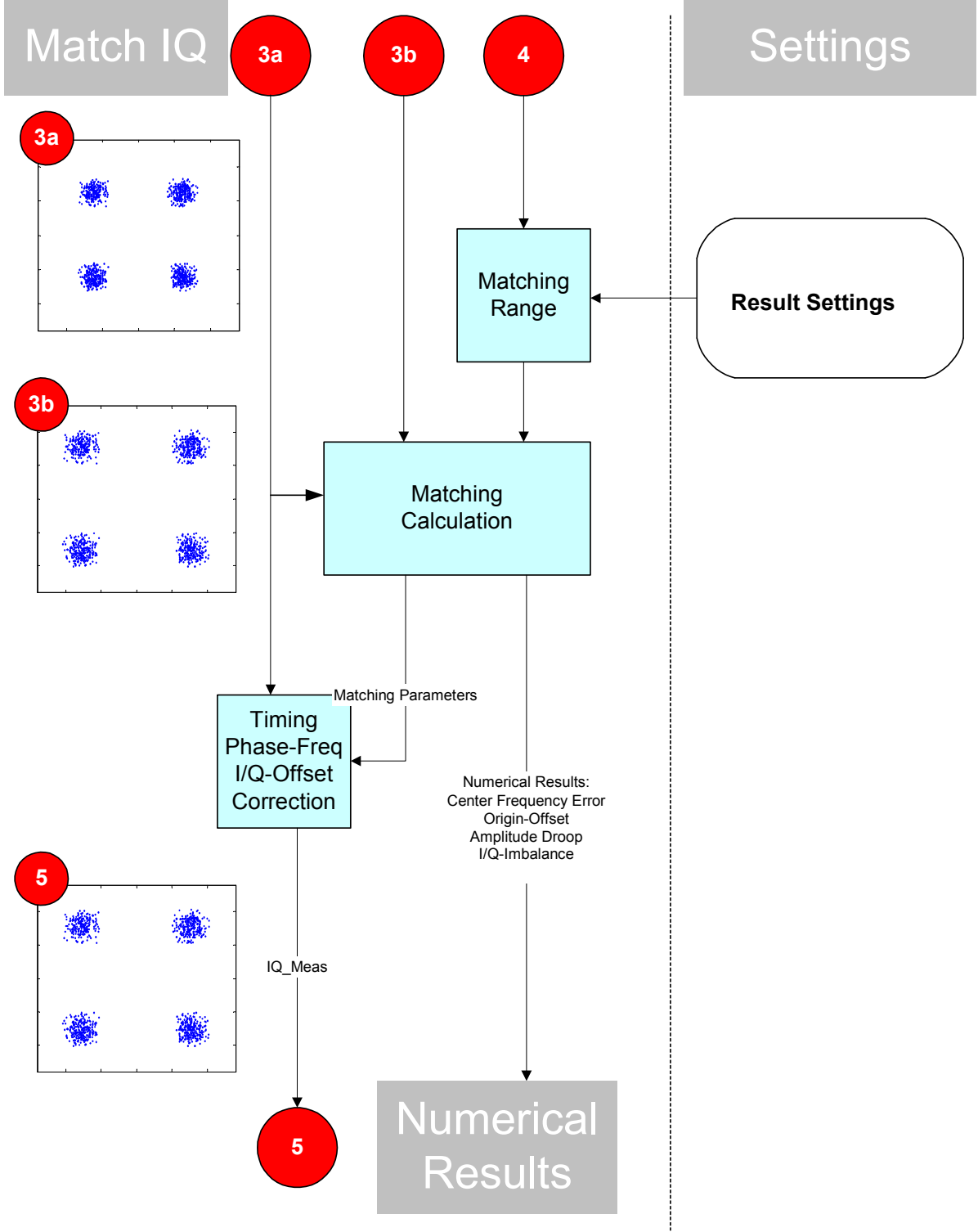


Bild 89 Matching

Matching

In den vorangegangenen Demodulationsstufen wurde das Mess-Signal soweit aufbereitet, dass eine fehlerfreie Demodulation, Symbolentscheidung und Erzeugung eines Referenz-Signals durchgeführt werden konnte.

Die Funktionsgruppe **MATCHING** hat das Ziel, den Fehlerparameter (z.B. RMS EVM bei PSK-Verfahren) zu minimieren.

Ein Sendesignal $Y(t)$ im Zeitbereich lässt sich im Basisband mit folgender Beziehung modellieren (alle verwendeten Parameter sind komplexwertig):

$$Y(t) = C1 \cdot (REF_{tx}(t) + ERR_{tx}(t) + C0) \cdot W;$$

- REF_{tx} ist das ideale Sendesignal,
- ERR_{tx} ist das Fehlersignal des Senders (lineare und nichtlineare Verzerrungen),
- $C0$ ist der IQ-Offset (Origin Offset)
- $C1$ ist eine komplexe Konstante (Phase und Amplitude des Senders)
- $W = e^{\alpha + j\omega_0 t}$; ist ein komplexer Faktor, der die Amplitudenänderung über den Burst (α) und einen Mittenfrequenz-Offset (ω_0) symbolisiert.

Der zu minimierende Parameter ist (hier am Beispiel EDGE, die Formeln für weitere Modulationsarten finden sich in Kap. 9) definiert durch

$$RMS_EVM = \sqrt{\frac{\sum_{n \in N} |EV(n)|^2}{\sum_{n \in N} |REF(n)|^2}};$$

mit dem Fehlervektor: $EV(n) = MEAS(n) - REF(n) - C0$;

- EV ist der Fehlervektor nach der vorgeschriebenen Measurement-Filterung,
- $MEAS$ stellt das gemessene Sendesignal $Y(t)$ nach der Measurement-Filterung im Analysator dar,
- REF ist das Referenzsignal,
- (n) sind die Symbolzeitpunkte innerhalb des Useful Part (Länge N) des Demodulationsbereichs.

Mit einem Maximum Likelihood-Ansatz in dem Funktionsblock **MATCHING** wird der RMS_EVM minimiert und dazu obige Parameter ($C0, C1, \alpha; \omega_0$) ermittelt.

Zusätzlich wird während der Minimierung ein Rest-Zeitversatz τ_0 ermittelt, der die Schätzunsicherheit des Non Data Aided Demodulators kompensiert.

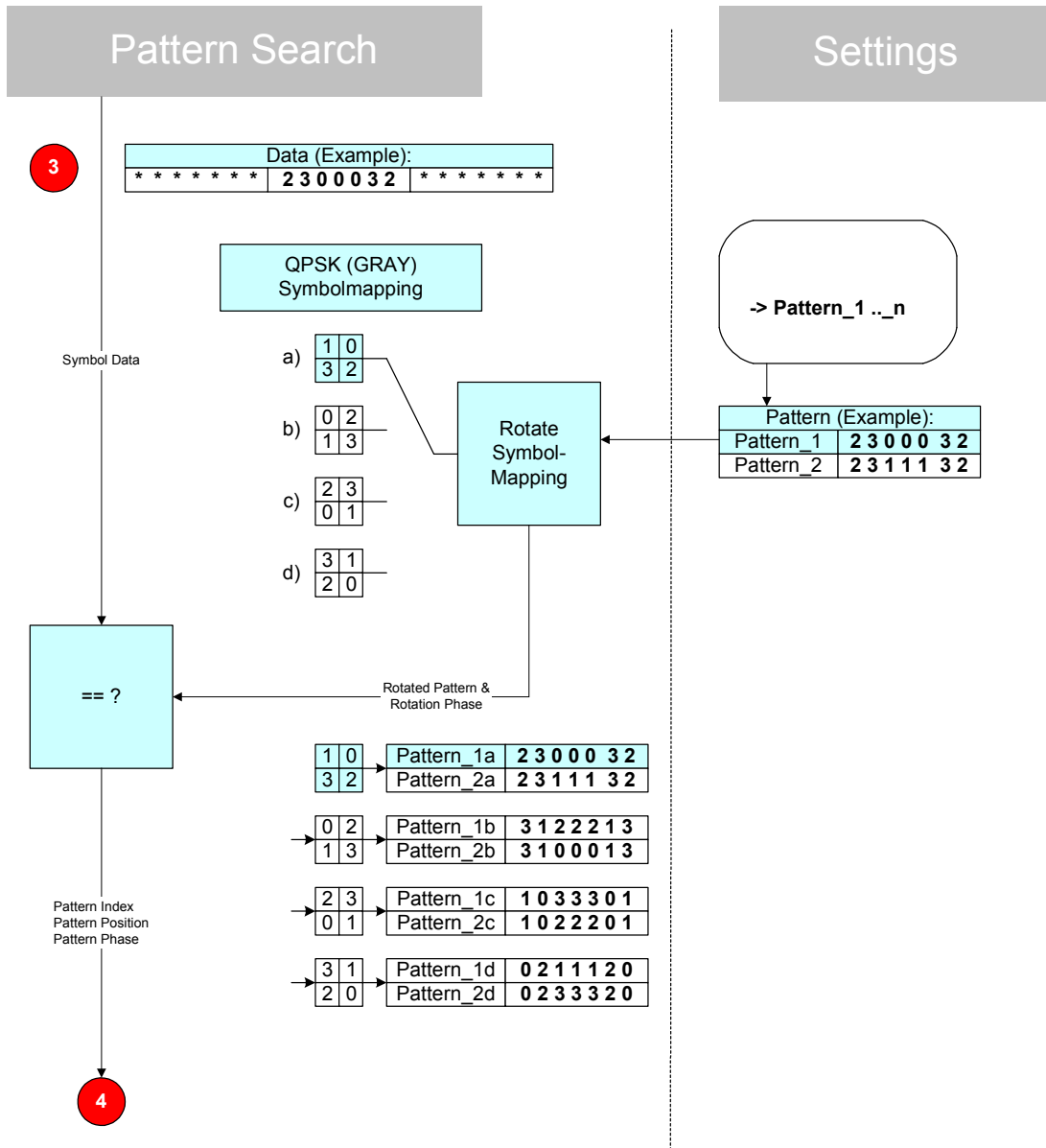


Bild 90 Pattern Search

Pattern Search

Viele digitale Standards verwenden an definierten Positionen im Burst konstante Symbolfolgen (hier als Pattern bezeichnet), die im Mobilfunknetz zur Schätzung der Eigenschaften des Übertragungskanals benutzt werden.

Im Analysator wird die im Standard definierte Position des Pattern für die Festlegung der Achsenskalierung und des standardspezifischen Messbereiches verwendet.

Für die Pattern Suche wird nach statischen Mappings und differentiellen Mappings unterschieden:

Bei **statischen Mappings** liegt die Symbolinformation in der absoluten Lage des Symbols in der IQ-Ebene. Beispiele dafür sind QPSK, 8 PSK und reguläre QAM-Konstellationen (Siehe Abschnitt "[Symbolmapping](#)"). Wegen der Rotationssymmetrie dieser Mappings kann eine eindeutige Symbolentscheidung jedoch erst nach einer Patternsuche getroffen werden.

Mit dem Auffinden des Pattern wird gleichzeitig auch die absolute Phasenlage des Signals erkannt und der IQ-Mess-Datensatz und IQ-Referenz-Datensatz entsprechend rotiert sowie der Symboldatensatz richtig gestellt.

Im Bild 91 ist die prinzipielle Funktionsweise am Beispiel einer QPSK (GRAY Mapping) erläutert.

Der Benutzer gibt 2 mögliche Synchronisationspattern vor (Pattern_1 und Pattern_2). Bei der verwendeten QPSK sind 4 Symmetriezustände (Mapping a ... d) möglich, die jeweils einer Drehung des Koordinatensystems um 0, $\pi/2$, π , $3\pi/2$ entsprechen.

Original	<table border="1"><tr><td>1</td><td>0</td></tr><tr><td>3</td><td>2</td></tr></table>	1	0	3	2	<table border="1"><tr><td>Pattern_1a</td><td>2</td><td>3</td><td>0</td><td>0</td><td>3</td><td>2</td></tr><tr><td>Pattern_2a</td><td>2</td><td>3</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>3</td><td>2</td></tr></table>	Pattern_1a	2	3	0	0	3	2	Pattern_2a	2	3	1	1	1	3	2	
1	0																					
3	2																					
Pattern_1a	2	3	0	0	3	2																
Pattern_2a	2	3	1	1	1	3	2															

Hypothesen	Mapping	Temporäres Pattern	Falls Pattern gefunden																				
Hypothese a) (Phase = $0\pi/2$)	<table border="1"><tr><td>1</td><td>0</td></tr><tr><td>3</td><td>2</td></tr></table>	1	0	3	2	<table border="1"><tr><td>Pattern_1a</td><td>2</td><td>3</td><td>0</td><td>0</td><td>3</td><td>2</td></tr><tr><td>Pattern_2a</td><td>2</td><td>3</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>3</td><td>2</td></tr></table>	Pattern_1a	2	3	0	0	3	2	Pattern_2a	2	3	1	1	1	3	2	<ul style="list-style-type: none"> - IQ-Datensätze unverändert - Symboldatensatz unverändert 	
1	0																						
3	2																						
Pattern_1a	2	3	0	0	3	2																	
Pattern_2a	2	3	1	1	1	3	2																
Hypothese b) (Phase = $\pi/2$)	<table border="1"><tr><td>0</td><td>2</td></tr><tr><td>1</td><td>3</td></tr></table>	0	2	1	3	<table border="1"><tr><td>Pattern_1b</td><td>3</td><td>1</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>1</td><td>3</td></tr><tr><td>Pattern_2b</td><td>3</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>3</td></tr></table>	Pattern_1b	3	1	2	2	2	1	3	Pattern_2b	3	1	0	0	0	1	3	<ul style="list-style-type: none"> - IQ-Datensätze um $\pi/2$ nach rechts rotieren - Symboldatensatz ummappen (2->0, 0->1, 1->3, 3->2)
0	2																						
1	3																						
Pattern_1b	3	1	2	2	2	1	3																
Pattern_2b	3	1	0	0	0	1	3																
Hypothese c) (Phase = $2\pi/2$)	<table border="1"><tr><td>2</td><td>3</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td></tr></table>	2	3	0	1	<table border="1"><tr><td>Pattern_1c</td><td>1</td><td>0</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>0</td><td>1</td></tr><tr><td>Pattern_2c</td><td>1</td><td>0</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>0</td><td>1</td></tr></table>	Pattern_1c	1	0	3	3	3	0	1	Pattern_2c	1	0	2	2	2	0	1	<ul style="list-style-type: none"> - IQ-Datensätze um $2\pi/2$ nach rechts rotieren - Symboldatensatz ummappen (3->0, 2->1, 0->3, 1->2)
2	3																						
0	1																						
Pattern_1c	1	0	3	3	3	0	1																
Pattern_2c	1	0	2	2	2	0	1																
Hypothese d) (Phase = $3\pi/2$)	<table border="1"><tr><td>3</td><td>1</td></tr><tr><td>2</td><td>0</td></tr></table>	3	1	2	0	<table border="1"><tr><td>Pattern_1d</td><td>0</td><td>2</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>0</td></tr><tr><td>Pattern_2d</td><td>0</td><td>2</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>2</td><td>0</td></tr></table>	Pattern_1d	0	2	1	1	1	2	0	Pattern_2d	0	2	3	3	3	2	0	<ul style="list-style-type: none"> - IQ-Datensätze um $3\pi/2$ nach rechts rotieren - Symboldatensatz ummappen (1->0, 3->1, 2->3, 0->2)
3	1																						
2	0																						
Pattern_1d	0	2	1	1	1	2	0																
Pattern_2d	0	2	3	3	3	2	0																

Bild 91 Pattern Search am Beispiel eines statischen QPSK-Mapping

Der Algorithmus rechnet die vorgegebenen Pattern unter Berücksichtigung dieser Symmetriezustände intern um (Pattern_1a ... d und Pattern2a ... d) und durchsucht den Symboldatensatz nach diesen ‚rotierten‘ Suchpattern. Bei exakter Übereinstimmung wird die Suche erfolgreich beendet und ggf. die IQ-Datensätze und der Symboldatensatz gemäß der gefundenen Hypothese korrigiert.

Bei **differentiellen** Mappings ist nur ein einstufiges Verfahren erforderlich, da die Symbolinformation in der Phasendifferenz aufeinander folgender Entscheidungspunkte liegt. Eine Korrektur der Datensätze entfällt damit.

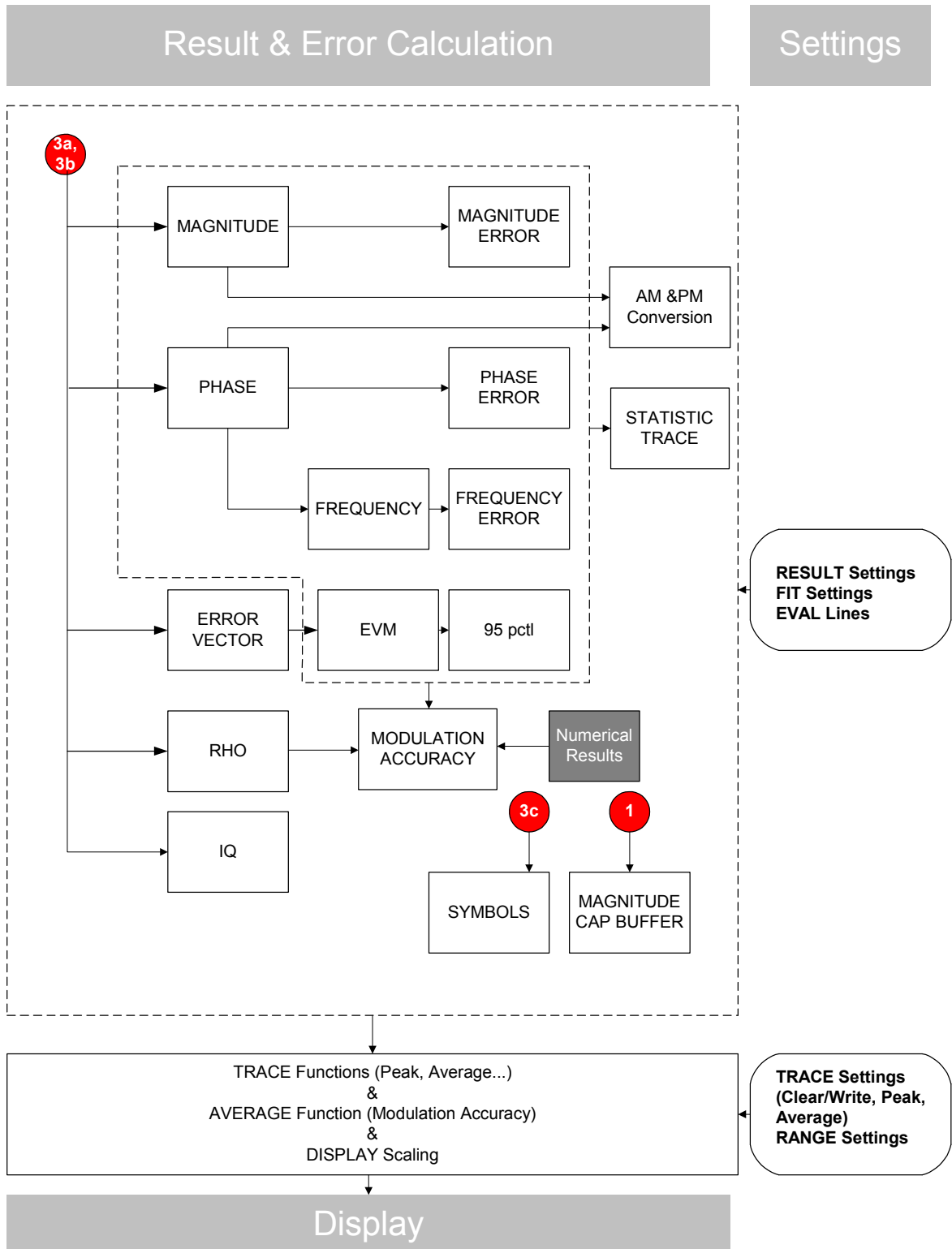


Bild 92 Result & Error Calculation

Result & Error Calculation, Display

In den beiden letzten Verarbeitungsstufen werden die vom Benutzer ausgewählten Messdarstellungen berechnet und skaliert.

Für die Ergebnisdarstellungen können Extremwertbildungen und Mittelungen über mehrere Messungen durchgeführt werden. Diese Funktionalität wird im Trace-Menü ein- bzw. ausgeschaltet. Die Berechnungsformeln finden sich in der Beschreibung der entsprechenden Darstellart, sowie zusätzlich am Ende dieses Handbuchs (Kapitel 9, "Glossar und Formelsammlung").

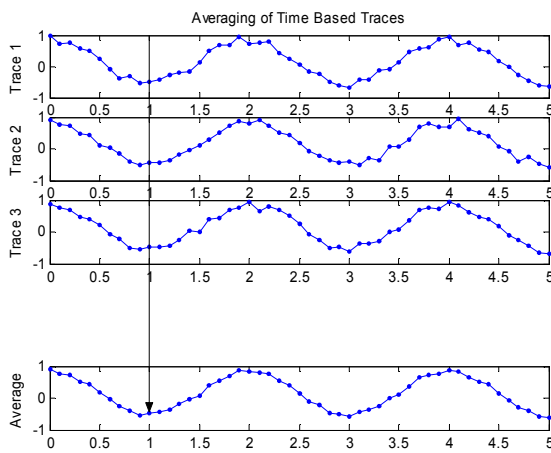


Bild 93 Trace-Mittelung

$$\left. \begin{array}{l} EVM(TRACE1) \\ EVM(TRACE2) \\ EVM(TRACE3) \end{array} \right\} \rightarrow RMS(EVM1..3);$$

Bild 94 Mittelwertbildung skalarer Parameter

Bei **Trace-Darstellungen** erfolgt die Mittelwertbildung bzw. Extremwertbildung für jeden aus den Messwert-Samples abgeleiteten Bildpunkt.

Bild 93 zeigt beispielhaft diese Vorgehensweise bei der linearen Mittelwertbildung von drei Messungen. Neben den drei Traces ist die geglättete Messkurve dargestellt.

Bei **numerischen (skalaren) Ergebnissen** gehen die numerischen Einzelergebnisse jeder Messung in das Ergebnis ein. Beispielhaft ist die Quadratische Mittelwertbildung für den skalaren Messparameter EVM aufgezeigt. Neben dem Quadratischen Mittelwert werden für solche Messparameter auch linearer Mittelwert und Standardabweichung errechnet.

Für Darstellungen in der IQ-Ebene sind Mittelwert- und Extremwertfunktionalitäten nicht verfügbar. Bild 95 zeigt die verschiedenen Ergebnisdarstellungen, die aus den IQ-Measurement- und IQ-Reference-Datensätzen berechnet werden (PSK-, MSK-, QAM-Modulationsverfahren).

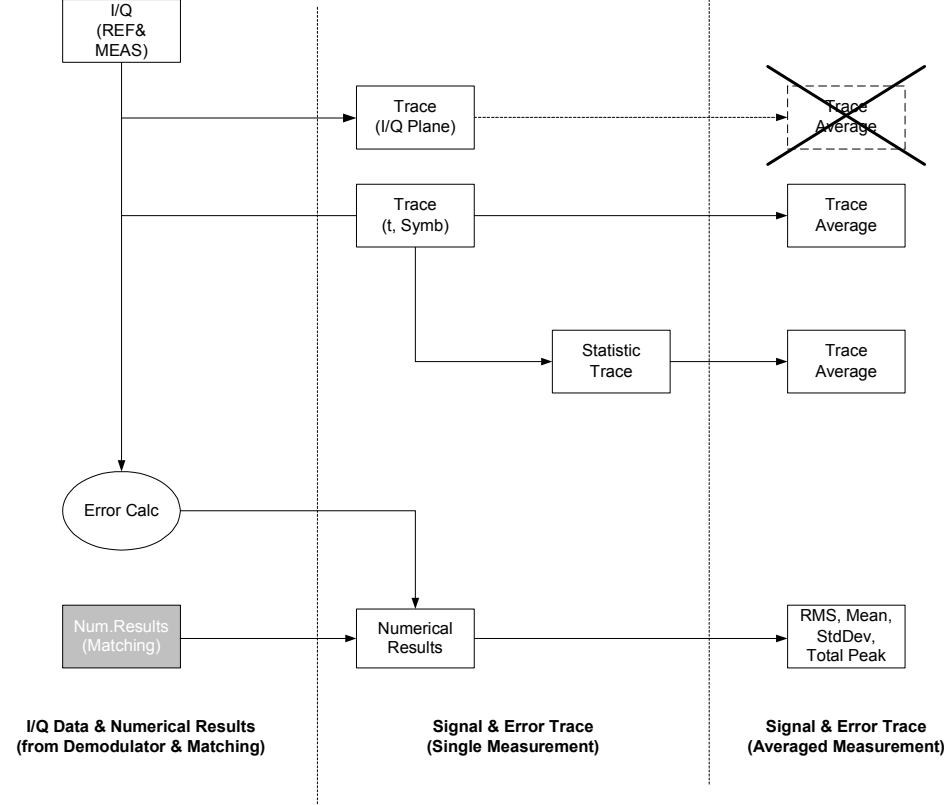


Bild 95 Ergebnisdarstellung

Unterschiede der Modulationarten

Für die Modulationsarten QAM, VSB, MSK und FSK ergeben sich leichte Abweichungen innerhalb der Funktionsblöcke:

- QAM** Die Verarbeitung ist dem PSK-Verfahren sehr ähnlich, jedoch wird schon in den ersten Verarbeitungsstufen die Amplitudenstatistik ausgewertet und Signalskalierungen vorgenommen. Optimierungskriterium der MATCHING-Stufe ist wie bei PSK die Minimierung des RMS EVM.
- VSB** Die Verarbeitung ist dem PSK-Verfahren sehr ähnlich, jedoch wird wie bei QAM die Amplitudenstatistik ausgewertet und eine Signalskalierung vorgenommen. Außerdem wird der VSB-typische Pilotträger aus den Signalen entfernt. Optimierungskriterium der MATCHING-Stufe ist wie bei PSK die Minimierung des RMS EVM.
- MSK** Die Demodulation und Matching baut auf IQ-Datensätzen auf, das Optimierungskriterium der MATCHING-Stufe ist die Minimierung des RMS-Phasenfehlers. Dazu werden nicht nur die Entscheidungszeitpunkte, sondern alle zur Verfügung stehenden Samples herangezogen.
- FSK** Ausgangsdaten der Demodulatorstufe (und damit die Basis für alle folgenden Stufen) sind reelle Datensätze mit den Augenblicks-Frequenzen. Optimierungskriterium der MATCHING-Stufe ist die Minimierung des RMS-Frequenzfehlers zwischen Referenz- und Mess-Signal.

Vektorielle und skalare Modulations-Fehler

Fehlermodell des Senders

Für die nachfolgenden Beispiele wird folgendes Fehlermodell verwendet:

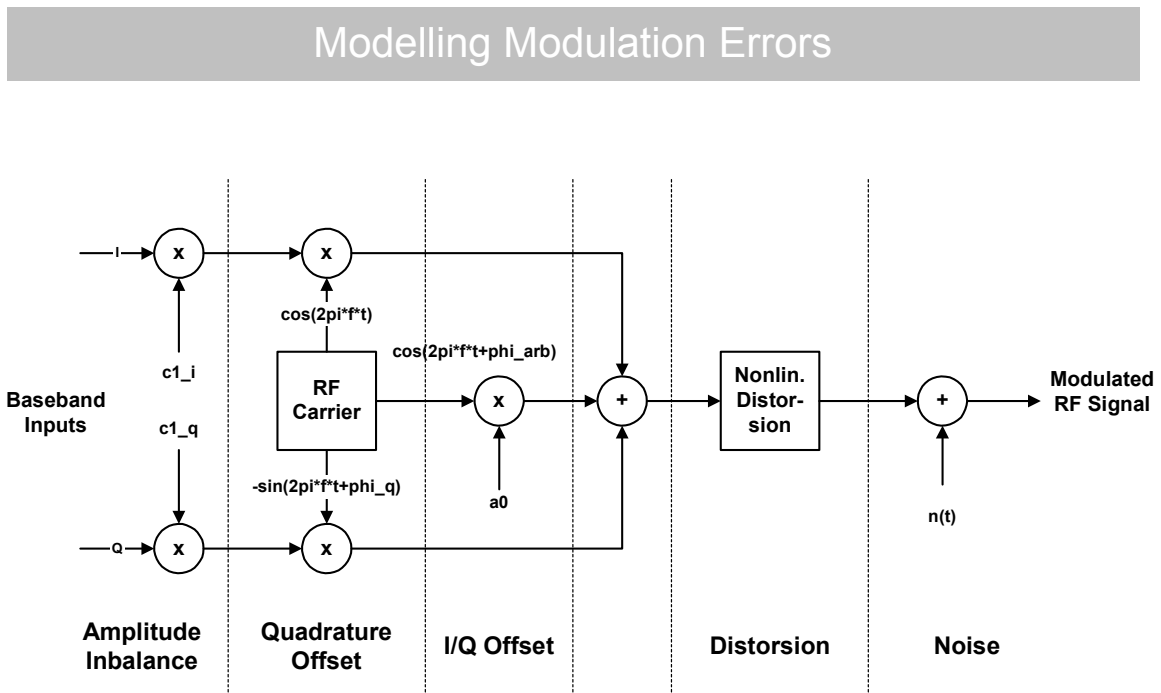
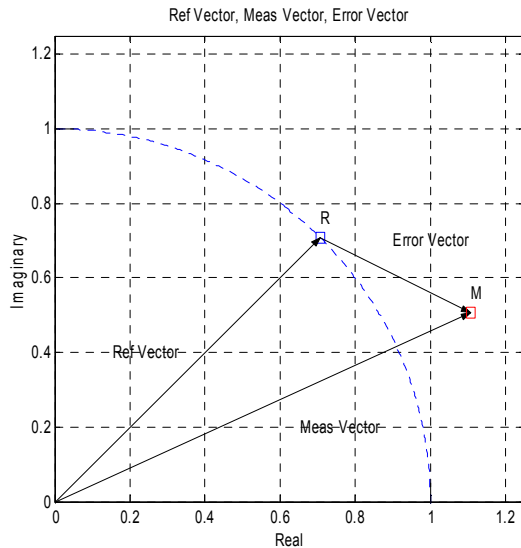


Bild 96 Modulationsfehler: Fehlermodell des Senders und des Übertragungsweges

Modulationsfehler (PSK, MSK, QAM, VSB)

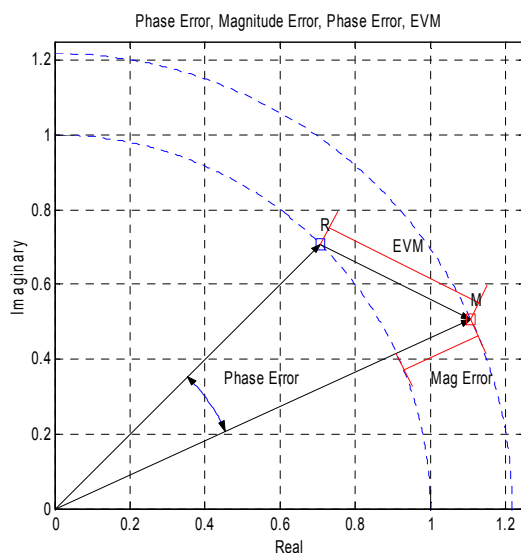
Fehlervektor (Error Vector, EV)



Definition des Fehlervektors (Error Vector, EV):
 Der Vektorfehler ist die vektorielle Differenz zwischen dem Vektor des Mess-Signals (Meas Vector) und dem Vektor des Referenzsignals (Ref Vector)

Bild 97 Modulationsfehler: Error Vector

Betrag des Fehlervektors (Error Vector Magnitude , EVM)



Der Betrag des Fehlervektors wird als Error Vector Magnitude (EVM) bezeichnet. Die Differenz der Beträge von Referenzvektor und Messvektor wird als Betragsfehler (Magnitude Error) bezeichnet.

In einigen modernen Netzen wird diese grundlegende EVM-Definition so modifiziert, dass die Berechnung mit der mittleren Signalleistung im Beobachtungszeitraum gewichtet wird. Diese Definition wird bei einigen Netzen auch als Modulation Error Ratio (MER) bezeichnet. Im Fall einer ISI-freien Demodulation und Messung sind diese Definitionen identisch.

Bild 98 Modulationsfehler: EVM, Mag Error

Phasenfehler (Phase Error)

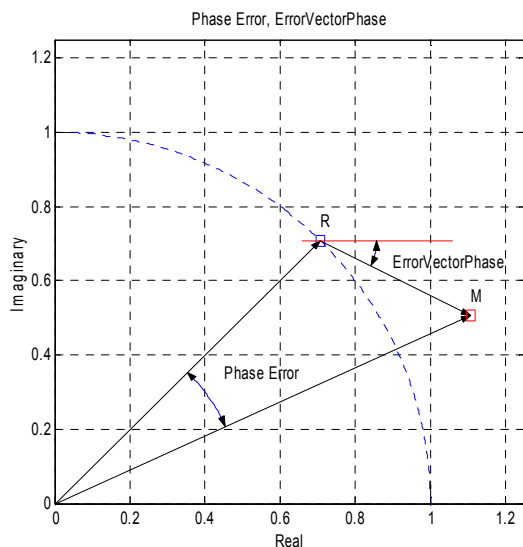


Bild 99 verdeutlicht die Definition des Phase Error: Der Phasenfehler bestimmt sich aus der Differenz der Phase zwischen Messvektor und Referenzvektor.

$$\varphi_{err} = \arg(MEAS \cdot REF^*);$$

Dieser Messparameter hat große Bedeutung bei der Messung von MSK-Modulationsverfahren.

Im Unterschied dazu ist die Error Vector Phase (die Phase des Fehlervektors):

$$\varphi_{EV} = \arg(EV);$$

Bild 99 Modulationsfehler: ErrorVectorPhase, Phase Error

Auf den folgenden Seiten werden die Auswirkungen verschiedener Modulationsfehler im Senders auf die Messanzeige im Analysator dargestellt. Alle Darstellungen zeigen das äquivalente komplexe Basisbandsignal, für FSK Verfahren sind die Fehler in dem Frequenz-Zeit-Diagramm dargestellt.

IQ-Offset (Origin Offset)

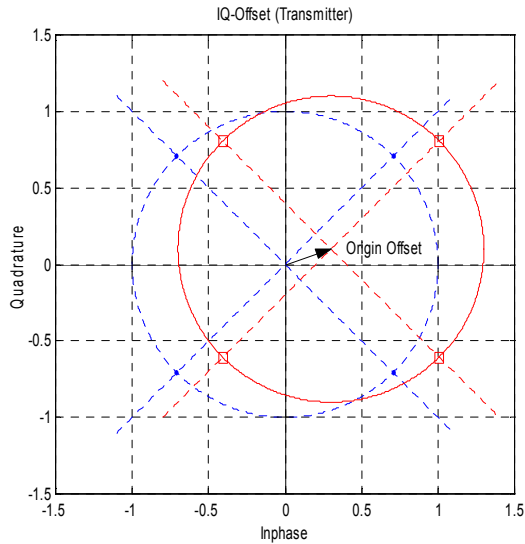


Bild 100 Modulationsfehler: Origin Offset (IQ-Offset)

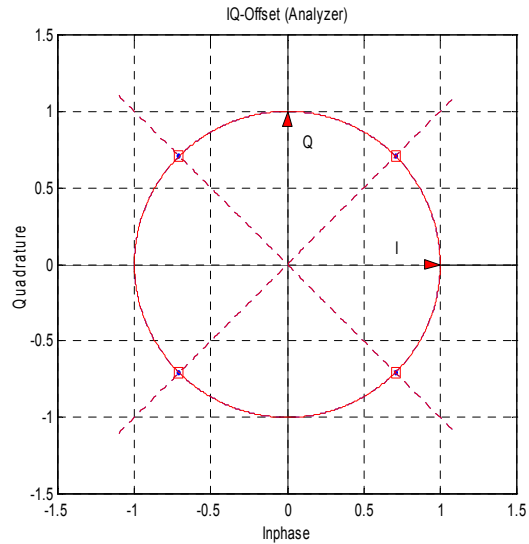


Bild 101 Modulationsfehler: Compensation of Origin Offset

Bild 100 und Bild 101 zeigen die Auswirkung eines IQ-Offsets bzw. Origin Offsets im Sender bzw. nach erfolgter Demodulation und Fehlerkompensation im Analysator.

Dem Idealen Sendesignal ist additiv ein Trägerrest mit der Amplitude c_0 und beliebiger Phase überlagert. Dies äußert sich im komplexen Basisband als Störvektor, der das gesamte Konstellationsdiagramm aus der komplexen "0" verschiebt. Bild 100 zeigt ein ideales Konstellationsdiagramm und ein um den IQ-Offset verschobenes Diagramm.

Während der Demodulation wird dieser Fehlerparameter ermittelt und vom komplexen Messdatensatz subtrahiert.

Das Messergebnis nach erfolgter Fehlerkompensation ist im Bild 101 dargestellt. Nach der Demodulation ist das ideale Konstellationsdiagramm wiederhergestellt, auch der Einheitskreis um die Konstellationspunkte bleibt erhalten und wurde nicht verformt.

IQ Verstärkungsfehler (Gain Imbalance)

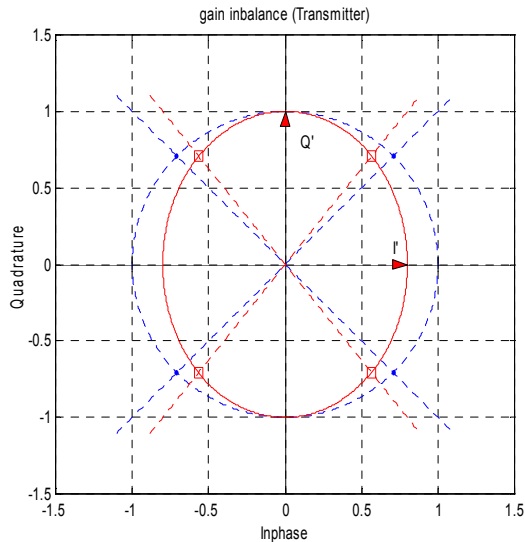


Bild 102 Modulationsfehler: Gain Imbalance (Transmitter)

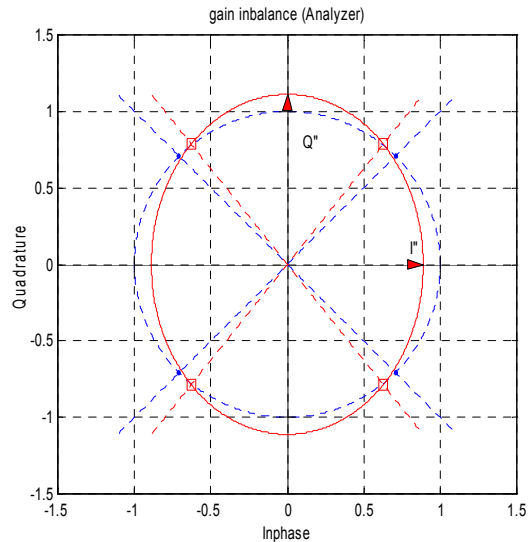


Bild 103 Modulationsfehler: Gain Imbalance (Analysator)

Als Gain Imbalance wird die unterschiedliche Verstärkung von I und Q-Kanal bei der Sendesignal-generierung bezeichnet. Die Wirkung dieses Fehlers auf das Konstellationsdiagramm und den Einheitskreis sind in Bild 102 dargestellt. Im gewählten Beispiel ist die Verstärkung im I-Kanal leicht abgesenkt, was zu einer Verzerrung des Koordinatensystems in I-Richtung führt. Der Einheitskreis der idealen Konstellationspunkte verformt sich zu einer Ellipse.

Im Analysator wird diese Verzerrung nicht korrigiert, sie führt zu einer Erhöhung des EVM und geht in die Fehleranzeige IQ-Imbalance ein.

Aus Bild 103 ist ersichtlich, dass der Analysator das Mess-Signal linear skaliert, damit der RMS EVM minimiert wird. Die Verformung des Einheitskreises zu einer Ellipse bleibt erhalten.

Quadraturfehler (Quadrature Imbalance)

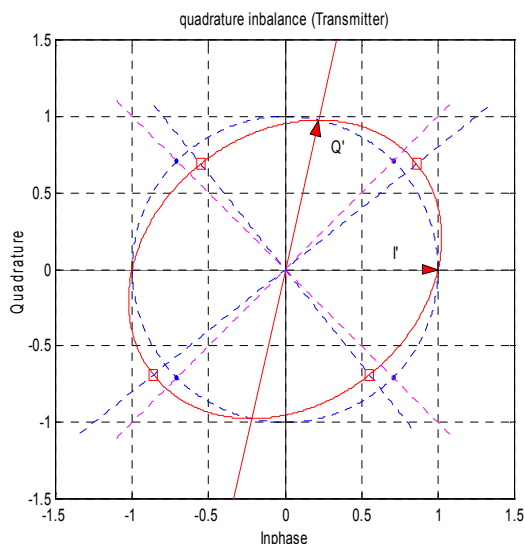


Bild 104 Modulationsfehler: Quadrature Imbalance (Transmitter)

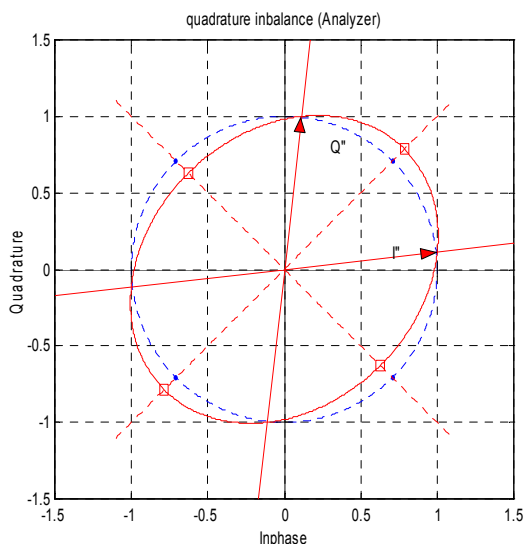


Bild 105 Modulationsfehler: Quadrature Imbalance (Analyser)

Die Quadrature Imbalance als weiterer Modulationsfehler wird in Bild 104 und Bild 105 gezeigt. Bei diesem Fehlerbild sind die Amplituden der I- und Q-Komponenten des modulierten Trägers gleich groß, die Phase zwischen den beiden Komponenten weicht von 90° ab. Dieser Fehler führt ebenfalls zu einer Verzerrung des Koordinatensystems, beispielhaft ist in Bild 104 die Q-Achse verzerrt. Während der Demodulation im Analyser wird neben einer linearen Amplitudenskalerung eine Phasendrehung vorgenommen, um das RMS EVM zu minimieren. Die Verformung des Einheitskreises zu einer Ellipse bleibt erhalten.

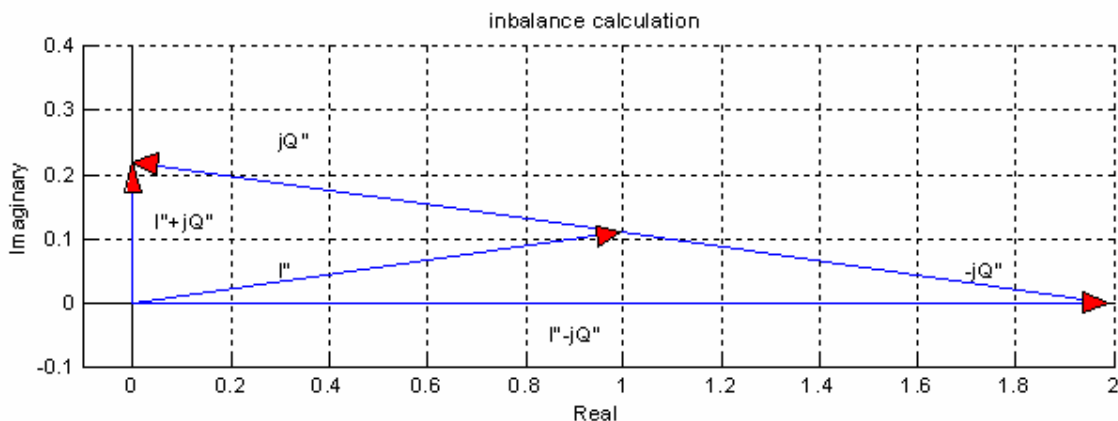


Bild 106 Modulationsfehler: IQ Imbalance

Die Fehlereinflüsse durch die Quadrature Imbalance und Gain Imbalance werden im Fehlerparameter **IQ-Imbalance** zusammengefasst:

$$IQ_Imbalance = \frac{|I''+jQ''|}{|I''-jQ''|}$$

Bild 106 zeigt die Herleitung dieses Messparameters am Beispiel der Quadrature Imbalance.

Nichtlineare Amplitudenverzerrungen (Gain Distortion)

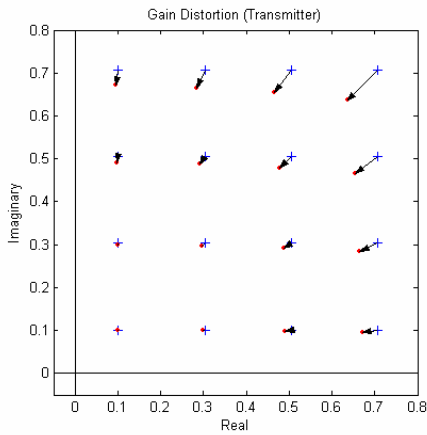


Bild 107 Nichtlineare Verzerrungen: Amplituden-Verzerrungen (Transmitter)

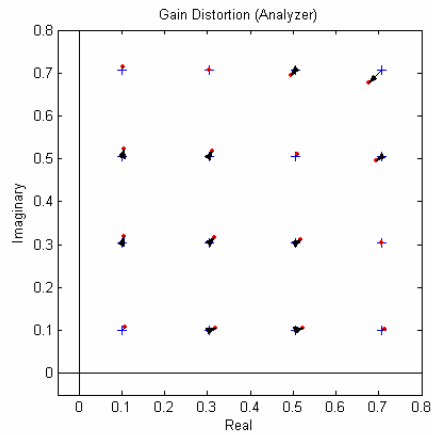


Bild 108 Amplituden-Verzerrungen (Analysator)

Bild 107 zeigt die Wirkung von nichtlinearen Amplitudenverzerrungen an einem 64 QAM Signal (dargestellt ist nur der 1. Quadrant). Die Übertragungsfunktion ist pegelabhängig, die größten Einflüsse sind bei hohem Eingangspegel vorhanden, kleine Signalpegel sind von der Verzerrung kaum betroffen. Im Analysator wird dieses Signal so skaliert, dass das mittlere Betragsquadrat des Fehlervektors minimiert wird, das Signal nach der Skalierung zeigt Bild 108.

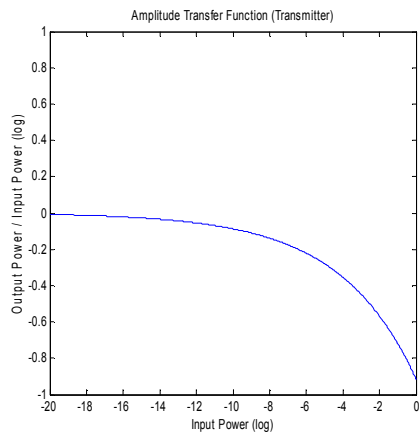


Bild 109 Amplitude Transfer Function (Transmitter)

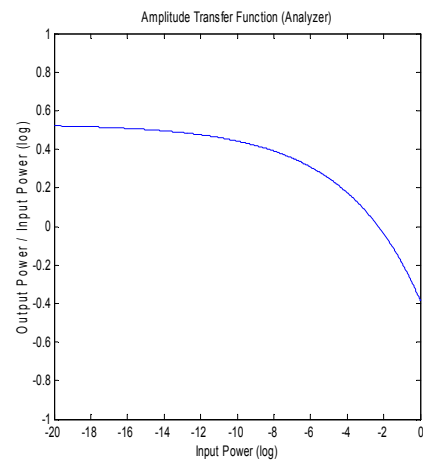


Bild 110 Amplitude Transfer Function (Analysator)

Die entsprechenden Amplitudenübertragungsfunktionen zeigen Bild 109 und Bild 110 beide in logarithmischer Darstellung. Die Kurve des Analysators ist gegenüber der Kurve des Senders um diesen Skalierfaktor verschoben.

Nichtlineare Phasenverzerrungen (Phase Distortion)

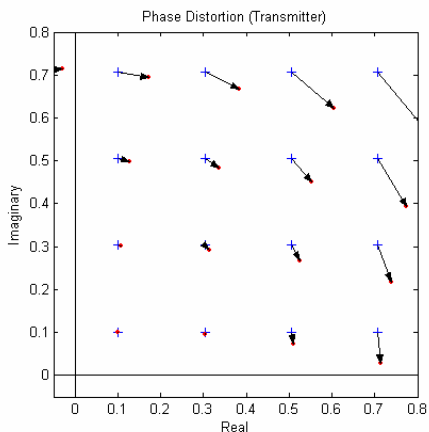


Bild 111 Nichtlineare Verzerrungen: Phasen-
Verzerrungen (Transmitter)

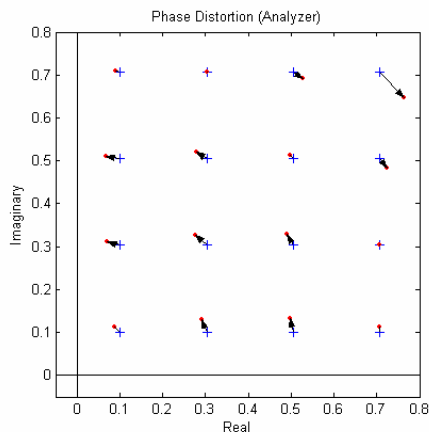


Bild 112 Phasen-Verzerrungen (Analysator)

Bild 111 zeigt die Wirkung von nichtlinearen Phasenverzerrungen an einem 64 QAM Signal (dargestellt ist nur der 1. Quadrant). Die Übertragungsfunktion ist pegelabhängig, auch hier sind die größten Einflüsse bei hohem Eingangspegel vorhanden, kleine Signalpegel sind von der Verzerrung kaum betroffen. Hervorgerufen werden solche Effekte beispielsweise durch Sättigungseffekte in Senderendstufen. Im Analysator wird dieses Signal in der Phase gedreht, dass der mittlere quadratische Betrag des Fehlervektor minimiert wird, das Signal nach der Skalierung zeigt Bild 112.

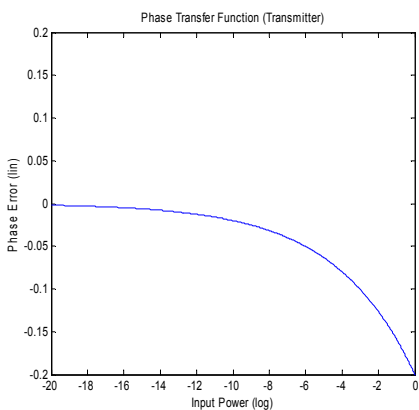


Bild 113 Nichtlineare Verzerrungen: Phasen-
Verzerrungen (Transmitter)

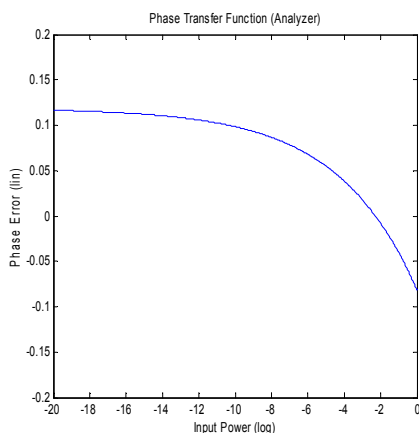


Bild 114 Phasen-Verzerrungen (Analysator)

Die entsprechenden Phasenübertragungsfunktionen zeigen Bild 113 und Bild 114 beide mit logarithmischer Pegelskalierung. Die Kurve des Analysators ist gegenüber der Kurve des Senders um die oben beschriebene Phase verschoben.

Rauschen (Noise)

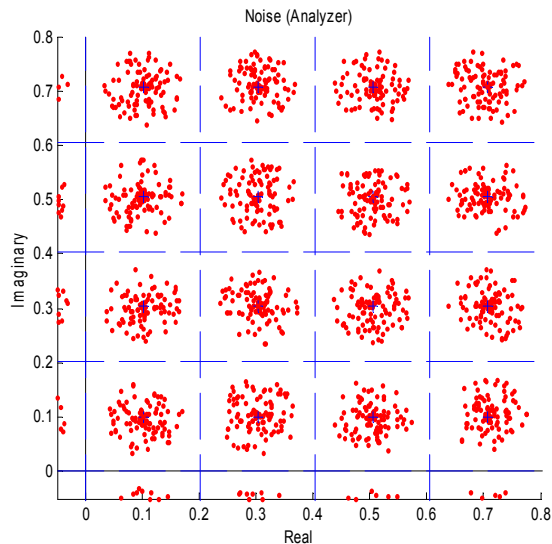


Bild 115 Additives Rauschen

Bild 115 zeigt ein 64 QAM Signal (dargestellt ist nur der 1. Quadrant) **mit additiver Rauschüberlagerung**. Zusätzlich eingezeichnet sind die Symbolentscheidungsschwellen. Die Störsignal zeigt sich als „Wolke“ um die idealen Symbolpunkte im Konstellationsdiagramm. Das Überschreiten der Symbolentscheidungsgrenzen führt zu Symbolfehlentscheidungen und zu einer Erhöhung der Bitfehlerrate.

Ähnliche Fehler-Darstellungen ergeben sich bei **falscher Filter-Einstellung** (des Sendefilters bzw. des dazupassenden Empfangsfilters im Analysator). Anstelle von intersymbol-interferenz-freien Punkten ergibt sich durch die falsche Filterauswahl ein Symbolübersprechen von benachbarten Symbolentscheidungszeitpunkten, das umso stärker wirkt, je stärker die Filterung von den tatsächlichen Gegebenheiten abweicht.

Beide geschilderten Effekte lassen sich nicht in der IQ-Constellation-Darstellung, sondern durch statistische und spektrale Analysen des Fehlersignals unterscheiden.

Modulationsfehler (FSK)

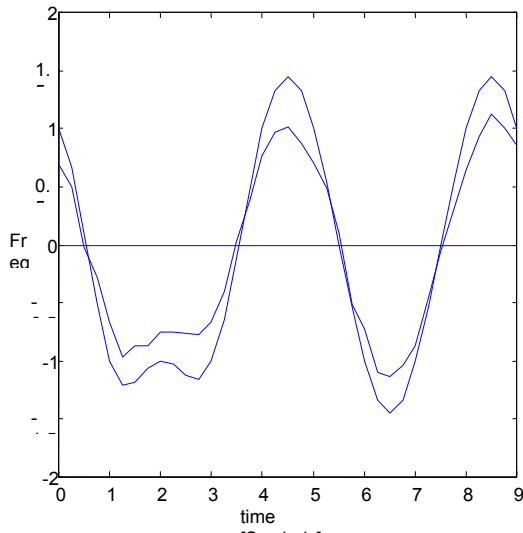


Bild 116 Modulationsfehler: Ref Signal (REFDEVCOMP = OFF) und MEAS Signal

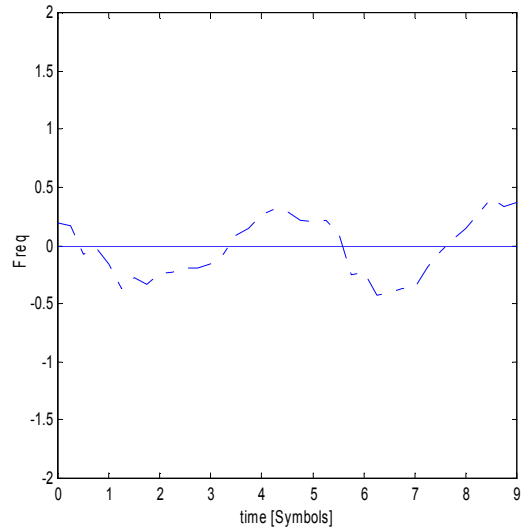


Bild 117 Modulationsfehler: Frequency Error, Ref Signal not normalized

Bild 116 zeigt den Verlauf der Augenblicksfrequenz des MEAS Signals und den Verlauf des REF Signals.

Der FSK-Demodulator führt eine Demodulation bis auf Symbolebene durch und erzeugt unter Verwendung des eingestellten Sendefilters und dem eingestellten Referenzhub das REF Signal.

Ein Fehler der Mittenfrequenz (Center Frequency Error) wird während des Demodulationsvorgangs automatisch kompensiert (wie auch bei PSK-, MSK- und QAM-Verfahren) und geht nicht in die folgenden Fehlerberechnungen ein.

Durch Korrelation bzw. einfacher Differenzbildung werden die Fehlerparameter:

- Hubfehler (Deviation Error) = numerischer Wert für den gesamten Messbereich
- Frequenzfehler (Frequency Error) = Abweichung der Augenblicksfrequenzen der beiden Signale errechnet.

Bild 117 zeigt den Frequenzfehler, der aus dem MEAS- bzw. REF-Signalen aus Bild 116 errechnet wurde.

Auffällig sind hier die modulationsabhängigen Schwankungen des Fehlersignals.

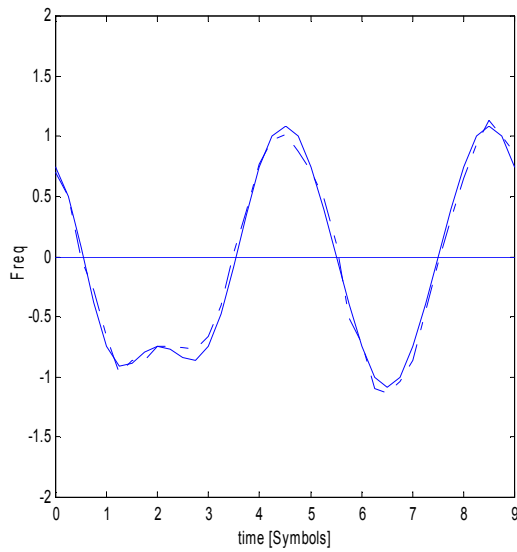


Bild 118 Modulationsfehler: Ref Signal normalized

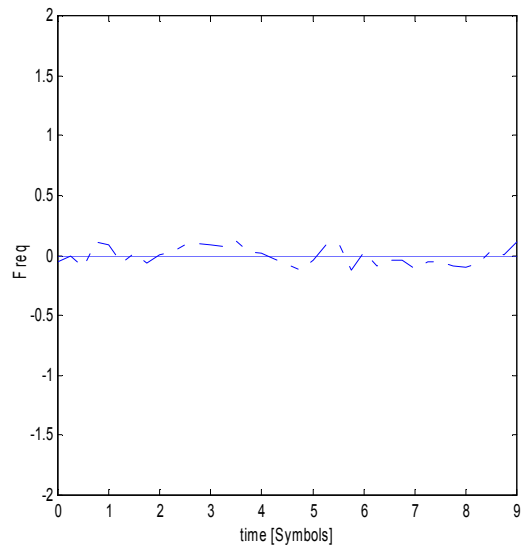


Bild 119 Modulationsfehler: Frequency Error, Ref Signal normalized

Bei REFDEVCOMP ON wird das **Referenzsignal** so **skaliert**, dass der RMS-Fehler zwischen skaliertem REF-Signal und dem MEAS Signal minimal wird.

Bild 118 zeigt das gleiche MEAS Signal wie Bild 111 sowie ein REF-Signal dessen Referenzhub jedoch umskaliert ist.

Im Fehlerplot (Bild 119) sind keine modulationsabhängigen Schwankungen mehr zu erkennen, die Fehler sind um die Frequenz 0 statistisch verteilt.

4 Bedienung und Menüübersicht

Bedienung

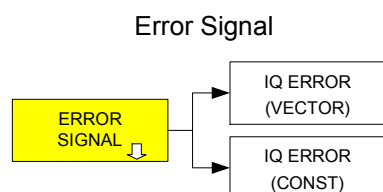
Die Option R&S FSQ-K70/FSMR-B73/FSU-B73 wird wie gewohnt menüorientiert anhand der Tasten, Hotkeys und Softkeys bedient.

Besonderheiten der Bedienung /Abweichungen zum Grundgerät

Die Standardeinheit ist Symbole.

In einigen Fällen (z.B. RECOPRD LENGTH) kann auch die Zeit als Grundeinheit gewählt werden, in diesem Falle wird intern automatisch auf die nächste ganzzahlige Symbolanzahl aufgerundet.

Anzeige von Zuständen innerhalb von Softkeys



Bei Softkeys, mit denen mehr als eine Einstellung erfolgen kann, wird die aktuelle Einstellung in der Softkeybeschriftung angezeigt. Beispielsweise sind für die Messauswertung IQ Error folgende Einstellungen möglich:

IQ ERROR VECTOR Darstellung des IQ-Fehlers im Vektordiagramm

IQ ERROR CONST. Darstellung des IQ-Fehlers im Konstellationsdiagramm

Der Zustand des Softkeys wird durch seine Farbe angezeigt:

Messung ist ausgeschaltet:

- der Softkey hat die Farbe grau

Messung ist eingeschaltet mit der Darstellart VECTOR

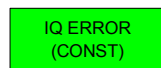
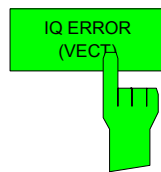
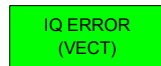
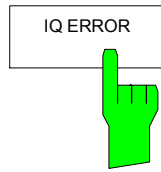
- der Softkeys hat die Farbe GRÜN

IQ ERROR (VECTOR)

IQ ERROR (CONST)

Messung ist eingeschaltet mit der Darstellart CONSTELLATION

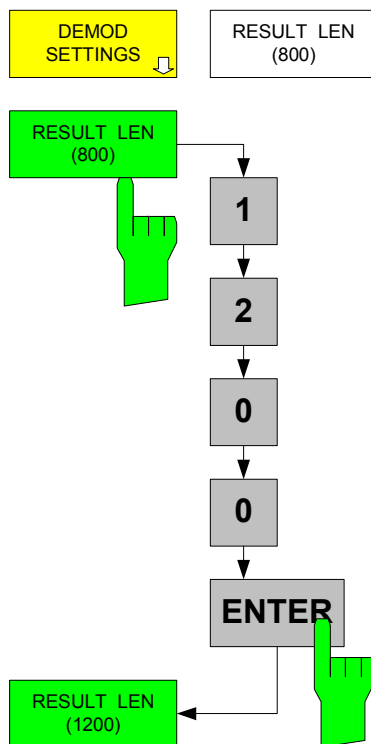
- der Softkeys hat die Farbe GRÜN



- Beim Drücken des inaktiven Softkeys wird die **zuletzt eingestellte Messung** wieder aktiviert und die Farbe des Softkeys wechselt von grau auf grün

- Ein zweites Drücken auf diesen bereits aktiven Softkey öffnet ein Auswahlfenster zur Umstellung auf die Betriebsart CONSTELLATION

Anzeige von Einstell-Parametern innerhalb des Softkeys

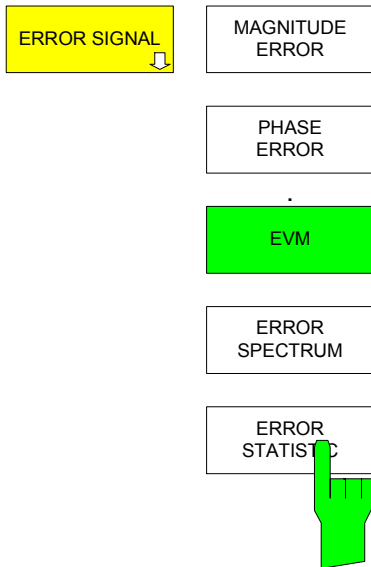


Für einige numerische Eingabeparameter wird der aktuelle Einstellwert innerhalb der Softkeybeschriftung angegeben:

Beispiele

- RECORD LENGTH LENGTH (mit Einheit)
- RESULT LENGTH (ohne Einheit, hier gilt die Standardeinheit SYMBOLS)

Dadurch kann der aktuelle Einstellwert ohne Öffnen des zugehörigen Softkeymenü sofort abgelesen werden. Bei Softkeys, die eine Parametereingabe mit unterschiedlichen Grundeinheiten ermöglichen (z.B. TIME oder SYMBOLE), ist auch die aktuell gewählte Einheit in der Softkeybeschriftung angegeben.



Eine zusätzliche Auswertemöglichkeit bieten die Softkeys *ERROR STATISTIC* und *ERROR SPECTRUM*:

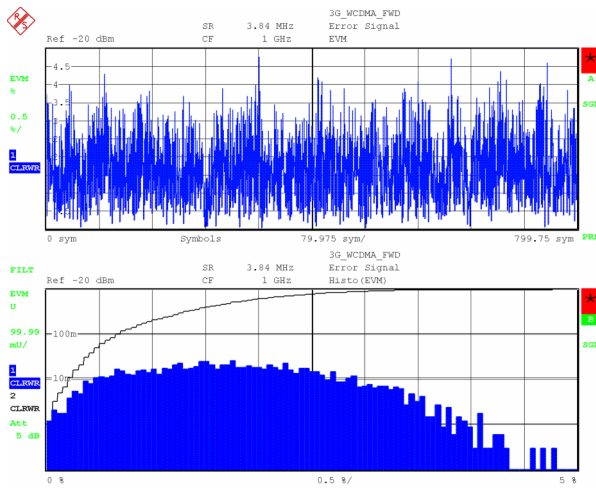
Bei Auswahl des *ERROR STATISTIC* Softkeys wird für die gewählte Darstellart (z.B. EVM) anstelle des Fehlerparameters dessen statistische Verteilung dargestellt.

Bei Auswahl des *ERROR SPECTRUM* Softkeys wird für die gewählte Darstellart (z.B. EVM) eine Fouriertransformation (FFT) zur Ermittlung des Spektrums durchgeführt.

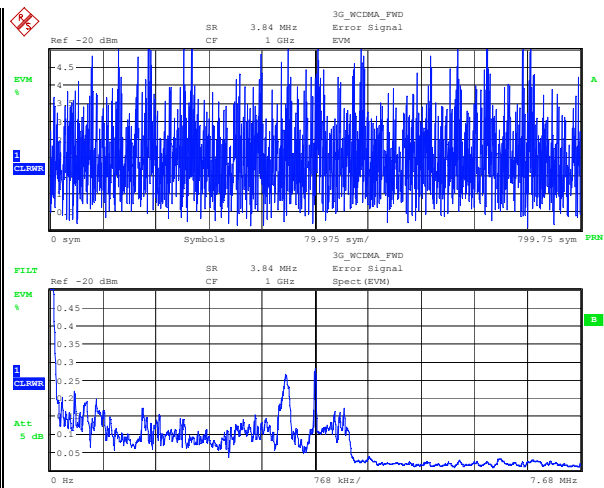
Die Basisdarstellart wird durch erneuten Druck (Ausschalten) des Softkeys *ERROR STATISTIC* bzw. *ERROR SPECTRUM* wieder hergestellt.

Bei Einschalten einer neuen Darstellart (z.B. *MAGNITUDE ERROR*, *PHASE ERROR*) wird der Softkey *ERROR STATISTIC* bzw. *ERROR SPECTRUM* automatisch ausgeschaltet.

Entsprechende Auswertemöglichkeiten existieren auch für den Record Buffer, sowie das Mess- und Referenzsignal, siehe Abschnitt "*Darstellung der Messergebnisse*"



Date: 11.AUG.2003 09:23:53
 Bild 120 Ergebnisdarstellung Split Screen:
EVM (oben) /
ERROR STATISTIC + EVM (unten)



Date: 4.JUL.2003 08:25:23
 Bild 121 Ergebnisdarstellung Split Screen:
EVM (oben) /
ERROR SPECTRUM + EVM (unten)

STATISTIC: Die Einheit und die Skalierung der y-Achse des Grunddiagramms wird auch für die x-Achse des Statistik-Diagramms verwendet.

SPECTRUM: Die Einheit und die Skalierung der y-Achse des Grunddiagramms wird auch für die y-Achse des Spektrum-Diagramms verwendet. Die x-Achsenkalierung richtet sich nach der IQ-Bandbreite.

Der Messbildschirm

Der Aufbau des Mess-Bildschirms weicht nur sehr gering vom Grundgerät ab. An die Stelle von Anzeigen, die typisch für den Spektrumanalysator-Betrieb sind, wie z.B. Filtereinstellungen und Sweepzeit (RBW, VBW, SWT), sind Informationen der Vektorsignal-Analyse getreten. Für Anzeigen des Messbildschirm, die hier nicht beschrieben sind, ist die Dokumentation des Grundgerätes heranzuziehen.

Die neuen Felder **oberhalb der Messkurve** ermöglichen die Anzeige :

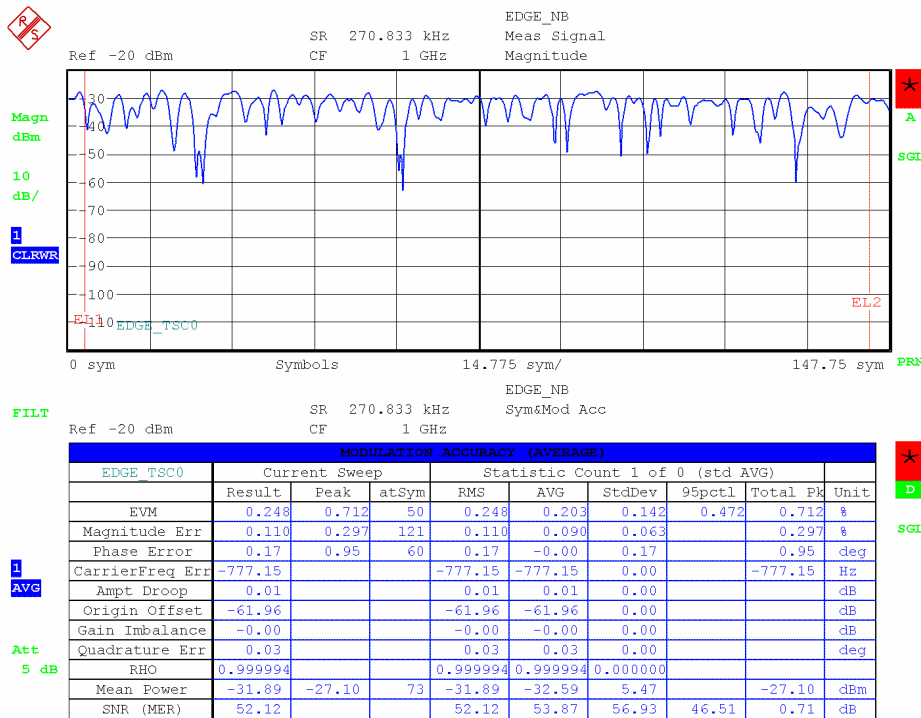
- Digitaler Standard bzw. der Modulationsart
- Symbolrate
- Bezeichnung der Ergebnisdarstellung

Innerhalb der Messkurve werden folgende Statusinformationen angezeigt:

- Warnungen und Statusinformationen, die für die laufende Messung gelten (z.B. BURST NOT FOUND)
- Laufende Nummer und Anzahl der Messungen für Mittelungsmessungen

Links neben der Messkurve werden zusätzliche Informationen über die Art der Filterung in der Signalverarbeitung angegeben:

- RAW bzw. FILT für Messungen an ungefilterten oder mess-gefilterten Signalen



Date: 11.AUG.2003 09:55:15

Bild 122 Der Messbildschirm in der Option R&S FSQ-K70/FSMR-B73/FSU-B73

Warnungen und Meldungen der Signalverarbeitungsstufen

Je nach Art des Eingangssignals können während der Demodulation verschiedene Fehler auftreten.

- **BURST NOT FOUND**
Der Analysator wurde mit BURST SRCH ON (Suche nach Bursts = EIN) parametrisiert, aber es wurde kein Burst im Signal gefunden.
- **PATTERN NOT FOUND**
Der Analysator wurde mit PAT SRCH ON (Suche nach Pattern = EIN) parametrisiert, aber es wurde kein eingestelltes Synchronisations-Pattern gefunden
- **END OF BUFFER**
Der Analysator hat das Ende des aufgenommenen Datensatzes erreicht, weitere Daten zur Demodulation und Messung liegen nicht mehr vor. Diese Meldung tritt nur dann auf, wenn der Mehrfachauswertungsmodus MULTI sowie SINGLE SWEEP aktiv sind und keine automatische neue Datenannahme erfolgt (AUTO CAPTURE = OFF).
- **NO VALID SIGNAL**
Der Analysator konnte das Eingangssignal nicht demodulieren. Dieser Meldung kann auftreten, wenn Rauschen, ein unmodulierter Träger oder ein Signal mit abweichenden Modulationsparametern am Eingang anliegt.

In den Signal- und Modulationsfehler-Traces werden solche Messungen mit einer Warnung im Funktionsfeld markiert. Falls mehrere Warnungen gleichzeitig auftreten, wird in diesem Feld nur die Warnung mit der höchsten Priorität angezeigt und weitere unterdrückt.

Tabelle 9 Warnanzeigen in der Reihenfolge ihrer Priorität:

Priorität	Warnanzeige	Ursache	Unterdrückung der Meldung falls Warnung mit höherer Priorität
Sehr hoch	NO VALID SIGNAL	Keine Demodulation möglich	
Hoch	END OF BUFFER	Ende des aufgenommenen Datensatzes ist erreicht.	
Mittel	BURST NOT FOUND	Kein Burst im Signal, aber BURST SRCH ON	
Niedrig	PATTERN NOT FOUND	Kein Pattern im Signal, aber PAT SRCH ON	BURST NOT FOUND

Bei einer fehlerfreien Messung wird in diesem Funktionsfeld der Name des gefundenen Patterns (z.B. GSM_TSC0) angezeigt. Ist eine Patternsuche nicht aktiv, bleibt das Feld leer.

Verwerfen einer Messung

Mit MEAS ONLY ON BURST und MEAS ONLY ON PATT führt der Analysator nur Messungen mit gültigem Burst-Signal bzw. Pattern durch und bringt diese zur Anzeige. Andernfalls wird die Messung unterdrückt und eine Statusanzeige SEARCHING BURST bzw. SEARCHING PATTERN auf dem Gerätedisplay angezeigt. Bei gemittelten Messungen mit der Einstellung BURST SRCH=ON sollte auch MEAS ONLY ON BURST aktiviert werden, damit Fehlmessungen das Mittelungsergebnis nicht beeinflussen. Entsprechendes gilt für die Patternsuche.

Menü-Übersicht

Hotkeys

Belegung der Hotkeyleiste des Grundgerätes

Die Position des Hotkeys VSA kann je nach Art und Anzahl der installierten Optionen variieren.

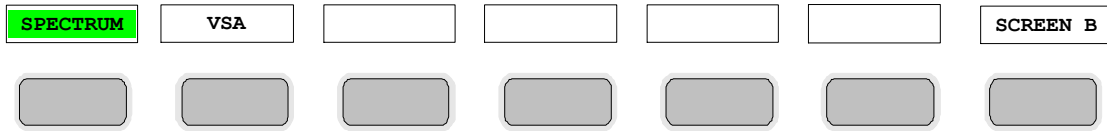


Bild 123 Hotkeyleiste des Grundgerätes bei installierter Option R&S FSQ-K70/FSMR-B73/FSU-B73

Belegung der Hotkeyleiste der Option

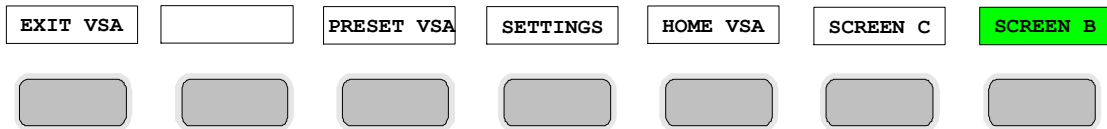
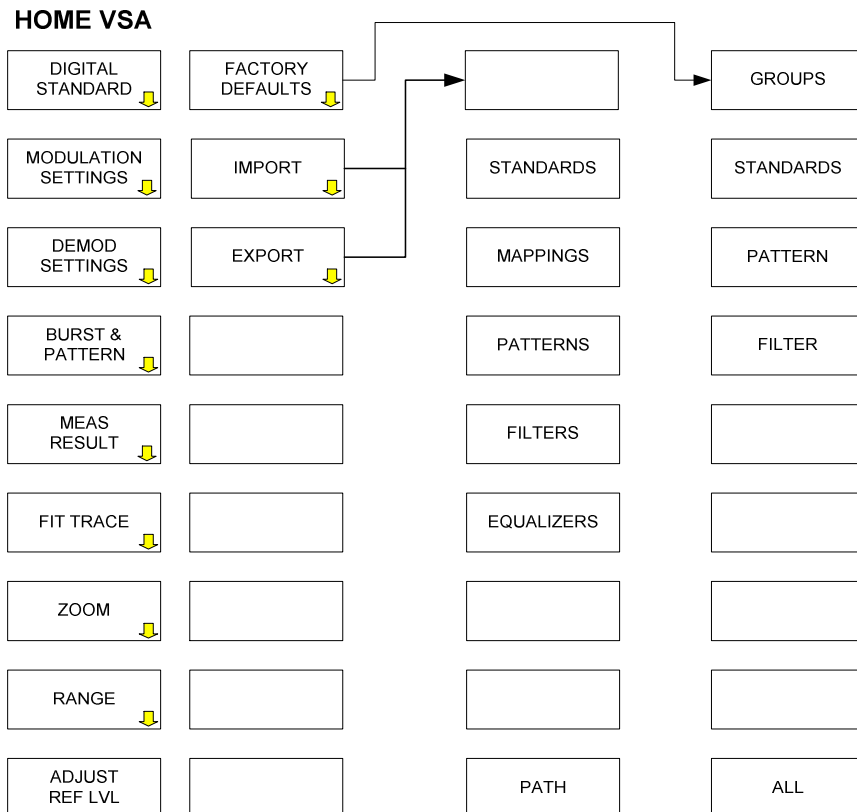
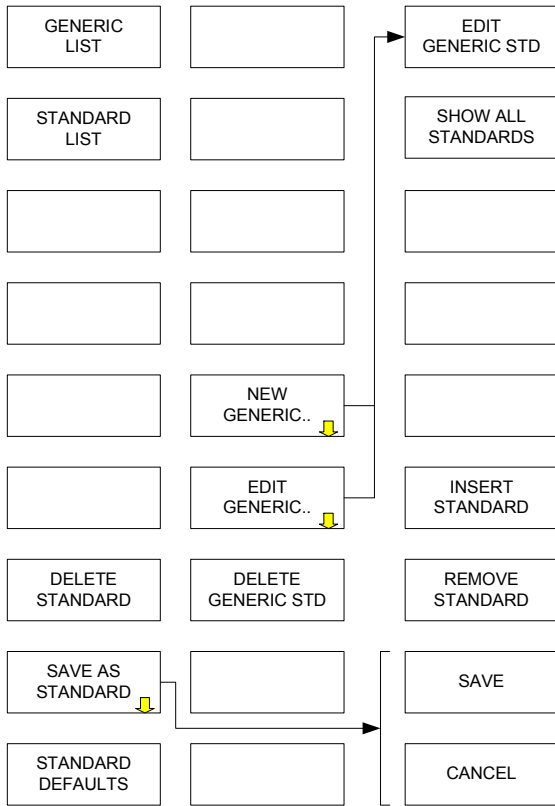


Bild 124 Hotkeyleiste bei eingeschalteter Option R&S FSQ-K70/FSMR-B73/FSU-B73

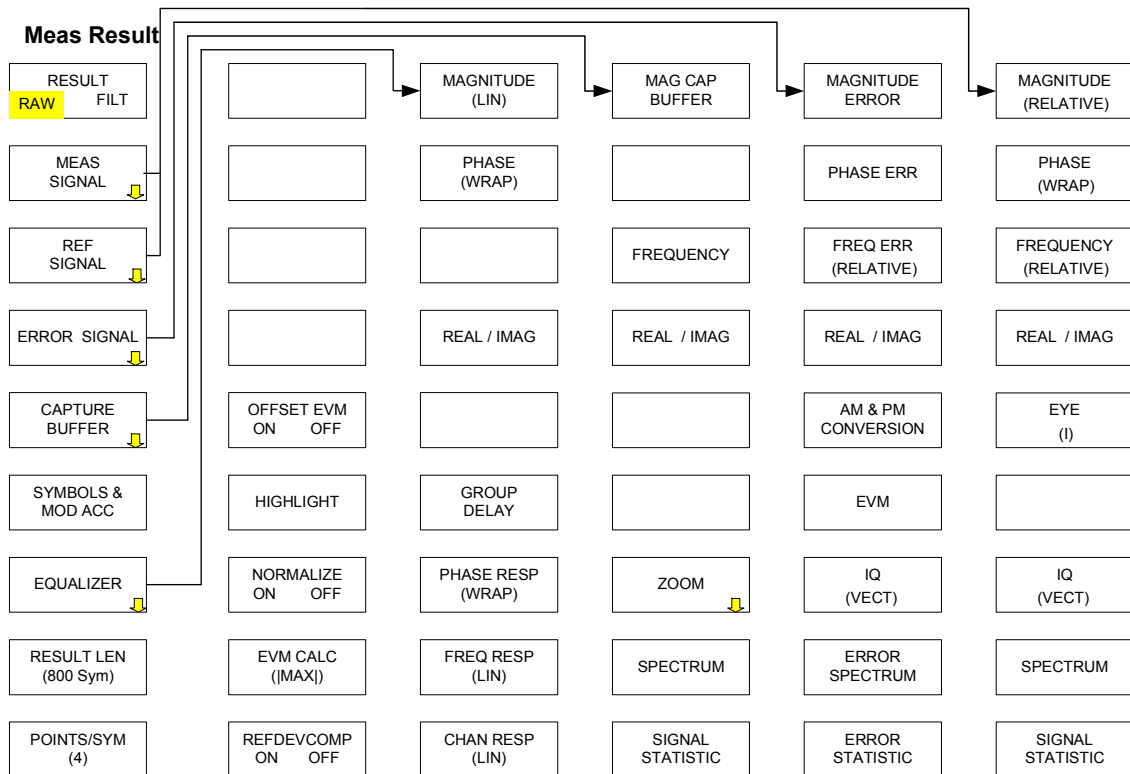
Softkeys



Digital Standard



Meas Result



Fit Trace

	RECORD LEN AUTO
FIT TRIGGER	RECORD LEN (800 SYM)
FIT BURST	RECORD LEN (1.579 us)
FIT PATTERN	
FIT ALIGN LEFT	
FIT ALIGN CENTER	PAT POS (123SYM)
FIT ALIGN RIGHT	
FIT ALIGN (20%)	RESULT LEN (456SYM)
SET SYMB # (58SYM)	FIT OFFSET (-10SYM)

ZOOM

ZOOM START
ZOOM LENGTH
DEMOD NEXT RIGHT
DEMOD RESTART
DEMOD @ ZOOM START
CAPTURE AUTO OFF
MULTI ON OFF

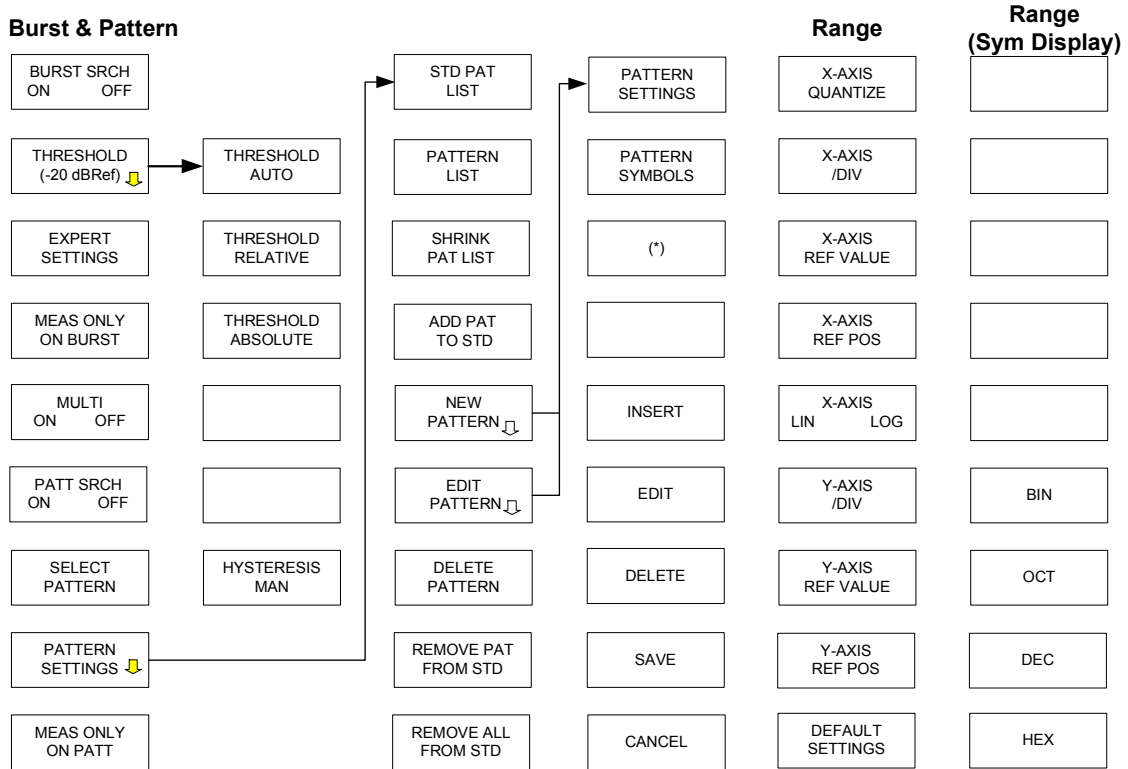
Modulation Settings

SYM RATE (270.833 kHz)	
MODULATION & MAPPING	
MODULATION FILTER	MODULATION FILTER
EQUALIZER SETTINGS	
	NEW USER SET
ALPHA / BT (0.3)	DELETE USR SET
FSK DEV (123.4 kHz)	SAVE USER SET
POINTS/SYM (4)	

EQUALIZER ON OFF
EQUALIZER TRAIN
EQUALIZER FREEZE
EQUALIZER RESET
EQUALIZER LENGTH
EQUALIZER STEP
EQUALIZER LOAD
EQUALIZER SAVE
EQUALIZER DELETE

Demod Settings

RECORD LEN (8 kSym)	EVAL LINE 1	AUTO
RESULT LEN (800)	EVAL LINE 2	RECORD LEN (8 kSym)
EVAL LINES		RECORD LEN (1.234 ms)
MULTI ON OFF		
FORCE WB PATH		
SIDEBAND NORM INV		
NORMALIZE ON OFF		
POINTS/SYM (4)		



CAL		SETUP		HARDCOPY		FREQUENCY	
CAL TOTAL	REFERENCE INT EXT	YIG FILTER ON OFF	PRINT SCREEN	CENTER			
	NOISE SRC ON OFF		PRINT TRACE				
CAL ABORT	SIGNAL SOURCE ↓		PRINT TABLE	CF STEP AUTO MAN			
	PREAMP	RF PATH	HARDCOPY ABORT	CF STEP SIZE			
CAL CORR ON OFF		BASEBAND ANALOG	SETUP				
	GENERAL SETUP ↓	IQ INPUT 50Ω 1kΩ	DEVICE 1 2				
CAL RESULTS	SYSTEM INFO ↓	BALANCED ON OFF	COLORS ↓	FREQUENCY OFFSET			
PAGE UP	SERVICE ↓	LOWPASS 36 MHZ	COMMENT SCREEN A				
PAGE DOWN		DITHER ON OFF	COMMENT SCREEN B				
TRACE		DISPLAY		FILE			
SELECT TRACE	MIN HOLD	FULL SCREEN	SAVE				
CLEAR / WRITE	AVG MODE (LOG)	SPLIT SCREEN	RECALL				
MAX HOLD	FILE EXPORT						
AVERAGE	FILE IMPORT		EDIT COMMENT				
VIEW	DATA TRACE		ITEMS TO SAVE / RCL				
BLANK	DATA RAW		DATA SET LIST	DATA SET CLEAR ALL			
SWEEP COUNT	HEADER ON OFF		DATA SET CLEAR				
RMS	DECIM SEP		STARTUP RECALL				
		CONFIG DISPLAY ↓	FILE MANAGER				

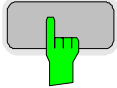
AMPT		BW		SWEEP		TRIGGER	
REF LEVEL			RES BW MANUAL	CONTINUOUS SWEEP	FREE RUN		
	REF LEVEL OFFSET		RES BW AUTO	SINGLE SWEEP			
		Y UNIT LOG DB		DEMOD NEXT RIGHT	EXTERN		
RANGE		Y UNIT LINEAR		DEMOD RESTART	IF POWER		
DISPLAY UNIT		Y UNIT DEG		DEMOD @ ZOOM START	IQ LEVEL		
RF INPUT AC DC		Y UNIT RAD		SWEEP COUNT	TRIGGER OFFSET		
RF ATTEN MANUAL				CAPTURE AUTO OFF	POLARITY POS NEG		
RF ATTEN AUTO		X UNIT TIME		MULTI ON OFF	MEAS ONLY ON PATT		
ADJUST REF LVL	MIXER	X UNIT SYMBOL			MEAS ONLY ON BURST		
MARKER		MKR ->		MKR FCT		LINES	
MARKER 1	MKR -> TRACE	SELECT MARKER		COMP PT (1 dB)	SELECT LIMIT LINES		
MARKER 2		MAX PEAK			NEW LIMIT LINE		
MARKER 3		MIN PEAK			EDIT LIMIT LINE		
MARKER 4		MAX PEAK			COPY LIMIT LINE		
MARKER NORM DELTA					DELETE LIMIT LINE		
					X OFFSET		
					Y OFFSET		
ALL MARKER OFF		MKR -> TRACE					

5 Geräteeinstellungen und Messungen

Zurücksetzen der Option - Hotkey PRESET VSA



Der Hotkey *PRESET VSA* setzt die Option R&S FSQ-K70/FSMR-B73/FSU-B73 auf den Anfangszustand (3G_WCDMA_FWD) zurück.

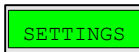


Einstellungen anderer Applikationen sowie Frequenz-, Pegel- oder Triggereinstellungen bleiben unverändert.

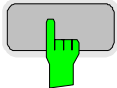
IEC-Bus-Befehl

- (der IEC-Bus-Befehl *RST setzt im Gegensatz zum Hotkey alle Geräteeinstellungen zurück)

Übersicht der aktuellen Einstellungen - Hotkey SETTINGS



Der Hotkey *SETTINGS* öffnet eine Tabelle, in der die wichtigsten Einstellungen der Option zusammengefasst sind (siehe Bild 125). Die Darstellung dient dem Überblick, eine Einstellmöglichkeit innerhalb dieses Fensters ist nicht vorhanden



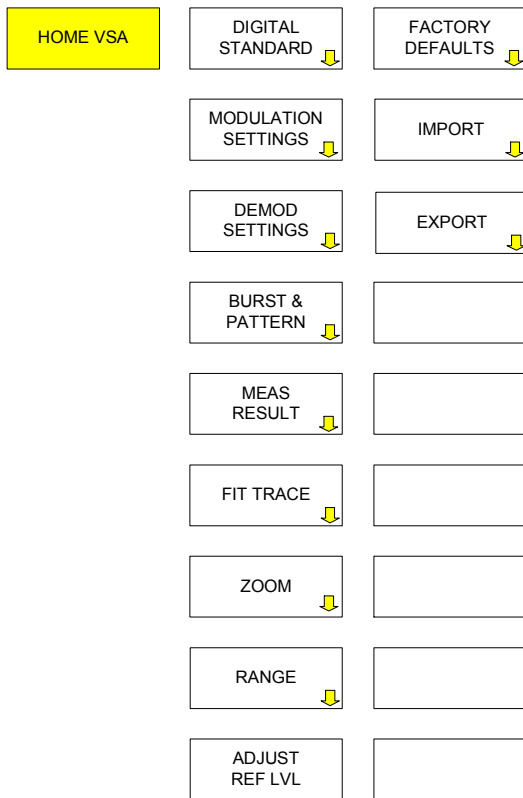
IEC-Bus-Befehl -

USA SETTINGS			
DIGITAL STANDARD	DECT_FP	INSTR SETTINGS	
		Input	RF
MOD SETTINGS		Center Frequency	1 GHz
Symbol Rate	1.152 MHz	Reference Level	-20 dBm
Modulation	2FSK	RF Attenuator	AUTO
Mapping	NATURAL	Sweep	continuous
Transmit Filter	GAUSS	Trigger	free run
Receive Filter	NONE	Trigger Offset	0 s
Weighting Filter	NONE		
BURST & PATTERN	SETTINGS	RESULT SETTINGS	
Burst Search	ON	Sweep Count	0
Burst Threshold	AUTO	Fit	pattern to left
Pattern Search	ON	Fit Offset	-4 Symbols
Pattern	DECT_FP,...	SCREEN A/C	A
Meas Only	all	Range X	-4 to 419.75 Symb
		Range Y	-0.15 to 0.15 U
DEMOD SETTINGS		Trace 1	Frequ CLRWR
Record Length	12000 Symbols	Trace 2	-
Result Length	424 Symbols	Trace 3	-
Eval Size	0 419 Symbols	SCREEN B/D	B
Sideband	NORM	Range X	-
Points / Symbol	4	Range Y	B
		Trace 1	-
		Trace 2	-
		Trace 3	-

Bild 125 Übersicht der Vektoranalyse-Einstellungen

Konfiguration der Messungen - Hotkey HOME VSA

Die Konfiguration der Messung erfolgt im Menü *HOME VSA*:



Der Hotkey *HOME VSA* öffnet das Menü der Option R&S FSQ-K70/FSMR-B73/FSU-B73 mit den folgenden Einstellmöglichkeiten:

- *DIGITAL STANDARD* öffnet ein Untermenü zur Auswahl von Messungen an Digitalen Standards.
- *MODULATION SETTINGS* öffnet ein Untermenü, in dem die Einstellungen zusammengefasst sind, die die Modulationsart definieren
- *DEMOD SETTINGS* öffnet ein Untermenü mit den Einstellungen, die für die Demodulation relevant sind
- *BURST & PATTERN* öffnet ein Untermenü zur Parametrisierung der Burst-Suche und der Suche nach Synchronisationspattern, die im Symbolstrom enthalten sein können
- *MEAS RESULT* öffnet ein Untermenü mit den Einstellmöglichkeiten, die das Demodulationsergebnis und die Art der Ergebnisdarstellung betreffen.
- *ZOOM* öffnet ein Untermenü zur Ausschnittdarstellung des Messdatenspeichers (Capture Buffer) und zur Steuerung der Demodulation
- *FIT TRACE* öffnet ein Untermenü zur Positionierung des Messergebnisses auf dem Display
- *RANGE* öffnet ein Untermenü mit den Skalierparametern für die Displaydarstellung.
- *ADJUST REF LVL* bewirkt eine automatische PegelEinstellung des Messgerätes

Im rechten Seitenmenü sind folgende Einstellmöglichkeiten vorhanden:

- *FACTORY DEFAULTS* öffnet ein Untermenü zur Wiederherstellung des Auslieferungszustandes
- *IMPORT* öffnet ein Untermenü zum Laden von Filtern, Pattern, Standards und Mappings
- *EXPORT* öffnet ein Untermenü zum Abspeichern von Filtern, Pattern, Standards und Mappings auf einem externen Datenträger

Messungen an Digitalen Standards - Softkey DIGITAL STANDARD

Vordefinierte Standards und Standardgruppen

Im Menü **Digital Standards** können vordefinierte Grundeinstellungen für Standards ausgewählt und eigene Standards abgespeichert werden.

Hinweis: Eine Export- und Importfunktion ermöglicht den Transfer von vordefinierten und benutzerdefinierten Standards zwischen verschiedenen Geräten (siehe Menü HOME VSA).

Für viele Mobilfunknetze sind die gängigsten Messungen bereits als Standardeinstellungen vordefiniert. In diesen **Standardeinstellungen** werden beispielsweise folgende Einstellungen vorbesetzt:

- Symbolrate
- Modulationsart und Modulationsfilter
- Aufzeichnungslänge (record length)
- Suche nach Burst-Signalen
- Synchronisation auf feste Signalmuster (Pattern)
- Mess-Ergebnisse
- Anzeigebereich und Skalierungen

Die Standardeinstellungen sind wiederum in einem *GENERIC STANDARD* gruppiert, um die Auswahl eines Standard zu erleichtern. Eine *GENERIC STANDARD* ist ein Ordnungskriterium für Standards mit ähnlichen Messaufgaben.

Beispielsweise sind unter dem vordefinierten *GENERIC STANDARD GSM_EDGE* die Einstellungen zur Messung

- GSM Normal Burst,
 - Access Burst,
 - Synchronisation Burst,
 - Frequency Correction Burst sowie
 - Edge Normal Burst
- gruppiert...

Die Gruppierung selbst unterliegt keinerlei Einschränkungen und Regeln. Insbesondere können auch Standards mit verschiedenen Modulationsarten und Synchronisationssequenzen in einer Gruppe zusammengefasst werden.

Die **Definition eigener Standards** ist problemlos möglich.

Mit dem Softkey *SAVE AS STANDARD* wird die aktuelle Geräteeinstellung mit oben genannten Parametern einschließlich der Synchronisationspattern aber **ohne Frequenz und Pegelinstellungen** des Grundgerätes übernommen und mit einem frei definierbaren Namen abgespeichert. Auch die Zuordnung des neuen Standards zu einer *GENERIC STANDARD* kann im Menü eingetragen werden. Die Definition neuer Gruppen ist ebenfalls problemlos möglich.

Die Verwendung von Standards in mehreren Gruppen ist möglich. Damit hat der Anwender die Möglichkeit sich einen Gruppen-Shortcut mit eigenen, bevorzugten Standard-Messeinstellungen zu erzeugen..

Die Gruppierung und Auswahl der Einzelstandards ist ohne Einschränkungen möglich, d.h. sie können auch zu verschiedenen Mobilfunknetzen mit völlig abweichenden Grundeinstellungen gehören. Ein *GENERIC STANDARD* dient daher lediglich **als Ordnungskriterium** für die darin enthaltenen Einzel-Standards.

Liste der vordefinierten Standards und Standardgruppen

Modulation/ GENERIC STANDARD	Standard	Modulation	Symbol rate	Filter & Mapping Transmit Filter Receive Filter Measure. Filter Mapping 1) 2) 3) 4)	Alfa BT	REF Deviation (FSK)	Search for Burst	Search for Pattern	Pattern Position	Pattern	Record length	Result length	Eval Lin 1	Eval Lin2	Fit	Fit Offset	Set Symb.#	Points/symb	RESULT RAW/FILT	ScreenA/B
APCO25	APCO25_C4FM	4FSK	4.8 kHz	APCO25_C4FM_TX APCO25_C4FM_ISI APCO25_C4FM_ISI Mapping: APCO25_C4FM	-	1.8 kHz						200			Trigger to Left			4	FIL T	Freq Error / Modu. Acc
	APCO25_CQPSK	Pi4- DQPSK	4.8 kHz	RRC NONE NONE Mapping: APCO25	0.2	-						200			Trigger to Left			4	FIL T	Meas Const / Modu. Acc
	APCO25_F4FM	4FSK	4.8 kHz	APCO25_F4FM_TX APCO25_F4FM_ISI APCO25_F4FM_ISI Mapping: APCO25_F4FM	0.22	4 kHz						200			Trigger to Left			4	FIL T	Freq Error / Modu. Acc
GSM-EDGE	GSM_NB	DMSK	270.833 kHz	GAUSS NONE NONE Mapping: GSM	0.3	-	X	X		GSM_TSC0 GSM_TSC7		148	3		Pattern to Center			4	FIL T	Phase Error / Modu. Acc
	GSM_SB	DMSK	270.833 kHz	GAUSS NONE NONE Mapping: GSM	0.3	-	X	X		GSM_SB0 GSM_SB2		148	42		Pattern to Center			4	FIL T	Phase Error / Modu. Acc
	GSM_FB	DMSK	270.833 kHz	GAUSS NONE NONE Mapping: GSM	0.3	-	X	X		GSM_FB0 GSM_FB01		148	3		Pattern to Center			4	FIL T	Phase Error / Modu. Acc
	GSM_AB	DMSK	270.833 kHz	GAUSS NONE NONE Mapping: GSM	0.3	-	X	X		GSM_AB0 GSM_AB2		88	8		Pattern to Center			4	FIL T	Phase Error / Modu. Acc
	EDGE_NB	3pi- 8PSK	270.833 kHz	GAUSS_LINEARIZED EDGE_ISI EDGE_MEAS Mapping: WCDMA	-	-				EDGE_TSC0 EDGE_TSC7		148	3		Pattern to Center			4	FIL T	EVM/ Modu. Acc

Modulation/ GENERIC STANDARD	Standard	Modulation	Symbol rate	Filter & Mapping 1) Transmit Filter 2) Receive Filter 3) Measure. Filter 4) Mapping	Alfa BT	REF Deviation (FSK)	Search for Burst	Search for Pattern	Pattern Position	Pattern	Record length	Result length	Eval Lin 1	Eval Lin2	Fit	Fit Offset	Set Symb #	Points/symb	RESULT RAW/FILT	ScreenA/B
3G_WCDMA	3G_WCDMA_FWD	QPSK	3.84 MHz	RRC RRC RRC Mapping: WCDMA	0.22	-						800	0		Trigger to Left			4	FIL T	Meas Const/ Modu. Acc
	3G_WCDMA_REV	QPSK	3.84 MHz	RRC RRC RRC Mapping: WCDMA	0.22	-						800			Trigger to Left			4	FIL T	Meas Const/ Modu. Acc
CDMA2K	CDMA2K_1x_FWD	QPSK	1.2288 MHz	CDMA2K_1X_FWD_TX CDMA2K_1X_FWD_ISI CDMA2K_1X_FWD_ISI Mapping: CDMA2K_FWD	-	-						800	0		Trigger to Left			4	FIL T	Meas Const/ Modu. Acc
	CDMA2K_1x_REV	QPSK	1.2288 MHz	CDMA2K_1X_REV_TX CDMA2K_1X_REV_ISI CDMA2K_1X_REV_ISI Mapping: CDMA2K_REV	-	-						800	0		Trigger to Left			4	FIL T	Meas Const/ Modu. Acc
	IS95_FWD	QPSK	1.2288 MHz	CDMA2K_1X_FWD_TX CDMA2K_1X_FWD_ISI CDMA2K_1X_FWD_ISI Mapping: CDMA_FWD	-							800	0		Trigger to Left			4	FIL T	Meas Const/ Modu. Acc
	IS95_REV	Pi4- DQPSK	24.3 kHz	CDMA2K_1X_REV_TX CDMA2K_1X_REV_ISI CDMA2K_1X_REV_ISI Mapping: CDMA2K_REV	-					NADC_S1 ... NADC_S6		162	0		Pattern to Center			4	FIL T	Meas Const/ Modu. Acc
NADC	NADC_FWD	Pi4- DQPSK	24.3 kHz	RRC RRC RRC Mapping: NADC	0.35			X		NADC_S1 ... NADC_S6		162	0		Pattern to Center			4	FIL T	Meas Const/ Modu. Acc
	NADC_REV	Pi4- DQPSK	24.3 kHz	RRC RRC RRC Mapping: NADC	0.35		X			NADC_S1 ... NADC_S6		156	6		Burst to Center			4	FIL T	Meas Const/ Modu. Acc
PDC	PDC_DOWN	Pi4- DQPSK	21 kHz	RRC RRC RRC Mapping: PDC	0.35		X	X		PDC_S1 ... PDC_S12		138			Pattern to Center			4	FIL T	Meas Const/ Modu. Acc

Modulation/ GENERIC STANDARD	Standard	Modulation	Symbol rate	Filter & Mapping 1) Transmit Filter 2) Receive Filter 3) Measure. Filter 4) Mapping	Alfa BT	REF Deviation (FSK)	Search for Burst	Search for Pattern	Pattern Position	Pattern	Record length	Result length	Eval Lin 1	Eval Lin2	Fit	Fit Offset	Set Symb #	Points/symb	RESULT RAW/FILT	ScreenA/B
	PDC_UP	Pi4-DQPSK	21 kHz	RRC RRC RRC Mapping: PDC	0.5		X			PDC_S1 ... PDC_S12		135	3		Burst to Center			4	FIL T	Meas Const/ Modu. Acc
PHS	PHS_UPDN	Pi4-DQPSK	192 kHz	RRC RRC RRC Mapping: PHS	0.5		X			PHS_DO1 PHS_DO2 PHS_UP1 PHS_UP2		110	2		Burst to Center			4	FIL T	Meas Const/ Modu. Acc
TETRA	TETRA_NDDOWN	Pi4-DQPSK	18 kHz	RRC RRC RRC Mapping: TETRA	0.5		X			TETRA_S1 ... TETRA_S3		246	2		Burst to Center			4	FIL T	Meas Const/ Modu. Acc
	TETRA_NCDOWN	Pi4-DQPSK	18 kHz	RRC RRC RRC Mapping: TETRA	0.5		X			TETRA_E TETRA_S		255	7		Burst to Center			4	FIL T	Meas Const/ Modu. Acc
DECT	DECT_FP	2FSK	1152 kHz	GAUSS NONE NONE Mapping: DECT	0.5	288 kHz	X			DECT_FP DECT_PP		424	16		Burst to Center			4	RA W	Freq Error/ Modu. Acc
BLUETOOTH	BLUETOOTH1	2FSK	1000 kHz	GAUSS NONE NONE Mapping: BLUETOOTH	0.5	160 kHz	X			BLUETH_AA BLUETH_FO		625	0		Burst to Left			4	RA W	Freq Error/ Modu. Acc
	BLUETOOTH3	2FSK	1000 kHz	GAUSS NONE NONE Mapping: BLUETOOTH	0.5	160 kHz	X			BLUETH_AA BLUETH_FO		1875	0		Burst to Left			4	RA W	Freq Error/ Modu. Acc
	BLUETOOTH_DH5	2FSK	1000 kHz	GAUSS NONE NONE Mapping: BLUETOOTH	0.5	160 kHz	X			BLUETH_AA BLUETH_FO		3125	0		Burst toLeft			4	RA W	Freq Error/ Modu. Acc

DIGITAL STANDARD Menü

DIGITAL STANDARD ↵	GENERIC LIST	
	STANDARD LIST	
		NEW GENERIC.. ↵
		EDIT GENERIC.. ↵
DELETE STANDARD	DELETE GENERIC	
SAVE AS STANDARD ↵		
STANDARD DEFAULTS		

Der Softkey *DIGITAL STANDARDS* öffnet das Untermenü zur Auswahl zur Auswahl vordefinierter Messeinstellungen für übliche Mobilfunkstandards.

Das Menü bietet auch Einstellmöglichkeiten zur **Definition** und zum **Löschen** von Digitalen Standards sowie zum Einrichten, zur Modifikation und zum Löschen von Standardgruppen.

Eine Möglichkeit zum Editieren eines Digitalen Standards existiert nicht, da mit dem Softkey *SAVE AS STANDARD* die aktuelle Geräteeinstellung als benutzerspezifischer Standard abgespeichert wird.

Nach Drücken des Softkeys *DIGITAL STANDARD* erscheint ein 3-geteiltes Fenster:

Im **oberen Fenster** (Standard Information) wird der aktuell eingestellte Standard angezeigt.

Im **linken unteren** Fenster (Generic Standard) werden die vordefinierten Standardgruppen angezeigt.

Im **rechten unteren** Fenster (Standard) werden die Standards angezeigt, die der aktuell gewählten Gruppe zugeordnet sind.

Die Auswahl einer vordefinierten Messeinstellung erfolgt durch Markieren der gewünschten Einstellung in der rechten Spalte (STANDARD) und anschließendes Bestätigen mit ENTER.

STANDARD INFORMATION	
GENERIC STANDARD: 3G_WCDMA	
STANDARD NAME: 3G_WCDMA_FWD	
COMMENT: USA Default Digital Standard	
GENERIC STANDARD	STANDARD
3G_WCDMA	EDGE_NB
BLUETOOTH	GSM_LB
CDMA2K	GSM_LB
CDMAONE	GSM_LB
DECT	
GSM-EDGE	
NADC	
PDC	
PHS	
TETRA	
(ALL)	

Bild 127 Standard-Auswahlfenster

In der Liste der Standardgruppen ist ein Eintrag (*ALL*) angegeben. Hier werden auf der rechten Seite alle im Gerät definierten Standards aufgelistet.

IEC-Bus-Befehle

```
:SENS:DDEM:STAN:CAT?
```

```
:SENS:DDEM:PRES..<standard>|<file_name>
```



GENERIC LIST

Die Softkeys *GENERIC LIST* und *STANDARD LIST* schalten den Fokus zwischen linker und rechter Spalte der Tabelle um. Einige Softkeys sind nur bei korrekter Wahl der Tabellenspalte verfügbar.

STANDARD LIST



DELETE STANDARD

Der Softkey *DELETE STANDARD* löscht den markierten Standard. Es können auch von Rohde & Schwarz vordefinierte Standards gelöscht werden.

Der Softkey kann nur bedient werden, wenn der Eingabefokus auf der rechten Tabelle liegt. (Softkey *STANDARD LIST*)

Vor dem Löschen des Standards erscheint eine **Sicherheitsabfrage**, um ein versehentliches Löschen des Standards zu verhindern.

Hinweis: Mit dem Softkey *FACTORY DEFAULTS* (Menü *HOME VSA*) lassen sich die von Rohde & Schwarz vordefinierten Standards wieder herstellen.

IEC-Bus-Befehl `SENS:DDEM:STAN:DEL <file_name>`



STANDARD DEFAULTS

Der Softkey *STANDARD DEFAULTS* setzt die die Option R&S FSQ-K70/FSMR-B73/FSU-B73 auf die Grundeinstellung des zuletzt benutzten Standards zurück.

IEC-Bus-Befehl `SENS:DDEM:STAN:PRES`



SAVE AS STANDARD

Der Softkey *SAVE AS STANDARD* speichert die aktuelle Messgeräte-Einstellung als eigenen Standard ab.

Ein Fenster zur Eingabe der folgenden Parameter öffnet sich:

NAME Name des neuen Standards
 Sofern ein namensgleicher Standard existiert, wird ein Überschreiben verweigert, der vorhandene Standard muss zuerst gelöscht werden. Jeder neue Standard wird automatisch in der Liste aller bekannten Standard (ALL Standards) aufgenommen.

COMMENT Kommentar

GENERIC STD erste Zuordnung zu einer Standardgruppe
 Der neu definierte Standards kann später in weitere Gruppen aufgenommen werden. So ist es beispielsweise möglich vordefinierte Standards mit selbst erzeugten neuen Standards in einer neuen Gruppe zu aufnehmen und damit einen schnellen Zugriff auf eine eigene Arbeitsumgebung zu erhalten.

PATTERN PREFIX Datei Präfix für Synchronisationspattern. Pattern mit diesem Präfix werden automatisch in die Schnell-Auswahlliste für Pattern (PREFERRED PATTERN) und stehen ohne weitere Konfiguration für die Patternsuche zur Verfügung (siehe Abschnitt "[Patternsuchlisten](#)")

SAVE AS STANDARD	
STANDARD	MYSTANDARD
GENERIC STANDARD	MYGROUP
COMMENT	
PATTERN PREFIX	
PATTERN POSITION	ON
PATTERN SYMB#	
FIT	
FIT OFFSET	
BURST SEARCH	
PATTERN SEARCH	

Bild 128 Definition eines Digitalen Standard

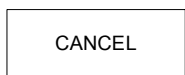


Der Softkey **SAVE** speichert die aktuelle Einstellung als Standard ab, der Standard erscheint danach auch in der Standard-Auswahlliste. Abgespeichert werden auch die zum Standard gehörigen Pattern, Filter und Mappings.

Anschließend wird in das aufrufende Menü zurückgekehrt.

IEC-Bus-Befehle

```
SENS:DDEM:STAN:GRO `GSM`
SENS:DDEM:STAN:COMM `FOR TEST`
SENS:DDEM:STAN:PREF `GSM_NB`
SENS:DDEM:STAN:SAVE `XG_2000`
SENS:DDEM:STAN:SYNC:OFFS 10
```



Der Softkey **CANCEL** verwirft die Eingaben und speichert sie nicht als neuen Standard ab.

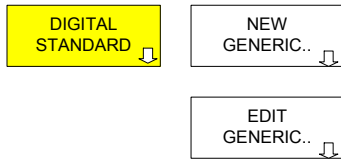
Anschließend wird in das aufrufende Menü zurückgekehrt.

IEC-Bus-Befehl -

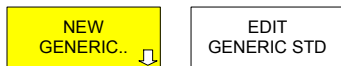


Der Softkey **DELETE GENERIC STD** löscht die aktuell angewählte Standard-Gruppe, ohne jedoch die zugehörigen Einzelstandards aus der Gesamtliste (ALL) zu löschen. Der Softkey kann nur bedient werden, wenn der Eingabefokus auf der linken Tabelle liegt (Softkey **STANDARD GROUP**).

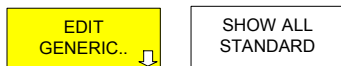
IEC-Bus-Befehl -



Die Softkeys *NEW GENERIC STD* und *EDIT GENERIC STD* öffnen ein Untermenü zur Definition und zum Editieren von Standardgruppen, IEC-Bus-Befehl -



Der Softkey *NEW GENERIC STD* ermöglicht die Definition neuer Standardgruppen, mit *EDIT FAMILY* konnten vorhandene Gruppen angepasst werden. Dazu wird eine zweigeteilte Tabelle geöffnet:



Der linke Teil der Tabelle enthält eine Eingabemaske für den Namen der neuen Gruppe und einen Kommentar. Zusätzlich sind alle Standards aufgelistet, die bisher in die Gruppe aufgenommen wurden.



Der rechte Teil der Tabelle gibt die Liste aller vorhandenen digitalen Standards an.



Nach der Eingabe eines Namens und ggf. eines Kommentars für die neue Standardgruppe wird mit *SHOW ALL STANDARDS* auf die rechte Tabelle gewechselt. Anschließend werden nacheinander zugehörige Standards in der Tabelle ausgewählt und mit dem Softkey *INSERT STANDARD* in die Gruppe aufgenommen.



Die Definition der Standardgruppe wird mit dem Softkey *SAVE* abgeschlossen.

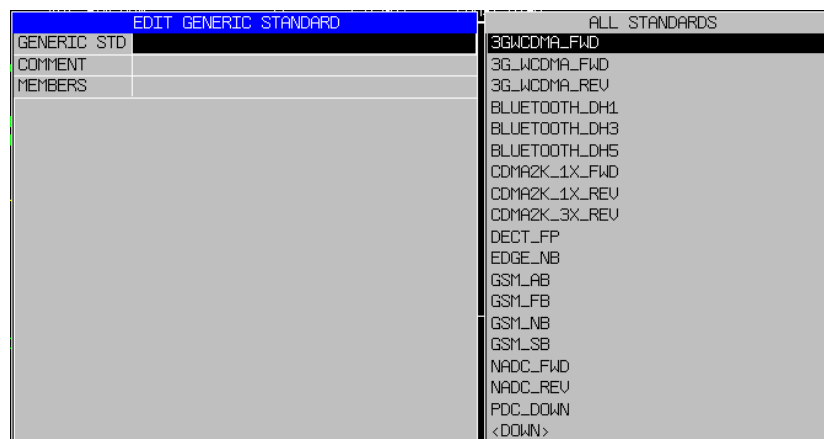
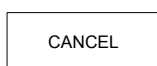
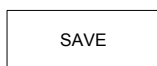
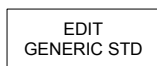


Bild 129 Definition einer Standardgruppe



Die Softkeys *EDIT GENERIC STD* und *SHOW ALL STANDARDS* schalten den Eingabefokus zwischen linker und rechter Tabellenhälfte um.



Die linke Tabelle zeigt die Standardgruppe und die zugeordneten Standards, in der rechten Tabelle sind alle bekannten Standarddefinitionen (*ALL STANDARDS*) aufgelistet.

IEC-Bus-Befehl -

INSERT STANDARD

Der Softkey *INSERT STANDARD* nimmt den markierten Standard in eine Standardgruppe auf. Für diesen Vorgang muss der Eingabefokus auf der rechten Tabellenhälfte liegen (Softkey *SHOW ALL STANDARDS*).

REMOVE STANDARD

Der Softkey *REMOVE STANDARD* entfernt den markierten Standard aus der Liste der Standardgruppe, ohne dabei den Standard zu löschen.
IEC-Bus-Befehl -

SAVE

Der Softkey *SAVE* speichert die aktuelle Standardzuordnung zur aktuellen Gruppe unter dem eingestellten Namen ab.

CANCEL

Mit Softkey *CANCEL* wird der Editiervorgang ohne speichern abgebrochen. In beiden Fällen wird anschließend in das aufrufende Menü zurückgekehrt.
IEC-Bus-Befehl -

Verlassen eines Standards

Sofern **standardbezogene** Geräteeinstellungen verändert werden, gibt der Analyzer auf dem Display die **Modulationsart** anstelle des digitalen Standards im Funktionsfeld „Standard / Modulation“ an. Dadurch soll verhindert werden, dass der Analyzer auch dann Messungen als standardkonform signalisiert, selbst wenn versehentlich standardbezogene Einstellungen verändert wurden vorgenommen wurden.

Folgende Parameteränderungen führen zum Verlassen eines digitalen Standards

- Modulationsart (PSK; MSK; FSK; QAM)
- Symbolrate (SYMBOL RATE)
- Filter und Filterparameter
- EVM Berechnungsverfahren (EVM CALC)

Ein Rückstellen des betreffenden Einstellparameters auf standardkonforme Einstellwerte führt **NICHT** zur Rückkehr in den Standard. Hierfür ist entweder eine neue Auswahl des betreffenden Standard (über DIGITAL STANDARDS) oder der Auswahl des Softkeys STANDARD DEFAULTS zur Rückkehr in den letzten gewählten Standard erforderlich.

Nicht zum Verlassen des Standards führen beispielsweise die Einstellungen:

- Veränderung der Displaydarstellungen
- Veränderung der Displayskalierungen
- Pattern

Burst und Pattern - Softkey BURST & PATTERN

Im Menü *BURST & PATTERN* sind die Einstellungen zum Synchronisationsmuster und zum Burst zusammengefasst.

Burst und Suchparameter

Die grundlegende Funktionsweise des Algorithmus wurde bereits in Kapitel 3 beschrieben, dieses Kapitel beschreibt die Einflüsse der Bedienparameter auf die Arbeitsweise der Burst-Suche

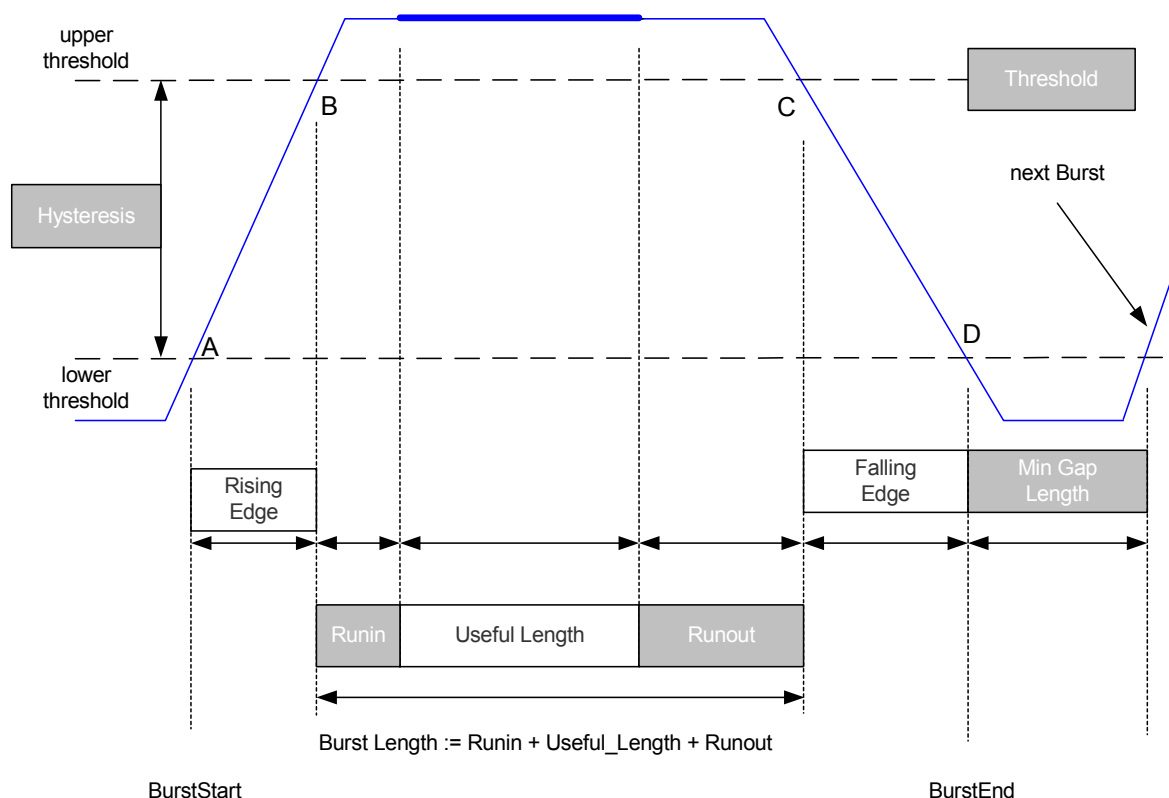


Bild 130 Burst-Modell des Analysators, Grau unterlegte Felder sind Bedienparameter

Bild 130 zeigt schematisch einen Burst mit den Bedienparametern, die für eine manuelle Burst-Suche notwendig sind. Eingezeichnet sind die Zeitpunkte A und D, an denen der Burst-Pegel die untere Schwelle überschreitet bzw. unterschreitet, sowie die Zeitpunkte B und C für die obere Pegelschwelle.

Eine zentrale Rolle für die weitere Demodulation spielt der innere Burst-Bereich (hier als USEFUL RANGE bezeichnet): Nach der Detektion der Burst-Flanken wird der Bereich (B,C) über die Parameter ,RUNIN bzw. RUNOUT weiter eingeschränkt. In inneren Bereich geht der Analysator von stabilen eingeschwungenen Signal-Verhältnissen aus.

- Der Demodulationsbereich des Demodulators, sowie der Suchbereich für Synchronisations-Pattern sind auf diesen Bereich beschränkt.
- Der Arbeitsbereich des Matching-Algorithmus ist ebenfalls auf diesen Bereich beschränkt, sofern nicht standardspezifische Definitionen vorrangig sind.

Innerhalb der Useful Length werden folgende Parameter ermittelt und korrigiert:

- Center Frequency Error
- Symbol Timing
- Symbol Phase
- Origin Offset
- Amplitude Droop (nur Ermittlung, keine Korrektur)

Diese Parameter werden anschließend auf den gesamten Demodulationsbereich d.h. auch auf Bereiche außerhalb des Bursts angewandt.

Weitere Messparameter wie:

- EVM
- PhaseError
- Frequency Error (MSK, FSK)

werden durch den *EVAL RANGE* bestimmt (siehe Abschnitt "[Evaluation Lines / Einschränken des Messbereiches](#)").

Durch diese Verfahrensweise wird sichergestellt, dass eine stabile Demodulation und Messung auch dann sichergestellt ist, wenn der Benutzer seinen Messbereich mittels der EVAL LINES auf Randbereiches des Bursts oder Bereiche außerhalb des Bursts ausdehnt

Die Burst-Suche arbeitet je nach der Betriebsart Digitaler Standard oder Digitale Demodulation (kein Standard aktiv) auf 3 verschiedene Arten:

	Digitaler Standard	Kein Standard
Vollautomatische Burst-Suche	Alle Burst-Such-Parameter werden vom Analysator bestimmt, Die Useful Length Definition wird vom Standard (Useful Part) übernommen	Alle Burst-Suchparameter werden vom Analysator bestimmt. Folgende Einstellungen sind fest: Useful Length = 100 Symbole Max Burst-Länge = 1600 Symbole
Manuelle Suche	Alle Parameter sind vom Benutzer einzustellen	Alle Parameter sind vom Benutzer einzustellen

Es treten folgende Unterschiede auf:

- Im Fall „**Standard aktiv**“ bestimmt die nominale Burst-Länge der Standarddefinition den minimalen und maximalen Suchbereich.
- Im Fall „**Kein Standard**“ bestimmen die Useful Length und maximale Burst-Länge den Suchbereich. Die Burst-Suche erkennt in diesem Spezialfall alle Bursts die in diesem Toleranzbereich liegen und verändert ggf. die USEFUL LENGTH bei jeder aufeinander folgenden Messung.
- Wird zusätzlich **SweepCount > 1** eingeschaltet und die AVERAGE Funktion aktiviert (Mittelungen über mehrere Messungen), werden Mittelungen über Bursts unterschiedlicher Länge dadurch vermieden, dass der Analysator den Mittelungsbereich (USEFUL LENGTH) und den Demodulationsbereich des NDA Demodulators auf die minimale Burst-Länge einschränkt.

Mehrfach-Auswertung eines Datensatzes- (MULTI)

Die Signalverarbeitung mit MULTI OFF führt pro Messdatenannahme genau eine Demodulation durch und zeigt die Ergebnisse an.

Mit der Einstellung MULTI ON können mehrere Auswertungen aus einem einzigen Datensatz vorgenommen werden. Mit dieser Betriebsart ist die Suche nach selten auftretenden Fehlern im Modulationssignal stark vereinfacht.

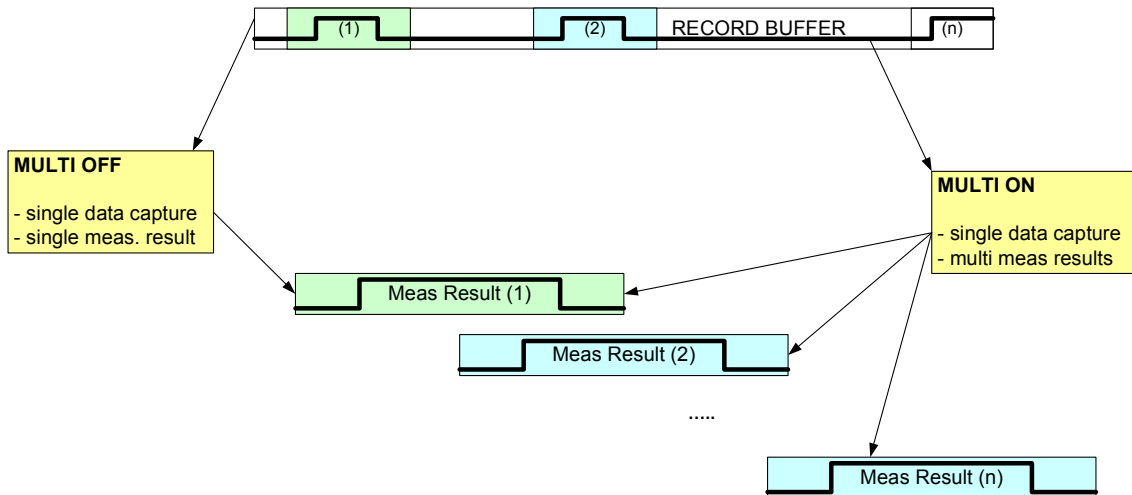


Bild 131 *MULTI ON/ MULTI OFF: Mehrere Messauswertungen pro Datenannahme*

Während für die normale Messdemodulation die Record Length möglichst klein eingestellt wird, um eine kurze Messzeit zu erzielen, ist es hier vorteilhaft, den Record Buffers bis zu seiner maximalen Größe von 16 Msamples zu nutzen. Die Steuerung der Demodulation erfolgt im Menü ZOOM oder SWEEP.

Bild 131 zeigt eine Ergebnisdarstellung bei aktiver Mehrfachverarbeitung. Im oberen Diagramm ist der Betrag des RECORD BUFFERS im unteren Diagramm der Betrag des demodulierten Burst-Signals dargestellt. Im Beispiel hat der Record Buffer eine Größe von 100000 Samples Buffer.

Die Ausschnittsdarstellung des RECORD BUFFER wird durch den Einstellparameter **ZOOM LENGTH** bestimmt und ist auf maximal 32000 Samples begrenzt. Zur besseren Orientierung wird am oberen Rand des Diagramms der gesamte Record Buffer als grauer Balken symbolisiert, der tatsächlich angezeigte Bereich des Capture Buffers wird darin rot gekennzeichnet. Der demodulierte Bereich (Result Range) ist mit einem grünen Balken markiert. Diese Navigationsbalken sind nur im Modus MULTI = ON sichtbar.

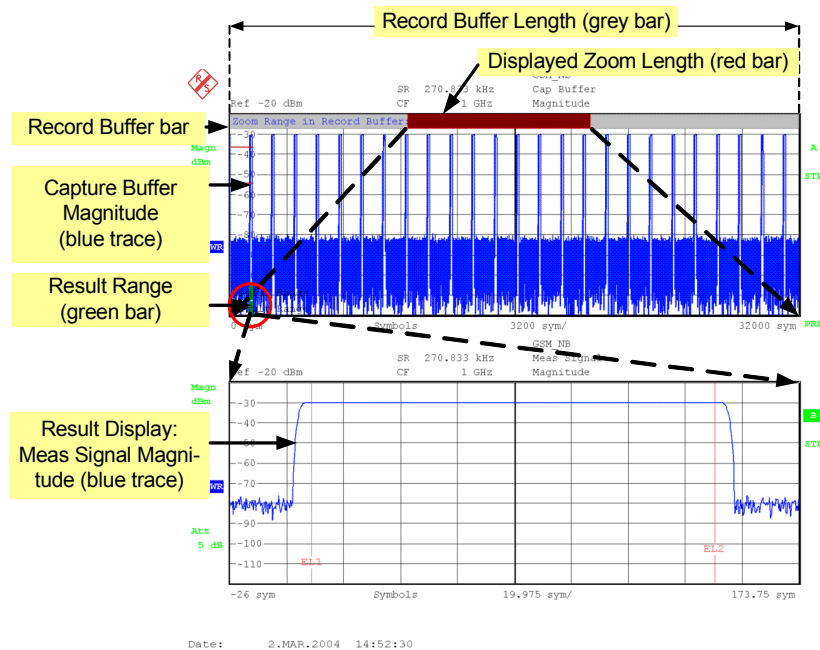


Bild 132 Screenshot einer Mehrfach-Verarbeitung.
 Oberer Trace: Magnitude Capture Buffer (Zoomdarstellung),
 Unterer Trace: Meas Signal, Magnitude

Steuerung der Auswertung

Die Steuerung der Mehrfachauswertung erfolgt mit den Softkeys *DEMOD NEXT RIGHT*, *DEMOD RESTART* und *DEMOD @ ZOOM START*.

Mit *DEMOD NEXT RIGHT* wird der nächste Block demoduliert. Dabei wird mit aktiver Burst-Suche der nächste Burst demoduliert (Bild 134), mit inaktiver Suche wird der unmittelbar anschließende Block gemessen (Bild 133).

Sofern der Demodulationsbereich den dargestellten ZOOM Bereich verlässt, wird Zoom-Bereich automatisch nachgezogen (Bild 135).

Mit *DEMOD @ ZOOM START* wird der Demodulationsbereich auf den Beginn des aktuellen ZOOM Bereichs zurückgestellt (Bild 136), *DEMOD RESTART* stellt den Demodulationsbereich auf den Beginn der aufgenommenen Daten zurück (Bild 137). Zu Beginn jeder Messdatenannahme wird **ZOOM START** auf 0 zurückgesetzt.

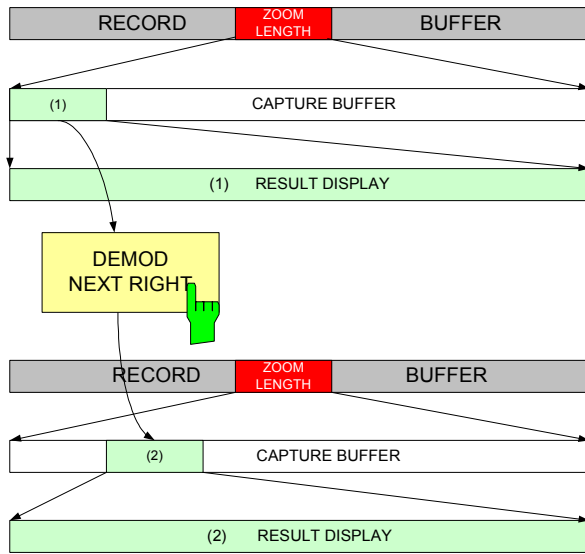


Bild 133 *DEMOD NEXT RIGHT*: Demodulation des angrenzenden Signalausschnitts

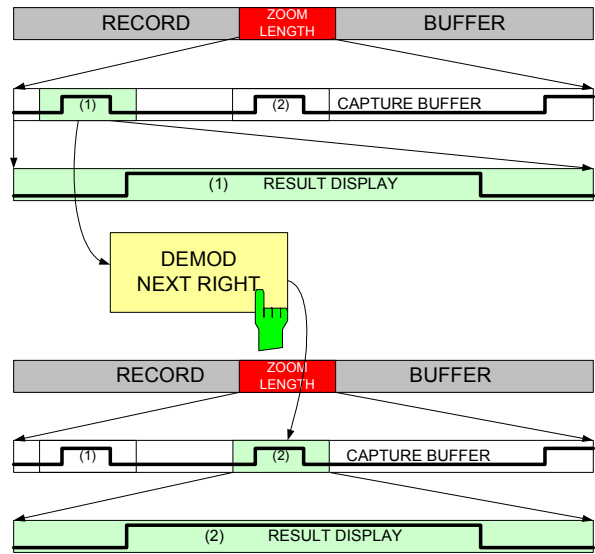


Bild 134 *DEMOD NEXT RIGHT* Burst-Signal, Demodulation des nächsten Burst-Signals

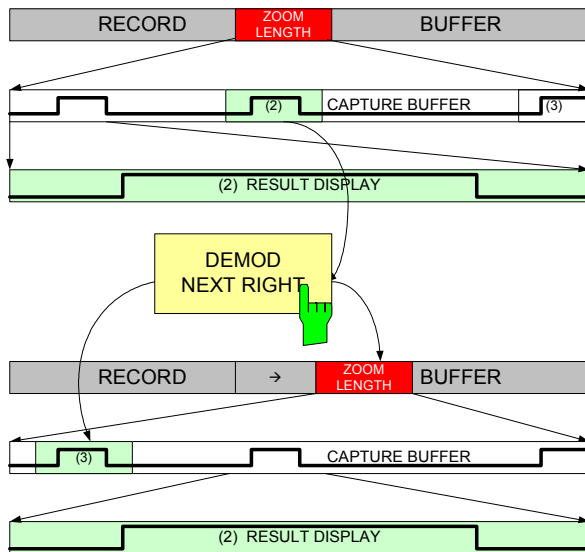


Bild 135 *DEMOD NEXT RIGHT*: Automatisches Nachziehen des ZOOM Bereichs

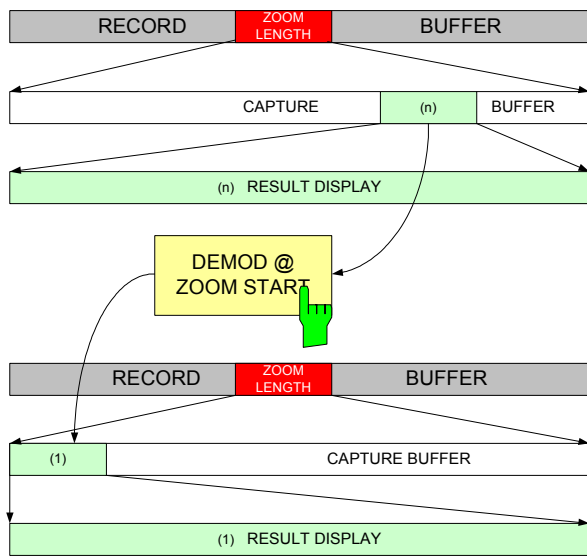


Bild 136 *DEMOD @ ZOOM START*: Rückstellen auf den Beginn des Zoom Fensters

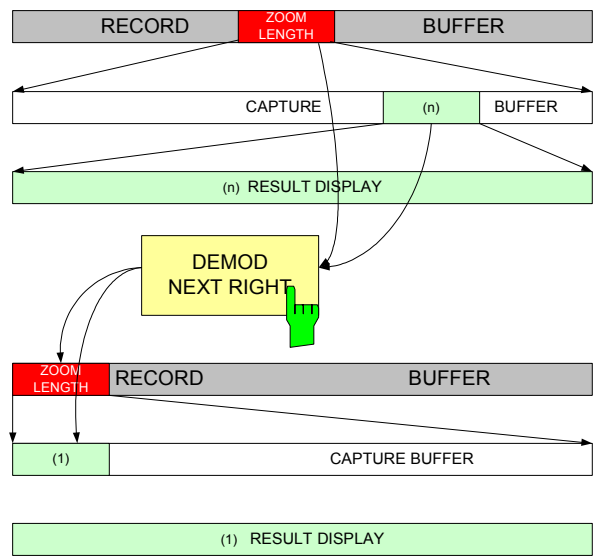


Bild 137 *DEMOD RESTART*: Rückstellen auf den Beginn des Record Buffers

Steuerung der Datenannahme

Die Annahme neuer Messdaten wird in beiden Fällen (MULTI = ON und MULTI = OFF) mit den Softkeys *CONTINUOUS SWEEP* und *SINGLE SWEEP* gesteuert. In der Betriebsart Continuous Sweep erfolgt eine neue Datenannahmen erfolgen automatisch nach jeder Messung. In der Betriebsart Single Sweep wird mit jedem Tastendruck auf Single Sweep eine neue Messdatenannahme und die erste Auswertung durchgeführt. Weitere Messauswertungen können anschließend durch Tastendruck auf *DEMOD NEXT RIGHT* durchgeführt werden. Falls keine weiteren Daten für eine Messauswertung mehr vorliegen, erscheint die Meldung „End of Buffer“. Mit *CAPTURE = AUTO* wird in diesem Fall ohne Beutzereingabe eine neue Datenannahme durchgeführt, die Meldung unterdrückt und die nächste Messauswertung gestartet.

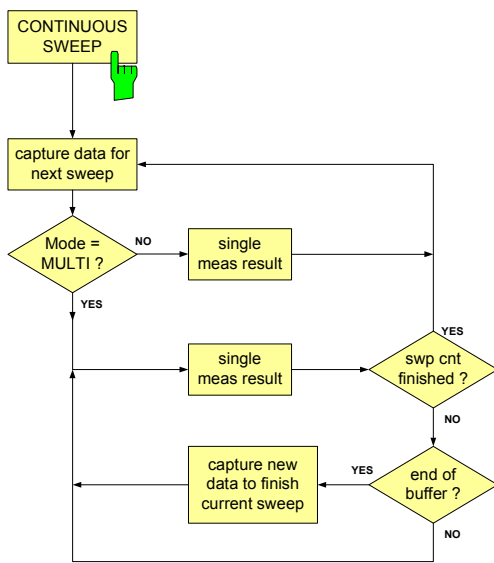


Bild 138 *CONTINUOUS SWEEP*:
Automatische Datenannahme

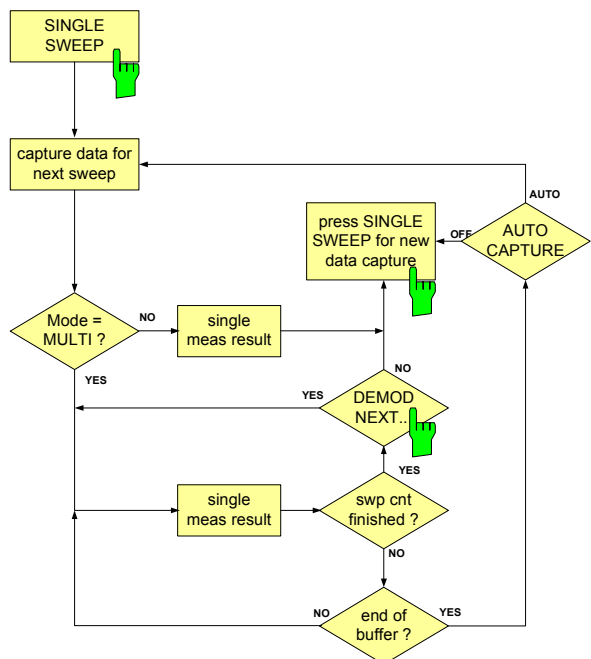


Bild 139 *SINGLE SWEEP*: Automatische
Datenannahme am Ende des Record
Buffers, falls *CAPTURE = AUTO*

Burst-Suchparameter für vordefinierte Standards

Standards				Burst Settings			Expert Burst Settings				
Standard Gruppe	Standard	Nominal Framelength (Standard)	Result Length	Search Burst ON	Searchmode (Level)	Hysteresis	USEFUL LENGTH	MAX LENGTH	RUNIN	RUNOUT	MIN GAP LENGTH
GSM-EDGE	GSM_NB	147	148	X	Auto	9dB	142	166	2	2	1
	GSM_SB	147	148	X	Auto	9dB	142	166	2	2	1
	GSM_FB	147	148	X	Auto	9dB	142	166	2	2	1
	GSM_AB	87	88	X	Auto	9dB	77	106	7	2	1
	EDGE_NB	147	148	X	Auto	9dB	142	166	2	2	1
NADC	NADC_FWD	162	163		Auto	9dB	146	160	2	2	0
	NADC_REV	162	163	X	Auto	9dB	146	160	2	2	0
PDC	PDC_DOWN	140	140		Auto	9dB	129	172	3	3	0
	PDC_UP	140	139	X	Auto	9dB	129	172	2	2	1
PHS	PHS_CTRL	120	113	X	Auto	9dB	110	120	1	1	1
	PHS_COMM	120	114	X	Auto	9dB	110	120	1	1	1
TETRA	TETRA_NDDOWN		255	X	Auto	9dB	243	246	1	7	1
	TETRA_NCDOWN		255	X	Auto	9dB	263	266	1	7	1
DECT	DECT_FP	436	424	X	Auto	9dB	420	484	2	2	1
BLUETOOTH	BLUETOOTH_DH1	366	625	X	Auto	9dB	357	625 (1 Slot)	2	2	312 (1/2 Slot)
	BLUETOOTH_DH3	1622	1875	X	Auto	9dB	1613	1875 (3 Slots)	2	2	312 (1/2 Slot)
	BLUETOOTH_DH5	2870	3125	X	Auto	9dB	2861	3125 (5 Slots)	25	2	312 (1/2 Slot)

Alle numerischen Werte sind in Symbolen angegeben.

Pattern und Patternlisten

Synchronisationspattern dienen in vielen digitalen Mobilfunksystem zur Schätzung der Kanalimpulsantwort und zur Erleichterung der Demodulation im Empfänger, da sie einen festes Symbolmuster zu einen fest definierten Zeitpunkt im Symbolstrom zur Verfügung stellen.

Nach der Demodulation bis auf die Symbolebene kann sich die Option R&S FSQ-K70/FSMR-B73/FSU-B73 auf ein Pattern synchronisieren und seinen Ergebnisbereich danach ausrichten. Im Falle eines digitalen Standards können mehrere Pattern aus einer Liste ausgewählt werden, nach denen während einer Messung gesucht werden soll.

Beispielsweise könnte in einem GSM-Burst nach allen netzspezifischen Pattern TSC0..7 gesucht werden. Der aufgenommene und demodulierte Symbolstrom wird in der angegebenen Reihenfolge der Pattern durchsucht, die Suche wird nach der ersten erfolgreichen Detektion beendet, der Ergebnisbereich nach der bekannten Position des Pattern im Burst ausgerichtet und für diesen eingeschränkten Messbereich die eingestellten Messparameter bestimmt.

Bei einer Mehrfach-Suche sind nur Pattern gleicher Länge und gleicher Position des Pattern im Burst sinnvoll. Die gleichzeitige Aktivierung von Pattern, die diese Kriterien nicht erfüllen, wird vom System nicht zugelassen.

Vordefinierte Pattern und Listenstrukturen

Für die gängigen Standards existieren bereits vordefinierte Pattern-Listen (*PATTERN STANDARD LIST*), in der standardübliche Pattern enthalten sind. Nur aus dieser Liste können Synchronisations-Pattern für die aktuelle Messung angewählt werden. Diese Liste kann mit Pattern erweitert werden, die im Analysator bereits vorhanden sind, oder mit neu erstellten Pattern ergänzt werden.

Hinweis: Eine Export- und Importfunktion ermöglicht den Transfer von vordefinierten und benutzerdefinierten Pattern zwischen verschiedenen Geräten (siehe Menü HOME VSA).

Erweiterung der Patternliste

Zur Erweiterung der Pattern-Standard-Liste werden folgende Auswahlmöglichkeiten angeboten:

- In einer ersten Auswahlebene (*PREFERRED PATTERN*) werden nur Pattern angeboten, die einen gemeinsamen (im Digitalen Standard definierten) PREFIX (z.B. GSM_) besitzen.
- In der zweiten Auswahlebene (*COMPATIBLE PATTERN*) werden zusätzlich auch solche Pattern angeboten, die zur gewählten Modulationswertigkeit (Symbol Space) kompatibel sind. Damit sind insbesondere solche Pattern eingeschlossen, die einen abweichenden Präfix besitzen, z.B. wegen abweichenden, kundenspezifischen Sortierkriterien. Allerdings werden in dieser Ebene auch Pattern anderer Standards angezeigt.
- In der dritten Auswahlebene (*ALL PATTERN*) werden dann alle Pattern angezeigt. Diese Ebene dient vor allem zur Neudefinition und zum Ändern von Pattern.

Anlegen eines neuen Pattern

Ein **Neueintrag** eines Pattern erfolgt in der *ALL PATTERN* Liste, die davon abgeleiteten Listen *COMPATIBLE PATTERN* und *PREFERRED PATTERN* werden ggf. automatisch angeglichen. Die Übernahme in die Standardliste erfolgt ausschließlich mittels eines Benutzerkommandos oder durch externes Einspielen mittels Floppy Disk bzw. IEC-Bus Kommando.

Löschen und Entfernen eines Pattern

Das **Entfernen** von Pattern aus vordefinierten bzw. selbst definierten Standard-Listen ist ebenfalls problemlos möglich. (*REMOVE PATTERN FROM LIST*)

Das **Löschen** von Pattern aus der Liste (*ALL PATTERN*) wird vom System bei von R&S vordefinierten Pattern verweigert, für kundenspezifische Pattern ist das Löschen problemlos möglich. Abgeleitete Listen werden automatisch angeglichen.

Patternsuchlisten

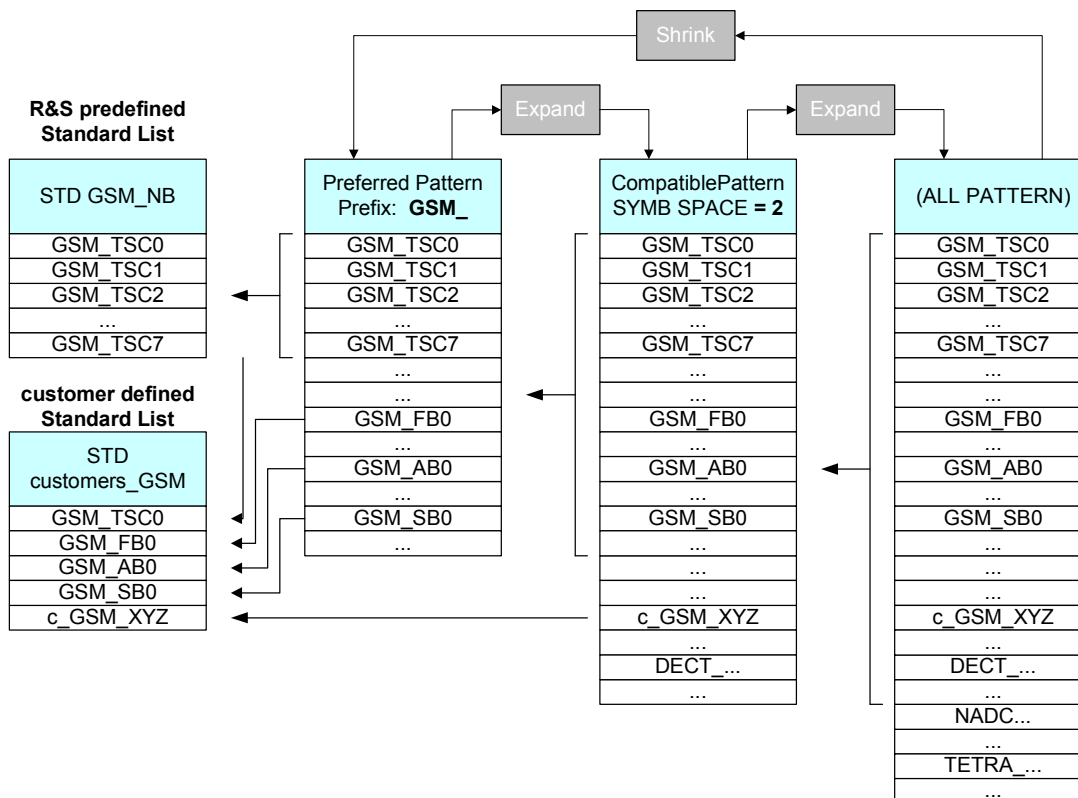


Bild 140 Patternlisten

Bild 140 zeigt in einer **Übersichtsdarstellung** die Gruppierung von Synchronisationspattern zu Digitalen Standards.

Bedienbeispiel:

Der Benutzer definiert seinen eigenen Standard "customers_GSM" und wählt in der Standard Definition den *PREFERRED PATTERN* Präfix "GSM" .

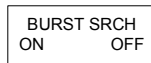
Er wählt aus der *PREFERRED* Liste nacheinander die Pattern GSM_TSC0, GSM_FB0, GSM_AB0 und GSM_SB0 aus und nimmt diese Pattern in seine Standard Liste auf.

Das nächste Pattern c_GSM_XYZ ist in dieser Liste nicht enthalten, daher wird in der nächsten Auswahlliste der *COMPATIBLE PATTERN* weitergesucht, dort dieses Pattern ausgewählt und wiederum in die Standard Liste aufgenommen.

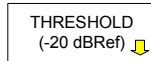
In dieser *COMPATIBLE* Liste sind insbesondere solche Pattern zu finden, die zwar für den gewählten Standard geeignet sind, aber eine abweichendes Präfix besitzen, wie z.B. kundenspezifische Definitionen 'c_GSM' .

Das **Umschalten** von der *PREFERRED PATTERN* Liste in die *COMPATIBLE PATTERN* Liste erfolgt mit dem Softkey *EXPAND*, ebenso das Weiterschalten in die *ALL PATTERN* Liste. In der letzten Liste wird die Beschriftung und Funktion des *EXPAND* Softkeys in eine *SHRINK* Softkey geändert. Mit Betätigung dieses Softkeys wird anschließend wieder die *PREFERRED* Liste angezeigt.

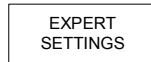
BURST & PATTERN Menü



Der Softkey *BURST & PATTERN* öffnet ein Untermenü zur Einstellung und Parametrisierung der Suche nach Bursts und nach Synchronisationsmustern.

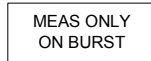


Durch Auswahl eines Digitalen Standards werden alle Parameter – einschließlich des SETS der Pattern – vorbesetzt.



BURST SRCH Schaltet die Burst-Suche ein bzw. aus.

THRESHOLD Einstellen eines Pegelschwellwertes für die Burst-Suche



EXPERT SETTINGS Öffnet ein Untermenü zur manuellen Einstellung der Burst-Suchparameter.



MEAS ONLY ON BURST Messergebnisse werden nur dann angezeigt, falls ein gültiger Burst gefunden wurde. *Bei gemittelten Messungen von Burst-Signalen (BURST SRCH=ON) sollte MEAS ONLY ON BURST aktiviert werden, damit Fehlmessungen das Mittelungsergebnis nicht beeinflussen.*



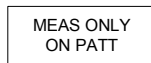
PAT SRCH Schaltet die Suche nach Synchronisationspattern ein bzw. aus.



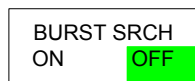
SELECT PATTERN Wählt ein oder mehrere Pattern für die Messung aus.



PATTERN SETTINGS Öffnet ein Untermenü zur Steuerung der Pattern-Auswahlliste und zum Editieren der Pattern.



MEAS ONLY ON PATT Messergebnisse werden nur dann angezeigt, wenn ein gültiger Pattern gefunden wurde. *Bei gemittelten Messungen mit aktiver Patternsuche sollte MEAS ONLY ON PATT aktiviert werden, damit Fehlmessungen das Mittelungsergebnis nicht beeinflussen.*



Der Softkey *BURST SRCH ON/OFF* schaltet die Burst-Suche für das Mess-Signal ein oder aus.

Messungen an gebursteten Eingangssignalen sollten mit der Einstellung *BURST SRCH ON* durchgeführt werden:

In der ersten Verarbeitungsstufe werden steigende und fallende Burst-Flanke erkannt und die internen Verarbeitungslängen, die zur Ermittlung der Modulationsparameter dienen, an die erkannte Burst-Länge angepasst.

Messungen an ungebusteten Signalen sollten üblicherweise mit der Einstellung *BURST SRCH OFF* erfolgen, um Fehldetektionen aufgrund der Signaldynamik zu vermeiden.

Die Fehlermeldung *BURST NOT FOUND* erscheint falls im aufgenommenen *RECORD MEMORY* keine Burst-Struktur gefunden wurde, die folgende Bedingungen gleichzeitig erfüllt:

- Pegelschwellwert-Überschreitung
- Useful Length
- Burst-Maximallänge

Sollte ein angelegtes Burst-Signal unter schwierigen Empfangsverhältnissen unzuverlässig detektiert werden, ist es hilfreich, die automatische Burst-Suche mit den *EXPERT SETTINGS* zu unterstützen und zusätzlich den externen Triggereingang des Messgerätes in Verbindung mit einer Trigger-Offset-Einstellung zu benutzen.

Nach Einschalten der Burst-Suche oder der Patternsuche sollte auch die **Positionierung des Messergebnisses** auf dem Bildschirm mit *FIT TRACE* angepasst werden, um eine stabile Darstellung zu erreichen.

Bei aktivierter Burst-Suche ohne gleichzeitig aktivierte Patternsuche bietet sich die Einstellung *FIT BURST* an.

Ist die Patternsuche aktiv, sollte die Darstellung des Messergebnisses am gefundenen Pattern ausgerichtet werden. (Kapitel Positionieren der Bildschirmausgabe - Softkey *FIT TRACE*)

Im Seitenmenü zu *FIT TRACE* findet sich auch der Bedienparameter *PAT POS* (Pattern Position), der die erwartete Position des Pattern ab Beginn der *USEFUL LENGTH* angibt.

IEC-Bus-Befehl : SENS:DDEM:SEAR:BURS:STAT ON

THRESHOLD
(-20dB) ↓

THRESHOLD
AUTO

Der Softkey *THRESHOLD* öffnet ein Untermenü zur Einstellung eines **Pegelschwellwerts und der Hysterese zur Burst-Suche**.

THRESHOLD
RELATIVE

Bei numerischen Einstellungen wird der aktuelle Schwellwert (dB bzw. dBm) im Softkey angezeigt, im Fall der automatischen Einstellung wird hier (AUTO) angezeigt.

THRESHOLD
ABSOLUTE

Für den Pegelschwellwert sind 3 Wahlmöglichkeiten vorgesehen:

- *THRESHOLD AUTO*
- *THRESHOLD RELATIVE*
- *THRESHOLD ABSOLUTE*

HYSTERESIS
MAN

Die Hysterese wird mit dem Softkey *HYSTERESIS MAN* eingestellt.

Die Hysterese der Burst-Suche bestimmt sich nach der eingestellten Modulationsart (PSK, MSK, QAM, FSK) und macht die Burst-Suche insensitive auf die modulationsbedingte Dynamik der betreffenden Modulationsart.

Für die weitere Demodulation wird der Burst herangezogen, der (beginnend am Anfang des *RECORD MEMORY*) die Pegel und Hysteresebedingung und Mindestbedingungen für die Burst-Länge erfüllt (siehe auch *EXPERT SETTINGS*).

Falls die Burst-Suche nicht erfolgreich war, wird die Meldung *BURST NOT FOUND* ausgegeben, im Regelfall aber dennoch eine Messung durchgeführt.

THRESHOLD
AUTO

Der Softkey *THRESHOLD AUTO* aktiviert die automatische Einstellung der Schwelle für die Burst-Suche.

Der Analysator klassifiziert seinen *RECORD BUFFER* nach dem maximal auftretenden Pegel und leitet daraus und aus der eingestellten Modulationsart die Burst-Suchschwellen ab.

IEC-Bus-Befehl : SENS:DDEM:SEAR:BURS:THR:AUTO ON

THRESHOLD
RELATIVE

Der Softkey *THRESHOLD RELATIVE* aktiviert die Eingabe einer relativen Schwelle für die Burst-Suche.

Hier muss ein numerischer Schwellwert (bezogen auf den eingestellten Referenzpegel (siehe Softkey *REFERENCE LEVEL*)) eingegeben werden. Der Einstellwert bleibt erhalten, selbst wenn der Referenzpegel verändert wird. Aus diesem relativen Schwellwert und der ReferenzpegelEinstellung wird intern ein absoluter Schwellwert errechnet, der mit einer ReferenzpegelEinstellung angepasst wird.

IEC-Bus-Befehle: : SENS:DDEM:SEAR:BURS:THR:AUTO OFF
: SENS:DDEM:SEAR:BURS:THR:MODE REL
: SENS:DDEM:SEAR:BURS:THR:LEV <num>

THRESHOLD
ABSOLUTE

Der Softkey *THRESHOLD ABSOLUTE* aktiviert die Eingabe einer festen Schwelle für die Burst-Suche.

Hier muss ein numerischer Schwellwert eingegeben werden, der als absoluter Einstellwert interpretiert wird. Eine Veränderung des Referenzpegels beeinflusst diesen absoluten Schwellwert nicht.

```
IEC-Bus-Befehl : SENS:DDEM:SEAR:BURS:THR:AUTO OFF
                : SENS:DDEM:SEAR:BURS:THR:MODE ABS
                : SENS:DDEM:SEAR:BURS:THR:LEV <num>
```

HYSTERESIS
MAN

Der Softkey *HYSTERESIS MAN* aktiviert die Eingabe einer festen Hysterese für die Burst-Suche.

Die Hysterese-Einstellung ist auf den oberen Schwellwert (Threshold) bezogen.

```
IEC-Bus-Befehl : SENS:DDEM:SEAR:BURS:HYST:LEV 9 dB
```

EXPERT
SETTINGS

Der Softkey *EXPERT SETTINGS* öffnet eine Tabelle für Einstellungen, mit denen sich das Verhalten der Burst-Suche auch bei schwierigen Messbedingungen genau steuern lässt.

EXPERT SEARCH SETTINGS		
	Symbols	Time
Useful Length	142	524.3083 µs
Max Length	166	612.9238 µs
Runin	2	7.384624 µs
Runout	2	7.384624 µs
Min Gaplen	1	3.692312 µs

Bild 141 Einstellungen der Burst-Suche

- Useful Length** Einstellwert für die minimalen Burst-Länge (siehe Bild 130, USEFUL LENGTH)
- Max Length** Einstellwert für die maximalen Burst-Länge
- Runin** Einstellwert für das Abschneiden nach der steigenden Burst-Flanke für die erste Demodulation
- Runout** Einstellwert für das Abschneiden vor der fallenden Burst-Flanke für die erste Demodulation
- Min Gaplen** Einstellwert für die Größe der Lücke zwischen 2 aufeinander folgenden Bursts

Für die von R&S vordefinierten Standards werden diese Werte **explizit vorbesetzt**, bei benutzerdefinierten Standards werden die aktuellen Geräteeinstellungen in die Standarddefinition übernommen und ebenfalls vorbesetzt.

Die Eingabe der jeweiligen Parameter kann sowohl in Zeit als auch Symbolen erfolgen, sie werden auf ganze Symbole gerundet, bzw. auf Zeiten gerundet, die ganzen Symbolen entsprechen.

```
IEC-Bus-Befehle
: SENS:DDEM:SEAR:BURS:LENG:MIN <num_value>
: SENS:DDEM:SEAR:BURS:LENG:MAX <num_value>
: SENS:DDEM:SEAR:BURS:SKIP:RIS <num_value>
: SENS:DDEM:SEAR:BURS:SKIP:FALL <num_value>
: SENS:DDEM:SEAR:BURS:GLEN:MINimum <num_value>
```

MEAS ONLY
ON BURST

Der Softkey *MEAS ONLY ON BURST* stellt ein, dass nur dann komplette Messungen durchgeführt werden, falls ein Burst gefunden wurde, der die o.g. Kriterien erfüllt.

Falls kein Burst gefunden wurde, wird die Verarbeitung im Demodulator frühzeitig abgebrochen, **ohne dass weitere Messergebnisse oder eine Bildschirmanzeige zur Verfügung stehen.**

Der Analysator ist anschließend sofort wieder bereit für eine neue Datenannahme und Auswertung.

Diese Betriebsart sollte bei gemittelten Messungen von Burst-Signalen aktiviert werden, damit Fehlmessungen das Mittelungsergebnis nicht verfälschen.

IEC-Bus-Befehl :SENS:DDEM:SEAR:BURS:MODE BURS

PAT SRCH
ON OFF

Der Softkey *PAT SRCH ON/OFF* schaltet die Suche nach Synchronisationspattern im Symboldatensatz an bzw. aus. Bei gefundenem Synchronisationspattern wird der Nullpunkt der Achsenskalierung gemäß den Definitionen des Standards angepasst.

IEC-Bus-Befehl :SENS:DDEM:SEAR:SYNC:STAT ON | OFF
:SENS:DDEM:SEAR:SYNC:FOUN?

PATTERN
SELECT

Der Softkey *PATTERN SELECT* öffnet eine Tabelle zur Auswahl eines Patterns.

In dieser Auswahlliste werden nur solche Pattern angeboten, die für diesen Standard definiert wurden.

In der ersten Zeile der Tabelle kann zusätzlich eingestellt werden, ob die Burst-Suche nach einem Einzelpattern (**MULTI OFF**) oder nach mehreren Pattern (**MULTI ON**) erfolgen soll. Bei der Auswahl von **MULTI ON** können mehrere Pattern der Liste ausgewählt werden, bei **MULTI OFF** kann nur ein Pattern aus der Liste ausgewählt werden.

PATTERN SELECT	
MULTI	NO
<ADD PATTERN>	
GSM_TSC0	
GSM_TSC1	
√GSM_TSC2	
GSM_TSC3	
GSM_TSC4	
GSM_TSC5	
GSM_TSC6	
<DOWN>	

Bild 142 Pattern Select

Die Erweiterung bzw. Neu-Erstellung eines Pattern-Sets ist im nächsten Kapitel beschrieben.

IEC-Bus-Befehl :SENS:DDEM:SEAR:SYNC:SEL "GSM_TSC2", 3

Auswahl von Synchronisationspattern ohne eingestellten Standard

Falls kein digitaler Standard eingestellt ist, öffnet der Softkey *PATTERN SELECT* anstelle der standardbezogenen Patternliste eine Liste aller Pattern, die zu der gewählten Wertigkeit der Modulationsart (SYMBOL SPACE) kompatibel sind.

Beispielsweise werden bei der Modulationseinstellung MSK alle GSM, DECT, 2FSK und andere Pattern mit 2-wertiger Modulation angezeigt. Die Liste ist alphabetisch sortiert.

PATTERN SELECT	
MULTI	NO
<ADD PATTERN>	
GSM_TSC0	
GSM_TSC1	
✓GSM_TSC2	
GSM_TSC3	
GSM_TSC4	
GSM_TSC5	
GSM_TSC6	
<DOWN>	

Bild 143 Pattern Select

IEC-Bus-Befehl :SENS:DDEM:SEAR:SYNC:SEL "GSM_TSC2", 3

MEAS ONLY
ON PAT

Der Softkey *MEAS ONLY ON PAT* stellt ein, dass nur dann komplette Messungen durchgeführt werden, falls ein passendes Synchronisationspattern gefunden wurde.

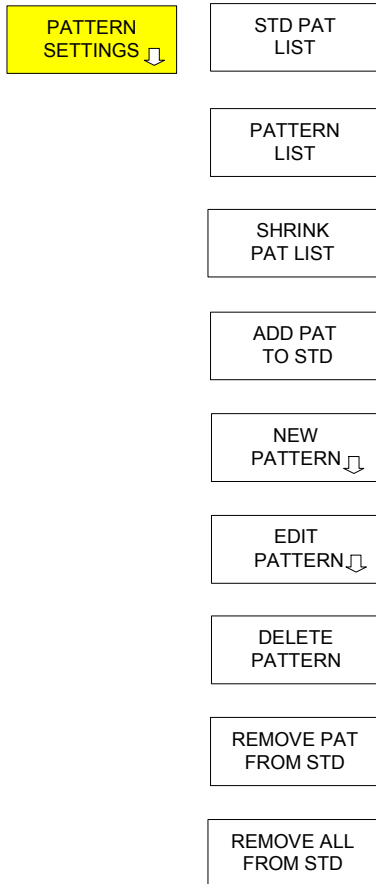
Falls kein Pattern gefunden wurde, wird die Verarbeitung im Demodulator frühzeitig abgebrochen, **ohne dass weitere Messergebnisse oder eine Bildschirmanzeige zur Verfügung stehen.**

Der Analysator ist anschließend sofort wieder bereit für eine neue Datenannahme und Auswertung.

Diese Betriebsart sollte wird bei gemittelten Messungen aktiviert werden, damit Fehlmessungen das Mittelungsergebnis nicht verfälschen.

IEC-Bus-Befehl :SENS:DDEM:SEAR:SYNC:MODE SYNC

Synchronisationspattern und der Patternlisten



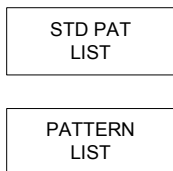
Der Softkey *PATTERN SETTINGS* öffnet ein Untermenü

- zur Verwaltung der standardspezifischen Pattern,
- zum Anlegen neuer Pattern sowie
- zum Editieren und Löschen vorhandener Pattern.

Gleichzeitig wird eine zweigeteilte Tabelle geöffnet. In der **linken** Tabelle werden die Pattern aufgelistet, die dem aktuellen Standard zugeordnet sind. Die **rechte** Tabelle zeigt eine erweiterte Auswahlliste für Pattern. Diese Auswahlliste dient zur Neuaufnahme von Pattern in einen Digitalen Standard ist, sowie zum Neuanlegen, Editieren und Löschen eines Pattern. Sie ist mit dem Softkey SHRINK / EXPAND PAT LIST zwischen mehreren Auswahlebenen umschaltbar.

PATTERN	
STANDARD: GSM_NB	ALL PATTERN
GSM_TSC0	DECT_FP
GSM_TSC1	DECT_PP
GSM_TSC2	EDGE_TSC0
GSM_TSC3	EDGE_TSC1
GSM_TSC4	EDGE_TSC2
GSM_TSC5	EDGE_TSC3
GSM_TSC6	EDGE_TSC4
GSM_TSC7	EDGE_TSC5
	EDGE_TSC6
	EDGE_TSC7
	GSM_AB0
	GSM_AB1
	GSM_AB2
	GSM_DB0
	GSM_FB0
	GSM_FB1
	GSM_SB0
	GSM_SB1
	GSM_SB2
	<DOWN>

Bild 144 Pattern Auswahltabellen



Mit den Softkeys *STD PAT LIST* und *PATTERN LIST* wird der Fokus zwischen der linken und rechten Tabellenhälfte umgeschaltet.

Mit dem Eingabefokus in der linken Tabelle können Pattern editiert, neu angelegt oder aus dieser Standard-Liste entfernt werden.

In der rechten Tabelle können Pattern in die Standard-Liste aufgenommen oder aus der Liste der systemweit bekannten Pattern entfernt werden.

IEC-Bus-Befehle :SENS:DDEM:SEAR:SYNC:CAT? CURR
:SENS:DDEM:SEAR:SYNC:CAT? ALL

EXPAND
PAT LIST

SHRINK
PAT LIST

Die Softkeys *SHRINK / EXPAND PAT LIST* stellen die rechte Tabellenhälfte der PATTERN LISTE um.

Es gibt 3 verschiedene Tabellen:

- Tabelle der Pattern mit passendem Pattern-Prefix zur gewählten Standard-Einstellung (PREFERRED PATTERN)
- Tabelle der Pattern mit passender Modulationswertigkeit zur aktuellen Geräteeinstellung (COMPATIBLE PATTERN)
- Tabelle aller vorhandenen Pattern im Gerät (ALL PATTERN)

Der Softkey wechselt seine Beschriftung und Funktion während der Umstellung der Tabelle. Zur **Erweiterung** der PREFERRED PATTERN und COMPATIBLE PATTERN Tabellen wird als Beschriftung „EXPAND PAT LIST“ angezeigt, bei Erreichen der ALL PAT Tabelle wechselt die Beschriftung auf „SHRINK PAT LIST“.

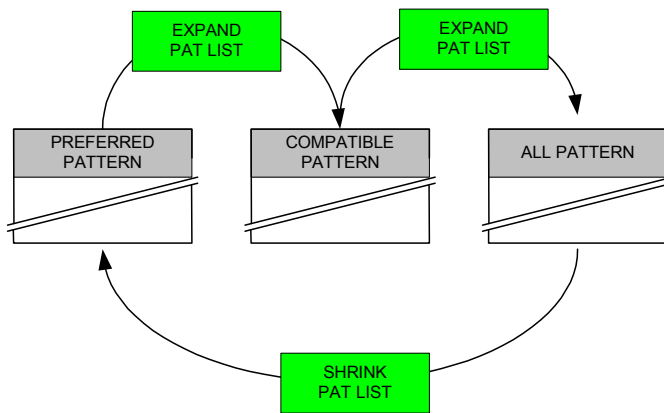


Bild 145 Erweiterung der Pattern-Listen

IEC-Bus-Befehl -

ADD PAT
TO STD

Der Softkey *ADD PAT TO STD* ordnet das ausgewählte Pattern der PATTERN-Liste (rechte Tabelle) einem digitalen Standard zu und nimmt es in dessen Liste auf.

IEC-Bus-Befehl

:SENS:DDEM:SEAR:SYNC:PATT:ADD "PATT_GSM"

DELETE
PATTERN

Der Softkey *DELETE PATTERN* löscht das ausgewählte Pattern aus der PATTERN-Liste (rechte Tabelle). Eventuelle Referenzen von digitalen Standards auf dieses Pattern werden ebenfalls gelöscht.

IEC-Bus-Befehle

:SENS:DDEM:SEAR:SYNC:NAME "SYNC_GSM"
:SENS:DDEM:SEAR:SYNC:DEL

REMOVE PAT
FROM STD

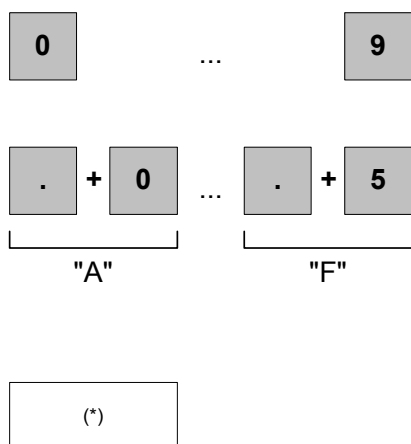
Der Softkey *REMOVE PAT FROM STD* entfernt das ausgewählte Pattern aus der STANDARD-Liste (linke Tabelle). Das Pattern bleibt jedoch in der ALL PATTERN-Liste erhalten und kann später wieder verwendet werden.

REMOVE ALL
FROM STD

Der Softkey *REMOVE ALL FROM STD* entfernt alle Pattern, die bisher dem Standard zugeordnet waren, aus der STANDARD PATTERN-Liste.

IEC-Bus-Befehl

:SENS:DDEM:SEAR:SYNC:PATT:REM "PATT_GSM"
:SENS:DDEM:SEAR:SYNC:PATT:REM ALL



In der Tabelle *PATTERN SYMBOLS* wird das Pattern eingegeben:

Vor Eingabe eines Pattern muss der logische Wertebereich der Modulation in der Tabelle *PATTERN SETTINGS* eingestellt sein (SYMBOL SPACE). Der Wertebereich besitzt beispielsweise für QPSK den Wert 4, für GMSK den Wert 2 oder für 32QAM den Wert 32.

Die Eingabe des Pattern erfolgt in hexadezimaler Notation.

Nach jedem Symbol muss die <ENTER> Taste betätigt werden. Die Zahlen 0..9 sind wie gewohnt auf dem Tastenfeld zu finden. Die alphanumerischen Zeichen A..F werden durch die Tasten-Kombinationen

„.“+ „0“ -> A
 „.“+ „1“ -> B
 „.“+ „2“ -> C
 „.“+ „3“ -> D
 „.“+ „4“ -> E
 „.“+ „5“ -> F

eingegeben.

Der Softkey (*) ist der Platzhalter für ein „don't care“ Symbol: Dieses Symbol wird beim Vergleich des Symboldatenstroms mit den vordefinierten Pattern nicht berücksichtigt.

Beispiel:

Für eine GMSK-Modulation soll das Syncpattern 00011011 verwendet werden:

- Parameter SYMBOL SPACE in Tabelle *PATTERN SETTINGS* auf 2 einstellen (für die GMSK Tabelle)
- Das Syncpattern in Tabelle *PATTERN SYMBOLS* eingeben:
 "0" <Enter>
 "0" <Enter>
 "0" <Enter>
 "1" <Enter>
 "1" <Enter>
 "0" <Enter>
 "1" <Enter>
 "1" <Enter>
- Namen und Startposition des Patterns in Tabelle *PATTERN SETTINGS* eingeben
- Syncpattern mit Softkey SAVE speichern
- Neu erstelltes Pattern mit Softkey ADD PAT TO STD in Standard-Liste aufnehmen.

IEC-Bus-Befehl

```
:SENS:DDEM:SEAR:SYNC:NAME "SYNC_GSM"  

:SENS:DDEM:SEAR:SYNC:DATA "FFFF"
```

INSERT

Der Softkey *INSERT* verschiebt die folgenden Symbole um eine Stelle und fügt an der augenblicklichen Position ein don't care Symbol ein.

IEC-Bus-Befehl –

EDIT

Der Softkey *EDIT* aktiviert den Überschreibemodus und ermöglicht das verändern der Symboleinträge

IEC-Bus-Befehl –

DELETE

Der Softkey *DELETE* löscht das Symbol an der angewählten Position und rückt die Folgesymbole um eine Stelle nach vorne.

IEC-Bus-Befehl –

SAVE

Der Softkey *SAVE* speichert die offene Patterndefinition unter dem angegebenen Namen und kehrt in das aufrufende Menü zurück. Vor dem Überschreiben einer gleichnamigen Definition erfolgt ein Warnhinweis.

IEC-Bus-Befehl (erfolgt beim IEC-Bus automatisch)

CANCEL

Der Softkey *CANCEL* bricht den Editiervorgang ohne Speichern ab und kehrt in das aufrufende Menü zurück.

IEC-Bus-Befehl –

Modulationsparameter - Softkey MODULATION SETTINGS

MODULATION SETTINGS

SYM RATE
(1.23 MHz)

MODULATION & MAPPING

MODULATION FILTER

MODULATION FILTER

EQUALIZER SETTINGS

NEW USER SET

ALFA / BT
(0.3)

DELETE USR SET

FSK DEV
(123.4 kHz)

SAVE USER SET

POINTS/ SYM
(4)

Der Softkey *MODULATION SETTINGS* öffnet ein Menü zum Einstellen der Modulationsparameter:

- Symbolrate (*SYM RATE*)
- Roll-off (*ALFA BT*)
- Filter (sende- + empfangenseitig)
MODULATION FILTER öffnet eine Tabelle zur Auswahl der Standardfiltereinstellung. Ist eine benutzerspezifische Einstellung vorhanden, so ist die Auswahl *USER* enthalten.
NEW USER SET öffnet eine Tabelle, die eine benutzerspezifische Auswahl eines Filtersets zulässt.
DELETE USER SET speichert einen anwenderdefinierten Filterset.
SAVE USER SET löscht einen anwenderdefinierten Filterset.
- Einstellparameter für ein adaptives Entzerrfilter (adaptive equalizer)
- Nennhub bei FSK-Verfahren (*FSK DEV*)
- Modulationsart und Mapping (*MODULATION & MAPPING*)
- Überabtastrate (*POINTS/SYM*)

SYM RATE
(1.23 MHz)

Der Softkey *SYM RATE* öffnet ein Fenster zur Eingabe der Symbolrate

Der Wertebereich beträgt 1 kHz .. 25 MHz (stufenlos).

Zusammen mit der Einstellung *POINTS/SYM* bestimmt die Symbolrate die IQ-Bandbreite der Datenannahme und Demodulation. (siehe Kapitel 3, Abschnitt "*IQ-Bandbreite*").

IEC-Bus-Befehl :SENS:DDEM:SRAT <num_value>

MODULATION & MAPPING

Der Softkey *MODULATION & MAPPING* öffnet eine Tabelle zur Einstellung der

- Modulationsgruppe (FSK, MSK, PSK, QAM)
- Modulationsart bzw. -Wertigkeit (Anzahl der Modulationszustände)
- Symbolmapping (Lage des logisches Symbol in der IQ- bzw. Frequenz-Ebene)

Hinweis: Eine Export- und Importfunktion ermöglicht den Transfer von vordefinierten und benutzerdefinierten Mappings zwischen verschiedenen Geräten (siehe Menü HOME VSA).

IEC-Bus-Befehle

```
:SENS:DDEM:FORM <modulation>

:SENS:DDEM:<modulation>:FORM <format>
:SENS:DDEM:<modulation>:NST <num_value>

:SENS:DDEM:MAPP <mapping_name>
:SENS:DDEM:MAPP:CAT?
```

Die folgenden Bilder geben die möglichen Modulationsgruppen sowie vordefinierte Mappings für die jeweils gewählte Modulationsart an.

MODULATION & MAPPING		
Modulation	FSK	Mapping
PSK	<input checked="" type="checkbox"/> 2FSK *	<input checked="" type="checkbox"/> NATURAL
MSK	<input type="checkbox"/> 4FSK *	
QAM		
<input checked="" type="checkbox"/> FSK		
USER-QAM		
USB		

Bild 148 Modulationsart FSK,-> 2FSK, 4FSK

MODULATION & MAPPING		
Modulation	MSK	Mapping
PSK	<input checked="" type="checkbox"/> MSK *	<input checked="" type="checkbox"/> NATURAL
<input checked="" type="checkbox"/> MSK	<input type="checkbox"/> DMSK *	
QAM		
FSK		
USER-QAM		
USB		

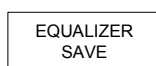
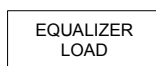
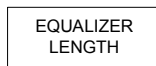
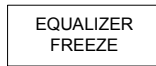
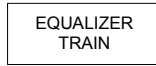
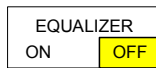
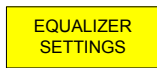
Bild 149 Modulationsart MSK,-> DMSK,MSK

MODULATION & MAPPING		
Modulation	PSK	Mapping
√PSK	BPSK *	CDMA2K_FWD
MSK	√QPSK	NATURAL
QAM	OQPSK *	√WCDMA
FSK	DQPSK *	
USER-QAM	PI/4-DQPSK	
USB	8PSK *	
	D8PSK *	
	3PI/8-8PSK *	

Bild 150 Modulationsart PSK,-> BPSK,QPSK, OQPSK, 8PSK, DQPSK, D8PSK, pi/4 DQPSK, 3pi/8-8PSK

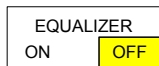
DIGITAL DEMODULATION		
Modulation	QAM	Mapping
PSK	16QAM *	
MSK	D16QAM *	
√QAM	32QAM *	
FSK	D32QAM *	
	64QAM *	
	D64QAM *	
	128QAM *	
	D128QAM *	
	256QAM *	
	D256QAM *	

Bild 151 Modulationsart QAM,-> 16QAM ... 256 QAM (regulär, bzw. Cross-Struktur)



Der Softkey *EQUALIZER SETTINGS* öffnet ein Menü zum Einstellen eines adaptiven Equalizers. Erläuterungen zur Funktionsweise und zur Einbettung in der Demodulationskette finden sich im Kapitel 3, Abschnitt „*Adaptives Enzerrfilter / Adaptiver Equalizer*“

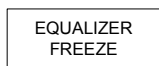
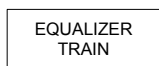
- EQUALIZER ON/OFF*** Schaltet den Equalizer im Messdemodulator ein bzw. aus.
- EQUALIZER TRAIN*** schaltet den Equalizer in den Lernmodus (Training)
- EQUALIZER FREEZE*** schaltet den Lernmodus aus und hält die Filterkoeffizienten fest.
- EQUALIZER RESET*** schaltet die Filterkoeffizienten auf ein neutrales Filter.
- EQUALIZER LENGTH*** wählt die Filterlänge des adaptiven Filters aus
- EQUALIZER STEP*** wählt die Lerngeschwindigkeit
- EQUALIZER LOAD*** lädt ein abgespeichertes Filter in den Arbeitsbereich
- EQUALIZER SAVE*** Die Koeffizienten des augenblicklich aktiven adaptiven Filters werden auf eine Datei gesichert.
- EQUALIZER DELETE*** Ein gespeichertes Filter wird aus der Dateiliste entfernt und die Datei gelöscht.



Der Softkey *EQUALIZER ON/OFF* schaltet den Adaptiven Equalizer in die Signalkette. Die Betriebsart wird durch die Softkeys *EQUALIZER TRAIN* bzw. *EQUALIZER FREEZE* bestimmt.

Falls *EQUALIZER = OFF* eingestellt ist, wird (unabhängig davon, ob gerade ein Equalizer aktiv war) in allen Equalizer Messanzeigen in neutrales Filter angezeigt. Durch wechselweises Ein- und Ausschalten des Equalizers kann in den Ergebnisanzeigen der Modulationsfehler die Wirkung trainierten Equalizers gegenüber dem nicht entzerrten Fall beobachtet werden, ohne den Equalizer neu zu trainieren.

IEC-Bus-Befehl SENS:DDEM:EQU:STAT ON | OFF



Die Softkeys *EQUALIZER TRAIN* und *EQUALIZER FREEZE* steuern das Verhalten des Equalizer Filters im Betrieb.

Mit *EQUALIZER TRAIN* wird (ausgehend von den aktuell gültigen Filterkoeffizienten) eine Trainingsphase eingeleitet und abhängig vom gemessenen Vektorfehler die Filterkoeffizienten optimiert. Wegen der aufwändigen Rechen- und Optimierungs-Operationen sinkt die Messgeschwindigkeit merklich.

Mit *EQUALIZER FREEZE* wird diese Trainingsphase beendet und die Filterkoeffizienten festgehalten, die Messgeschwindigkeit steigt wieder an.

Mit *EQUALIZER RESET* werden in beiden Fällen die Koeffizienten des Equalizers auf ein neutrales Filter zurückgesetzt.

Diese Softkeys sind nur verfügbar, wenn der Equalizer eingeschaltet ist (*EQUALIZER = ON*)

IEC-Bus-Befehle: Train SENS:DDEM:EQU:ADAP ON
 Freeze SENS:DDEM:EQU:ADAP OFF
 Reset SENS:DDEM:EQU:RES

EQUALIZER LENGTH

Der Softkeys EQUALIZER LENGTH ermöglicht die Einstellung der Filterlänge. Die Veränderung im laufenden Betrieb ist möglich. Es ist jedoch empfehlenswert, nach einer Längenveränderung eine neue Trainingsphase zu starten und die Filterkoeffizienten auf ein neutrales Filter zurückzusetzen (EQUALIZER RESET).

IEC-Bus-Befehle SENS : DDEM : EQU : LENG <num>

EQUALIZER STEP

Der Softkey EQUALIZER STEP steuert das Trainingsverhalten des Equalizers. Mit jedem Messergebnisblock werden neue Update-Koeffizienten zur Entzerrung berechnet. Der Parameter kann auch während des Betriebs des Equalizers verändert werden.

Die wirksamen Filterkoeffizienten für die Demodulation des folgenden Eingangsdatenblocks werden mit der folgenden Beziehung errechnet:

$$coeffs(n+1) = coeffs(n) \cdot (1 - step) + update(n) \cdot step;$$

Als Faustformel für den Equalizer-step Einstellung hat sich der Wert 0.1 für den Beginn der Trainingsphase, bzw. der Wert 0.01 gegen Ende der Trainingsphase als günstig erwiesen (wenn sich schon deutliche Verbesserungen der Modulationsfehleranzeige ergeben haben). Mit Verringerung des STEP Parameters verbessert sich die erreichbare Genauigkeit, wobei sich allerdings auch die Anpassrate verringert.

IEC-Bus-Befehl SENS : DDEM : EQU : CNVR <num>

EQUALIZER LOAD

Der Softkey EQUALIZER LOAD lädt ein gespeichertes Equalizer Filter in den Arbeitsbereich. Das Filter ist mittels Drehrad oder den Richtungstasten aus der angezeigt Liste auszuwählen und durch Druck auf die <ENTER> Taste oder Druck auf das Drehrad zu bestätigen. Ein evtl. zuvor vorhandenes Filter Im Arbeitbereich wird durch den Ladevorgang ohne Rückfrage überschrieben.

IEC-Bus-Befehl SENS : DDEM : EQU : LOAD 'name'

EQUALIZER SAVE

Der Softkey EQUALIZER SAVE ermöglicht das Speichern des aktuellen Filters in eine Datei. Es öffnet sich ein Fenster zur Eingabe des Dateinamens. Sofern ein Filter mit gleichlautendem Dateinamen bereits vorhanden ist, ist das Überschreiben zu bestätigen.

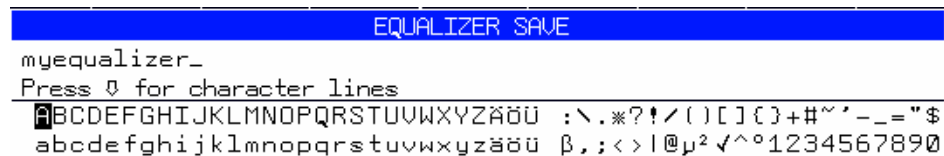


Bild 153 Eingabefeld zum Speichern des Equalizer Filters

IEC-Bus-Befehl SENS : DDEM : EQU : SAVE 'name'

EQUALIZER DELETE

Der Softkey EQUALIZER DELETE löscht ein abgespeichertes Filter. Das Filter ist mittels Drehrad oder den Richtungstasten aus der angezeigt Liste auszuwählen und durch Druck auf die <ENTER> Taste oder Druck auf das Drehrad zu bestätigen.

IEC-Bus-Befehl SENS : DDEM : EQU : DEL 'name'

NEW USER SET

Der Softkey *NEW USER SET* öffnet ein Eingabefenster zur Definition eines eigenen Filter-Sets. In einem Auswahlmenü werden benutzerspezifische Filter angeboten, die bereits im Analysator vorhanden sind.

Beim Import und bei der Verwendung eigener Filter überprüft der Analysator **NICHT**, ob die Filter den systemtheoretischen Anforderungen für eine ISI-freie Demodulation genügen, diese Verantwortung liegt beim Anwender.

Bei der Neudefinition eines SETs müssen nacheinander das TX, ISI und MEAS-Filter aus einer Liste aller Filterfiles bestimmt werden.

Bei der folgenden Darstellung wird beispielhaft ein solches SET erstellt und das TX-Filter ausgewählt.

MODULATION FILTER (USER FILTER)		
TRANSMIT FILTER	RECEIVE FILTER	MEAS FILTER
GAUSS_LINEARIZED	EDGE_ISI	
		MEAS FILTER
		✓CDMA2K_1X_FWD_ISI
		CDMA2K_1X_FWD_TX
		CDMA2K_1X_REV_ISI
		CDMA2K_1X_REV_TX
		CDMA2K_3X_REV_ISI
		CDMA2K_3X_REV_TX
		EDGE_ISI
		EDGE_MEAS
		GAUSS_LINEARIZED
		NONE

Bild 154 Definition eines neuen Filter-Sets

Eine Mischen der Filterfiles mit den analytischen Filtern (RC, RRC, Gauss) ist nicht möglich. Für diesen Fall sind die Koeffizienten im Zeitbereich für ein entsprechendes Filter selbst zu entwerfen und als benutzerspezifisches Filter zu importieren. Für das RECEIVE-Filter ist auch die Einstellung ,NONE

IEC-Bus-Befehl -

SAVE USER SET

Der Softkey *SAVE USER SET* nimmt den neu definierten *USER SET* in die Modulation Filter-Tabelle auf und markiert den Eintrag zur Unterscheidung von den werksseitig vordefinierten Filtern als (USER) markiert. Sind bereits benutzerspezifische SETs vorhanden, so werden neue SETs am Ende der Liste angefügt. Anschließend wird in die Tabelle *MODULATION FILTER* zurückgekehrt.

DELETE USER SET

Der Softkey *DELETE USER SET* löscht den ausgewählten *USER SET* aus der Modulation Filter-Tabelle. Wird versucht, einen werksseitigen FilterSet zu löschen, erscheint eine Fehlermeldung.

IEC-Bus-Befehl -

ALFA / BT
(0.3)

Der Softkey *ALFA/BT* öffnet ein Eingabefenster für den Roll-off Faktor (PSK,QAM) bzw. den Bandbreitenfaktor (MSK, FSK) für analytische Filter.

Der Wertebereich für ALFA und BT beträgt 0.1 ...1.0.

Für sehr große Abtastraten wird der Faktor begrenzt, so dass keine Modulationsbandbreiten > 28 MHz auftreten können (kompensierte Resolution Bandwidth= Comp_RBW); (R&S FSU Modulationsbandbreiten > 7 MHz, Comp_RBW 7 MHz)

$$Comp_RBW \geq Symbolrate * (1 + ALFA);$$

IEC-Bus-Befehl :SENS:DDEM:FILT:ALPH <num_value>

FSK DEV
(123.4 kHz)

Der Softkey *FSK DEV* öffnet ein Fenster zur Eingabe des Referenzhubs bei FSK-Signalen. Der Wertebereich reicht von 1kHz (min) bis zur eingestellten Symbolrate (max.).

Hinweis: Bei FSK DEV-Werten für über der eingestellten Symbolrate wird ein Wert für POINTS/PER SYMBOL von mindestens 8 empfohlen.

IEC-Bus-Befehle :CALC:FSK:DEV:REF <num_value>

POINTS/SYM
(4)

Der Softkey *POINTS/SYM* gibt die Anzahl der Abtastsamples zwischen 2 aufeinander folgenden Symbolen an. Er bestimmt damit auch die Signalbandbreite, die für die Demodulation zur Verfügung steht.

Mögliche Einstellwerte sind: 1,2,4,8,16

Bei Einstellwerten *POINTS/SYM* < 4 wird die interne Datenannahme und Demodulation mit der Einstellung „4“ vorgenommen.

IEC-Bus-Befehl :SENS:DDEM:PRAT 4

Einstellen der Demodulation - Softkey DEMOD SETTINGS

DEMOM SETTINGS	RECORD LEN (8 kSym)	Der Softkey <i>DEMOM SETTINGS</i> öffnet ein Untermenü, in dem die Einstellungen zusammengefasst sind, die für die Demodulation und die Anzeige des Messergebnisses wichtig sind.
	RESULT LEN (800 Sym)	<i>RECORD LEN</i> gibt die Größe des IQ-Buffers zur Datenannahme an.
	EVAL LINES	<i>RESULT LEN</i> gibt die Größe der Ergebnisdarstellung an. <i>EVAL LINES</i> bestimmt den Auswertebereich für numerische Messergebnisse.
	MULTI	<i>MULTI</i> schaltet die Mehrfachauswertungs-Betriebsart ein bzw. aus.
	MULTI ON OFF	<i>FORCE WB PATH</i> aktiviert Option "Bandwidth Extension R&S FSQ-B72" für den Signalpfad < 100 MHz.
	FORCE WB PATH	<i>SIDEBAND</i> schaltet zwischen spektraler Regel- und Kehrlage um.
	SIDEBAND NORM INV	<i>NORMALIZE</i> steuert die Einberechnung des IQ-Offset (Origin Offset) in numerische Ergebnisse und die Displaydarstellung.
	NORMALIZE ON OFF	<i>POINTS/SYM</i> gibt die Anzahl der Abtastsamples zwischen 2 aufeinander folgenden Symbolen an.
	POINTS/SYM (4)	

RECORD LEN (8 kSym)	RECORD LEN (AUTO)	Der Softkey <i>RECORD LEN</i> öffnet ein Untermenü zum Einstellen der Größe des IQ-Buffers zur Datenannahme.
	RECORD LEN (8 kSYM)	Zeiteingaben werden intern auf die Einheit Symbol umgerechnet und auf ganzzahlige Symbole gerundet.
	RECORD LEN (1.234 ms)	Der Bildschirmdarstellungsbereich des <i>MAG CAP BUFFERS</i> wird ausschließlich durch die Einstellung der <i>RECORD LEN</i> bestimmt.

Die obere Grenze der Aufnahmelänge (*RECORD LEN*) beträgt 4194104 Symbole

RECORD LEN (AUTO)	Der Softkey <i>RECORD LEN (AUTO)</i> wählt automatisch die optimale Einstellung der Record Length für die jeweilige Geräteeinstellung.
------------------------	--

Bei einem Digitalen Standard wird die 10-fache Burst-Länge eingestellt. Falls im Standard keine Bursts definiert sind, wird die 10-fache *RESULT LEN* eingestellt.

IEC-Bus-Befehl : SENS : DDEM : RLEN : AUTO ON

RECORD LEN
(8 kSYM)

Der Softkey *RECORD LEN* (x SYM) aktiviert die Eingabe der Record Length in Symbolen.

Es sollte mindestens die doppelte RESULT LEN eingestellt werden.

IEC-Bus-Befehl : SENS:DDEM:RLEN <num>SYM

RECORD LEN
(1.234 ms)

Der Softkey *RECORD LEN* (x sec) aktiviert die Eingabe der Record Length in Sekunden.

Es sollte mindestens die doppelte RESULT LEN eingestellt werden.

IEC-Bus-Befehl : SENS:DDEM:RLEN <num>S

RESULT LEN
(8 kSym)

Der Softkey *RESULT LEN* öffnet ein Fenster zur Eingabe des maximalen Darstellbereichs auf dem Display des Analysators. Dieser Darstellbereich ist prinzipiell für alle Ergebnisdarstellungen gültig.

Lediglich für die Ergebnisse in

- MODULATION ACCURACY
- STATISTIC bzw. ERROR STATISTIC und
- SPECTRUM bzw. ERROR SPECTRUM

wird der Ergebnisbereich auf den Bereich, der durch die EVAL LINES bestimmt wird, eingeschränkt. Siehe Abschnitt "[Evaluation Lines / Einschränken des Messbereiches](#)"

IEC-Bus-Befehl : SENS:DDEM:TIME <num_value>

MULTI
ON OFF



Der Softkey *MULTI ON/OFF* schaltet die **Mehrfachauswertungs-Betriebsart** ein bzw. aus. In der Betriebsart MULTI = ON wird automatisch eine neue Datenannahme durchgeführt, falls das Ende des Record Buffers erreicht ist. Andernfalls wird die Meldung 'End of Buffer' ausgegeben. Siehe Abschnitt "Mehrfach-Auswertung eines Datensatzes- (MULTI)"

IEC-Bus-Befehl : SENS:DDEM:SEAR:MBUR ON

FORCE
WB PATH



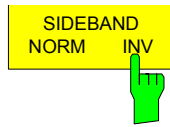
(nur R&S FSQ)

Der Softkey *FORCE WB PATH* aktiviert den Signalpfad der Option "Bandwidth Extension R&S FSQ-B72" für Symbolraten < 25 MHz. Der Softkey wird nur angeboten, wenn Option R&S FSQ-B72 ist installiert ist. Diese Option wird automatisch bei Sample Rates oberhalb 100 MHz aktiviert (= Symbolrate 25 MHz* 4 Points/Symbol).

Bei eingeschaltetem Softkey *FORCE WB PATH* wird die Option auch für den Signalpfad auch für Symbolraten < 25 MHz aktiviert.

Die Aktivierung von *FORCE WB PATH* ist nur für Symbolraten ≥ 5.1 MHz (bei 4 Points/Symbol) möglich. Bei Symbolraten < 5.1 MHz wird der Softkey automatisch deaktiviert.

IEC-Bus-Befehl : SENS:DDEM:WBAN:STAT ON|OFF

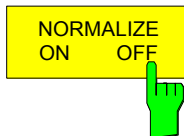


Der Softkey *SIDEBAND NORM/INV* schaltet zwischen spektraler Regel- und Kehrlage um.

NORM der Demodulator arbeitet in Regellage

INV der Demodulator erwartet die spektrale Kehrlage am Eingang.

IEC-Bus-Befehl :SENS:DDEM:SBAN NORM | INV

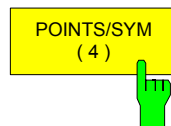


Der Softkey *NORMALIZE ON/OFF* aktiviert/deaktiviert die Normalisierung.

ON der ermittelte Messwert für den IQ-Offset (Origin Offset), für die Displayanzeige und weitere Fehlerberechnungen (EVM, Phase Error ...) wird vom IQ-Mess-Datensatz subtrahiert

OFF die Fehlerberechnungen werden mit dem unkorrigierten Datensatz durchgeführt. Diese Einstellung ist für die Messung von nichtlinearen Verzerrungen sinnvoll.

IEC-Bus-Befehl :SENS:DDEM:NORM ON | OFF



Der Softkey *POINTS/SYM* stellt die Anzahl der Stützwerte zwischen 2 Symbolzeitpunkten ein.

Der Einstellbereich ist 1;2;4;8;16.

Die IQ-Datenannahme wird unabhängig davon immer mit einer Mindestanzahl von 4 *POINTS/SYM* durchgeführt. Bei den Einstellwerten 1;2 wird die Datenreduktion erst bei der Ergebnisanzeige vorgenommen.

Die Parameter beeinflusst insbesondere die Bandbreite der Daten im RECORD BUFFER (IQ-Bandwidth), weitere Beispiel dazu finden sich im Abschnitt "[Bandbreiten der Signalverarbeitung](#)"

IEC-Bus-Befehl :SENS:DDEM:PRAT 4

Evaluation Lines / Einschränken des Messbereiches

Die Evaluation Lines begrenzen den Auswertebereich der numerischen Fehleranzeigen in der Darstellart *MODULATION ERRORS*.

Für PSK, MSK und QAM Modulationsarten betrifft das :

- EVM
- Phase Error
- RHO
- Frequency Error (nur MSK)

Sowie für FSK Modulationsarten die Fehleranzeigen für:

- Magnitude Error
- Frequency Error

Für eine stabile Demodulation verwendet der Analysator - unabhängig von den evtl. sehr eng eingestellten Evaluation Lines - einen möglichst großen Demodulationsbereich. Für geburstete Signale entspricht dieser der „Useful Length“, für ungeburstete Signale der „Result Length“.

Innerhalb dieses erweiterten Bereiches werden die weiteren numerischen Fehleranzeigen, wie z.B.

- Mittenfrequenzfehler (Center Frequency Error)
- IQ-Offset (Origin Offset)
- IQ-Imbalance

bestimmt.

Das folgende Bild zeigt verschiedene vordefinierte Einstellmöglichkeiten am Beispiel eines gebursteten Signals. Zusätzlich kann der *EVAL RANGE* auch durch manuelles Positionieren der *EVAL LINE 1* bzw. *EVAL LINE 2* bestimmt werden.

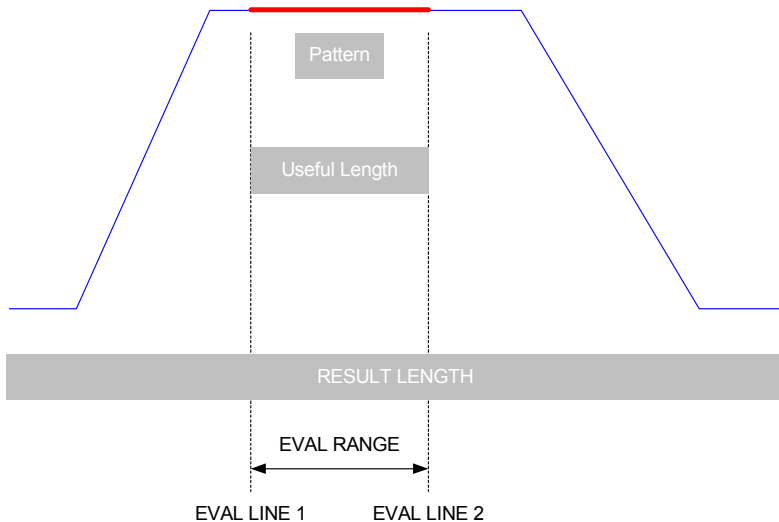
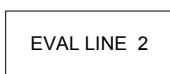
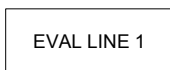
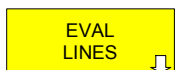


Bild 155 Einstellung des *EVAL RANGE*



⋮

Der Softkey *EVAL LINES* öffnet ein Untermenü, in dem die Auswertebereiche für eine Messung eingestellt werden.

EVAL LINE 1/2 wählt den linken bzw. rechten Rand des Bereiches aus

IEC-Bus-Befehle :CALC:ELIN1 2SYMB
 :CALC:ELIN2 12SYMB
 :CALC:ELIN:STAT ON | OFF

Record Buffer, Demodulationsbereich und Darstellbereich

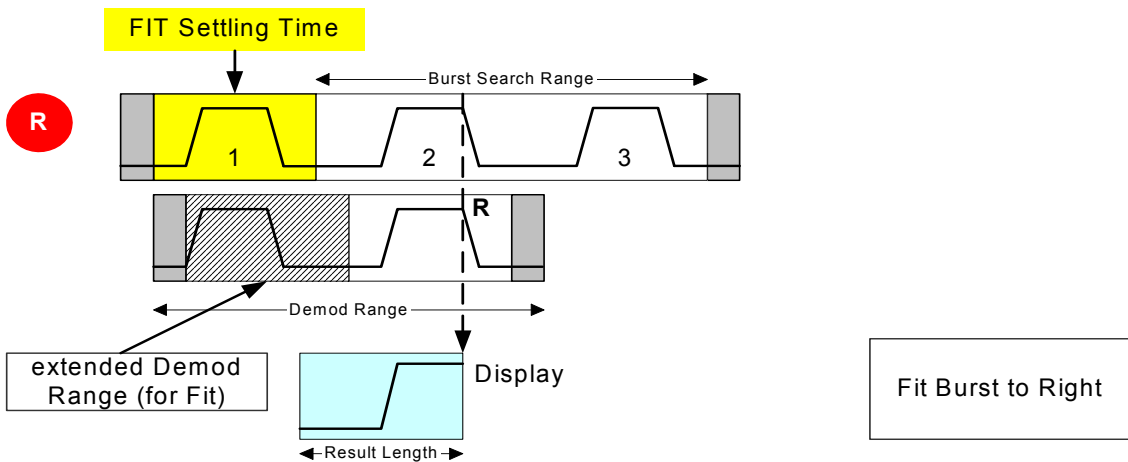
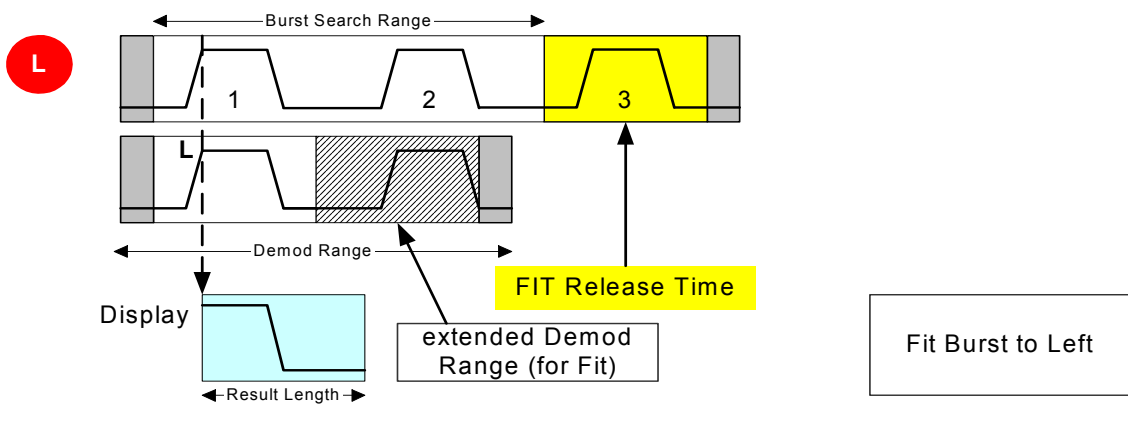
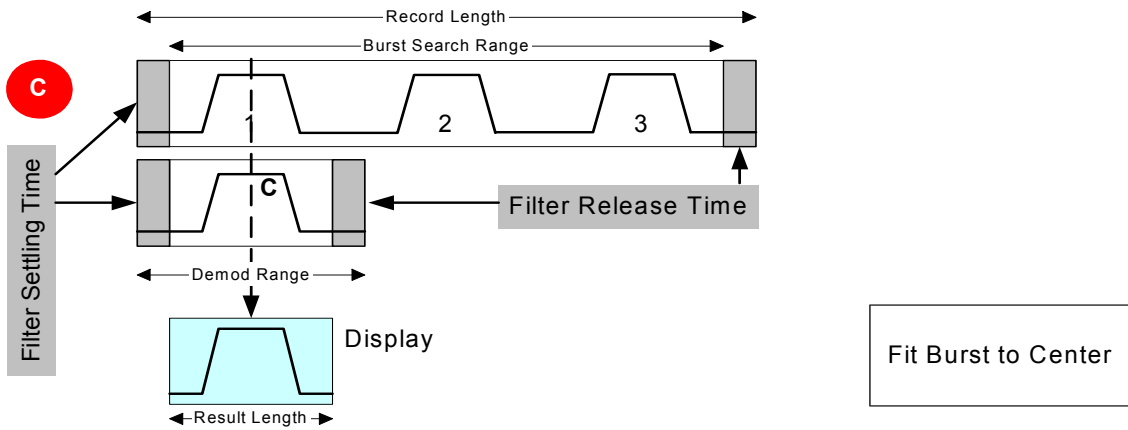


Bild 156 Record Buffer Burst-Suchbereich und Ergebnisdarstellung

Die Bedieneinstellungen zur Bildschirmpositionierung (Abschnitt "[Positionieren der Bildschirmausgabe - Softkey FIT TRACE](#)") bestimmen auch interne Verarbeitungslängen und Suchbereiche innerhalb des Record Buffers. Der Analysator schränkt ggf. Suchbereiche ein, da die Bedieneinstellungen zur Bildschirmpositionierung vorrangig sind.

Bild 156 zeigt dieses Verhalten beispielhaft für 3 Fälle mit unterschiedlicher Bildschirmpositionierung, dargestellt sind jeweils

- Der Record Buffer,
- der Demodulationsbereich in der Signalverarbeitung
- und die Ergebnisdarstellung mit der eingestellten Bildschirmpositionierung.

Der Bedienparameter *RESULT LENGTH* bestimmt die Länge der Ergebnisdarstellung, mit dem Bedienparameter *FIT BURST* wird die Lage des Bursts auf dem Bildschirm gesteuert.

Der Schätzbereich der Modulationsparameter (siehe Kapitel Burst und Suchparameter) ist in allen dargestellten Fällen auf die Burst Length (den inneren Burst-Bereich) beschränkt. Die dort ermittelten Parameter (Mittenfrequenzfehler, Symboltiming ...) werden auf den gesamten Datensatz der Signalverarbeitung angewandt (hier als DSP_Demod_Range bezeichnet).

Der Datenbereich des Record Buffers, der in diese DSP_Demod_Range eingeht, wird vom Analysator anhand der Burst-Länge, sowie der Bedienparameter *RESULT LEN* und *FIT* selbst ermittelt. Zusätzlich zur eigentlichen Verarbeitungslänge sind Einschwingbereiche für Filterungen und Demodulation erforderlich, die hier als graue Randbereiche dargestellt sind. Weitere Vorhaltezeiten (*FIT* Settling / Release Time) sind für die korrekte Darstellung erforderlich und hellgrau dargestellt.



FIT BURST to CENTER

Mit dieser Einstellung wird der Burst_1 erkannt und in der Mitte der Bildschirmdarstellung positioniert. Als Verarbeitungsbereich (DSP Demod Range) reicht die einfache *RESULT LENGTH*, die um Einschwing-Randbereiche erweitert wird. Dieser Fall zeigt die typische Grundeinstellung für Digitale Standards.



FIT BURST to LEFT

Mit dieser Einstellung wird der Burst_1 erkannt und der linke Rand des Bursts am linken Rand des Bildschirms positioniert.

Der Verarbeitungsbereich (DSP Demod Range) wird nach rechts erweitert, da für die Darstellung ein **erweiterter rechter Randbereich** erforderlich ist. Im Bild 156 ist das durch eine Verdopplung der DSP Demod Range angedeutet, der Analysator berechnet die tatsächlich erforderliche Länge selbst.



FIT BURST to RIGHT

Mit dieser Einstellung wird der rechte Rand des Bursts am rechten Rand des Bildschirms positioniert.

Der Verarbeitungsbereich (DSP Demod Range) beginnt erst später, da für die Darstellung ein **erweiterter linker Randbereich** erforderlich ist.

Die Einschränkung des Suchbereichs hat hier zur Folge, dass die Messung erst mit dem zweiten Burst im Record-Buffer durchgeführt wird. Bei Verwendung eines externen Triggers muss eine Veränderung der FIT-Einstellungen ggf. durch eine Anpassung der Trigger-Delay-Einstellung kompensiert werden um Daten vor dem Burst_1 aufzuzeichnen.

Weitere Positioniermöglichkeiten sind im Kapitel *FIT TRACE* aufgeführt, für sie gelten grundsätzlich die gleichen Abhängigkeiten, wie sie genannten Beispiel einer Burst-Messung beschrieben sind.

Darstellung der Messergebnisse

Spektrale Darstellungen

Spektrale Auswertungen können für alle Ergebnisdarstellungen durchgeführt werden, die in der x-Achse die Zeit oder Symbole anzeigen:

Measurement und Reference Signal: Magnitude, Phase, Frequency, Real/Imag

Error Signal: Error Magnitude, Error Phase, Error Frequency, Error Real/Imag, EVM

Capture Buffer: Magnitude Capture Buffer, Frequency, Real/Imag.

Bei reellwertigen Eingangssignalen wird das Spektrum zwischen den Frequenzen 0 und Symbolrate*Points/Symbol / 2 dargestellt, bei komplexwertigen Eingangssignalen (REAL/IMAG und Error REAL/IMAG) wird das Spektrum zwischen +/- Symbolrate*Points/Symbol / 2 dargestellt.

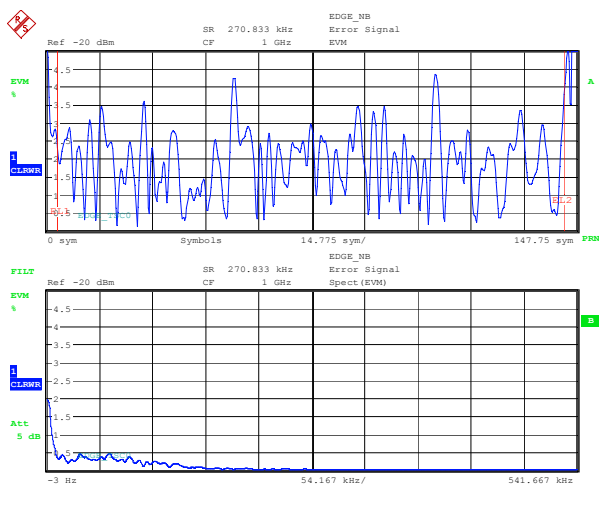
Das Eingangssignal wird einer Fast Fourier Transformation (FFT) mit 4096 Punkten unterworfen, der Betrag gebildet und dargestellt. Hat die zugrunde liegende Ergebnisdarstellung eine größere Länge, wird die Gesamtlänge in mehrere Teilblöcke der Länge 4096 aufgeteilt und die Ergebnisse gemittelt. Die Teilblöcke überlappen sich um 25 % der Blocklänge. Zusätzlich wird das Eingangssignal bzw. die Teilblöcke mit einem FLATTOP Window bewertet.

Sofern TimeLines zur Einschränkung des Auswertebereiches aktiv sind, wird auch das Flattop Window auf den inneren Bereich der Timelines begrenzt.. Im Anschluss an die FFT wird der Betrag des Spektrums gebildet und auf dem Display dargestellt.

Im Bild 157 und Bild 158 sind solche spektralen Auswertungen gezeigt. Die obere Messkurve zeigt jeweils das Grunddiagramm, die untere Kurve zeigt die zugehörige spektrale Auswertung.

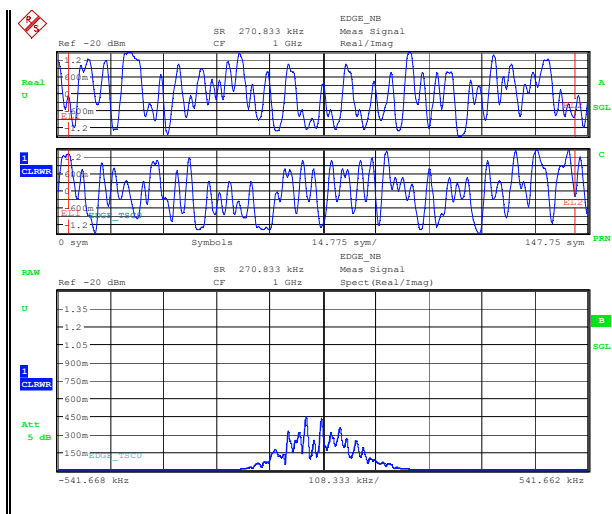
Bild 157 stellt oben die EVM über die Zeit dar, unten wird der Betrag der FFT über das EVM Signal gezeigt. In Bild 158 wird auf das komplexwertige Signal (REAL/IMAG, oben) die FFT angewendet. Das untere Diagramm zeigt den Betrag der FFT. Da das Eingangssignal komplexwertig war, wird ein zweiseitiges Spektrum dargestellt. In beiden Fällen ist durch die aktivierten TimeLines der Zeitbereich für die FFT eingeschränkt, so dass beispielsweise Burst-Flanken nicht berücksichtigt werden.

Zur Aktivierung der spektralen Darstellung ist zunächst die Messauswertung im Zeitbereich einzustellen, um anschließend die Darstellung durch Druck auf den Softkey *SPECTRUM* umzustellen. Die Skalierung und die Einheit der x-Achse des Grund-Diagramms wird in die y-Achse der Spektrumsdarstellung übernommen, lässt sich aber im Menü *RANGE* verändern. Mit dem *LIN/LOG* Softkey in diesem Menü kann auch eine Umschaltung zwischen linearer und logarithmischer Skalierung der y-Achse vorgenommen werden.



Date: 4_JUL.2003 11:23:16

Bild 157 Spektrums-Diagramm: Einseitige Darstellung bei reellwertigen Eingangssignalen



Date: 4_JUL.2003 11:36:28

Bild 158 Spektrums-Diagramm: Zweiseitige Darstellung bei komplexwertigen Eingangssignalen

Statistische Darstellungen

Statistische Auswertungen können für alle Ergebnisdarstellungen durchgeführt werden, die in der x-Achse die Zeit oder Symbole anzeigen:

Measurement und Reference Signal: Magnitude, Phase, Frequency, Real/Imag

Error Signal: Error Magnitude, Error Phase, Error Frequency, Error Real/Imag, EVM

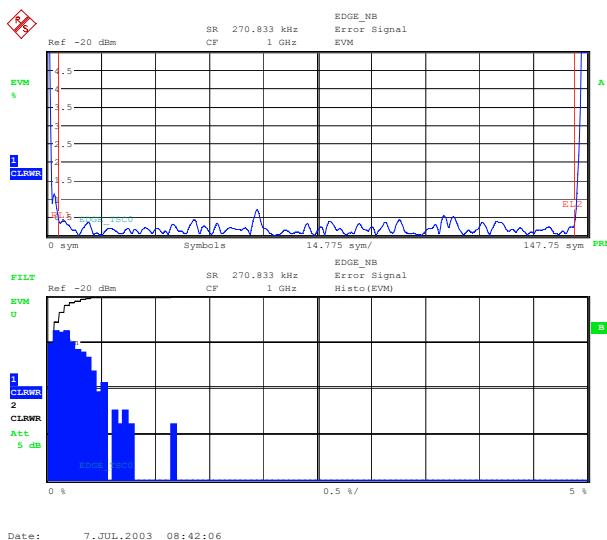
Capture Buffer: Magnitude Capture Buffer, Frequency, Real/Imag.

Bei komplexwertigen Darstellungen (*REAL/IMAG* und *ERROR REAL/IMAG*) wird für Real und Imaginärteil jeweils ein gesondertes Statistik-Diagramm errechnet.

Das Eingangssignal der Grunddarstellung wird quantisiert und die Auftrittswahrscheinlichkeit in einer Balkendarstellung gezeichnet. Auftrittswahrscheinlichkeiten, die sich außerhalb des Darstellbereichs befinden, werden den Balken am linken bzw. rechten Bildschirmrand zugeschlagen. Die Quantisierung lässt sich über die Anzahl der Balken im Darstellbereich durch den Parameter *RANGE* -> *QUANTIZE* einstellen. In der Grundeinstellung werden 101 Balken verwendet.

Im Bild 159 ist eine solche statistische Auswertung gezeigt. Die obere Messkurve zeigt das Grunddiagramm (EVM), die untere Kurve zeigt die zugehörige statistische Verteilung der EVM. Wie bei spektralen Darstellungen wird auch hier durch die aktivierten TimeLines der Zeitbereich zur Auswertung eingeschränkt, so dass beispielsweise Burst-Flanken nicht berücksichtigt werden.

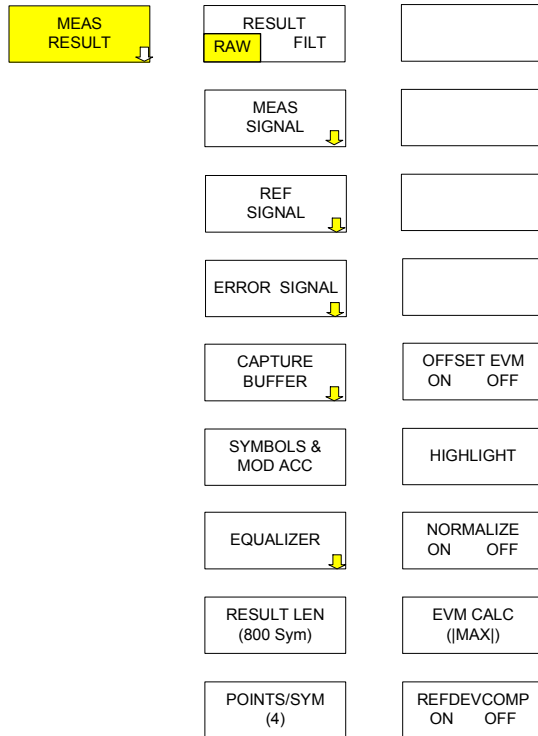
Zur Aktivierung der statistischen Auswertung ist zunächst die Messauswertung im Zeitbereich einzustellen, um anschließend die Darstellung durch Druck auf den Softkey *STATISTIC* bzw. *ERROR STATISTIC* umzustellen. Die Skalierung und die Einheit der y-Achse des Grund-Diagramms wird in die x-Achse der Statistikdarstellung übernommen, lässt sich aber im Menü *RANGE* verändern. Mit dem Softkey *RANGE* -> *LIN/LOG* in diesem Menü kann eine Umschaltung zwischen linearer und logarithmischer Skalierung der y-Achse vorgenommen werden.



Date: 7.JUL.2003 08:42:06

Bild 159 Error Vector Magnitude (oben)
Häufigkeitsverteilung der EVM (unten)

Softkey MEAS RESULT



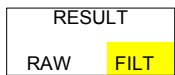
Der Softkey *MEAS RESULT* öffnet das Menü zur Auswahl der Ergebnisdarstellungen.

<i>RESULT RAW/ FILT</i>	Wählt die Messung an einem ungefilterten Roh-Signal oder einem gefilterten Signal aus
<i>MEAS SIGNAL</i>	Öffnet ein Untermenü zur Auswahl des Mess-Signals (<i>MEASUREMENT SIGNAL</i>).
<i>REF SIGNAL</i>	Öffnet ein Untermenü zur Auswahl des Referenz-Signals (<i>REFERENCE SIGNAL</i>).
<i>ERROR SIGNAL</i>	Öffnet ein Untermenü zur Auswahl der Modulationsfehler-Darstellung.
<i>CAPTURE BUFFER</i>	Öffnet ein Untermenü zur Auswahl des aufgenommenen Rohsignals
<i>SYMBOLS & MOD ACC</i>	Stellt die dekodierten Symbole sowie numerische Modulationsfehler dar. (<i>MODULATION ACCURACY</i>)
<i>EQUALIZER</i>	Öffnet ein Untermenü zur Auswahl der Darstellung des Filterkoeffizienten und weiterer Darstellungen des adaptiven Equalizers
<i>OFFSET EVM ON/OFF</i>	Beeinflusst ausschließlich die Berechnung der Messkurve des Fehlervektorbetrags für Offset-QPSK.
<i>HIGHLIGHT</i>	Markiert die Symbolentscheidungspunkte in vielen Diagrammen
<i>REFDEVCOMP</i>	Steuert die Normierung des FSK Referenzsignal auf das Mess-Signal
<i>EVM CALC</i>	Wählt das Berechnungsverfahren für die Fehlerberechnung und – Darstellung des Error Vector Magnitude.

Die Funktion und die Bedienung der Softkeys

- *RESULT LEN*
- *NORMALIZE*
- *POINTS/SYM*

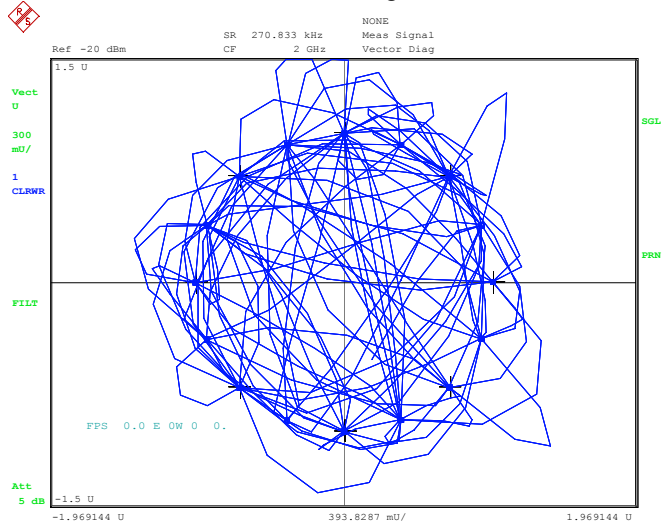
sind identisch zu den gleichnamigen Softkeys im Menü *DEMOD SETTINGS*.



Der Softkey *RESULT* RAW/FILT wählt zwischen gefilterten und ungefilterten Signalen.

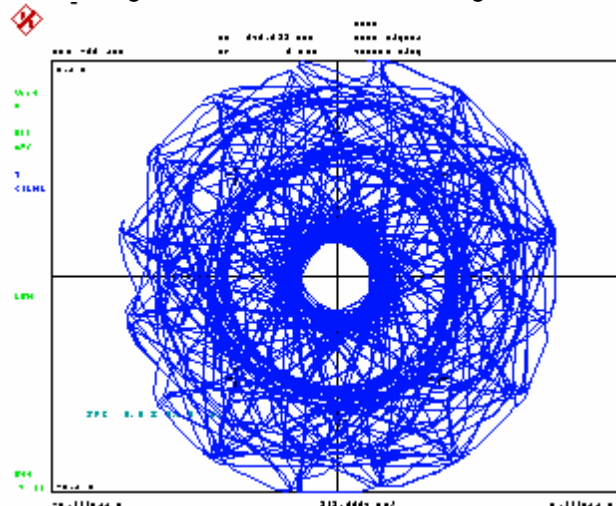
FILT

Bei vielen Mobilfunksystemen ist die Filterung auf den Sender und den Empfänger so verteilt, dass im Empfänger intersymbolinterferenzfreie Abtastzeitpunkte vorliegen. Diese Betriebsart wird mit der Einstellung *RESULT* **FILT** erreicht.



RAW

Für verschiedene Anwendungen (z.B. Verzerrungsmessungen an Senderendstufen) ist es aber erforderlich, demodulierte aber ungefilterte Mess-Signale zur Verfügung zu haben, die nicht durch eine Empfangsfilterung verfälscht sind. Mit der Einstellung *RESULT* **RAW** wird weiterhin eine Demodulation bis auf Symbolebene durchgeführt, anschließend wird allerdings ein Referenzsignal regeneriert, das einem **ungefilterten Rohsignal** entspricht, und die weiteren Auswertungen werden mit diesen Rohsignalen durchgeführt.



Hinweis: In den Darstellarten, die von *RESULT* **RAW** abgeleitet sind, sind normalerweise **KEINE** Konstellationsdarstellungen zu erwarten, bei denen die Punkte an den idealen Symbolpunkten konzentriert sind, da keine Empfangsfilterung wirksam ist, die zu intersymbolinterferenz-freien (ISI freien) Zeitpunkten führt.

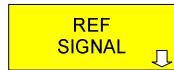
Bei MSK- und FSK-Systemen ist dieser Softkey **nicht verfügbar**,

da die Demodulation immer mit ungefilterten Signalen durchgeführt wird.

IEC-Bus-Befehl :SENS:DDEM:FILT:STAT ON | OFF



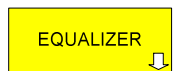
Siehe Abschnitt "[Auswahl des dargestellten Mess- und Referenzsignals - Softkey Meas Signal / Ref Signal](#)"



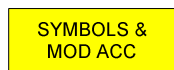
Siehe Abschnitt "[Auswahl der Fehlerdarstellung - Softkey ERROR SIGNAL](#)"



Siehe Abschnitt "[Auswahl des Rohsignals - Softkey CAPTURE BUFFER](#)"



Siehe Abschnitt "[Ergebnisdarstellungen des adaptiven Equalizers](#)"



Der Softkey *SYMBOLS & MOD ACC* schaltet die Darstellung der numerischen Ergebnisse (*MODULATION ACCURACY*) und die Tabelle der decodierten Symbole (*SYMBOLS*) ein. Diese Ergebnisse werden in Abhängigkeit der eingestellten Betriebsart *MEAS RESULT RAW* bzw. *MEAS RESULT FILT* ermittelt. Bei eingeschaltetem Measurement Filter (*MEAS RESULT FILT*) kann deshalb die Anzeige *MEAN POWER* von der Pegelanzeige des Senders abweichen.

In der Darstellart **Single Screen** werden in der oberen Hälfte die decodierten Symbole, in der unteren Hälfte die numerischen Ergebniswerte angezeigt. (siehe Bild 160)

Mit *TRACE AVERAGE = ON*: werden neben den numerischen Ergebnissen für den aktuellen Sweep auch weitere statistische Auswertungen (RMS, AVG, Standard Deviation, Total Peak) für die bisherigen Sweeps angezeigt (siehe auch Bild 161).

...Demodulationsbereich und Darstellbereich R&S® FSQ-K70/FSMR-B73/FSU-B73

EDGE_NB
Sym&Mod Acc

SR 270.833 kHz
CF 1 GHz

Ref -20 dBm

SYMBOL TABLE (Hexadecimal)													EDGE_TSC0																													
00003	1	0	4	0	0	4	1	0	6	0	4	7	1	2	5	4	1	5	7	2	3	3	4	4	2	4	1	2	6	4	7	7	3	1	1	1	3	3	7	4	4	
00044	6	5	1	4	6	0	0	6	1	4	5	0	6	4	5	7	7	7	1	7	1	1	1	7	7	7	1	7	7	1	7	7	1	7	7	1	7	7	1	7	1	
00085	1	1	2	1	3	0	7	2	6	2	6	3	6	1	7	5	6	4	0	6	5	5	5	6	6	0	2	6	5	7	5	2	5	0	0	5	1	2	7	4	5	
00126	6	7	0	0	7	1	6	4	4	7	5	3	5	2	1	1	0	3																								

1 CLRWR

PRN

FILT

MODULATION ACCURACY					
EDGE_TSC0	Result	Peak	atSym	Unit	
EVM	0.278	0.727	158	%	
Magnitude Err	0.176	0.675	159	%	
Phase Error	0.15	-0.36	120	deg	
CarrierFreq Err	-773.63			Hz	
Ampt Droop	0.01			dB	
Origin Offset	-68.68			dB	
Gain Imbalance	0.01			dB	
Quadrature Err	0.09			deg	
RHO	0.999992				
Mean Power	-27.45	-23.32	45	dBm	
SNR (MER)	51.10			dB	

1 CLRWR

Att 5 dB

D
SGL

Bild 160 Modulation Accuracy (Single Screen, Trace Average = off)

EDGE_NB
Sym&Mod Acc

SR 270.833 kHz
CF 1 GHz

Ref -20 dBm

SYMBOL TABLE (Hexadecimal)													EDGE_TSC0																														
00003	6	6	7	3	0	1	3	2	7	6	5	2	4	0	2	4	5	3	6	2	7	3	4	0	3	4	7	2	2	3	6	5	6	5	0	4	4	1	4	7	0		
00044	2	7	5	5	4	6	4	1	6	7	4	1	7	7	6	0	3	7	7	1	7	7	1	1	1	7	7	7	1	7	7	1	7	7	1	7	7	1	7	1	7	1	
00085	1	1	6	7	6	1	3	4	6	2	0	2	2	4	7	3	2	1	7	1	7	4	6	6	1	2	4	4	3	4	3	3	2	5	6	1	1	4	2	1	0		
00126	0	1	0	2	1	4	1	1	6	2	5	3	0	3	3	6	4	6																									

1 AVG

PRN

FILT

MODULATION ACCURACY (AVERAGE)										
EDGE_TSC0	Current Sweep			Statistic Count 10 of 0 (std AVG)						
	Result	Peak	atSym	RMS	AVG	StdDev	95pctl	Total	Pk	Unit
EVM	0.223	0.608	90	0.239	0.205	0.123	0.439	1.243		%
Magnitude Err	0.178	0.482	48	0.161	0.129	0.096		1.021		%
Phase Error	0.34	-3.37	77	0.24	-0.00	0.24		-6.23		deg
CarrierFreq Err	-774.13			774.13	-774.13	775.36m		-776.87		Hz
Ampt Droop	0.02			0.02	0.02	0.01				dB
Origin Offset	-59.89			-61.73	-62.11	3.26				dB
Gain Imbalance	-0.00			-0.00	-0.00	0.00				dB
Quadrature Err	-0.02			0.05	-0.00	0.05				deg
RHO	0.999995			0.999994	0.999994	0.000001				
Mean Power	-27.48	-23.38	72	-27.72	-28.43	5.36		-23.09		dBm
SNR (MER)	53.05			52.45	53.77	58.24	47.15	1.24		dB

1 AVG

Att 5 dB

D

Bild 161 Modulation Accuracy (Single Screen, Trace Average = on)

In der Darstellart **Split Screen** werden alternativ die Informationen der Modulation Accuracy-Darstellung oder die Tabelle der decodierten Symbole angezeigt.

Die Umschaltung zwischen diesen Darstellungen erfolgen mit dem Hotkey A/B (falls obere Hälfte des Split Screen) bzw. C/D (falls untere Hälfte des Split Screen)

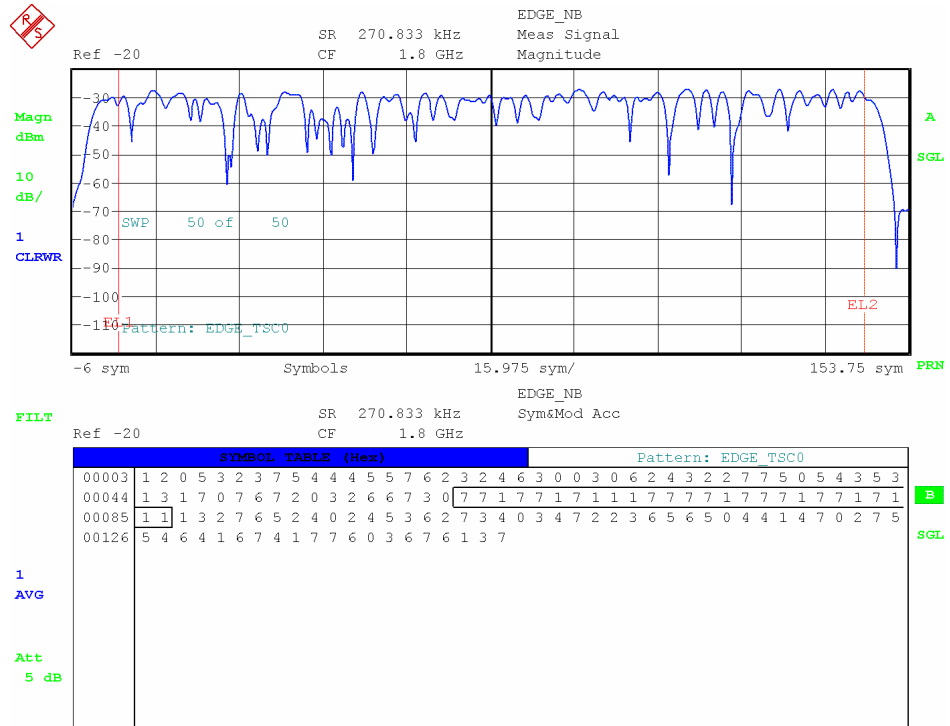


Bild 162 Modulation Accuracy (Split Screen, Trace Average = on), Anzeige der decodierten Symbole.

IEC-Bus-Befehle :CALC:FEED "XTIM:DDEM:SYMB"

:CALC:MARK:FUNC:DDEM:STAT:EVM?AVG

(generell :CALC:MARK:FUNC:DDEM:STAT:<result>? <type>

(siehe Tabelle der Softkey mit Zuordnung der IEC-Bus-Befehle, Seite 326)

RESULT LEN
(800 Sym)

NORMALIZE
ON OFF

POINTS/SYM
(4)

OFFSET EVM
ON OFF

Die Funktion dieser Softkeys ist identisch mit den gleichnamigen Softkeys im Abschnitt "Einstellen der Demodulation - Softkey Demod Settings"

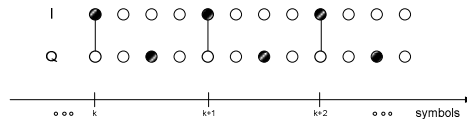
Der Softkey *OFFSET EVM ON/OFF* beeinflusst ausschließlich die Berechnung der Messkurve des Fehlervektorbetrags für Offset-QPSK. Alle anderen Modulationen werden nicht beeinflusst. Auch Resultate, die auf MEAS- bzw. REF-Signalen basieren, werden nicht beeinflusst.

Bei welchen Samples wird die Differenz zwischen MEAS- und REF-Signal berechnet?:

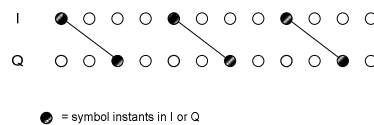
- *OFFSET EVM ON*: Der Fehlervektorbetrag wird bei den Symbolpunkten des I- und Q-Anteils des Offset-QPSK-Signals berechnet. Mit anderen Worten: Die Verzögerung um die halbe Symboldauer des Q-Anteils wird kompensiert. Vor Einführung dieses Softkeys in früheren Firmware-Versionen wurde diese Methode immer für Offset-QPSK angewendet.

- **OFFSET EVM OFF:** Der Fehlervektorbetrag wird bei den Symbolpunkten des I-Anteils sowie bei dem entsprechenden Sample des Q-Anteils des Signals berechnet. Bei Letzterem handelt es sich jedoch nicht um einen Symbolpunkt.
Mit anderen Worten: Das Offset-QPSK-Signal wird für die Berechnung des Fehlervektorbetrags wie ein QPSK-Signal behandelt, wobei die Q-Verzögerung nicht kompensiert wird.

OFFSET EVM OFF



OFFSET EVM ON



Beispiel für die Auswahl von Samples in Abhängigkeit von "OFFSET EVM ON/OFF" (gezeigt für Überabtastung 4).

Dieser Softkey beeinflusst nicht die Art und Weise, wie die Differenz zwischen dem MEAS- und dem REF-Signal berechnet wird (Zähler der EVM-Formel). Wird der Softkey "EVM CALC" nicht auf "MAX SYMBOL", sondern auf "SIGNAL MEAN POWER" eingestellt, wird die Berechnung des Normierungsfaktors C (Nenner der EVM-Formel) entsprechend angepasst. Auf diese Weise wird die Verzögerung um die halbe Symboldauer des Q-Anteils des REF-Signals entweder kompensiert oder nicht.

Dieser Normierungsfaktor C wird nicht nur für EVM-basierende Ergebnisse, sondern auch bei der SNR (MER)-Berechnung verwendet.

Im Falle von Offset-QPSK beeinflusst dieser Softkey "OFFSET EVM ON/OFF" also alle nachfolgend genannten Ergebnisse:

- Messkurve des Fehlervektorbetrags (EVM)
- Alle numerischen EVM-Werte in der *Modulation Accuracy*-Tabelle. Der in der Tabelle enthaltene EVM wird deshalb entweder als "EVM Offset" oder "EVM No Offset" bezeichnet.
- Wegen des sich ändernden Normierungsfaktors C gilt dies auch für den SNR (MER) in der *Modulation Accuracy*-Tabelle.

Hinweis: Das EVM-Ergebnis in der *Modulation Accuracy*-Tabelle wird entsprechend als "EVM Offset" und "EVM No Offset" aufgeführt.

IEC-Bus-Befehle :SENS:DDEM:ECAL:OFFS ON | OFF

HIGHLIGHT

Der Softkey *HIGHLIGHT* markiert die Symbolzeitpunkte durch eine Quadrat in Darstellungen über die Zeit und IQ-Darstellungen (siehe Bild 181).

REFDEVCOMP
ON OFF

Der Softkey *REFDEVCOMP ON/OFF* schaltet das Verfahren für die Berechnung des Frequenzfehlers bei FSK-Modulationen um:

ON skaliert das Referenzsignal auf den tatsächlichen Hub des Mess-Signales

OFF verwendet den eingegebenen Nominalhub für das Referenzsignal.

IEC-Bus-Befehle :CALC:FSK:DEV:COMP ON

EVM CALC
(MAX SYM)

Der Softkey *EVM CALC* schaltet die Berechnungsformel für EVM um.

MAX SYM PWR wählt die traditionelle EVM Formel und normiert die Differenz zwischen MEAS und REF Vektor auf die Quadratwurzel der Leistung des betragsmäßig größten Symbols.

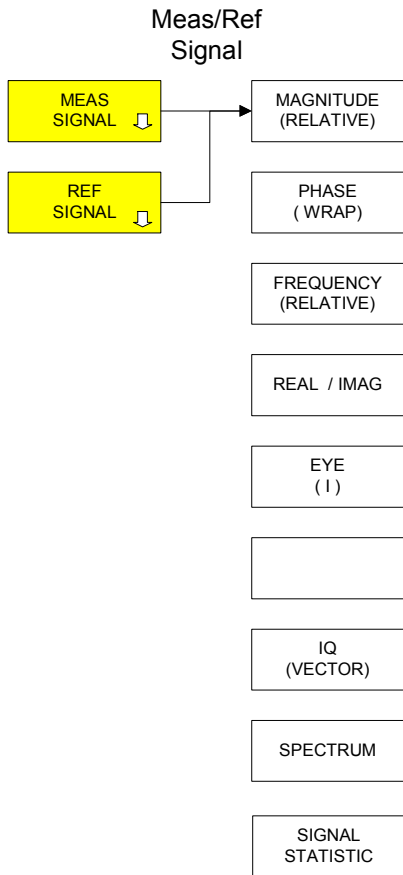
EVM CALC
(MEAN PWR)

MEAN PWR normiert die Differenz auf die Quadratwurzel der mittleren Signalleistung im betrachteten Zeitraum. Dieses Verfahren wird beispielsweise beim Digitalen Standard EDGE verwendet.

Diese Einstellungen wirken **ausschließlich** auf die Anzeige des *EVM* als Darstellung über die Zeit und die Anzeige des *RMS-EVM* in der Modulation Summary (siehe auch Kapitel 9 "[Glossar und Formelsammlung](#)").

IEC-Bus-Befehle :SENS:DDEM:ECAL SYMB | SIGN

Auswahl des dargestellten Mess- und Referenzsignals - Softkey MEAS SIGNAL / REF SIGNAL



Die Softkeys *MEAS SIGNAL* und *REF SIGNAL* öffnen ein weitere Untermenü zur Auswahl des gewünschten Messergebnisses. Das Untermenü ist für beide Softkeys identisch.

Auswählbare Ergebnisdarstellungen sind:

Verfügbar sind als **Darstellungen über der Zeit:**

<i>MAGNITUDE</i>	Betrag des IQ-Datensatzes
<i>PHASE</i>	Phase oder Argument des IQ-Datensatzes
<i>FREQUENCY</i>	Frequenzverlauf
<i>REAL/IMAG</i>	Inphase- und Quadraturanteil

Darstellung in der IQ-Ebene

<i>IQ</i>	IQ-Darstellung
-----------	----------------

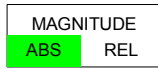
Abgeleitete Darstellungen:

<i>SPECTRUM</i>	Spektrale Auswertungen
<i>SIGNAL STATISTIC</i>	Statistische Auswertungen

Die Darstellart(en):

<i>FREQUENCY</i>	ist nur bei MSK und FSK verfügbar
<i>REAL/IMAG, EYE</i> und <i>IQ</i>	sind nur bei PSK, MSK und QAM verfügbar

IEC-Bus-Befehle : `CALC:FEED 'XTIM:DDEM:MEAS'`
: `CALC:FEED 'XTIM:DDEM:REF'`



Der Softkey *MAGNITUDE* stellt die Ergebnisdarstellung auf die Anzeige des Betrags des Mess-Signals bzw. des Referenzsignals ein.

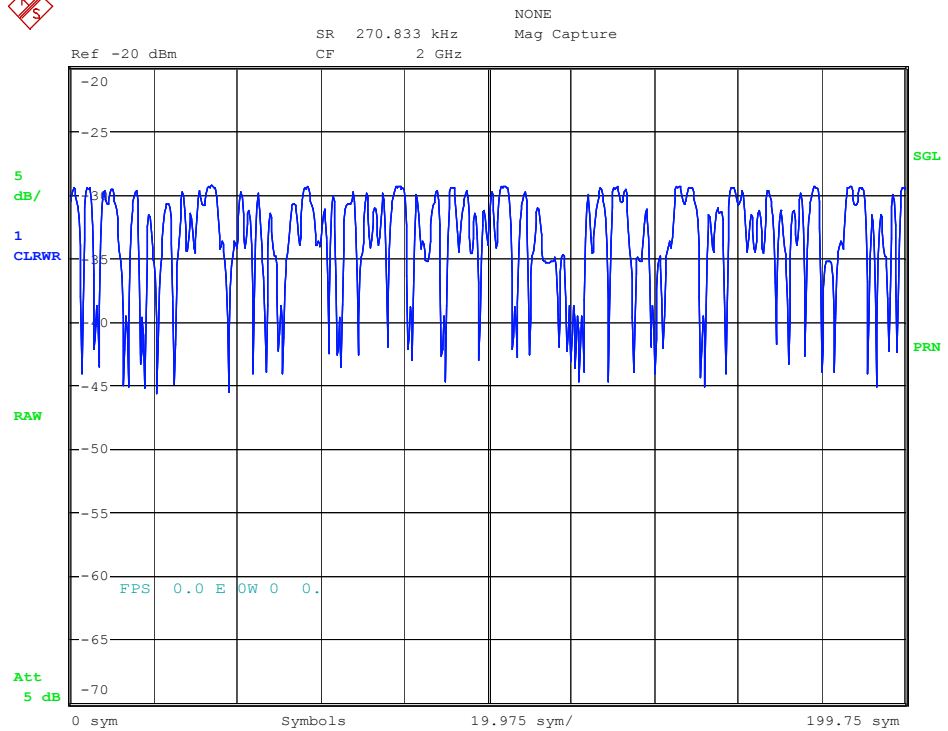
ABS die tatsächliche Signalamplitude wird dargestellt.

REL die Signalamplitude wird auf das ideale Referenzsignal skaliert und ist auf den Einheitskreis des Symbolmappings bezogen. (siehe Darstellung *IQ VECTOR* bzw. *IQ CONSTELLATION*)

$$MAG_MEAS(n) = |MEAS(n)|;$$

bzw.

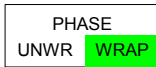
$$MAG_REF(n) = |REF(n)|$$



Date: 16.OCT.2002 12:59:32

Bild 163 Ergebnisdarstellung *MAGNITUDE*

```
IEC-Bus-Befehle :CALC:FEED 'XTIM:DDEM:MEAS'
                 :CALC:FORM MAGN
                 :DISP:WIND:TRAC:Y:SCAL:MODE ABS | REL
```

Der Softkey *PHASE* stellt die Ergebnisdarstellung auf die Anzeige der PHASE des Mess-Signals bzw. des Referenzsignals ein.

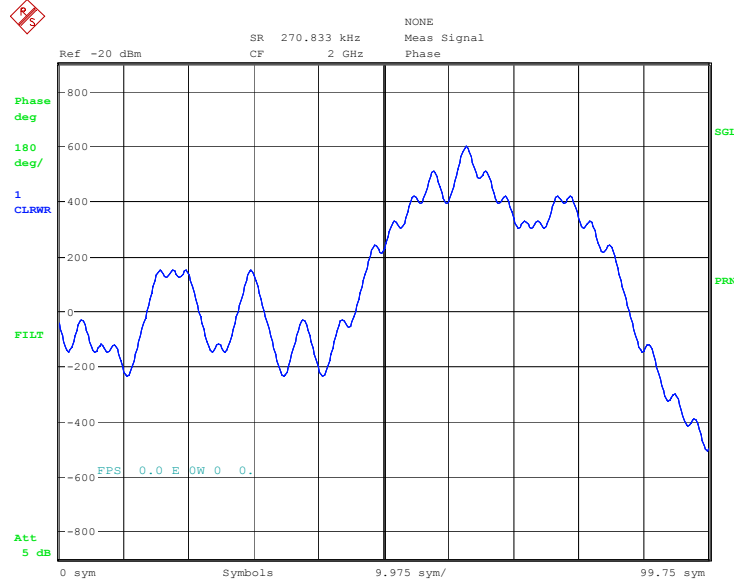
$$PHASE_MEAS(n) = \angle MEAS(n);$$

bzw.

$$PHASE_REF(n) = \angle REF(n);$$

WRAP die Darstellung wird auf den Wertebereich von 2pi begrenzt,

UNWRAP auch Phasenverläufe >2pi können angezeigt werden.



Date: 16.OCT.2002 13:19:29

Bild 164 Ergebnisdarstellung *PHASE (UNWRAP)*

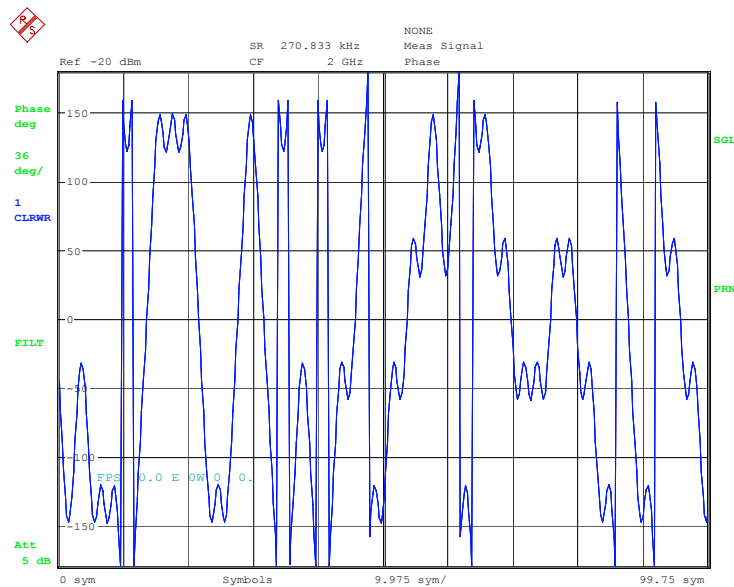
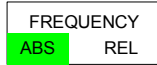


Bild 165 Ergebnisdarstellung *PHASE (WRAP)*

IEC-Bus-Befehle :CALC:FEED 'XTIM:DDEM:MEAS'
:CALC:FORM PHAS | UPH



Der Softkey *FREQUENCY ABS /REL* stellt die Ergebnisdarstellung auf die Anzeige der Momentanfrequenz des Mess-Signals bzw. des Referenzsignals ein.

Die Darstellung der Momentanfrequenz ist nur bei FSK und MSK Modulationsarten möglich. Sie kann entweder auf den eingegebenen Referenzhub normiert sein (*RELATIVE*) oder mit absoluter Achsenkalierung erfolgen (*ABSOLUTE*).

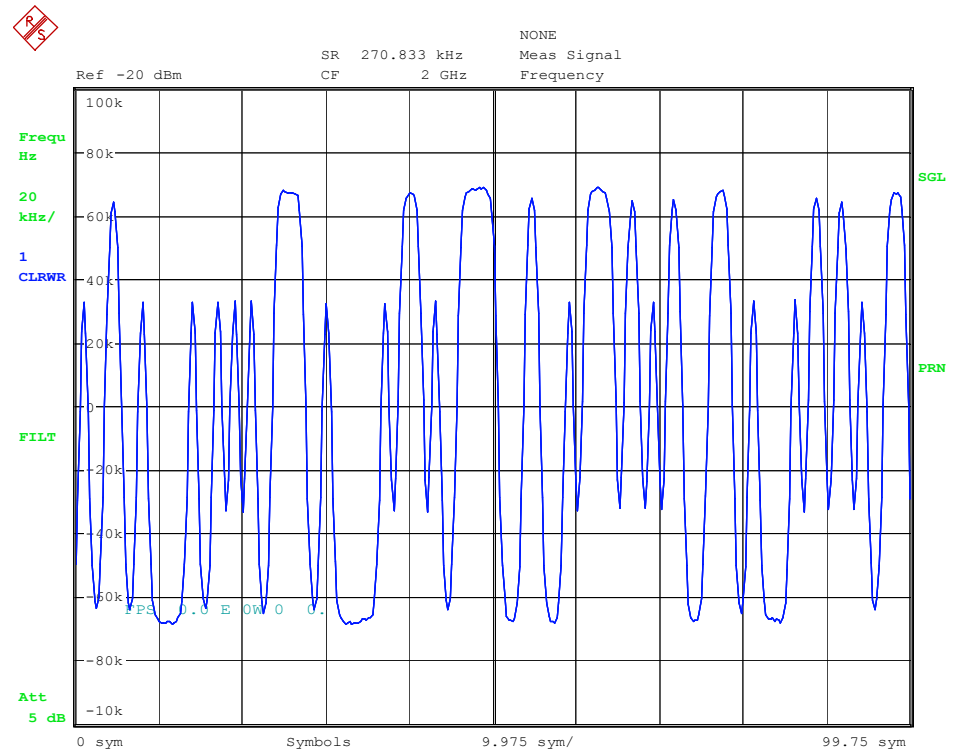


Bild 166 Ergebnisdarstellung *FREQUENCY (ABS)*

```
IEC-Bus-Befehle :CALC:FEED 'XTIM:DDEM:MEAS'
                  :CALC:FORM FREQ
                  :DISP:WIND:TRAC:Y:SCAL:MODE ABS | REL
```

REAL/IMAG

Der Softkey *REAL/IMAG* aktiviert die Darstellung des Realteils und des Imaginärteils des Mess- oder Referenzsignals in getrennten Messdiagrammen auf.

Die X-Achse (skaliert in Zeiteinheiten oder Symbolen) ist für beide Diagramme gleich.

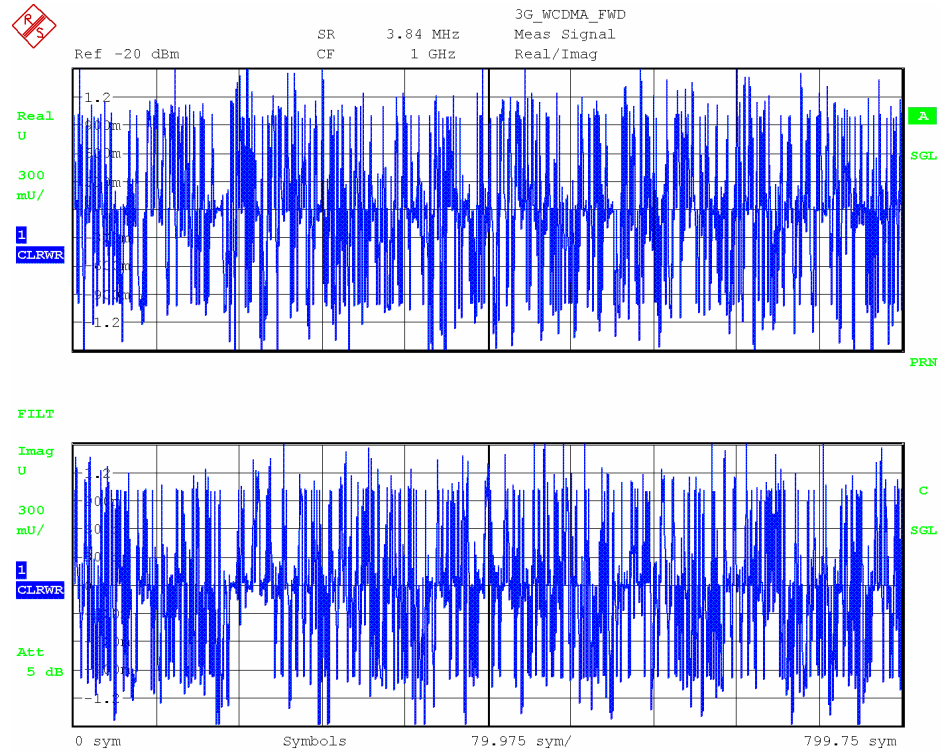
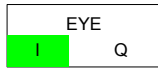
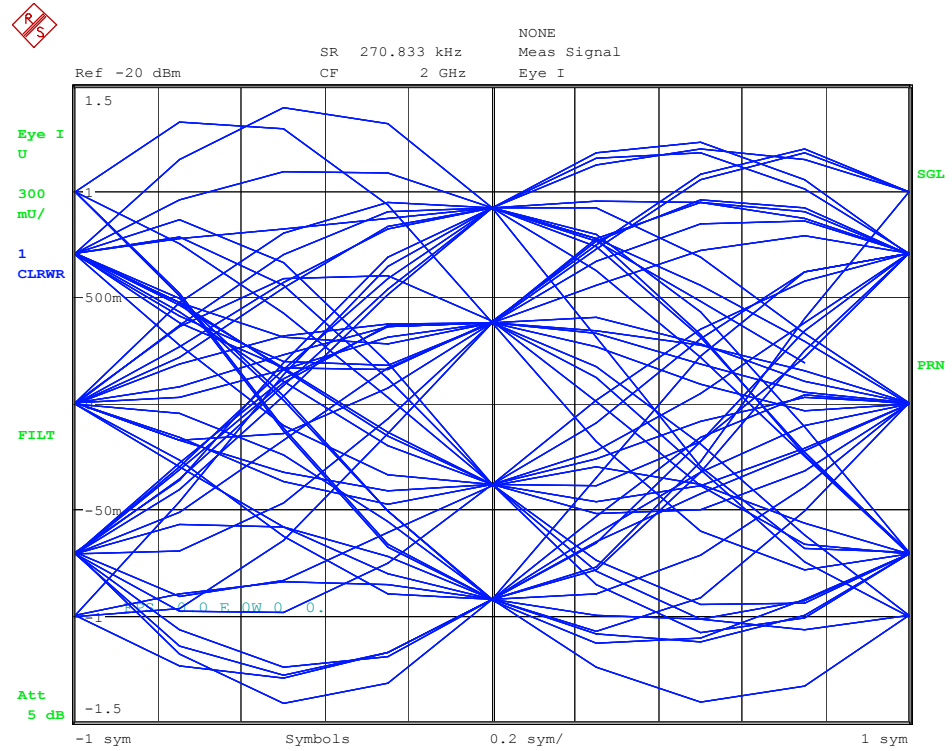


Bild 167 Ergebnisdarstellung REAL/IMAG

IEC-Bus-Befehle :CALC:FEED 'XTIM:DDEM:MEAS'
:CALC:FORM RIM



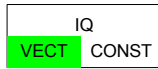
Der Softkey *EYE I/Q* zeichnet das Augendiagramm des Inphase (I) bzw. Quadraturkanals (Q) als Ergebnisdarstellung. Die x-Achse ist in der Einheit „Symbols“ abgegeben, der Wertebereich der x-Achse reicht von -1..+1 Symbols und ist NICHT einstellbar.



Date: 16.OCT.2002 13:15:53

Bild 168 Ergebnisdarstellung EYE

IEC-Bus-Befehle :CALC:FEED 'XTIM:DDEM:MEAS'
:CALC:FORM IEYE | QEYE



Der Softkey *IQ VECT / CONST* zeichnet das komplexwertige Mess- bzw. Referenzsignal als X/Y Plot.

VECT (= Vektor-Diagramm)

alle vorhandenen Samples werden gezeichnet und verbunden.

CONST (=Konstellationsdiagramm)

nur die Symbolentscheidungspunkte werden gezeichnet und nicht verbunden.

Der Darstellbereich der IQ-Diagramme ist auf den Bereich zwischen den aktivierten *EVALL*-Lines begrenzt. Samples außerhalb dieses Bereichs werden in den IQ-Darstellungen unterdrückt.

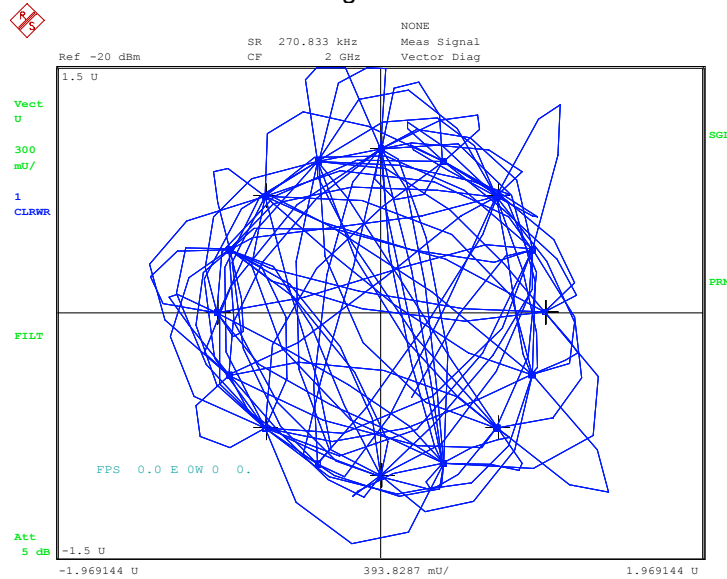


Bild 169 Ergebnisdarstellung *IQ VECT*

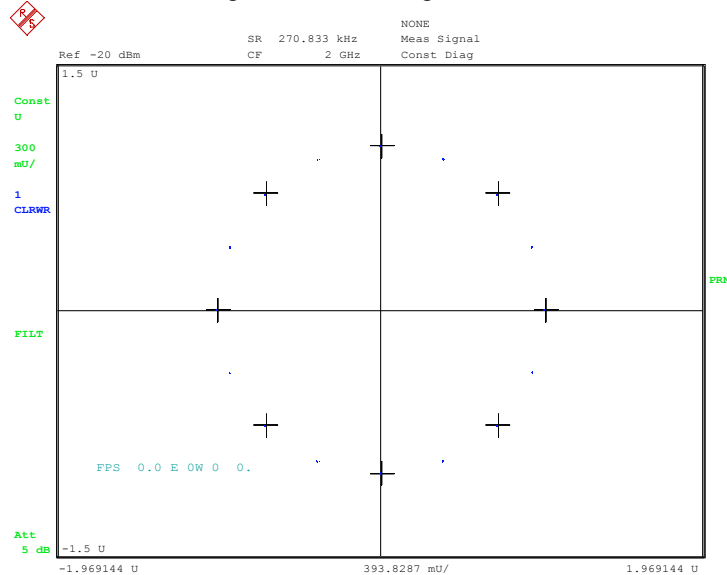
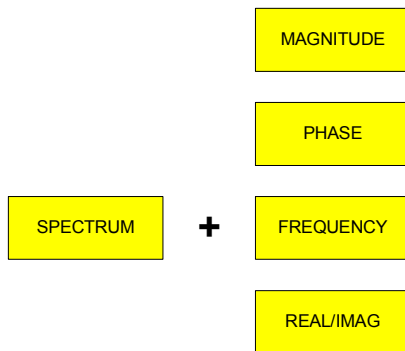


Bild 170 Ergebnisdarstellung *IQ CONST*

IEC-Bus-Befehle : CALC:FEED 'XTIM:DDEM:MEAS'
: CALC:FORM COMP | CONS



Der Softkey *SPECTRUM* schaltet die bisher eingestellte Ergebnisdarstellung in eine spektrale Auswertung des Ergebnisparameters um.

Die spektrale Auswertung ist für folgende Ergebnisparameter möglich:

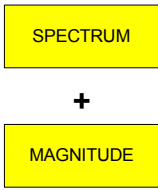
- *Magnitude*
- *Phase*
- *Frequency* (nur für MSK und FSK Modulationsarten)
- *Real/Imag*

Die folgenden Diagramme zeigen beispielhaft die Darstellung der genannten Parameter. Die y-Achsenkalibrierung einschließlich der Einheit (linear bzw. logarithmisch) wird von der y-Achsenkalibrierung der jeweils zugrunde liegenden Messung übernommen. Die x-Achsenkalibrierung richtet sich nach der eingestellten Symbolrate und dem Einstellparameter Points/Symbol

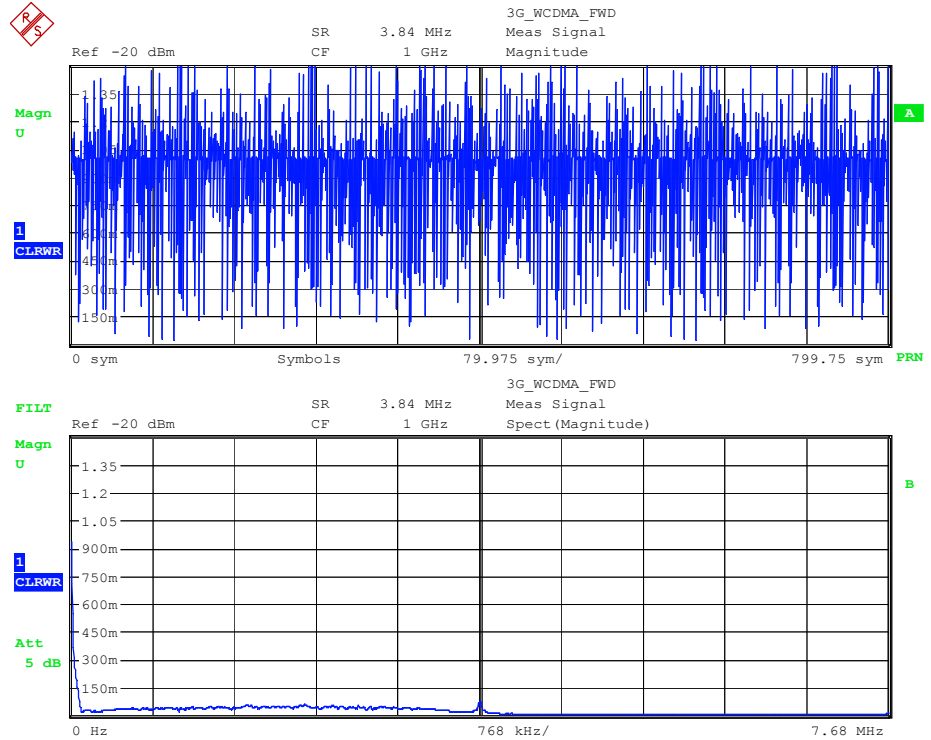
Mit RANGE -> LIN/LOG kann die y-Achse für die Mess-Darstellungen:

- Spectrum → Magnitude
- Spectrum → Frequency (REL)
- Spectrum → Real/Imag

auf eine logarithmische Skalierung verändert werden



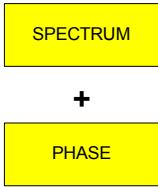
Die gleichzeitige Aktivierung der Softkeys *SPECTRUM* und *MAGNITUDE* stellt die spektrale Verteilung der *MAGNITUDE* dar.



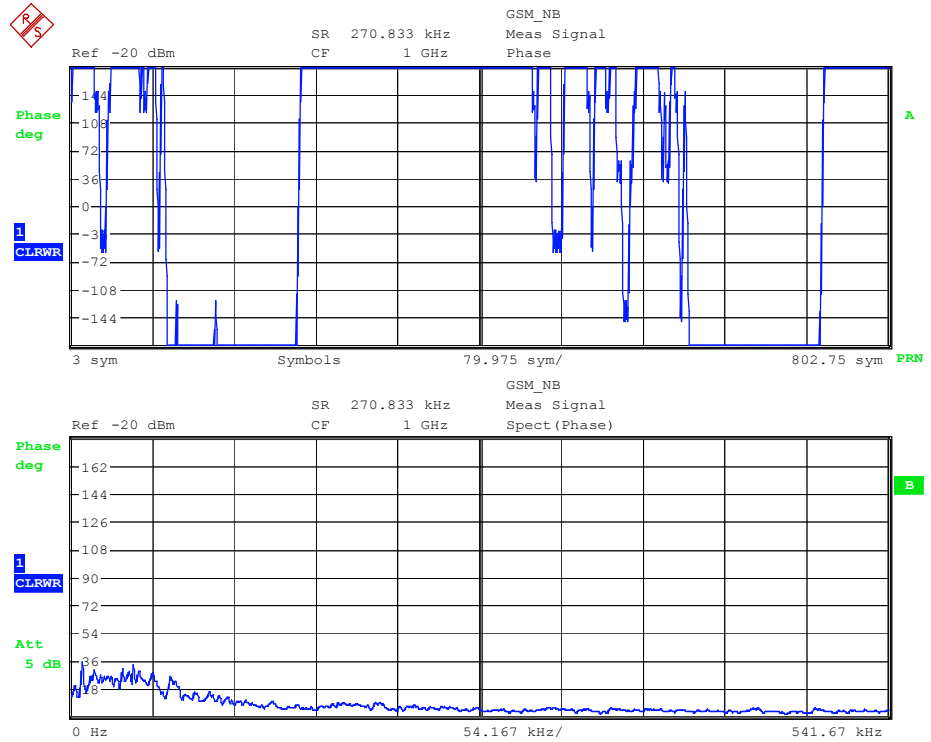
Date: 4.JUL.2003 09:12:36

Bild 171 Ergebnisdarstellung *SPECTRUM MAGNITUDE*

```
IEC-Bus-Befehle :CALC:FEED 'XTIM:DDEM:MEAS '  
:CALC:FORM MAGN  
:DISP:WIND:TRAC:Y:SCAL:MODE REL  
:CALC:DDEM:SPEC:STAT ON
```



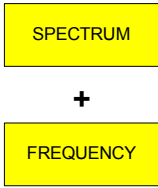
Die gleichzeitige Aktivierung der Softkeys *SPECTRUM* und *PHASE* stellt die spektrale Verteilung der *PHASE* dar.



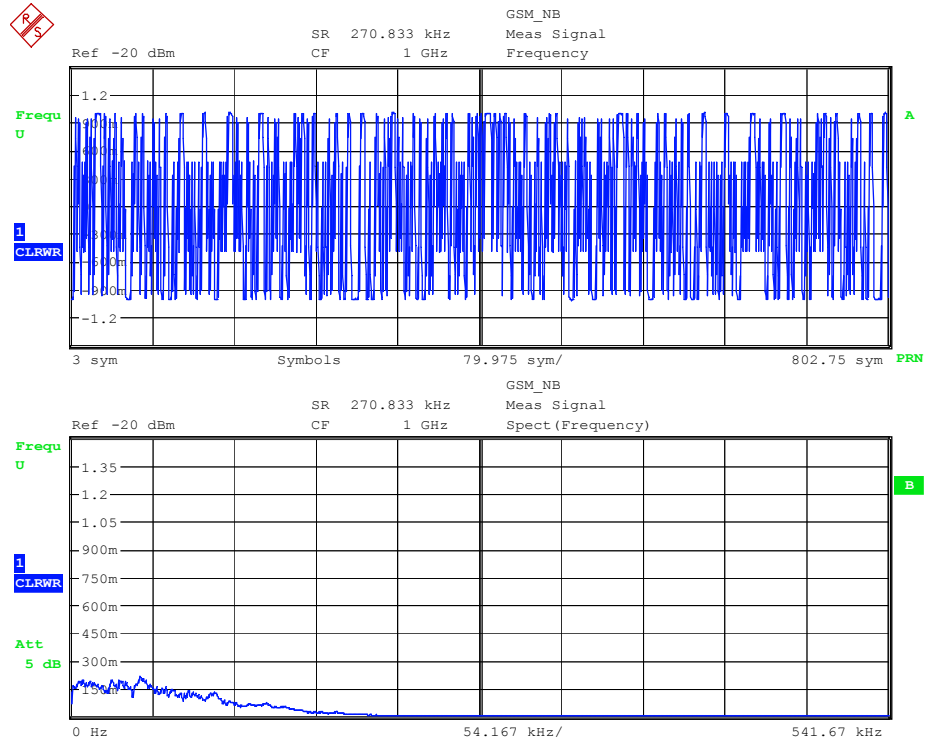
Date: 4.JUL.2003 09:14:58

Bild 172 Ergebnisdarstellung SPECTRUM PHASE

IEC-Bus-Befehle :CALC:FEED 'XTIM:DDEM:MEAS '
 :CALC:FORM UPH
 :CALC:DDEM:SPEC:STAT ON



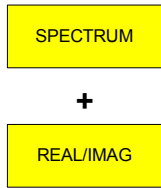
Die gleichzeitige Aktivierung der Softkeys *SPECTRUM* und *FREQUENCY* stellt die spektrale Verteilung der Messkurve *FREQUENCY* dar.



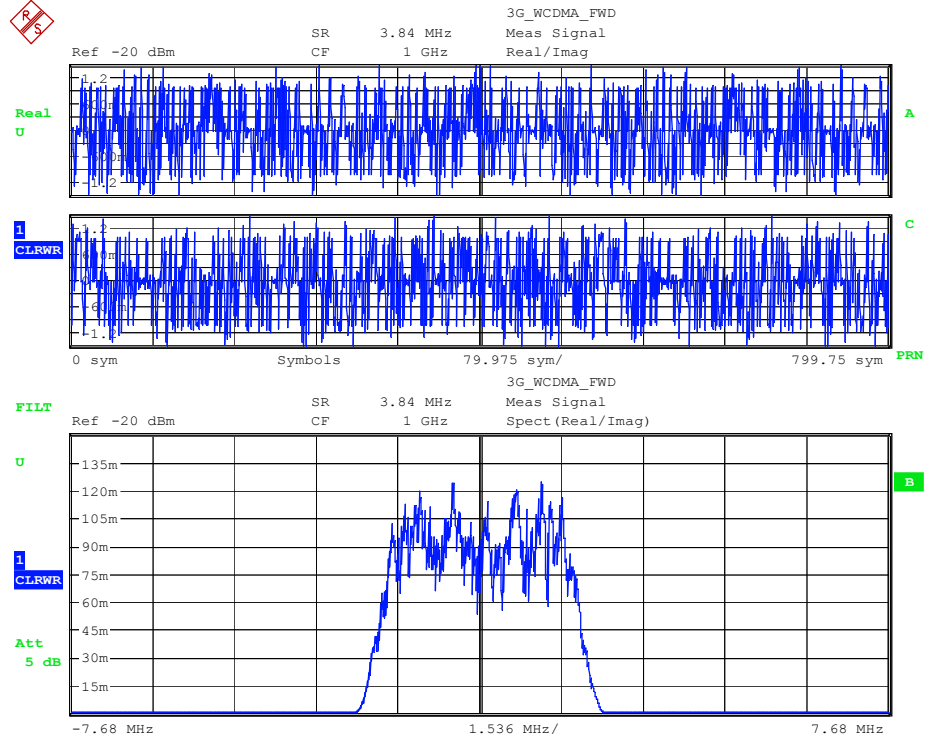
Date: 4.JUL.2003 09:15:39

Bild 173 Ergebnisdarstellung *SIGNAL SPECTRUM FREQUENCY*

```
IEC-Bus-Befehle :CALC:FEED 'XTIM:DDEM:MEAS'
                  :CALC:FORM FREQ
                  :DISP:WIND:TRAC:Y:SCAL:MODE ABS
                  :CALC:DDEM:SPEC:STAT ON
```



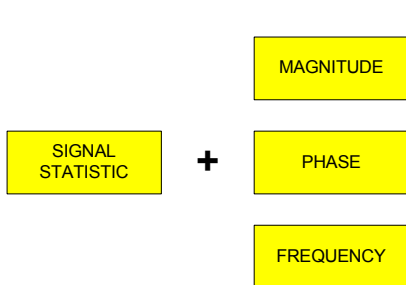
Die gleichzeitige Aktivierung der Softkeys *SPECTRUM* und *REAL/IMAG* stellt die spektrale Verteilung der Messkurve *REAL/IMAG* dar.



Date: 4.JUL.2003 09:13:20

Bild 174 Ergebnisdarstellung *REAL/IMAG* (oben)
Ergebnisdarstellung *SPECTRUM REAL/IMAG* (unten)

```
IEC-Bus-Befehle :CALC:FEED 'XTIM:DDEM:MEAS'
                 :CALC:FORM RIM
                 :CALC:DDEM:SPEC:STAT ON
```



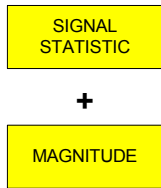
Der Softkey *SIGNAL STATISTIC* schaltet die bisher eingestellte Ergebnisdarstellung in eine statistische Auswertung des Ergebnisparameters um.

Die Darstellung zeigt in Klassen eingeteilte Häufigkeitsverteilung des Messparameters als Balkendiagramm. Klassen die außerhalb des dargestellten Bereiches liegen, werden den Klassen am rechten bzw. linken Rand der Darstellung zugeschlagen.

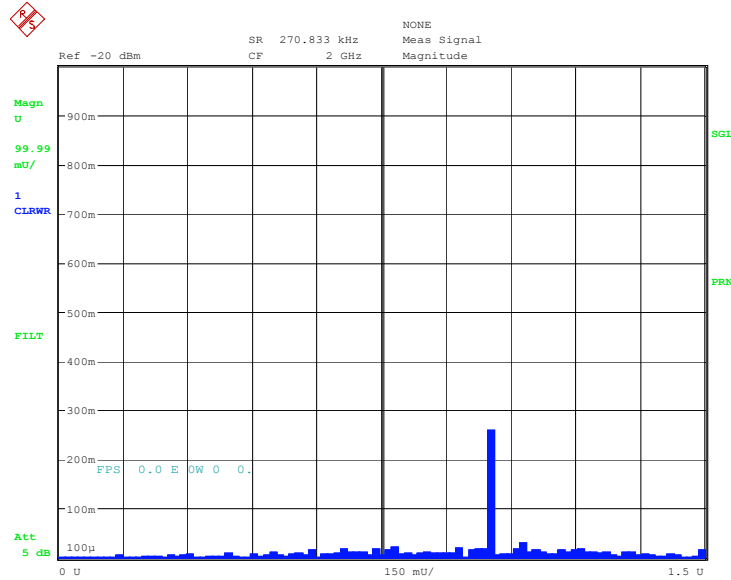
Die statistische Auswertung ist für folgende Ergebnisparameter möglich:

- Magnitude
- Phase
- Frequency (nur für MSK und FSK Modulationsarten)

Die folgenden Diagramme zeigen beispielhaft die Schirmbilder für die genannten Parameter. Die x-Achsen Skalierung einschließlich der Einheit (linear bzw. Logarithmisch) wird von der y-Achsenkalierung der jeweils zugrunde liegenden Messung übernommen.



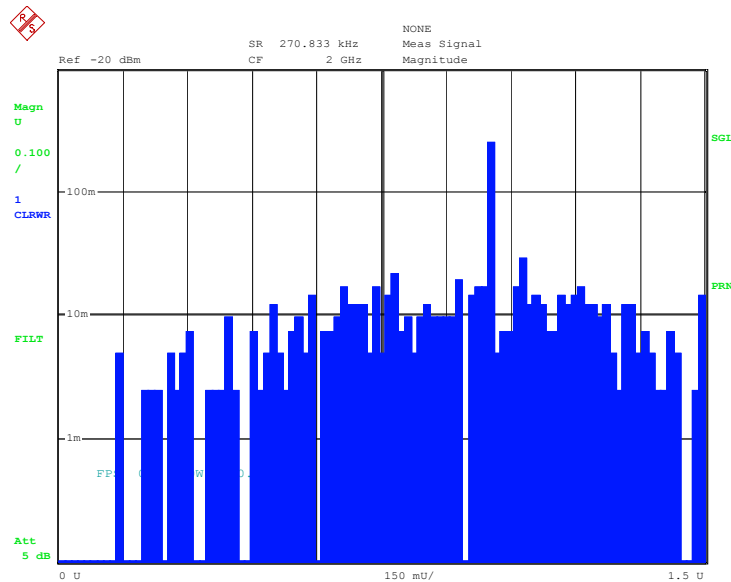
Die gleichzeitige Aktivierung der Softkeys *SIGNAL STATISTIC* und *MAGNITUDE* stellt die statistische Verteilung des der *MAGNITUDE* dar.



Date: 16.OCT.2002 13:21:35

Bild 175 Ergebnisdarstellung *SIGNAL STATISTIC MAGNITUDE*

Mit dem Softkey *RANGE* -> *Y_AXIS LIN / LOG* kann zwischen linearer und logarithmischer Skalierung der y-Achse umgeschaltet werden. Diese Einstellmöglichkeiten sind für alle Statistik-Darstellungen möglich.



Date: 16.OCT.2002 13:21:48

Bild 176 Ergebnisdarstellung *SIGNAL STATISTIC MAGNITUDE (log)*

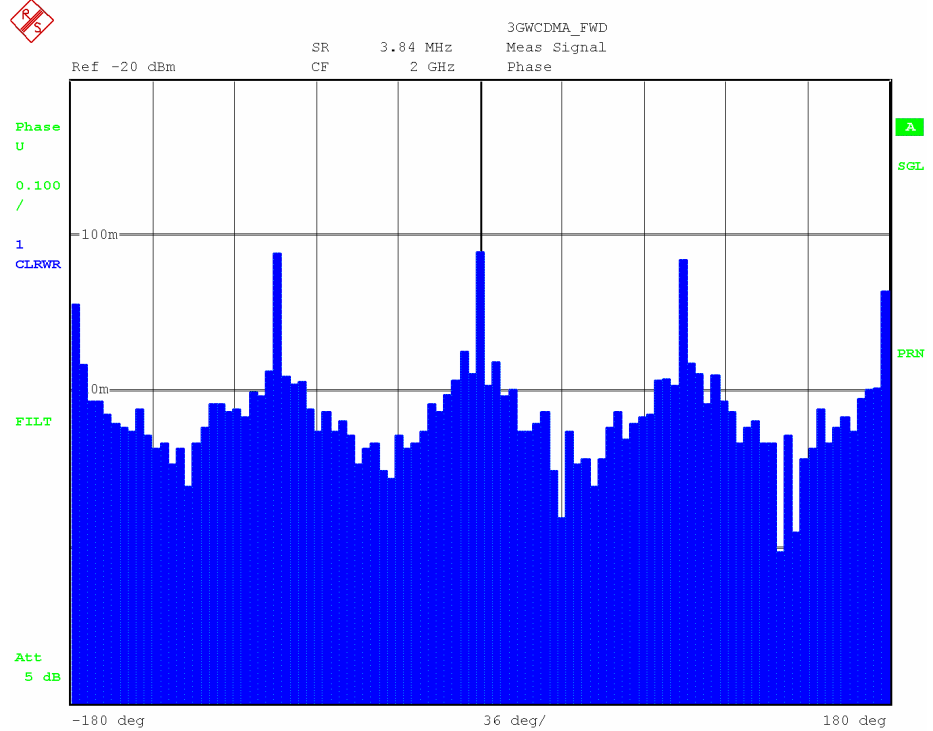
```
IEC-Bus-Befehle : CALC:FEED 'XTIM:DDEM:MEAS'
                  : CALC:FORM MAGN
                  : DISP:WIND:TRAC:Y:SCAL:MODE ABS
                  : CALC:STAT:CCDF:STAT ON
```

SIGNAL
STATISTIC

+

PHASE

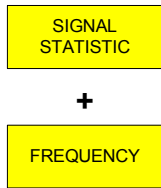
Die gleichzeitige Aktivierung der Softkeys *SIGNAL STATISTIC* und *PHASE* stellt die statistische Verteilung der *PHASE* dar.



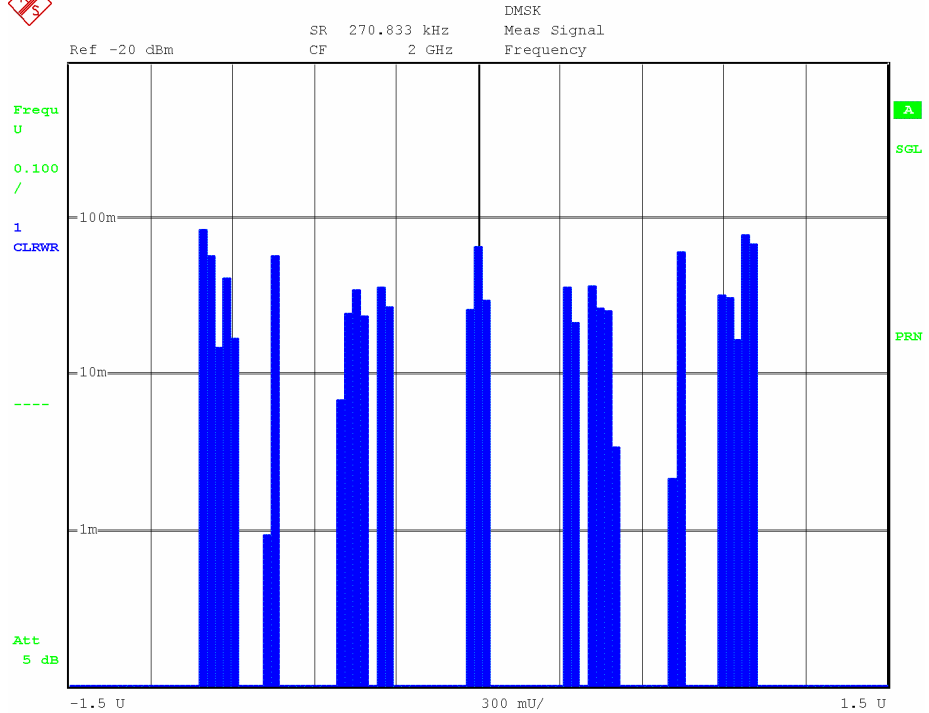
Date: 10.DEC.2002 09:22:44

Bild 177 Ergebnisdarstellung SIGNAL STATISTIC PHASE

```
IEC-Bus-Befehle :CALC:FEED 'XTIM:DDEM:MEAS'
                  :CALC:FORM PHAS
                  :CALC:STAT:CCDF:STAT ON
```



Die gleichzeitige Aktivierung der Softkeys *SIGNAL STATISTIC* und *FREQUENCY* stellt die statistische Verteilung der Messkurve *FREQUENCY* dar.

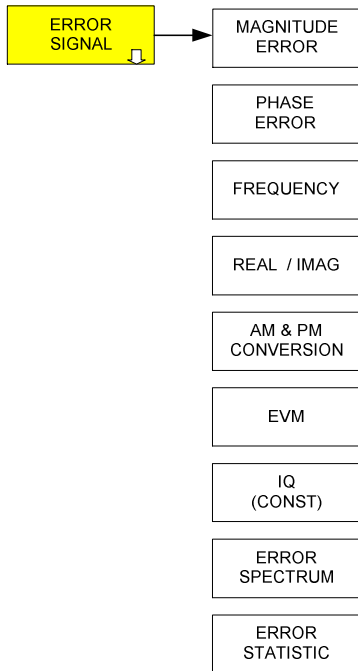


Date: 10.DEC.2002 09:24:35

Bild 178 Ergebnisdarstellung *SIGNAL STATISTIC FREQUENCY*

```
IEC-Bus-Befehle :CALC:FEED 'XTIM:DDEM:MEAS '
                  :CALC:FORM FREQ
                  :DISP:WIND:TRAC:Y:SCAL:MODE ABS
                  :CALC:STAT:CCDF:STAT ON
```

Auswahl der Fehlerdarstellung - Softkey ERROR SIGNAL



Der Softkey *ERROR SIGNAL* öffnet ein Untermenü zur Einstellung der Fehlerdarstellungen.

Verfügbar sind als **Darstellungen über die Zeit**:

- MAGNITUDE ERROR* Beträge der Fehlervektoren
- PHASE ERROR* Phasenfehler
- FREQUENCY* Frequenzfehler (nur MSK und FSK)
- REAL/IMAG* Inphase und Quadraturanteil

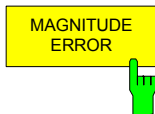
Darstellung in der IQ-Ebene

- IQ (CONST/VECTOR)* IQ-Darstellung des Fehlers

Abgeleitete Darstellungen:

- AM&PM CONVERSION* Nichtlineare Verzerrungen
- ERROR SPECTRUM* Spektrale Auswertung
- ERROR STATISTIC* Statistische Auswertungen

IEC-Bus-Befehle :CALC:FEED 'XTIM:DDEM:ERR:MPH'



Der Softkey *MAGNITUDE ERROR* aktiviert die Darstellung der Differenz der Beträge des *MEASUREMENT VECTORS* und des *REFERENCE VECTORS* über die Zeit.

$$MAG_ERR(t) = |MEAS(t)| - |REF(t)|;$$

Die Skalierung des Messergebnisses ist bezogen auf das gewählte Konstellationsdiagramm (Einheitskreis).

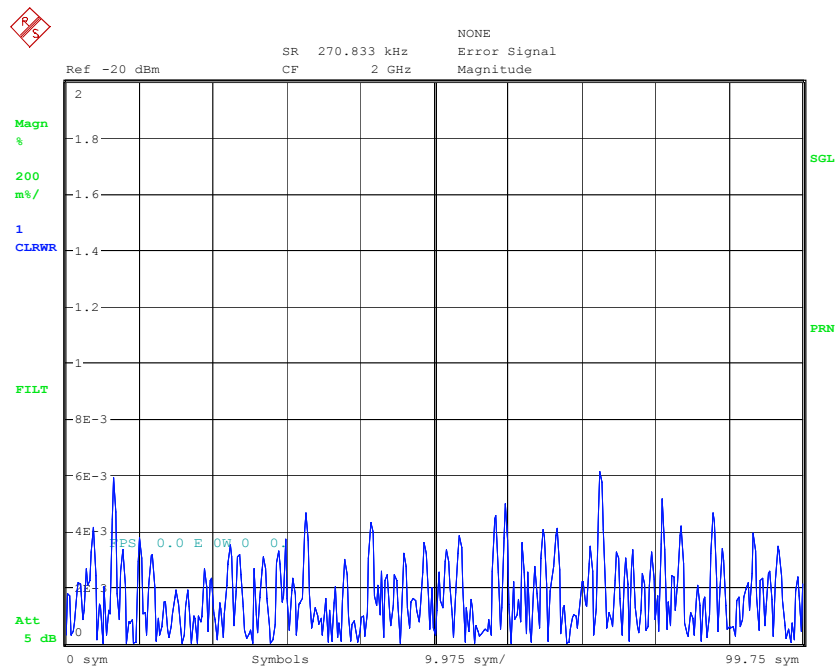
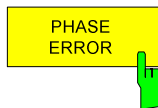


Bild 179 Ergebnisdarstellung *MAGNITUDE ERROR*

IEC-Bus-Befehle :CALC:FEED 'XTIM:DDEM:ERR:MPH'
:CALC:FORM MAGN



Der Softkey *PHASE ERROR* aktiviert die Darstellung der Differenz der Phase des *MEASUREMENT VECTORS* und des *REFERENCE VECTORS* über die Zeit.

$$PHASE_ERR(t) = \arg\{MEAS(t) \cdot REF^*(t)\}$$

MEAS ist der komplexe Vektor des Mess-Signals
REF ist der komplexe Vektor des Referenzsignals

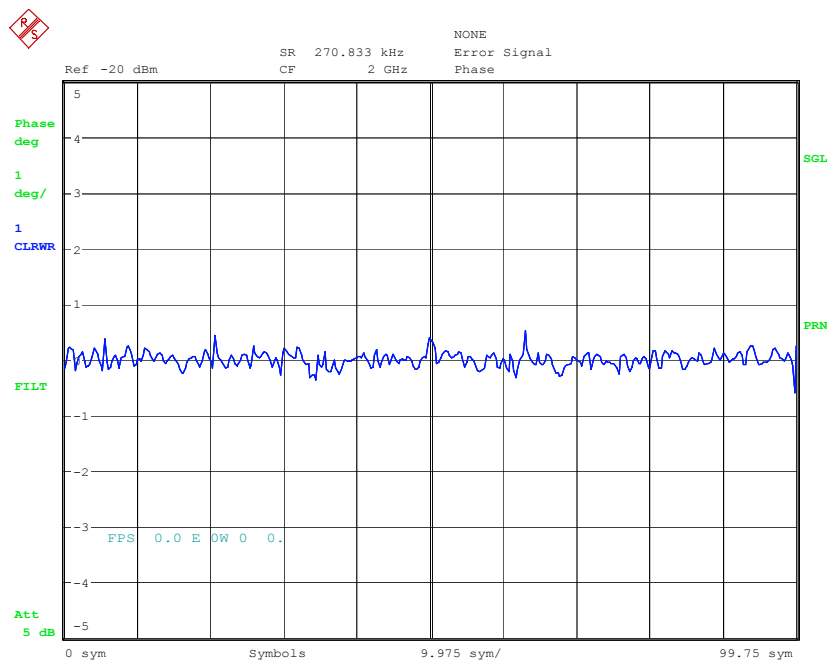
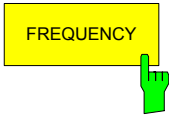


Bild 180 Ergebnisdarstellung *PHASE ERROR*

IEC-Bus-Befehle :CALC:FEED 'XTIM:DDEM:ERR:MPH'
:CALC:FORM PHAS



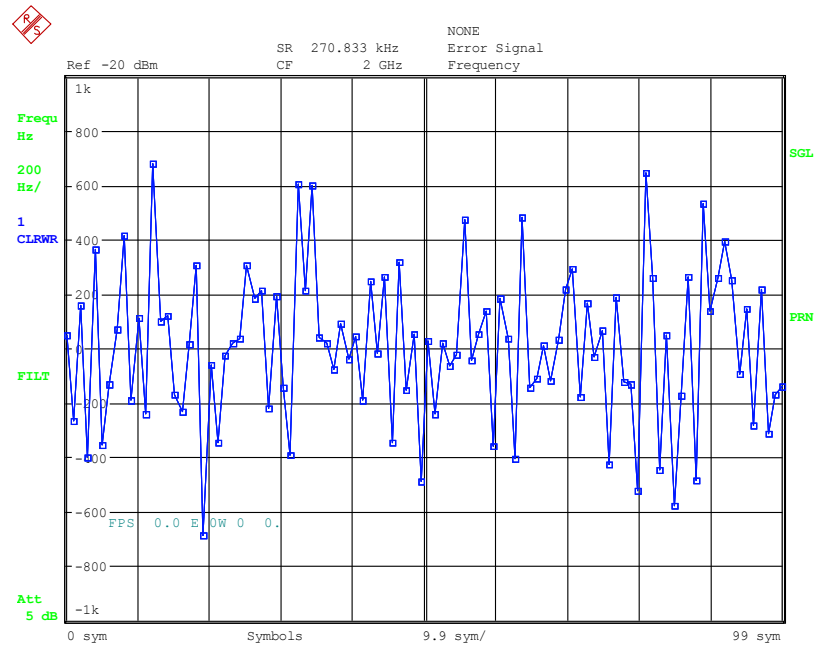
Der Softkey *FREQUENCY* stellt den aktuellen Frequenzfehler über der Zeit zu den Samplezeitpunkten dar. Der Frequenzfehler wird berechnet aus der Differenz der Augenblicksfrequenzen.

$$FREQ_ERR(t) = FREQ(MEAS(t)) - FREQ(REF(t));$$

ABSOLUTE absolute Frequenzskalierung

RELATIVE relative Frequenzskalierung, d.h. bezogen auf den eingestellten Referenzhub

Diese Darstellung ist nur bei MSK- und FSK-Modulationsverfahren verfügbar.



Date: 16.OCT.2002 13:30:24

Bild 181 Ergebnisdarstellung *FREQ ERROR*

IEC-Bus-Befehle :CALC:FEED 'XTIM:DDEM:ERR:MPH'
 :CALC:FORM FREQ
 :DISP:WIND:TRAC:Y:SCAL:MODE ABS | REL

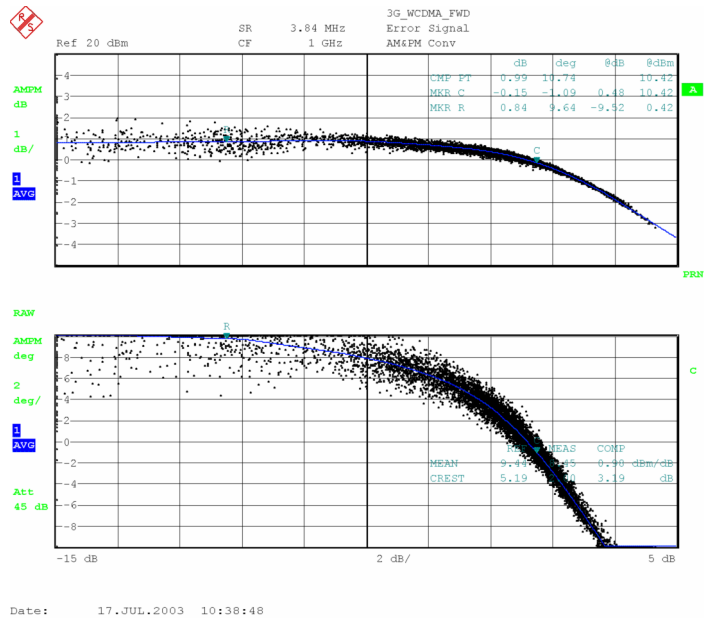


Bild 183 Ergebnisdarstellung AM & PM CONVERSION (oberes Diagramm AM-AM-Kennlinie, unteres Diagramm AM-PM-Kennlinie)

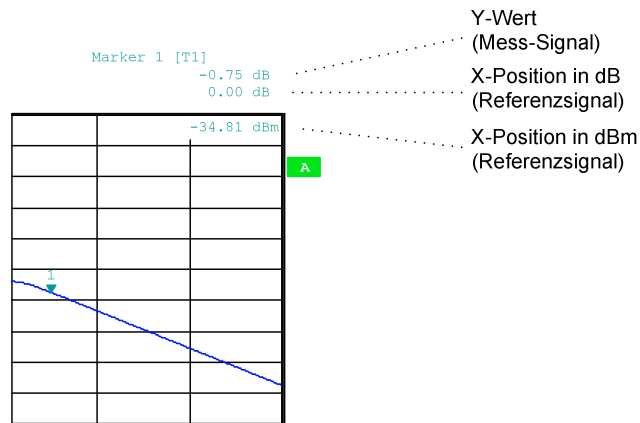
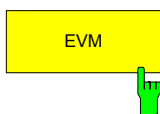


Bild 184 AM & PM CONVERSION-Ergebnisanzeige, Markerfeld

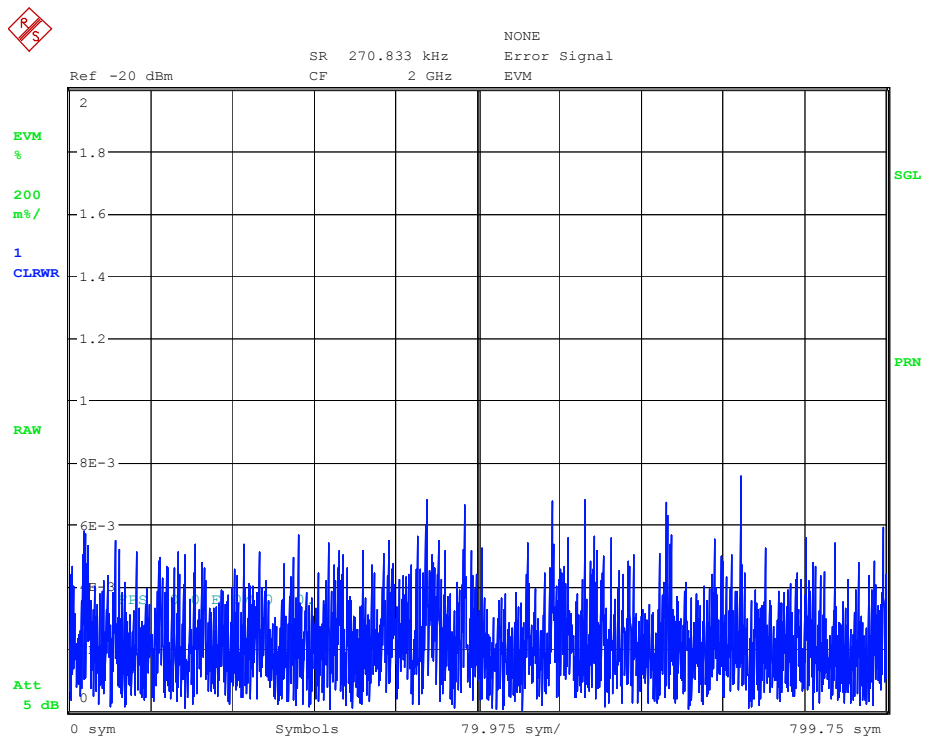
Mit den Markerfunktionen MKR FCT -> COMP PT wird aus dem Kurvenverlauf und der anliegenden Eingangsleistung der Kompressionspunkt errechnet (Bild 183, oberes Diagramm). Die Differenz der mittleren Leistungen bzw. der Crest-Faktoren von Mess- und Referenzsignal können Leistungskompression und Verringerung des Crest-Faktors bei der aktuellen Aussteuerung des Messobjekts werden im unteren Diagramm angezeigt. Zur Ermittlung dieser Werte werden zwei Marker verwendet, die automatisch auf der interpolierten Verzerrungskennlinie positioniert werden. Falls einer der beiden Marker den Darstellungsbereich verlässt, werden diese numerischen Werte nicht angezeigt.

IEC-Bus-Befehle :CALC:FEED 'XTIM:DDEM:ERR:MPH'
:CALC:FORM CONV
:CALC:MARK1:X:CONV:ABS?



Der Softkey *EVM* (Error Vector Magnitude) zeigt den Betrag des Fehlervektors über die Zeit.

Die Berechnungsformel kann von dem gewählten Standard abhängen, typischerweise wird der Betrag des Fehlervektors auf den Einheitskreis bezogen. Die Berechnungsformeln sind in Kapitel 9 "*Glossar und Formelsammlung*" erläutert.



Date: 16.OCT.2002 13:34:12

Bild 185 Ergebnisdarstellung EVM (Error Vector Magnitude)

IEC-Bus-Befehle : CALC:FEED 'XTIM:DDEM:ERR:VECT '
: CALC:FORM MAGN

IQ ERROR
(VECTOR)

Der Softkey *IQ (CONST/VECTOR)* stellt den Verlauf des komplexen Fehlervektors in der IQ-Ebene dar. Er öffnet ein Fenster zur Auswahl der Darstellung.

IQ ERROR
(CONST)

VECTOR der Trace wird mit allen verfügbaren Samples gezeichnet und die Samples verbunden

CONST nur die Symbolentscheidungspunkte werden gezeichnet und die Punkte nicht verbunden.

Der Darstellbereich der IQ-ERROR-Diagramme ist auf den Bereich zwischen den aktivierten EVAL-Lines begrenzt. Samples außerhalb dieses Bereichs werden in den IQ-Darstellungen unterdrückt.

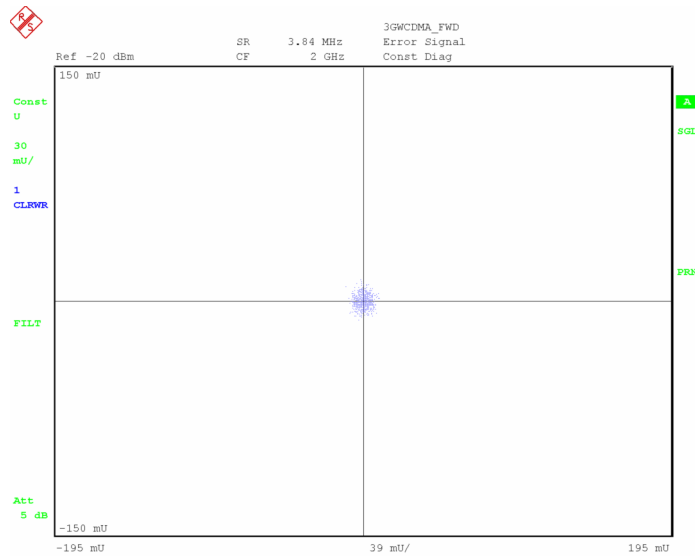


Bild 186 Ergebnisdarstellung *IQ ERROR* (Konstellationsdarstellung)

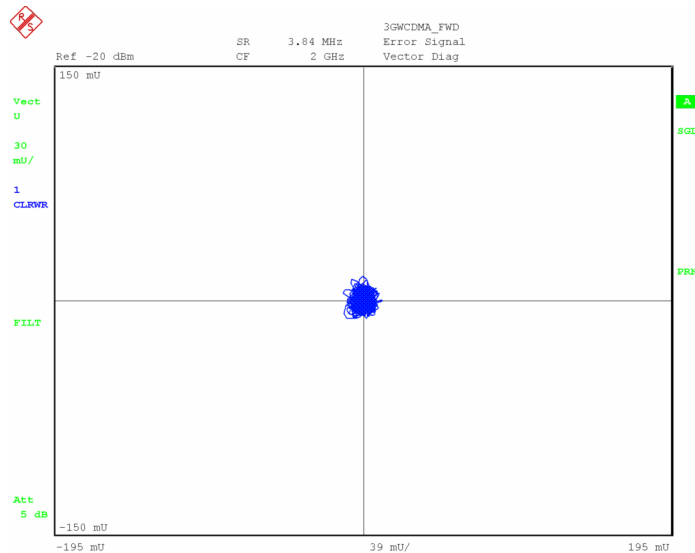
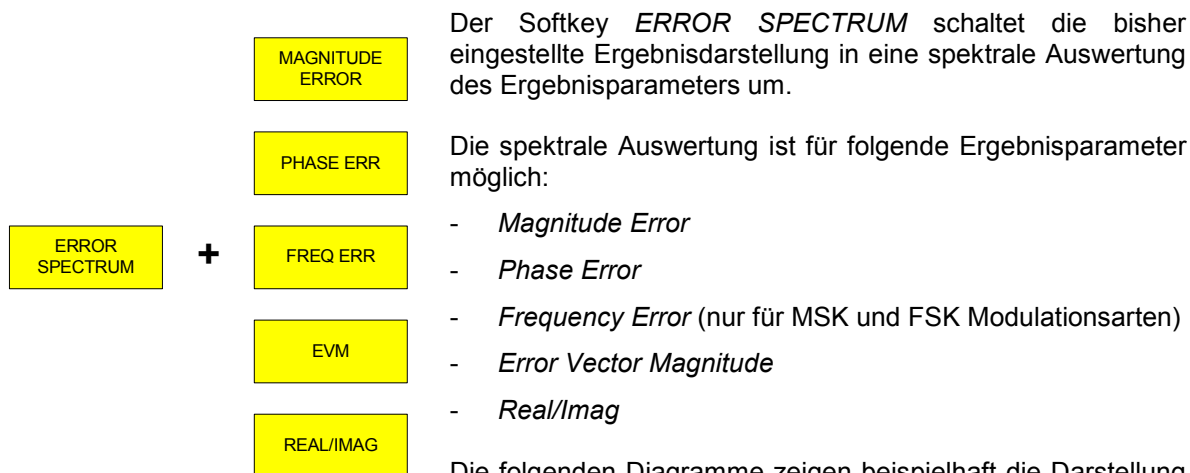


Bild 187 Ergebnisdarstellung *IQ ERROR* (Vektordarstellung)

IEC-Bus-Befehle :CALC:FEED 'XTIM:DDEM:ERR:VECT'
:CALC:FORM COMP | CONS



Die folgenden Diagramme zeigen beispielhaft die Darstellung der genannten Parameter. Die y-Achsen Skalierung einschließlich der Einheit (linear bzw. logarithmisch) wird von der y-Achsenkalierung der jeweils zugrunde liegenden Messung übernommen. Die x-Achsenkalierung richtet sich nach der eingestellten Symbolrate und dem Einstellparameter Points/Symbol

Mit RANGE -> LIN/LOG kann die y-Achse für die Mess-Darstellungen:

- Spectrum → Magnitude Error
- Spectrum → Frequency Error (REL)
- Spectrum → Error Real/Imag
- Spectrum → EVM

auf eine logarithmische Skalierung verändert werden

ERROR SPECTRUM

+

MAGNITUDE ERROR

Die gleichzeitige Aktivierung der Softkeys *ERROR SPECTRUM* und *MAGNITUDE ERROR* stellt die spektrale Verteilung des Parameters *MAGNITUDE ERROR* dar.

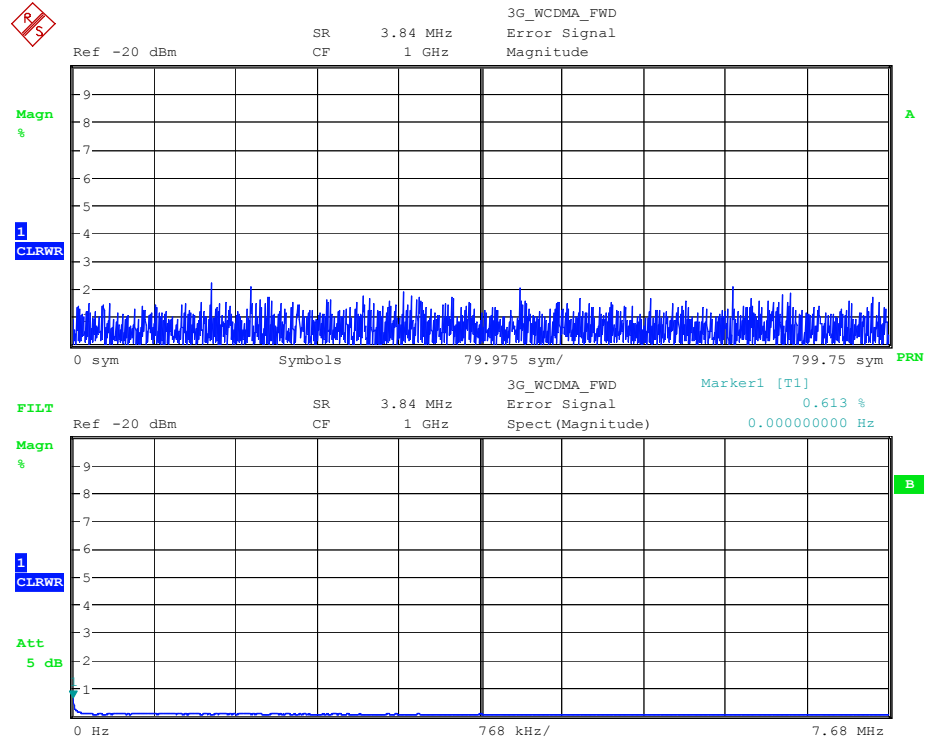


Bild 188 Ergebnisdarstellung *MAGNITUDE ERROR* (oben)
 Ergebnisdarstellung *ERROR SPECTRUM -> MAGNITUDE ERROR* (unten)

IEC-Bus-Befehle :CALC:FEED 'XTIM:DDEM:ERR:MPH'
 :CALC:FORM MAGN
 :CALC:DDEM:SPEC:STAT ON | OFF

ERROR SPECTRUM

Die gleichzeitige Aktivierung der Softkeys *ERROR SPECTRUM* und *PHASE ERROR* stellt die spektrale Verteilung des Parameters *PHASE ERRORS* dar.

+

PHASE ERR

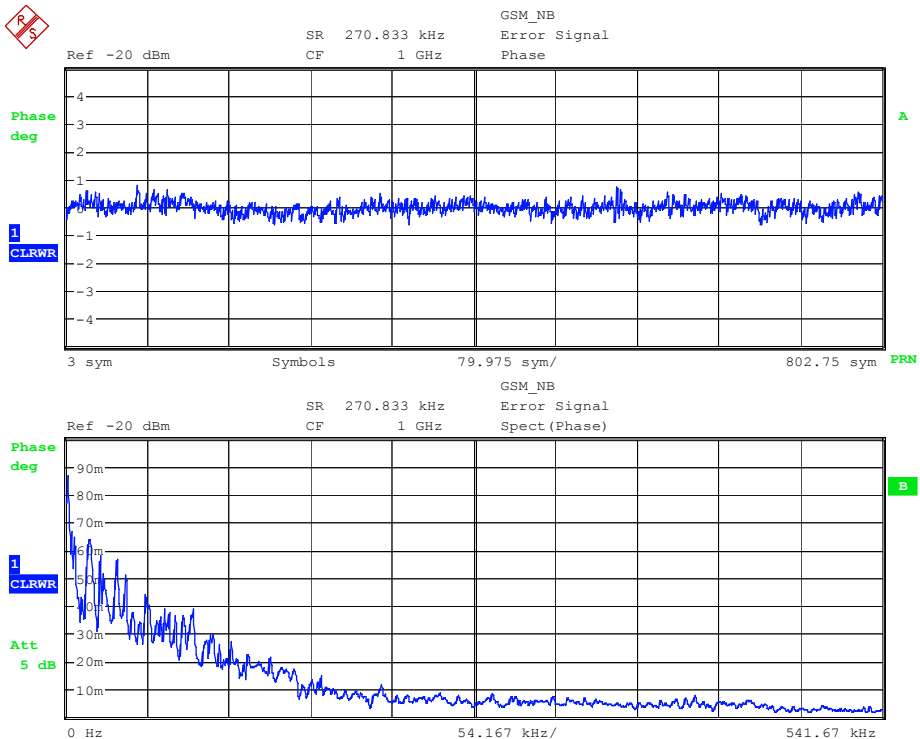


Bild 189 Ergebnisdarstellung *PHASE ERROR* (oben)
 Ergebnisdarstellung *ERROR SPECTRUM* -> *PHASE ERROR* (unten)

```
IEC-Bus-Befehle :CALC:FEED 'XTIM:DDEM:ERR:MPH'
                 :CALC:FORM PHAS
                 :CALC:DDEM:SPEC:STAT ON | OFF
```

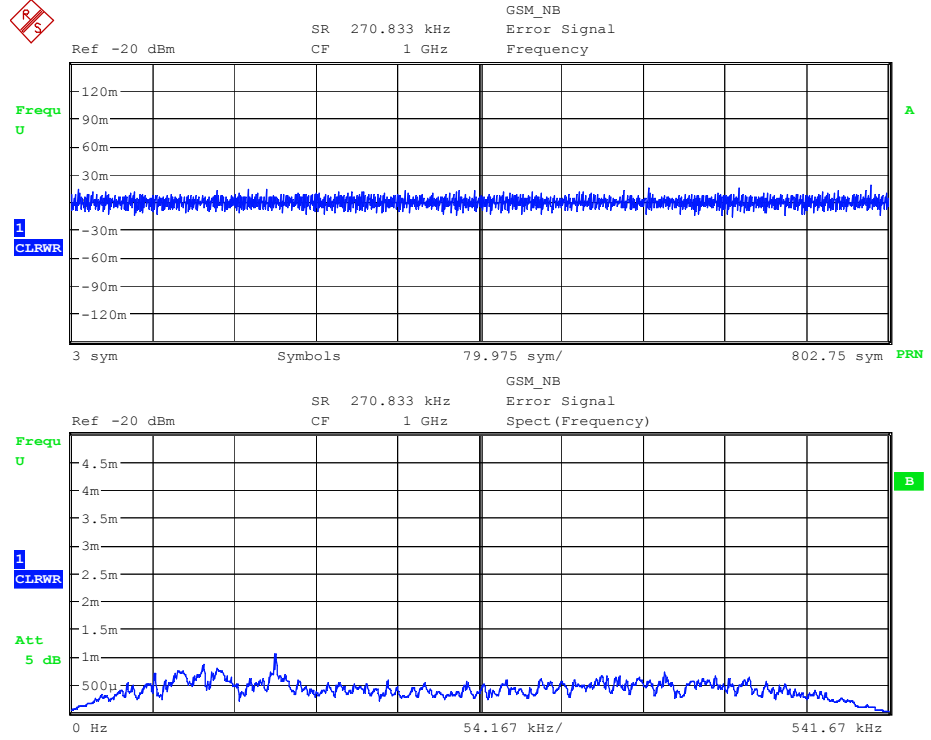
ERROR SPECTRUM

+

FREQ ERR



Die gleichzeitige Aktivierung der Softkeys *ERROR SPECTRUM* und *FREQ ERROR* stellt die spektrale Verteilung des Parameters *FREQUENCY ERROR* dar.



Date: 4.JUL.2003 08:28:51

Bild 190 Ergebnisdarstellung *FREQUENCY ERROR* (oben)
 Ergebnisdarstellung *ERROR SPECTRUM FREQUENCY ERROR* (unten)

```
IEC-Bus-Befehle :CALC:FEED 'XTIM:DDEM:ERR:MPH'
                  :CALC:FORM FREQ
                  :CALC:DDEM:SPEC:STAT ON | OFF
```


ERROR SPECTRUM

Die gleichzeitige Aktivierung der Softkeys *ERROR SPECTRUM* und *EVM* stellt die spektrale Verteilung des Parameters EVM dar.

+

EVM

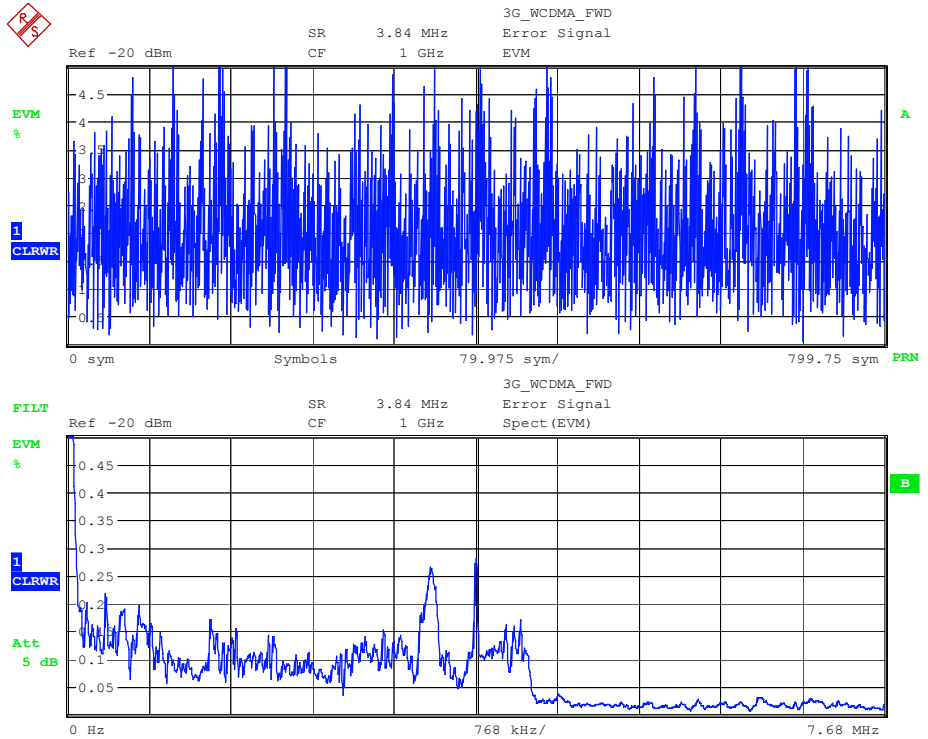


Bild 191 Ergebnisdarstellung *EVM* (oben)
 Ergebnisdarstellung *ERROR SPECTRUM* -> *EVM* (unten)

IEC-Bus-Befehle :CALC:FEED 'XTIM:DDEM:ERR:VECT'
 :CALC:FORM MAGN
 :CALC:DDEM:SPEC:STAT ON | OFF

ERROR SPECTRUM

+

REAL/IMAG

Die gleichzeitige Aktivierung der Softkeys *ERROR SPECTRUM* und *REAL/IMAG*. stellt die spektrale Verteilung des komplexwertigen Fehlersignals dar.

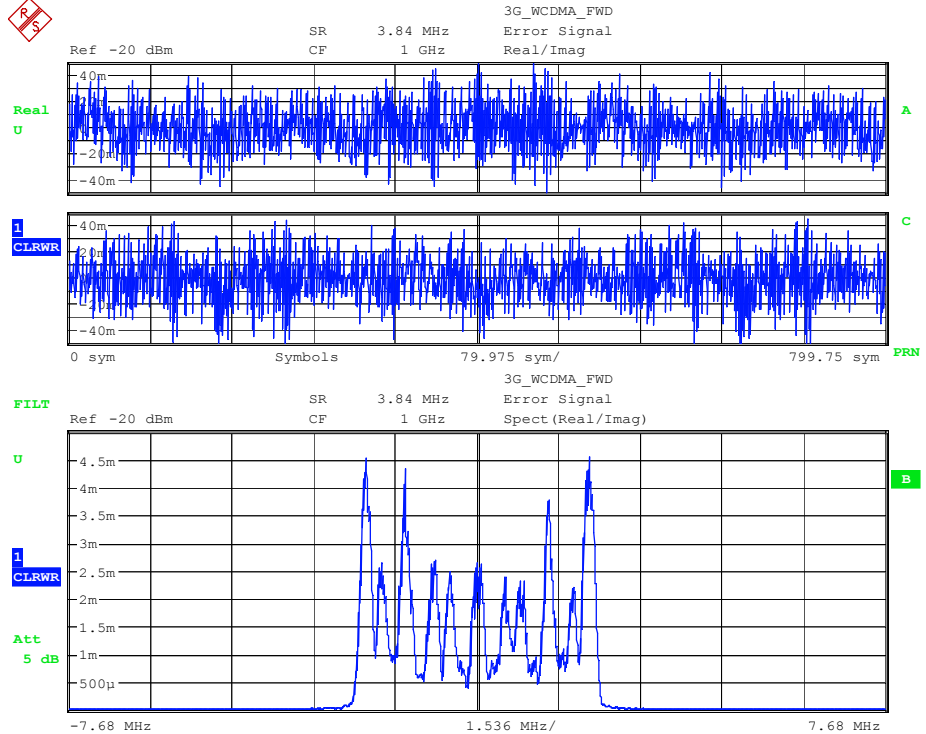


Bild 192 Ergebnisdarstellung *REAL/IMAG* (oben)
Ergebnisdarstellung *ERROR SPECTRUM REAL/IMAG* (unten)

```
IEC-Bus-Befehle : CALC:FEED 'XTIM:DDEM:ERR:VECT'
                  : CALC:FORM MAGN
                  : CALC:DDEM:SPEC:STAT ON | OFF
```

MAGNITUDE ERROR

PHASE ERR

ERROR STATISTIC

+

FREQ ERR

EVM

Der Softkey *ERROR STATISTIC* schaltet die bisher eingestellte Ergebnisdarstellung in eine statistische Auswertung des Ergebnisparameters um.

Die statistische Auswertung ist für folgende Ergebnisparameter möglich:

- *Magnitude Error*
- *Phase Error*
- *Frequency Error* (nur für MSK und FSK Modulationsarten)
- *Error Vector Magnitude*

Die statistischen Darstellungen sind besonders aussagekräftig, wenn nur die Symbolentscheidungspunkte zur Darstellung herangezogen werden (Einstellung *PTS / SYMB = 1*)

Die folgenden Diagramme zeigen beispielhaft die Darstellung der genannten Parameter. Die x-Achsen Skalierung einschließlich der Einheit (linear bzw. logarithmisch) wird von der y-Achsenkalierung der jeweils zugrunde liegenden Messung übernommen.

ERROR
STATISTIC

+

MAGNITUDE
ERROR

Die gleichzeitige Aktivierung der Softkeys *ERROR STATISTIC* und *MAGNITUDE ERROR* stellt die statistische Verteilung des Parameters *MAGNITUDE ERROR* dar.

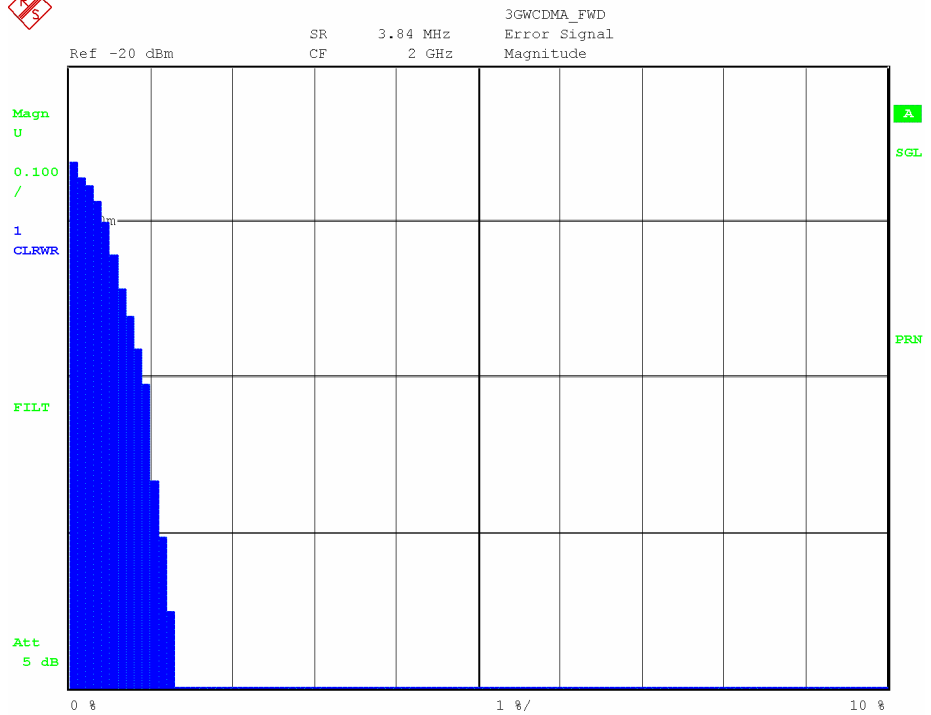


Bild 193 Ergebnisdarstellung *ERROR STATISTIC MAGNITUDE*

IEC-Bus-Befehle :CALC:FEED 'XTIM:DDEM:ERR:MPH'
:CALC:FORM MAGN
:CALC:STAT:CCDF:STAT ON | OFF

ERROR
STATISTIC

+

PHASE ERR

Die gleichzeitige Aktivierung der Softkeys *ERROR STATISTIC* und *PHASE ERROR* stellt die statistische Verteilung des Parameters *PHASE ERRORS* dar.

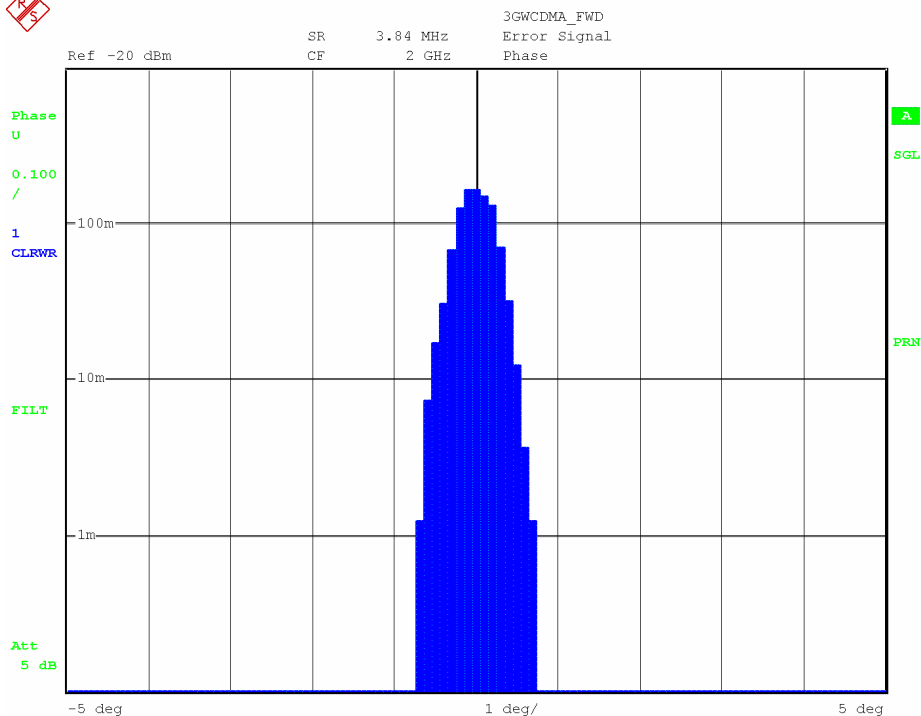


Bild 194 Ergebnisdarstellung ERROR STATISTIC PHASE

```
IEC-Bus-Befehle :CALC:FEED 'XTIM:DDEM:ERR:MPH'
                  :CALC:FORM PHAS
                  :CALC:STAT:CCDF:STAT ON | OFF
```

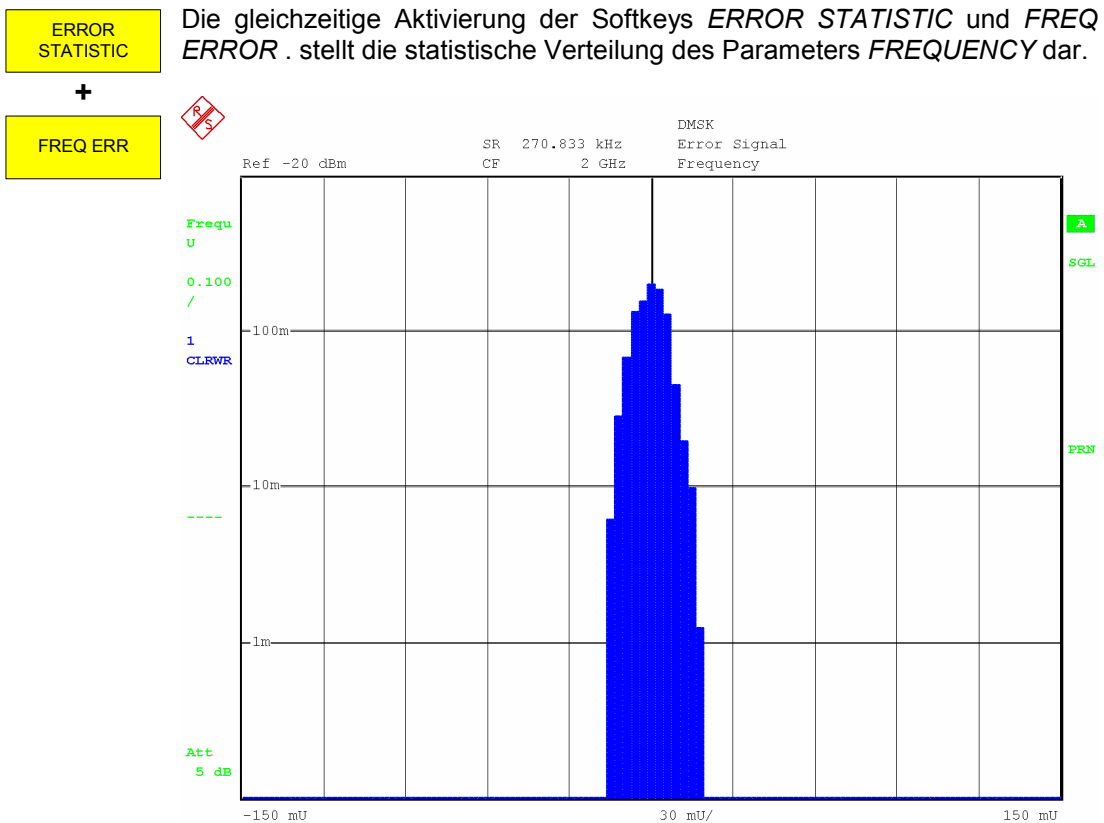


Bild 195 Ergebnisdarstellung *ERROR STATISTIC FREQUENCY*

IEC-Bus-Befehle :CALC:FEED 'XTIM:DDEM:ERR:MPH'
 :CALC:FORM FREQ
 :CALC:STAT:CCDF:STAT ON | OFF

ERROR STATISTIC Die gleichzeitige Aktivierung der Softkeys *ERROR STATISTIC* und *EVM* stellt die statistische Verteilung des Parameters EVM dar.

+

EVM

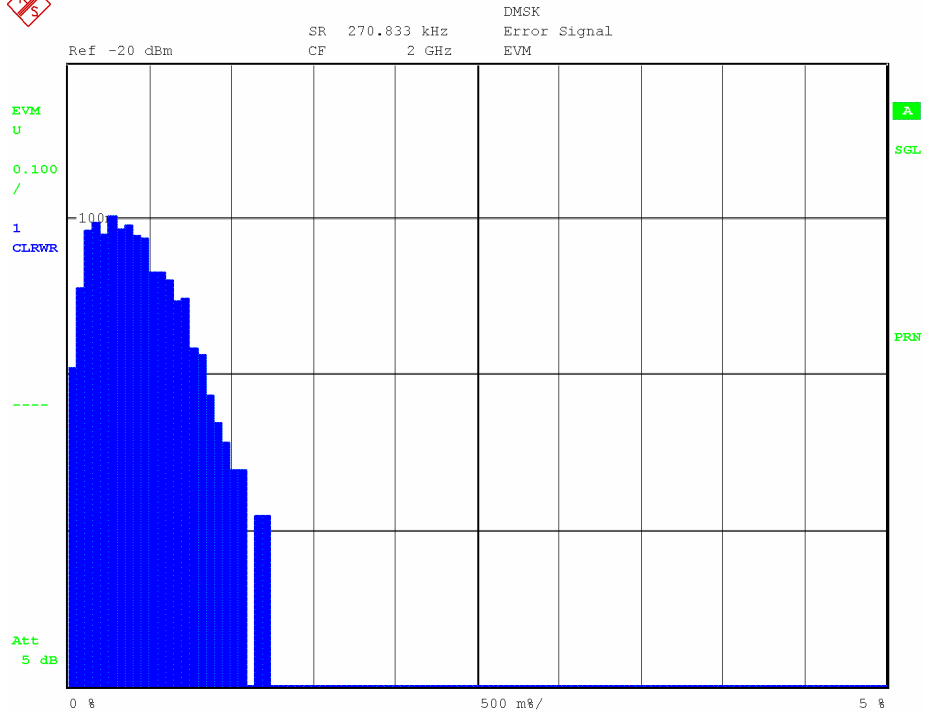
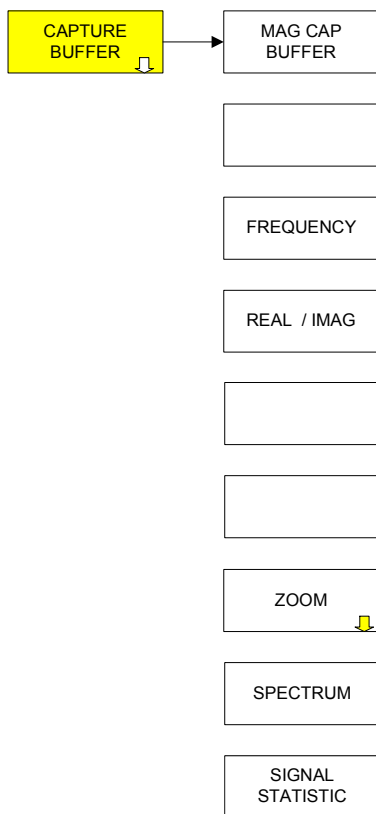


Bild 196 Ergebnisdarstellung *ERROR STATISTIC EVM*

```
IEC-Bus-Befehle :CALC:FEED 'XTIM:DDEM:ERR:VECT'
                  :CALC:FORM MAGN
                  :CALC:STAT:CCDF:STAT ON | OFF
```

Auswahl des Rohsignals - Softkey CAPTURE BUFFER



Der Softkey *CAPTURE BUFFER* öffnet ein Untermenü zur Einstellung der Darstellungen für das unbearbeitete Signal des Record Buffers.

Verfügbar sind als **Darstellungen über die Zeit:**

- MAG CAP BUFFER* Betrag des Record Buffers
- FREQUENCY* Frequenz (nur MSK und FSK)
- REAL/IMAG* Inphase und Quadraturanteil

Abgeleitete Darstellungen:

- SPECTRUM* Spektrale Auswertungen
- SIGNAL STATISTIC* Statistische Auswertungen

Die EVALUATION LINES zur Begrenzung des Auswertebereiches haben in den Capture Buffer Auswertungen keine Bedeutung.

Der Softkey *ZOOM* öffnet das Menü zum Einstellen der Displayausschnitts des Capture Buffers und zur Steuerung der Demodulation im Mehrfach-Verarbeitungs-Modus.

IEC-Bus-Befehl :CALC:FEED 'TCAP'

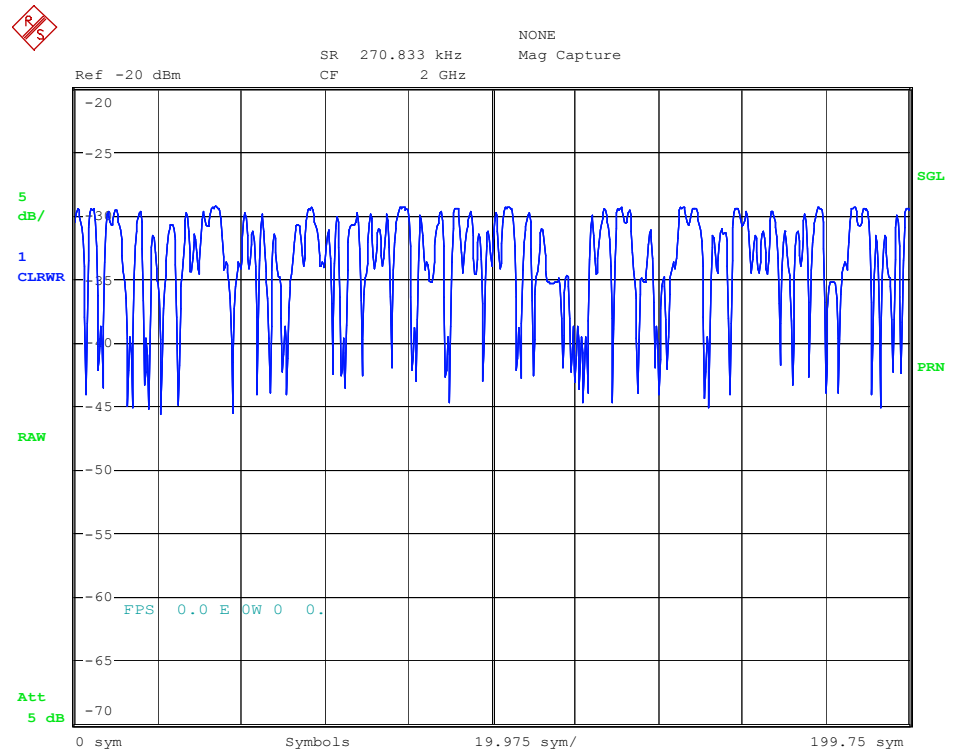
MAG CAP
BUFFER

Der Softkey *MAG CAP BUFFER* zeigt den Betrag des unbearbeiteten Signals im *RECORD BUFFER*.

Die Darstellung erfolgt in der kompletten Länge des *RECORD BUFFERS* während alle anderen Darstellarten nur den *RESULT RANGE* anzeigen. Die Darstellung erfolgt ausschließlich mit absoluter Pegelskalierung.

Diese Darstellart ist hilfreich

- zum **Einrichten einer Messung**, insbesondere von Triggeroffset-Einstellungen und
- zur **gezielten Auswahl** von einzelnen Bursts.



Date: 16.OCT.2002 12:59:32

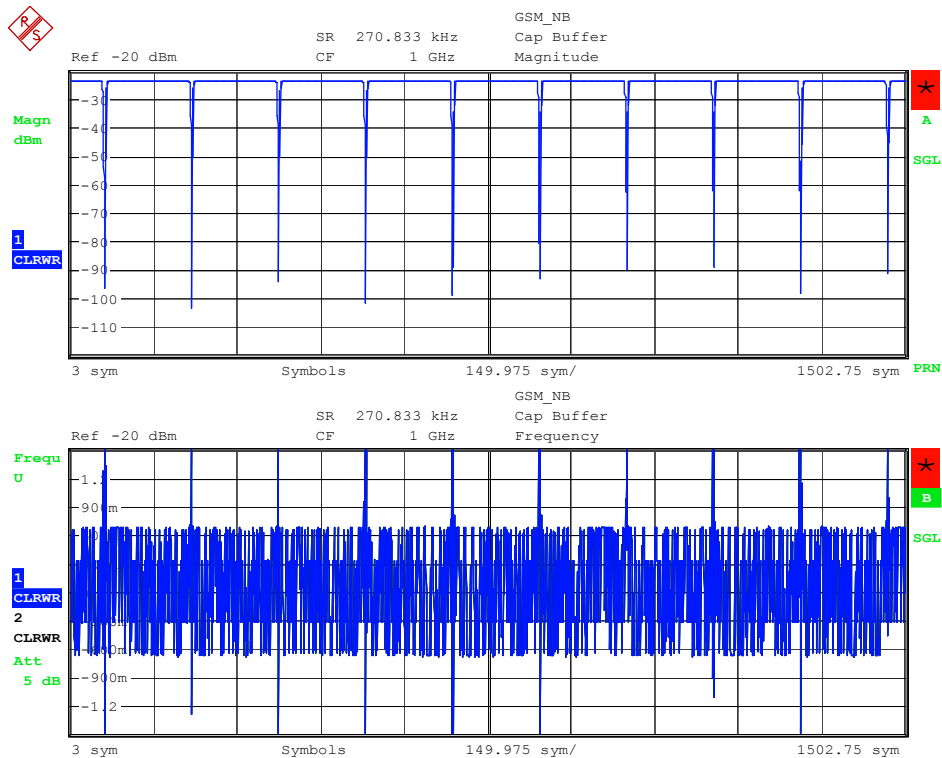
Bild 197 Ergebnisdarstellung *MAGNITUDE CAPTURE BUFFER*

```
IEC-Bus-Befehle :CALC:FEED 'TCAP'
                  :CALC:FORM MAGN
```


FREQUENCY

Der Softkey *FREQUENCY* zeigt das frequenzdemodulierte Signal des *RECORD BUFFERS*.

Die Darstellung erfolgt in der kompletten Länge des *RECORD BUFFERS*. Der Softkey ist nur bei den Modulationsarten MSK und FSK verfügbar.



Date: 2.JUL.2003 14:30:17

Bild 198 Ergebnisdarstellung *MAGNITUDE CAPTURE BUFFER* (oben)
 Ergebnisdarstellung *CAPTURE BUFFER -> FREQUENCY* (unten)

```
IEC-Bus-Befehle :CALC:FEED 'TCAP'
                  :CALC:FORM FREQ
                  :DISP:WIND:TRAC:Y:SCAL:MODE ABS | REL
```

REAL/IMAG

Der Softkey *REAL/IMAG* zeigt Real und Imaginärteil des unbearbeiteten Signals des *RECORD BUFFERS*. Die Darstellung ist relativ auf den *REFERENCE LEVEL* normiert und erfolgt in der kompletten Länge des *RECORD BUFFERS*.

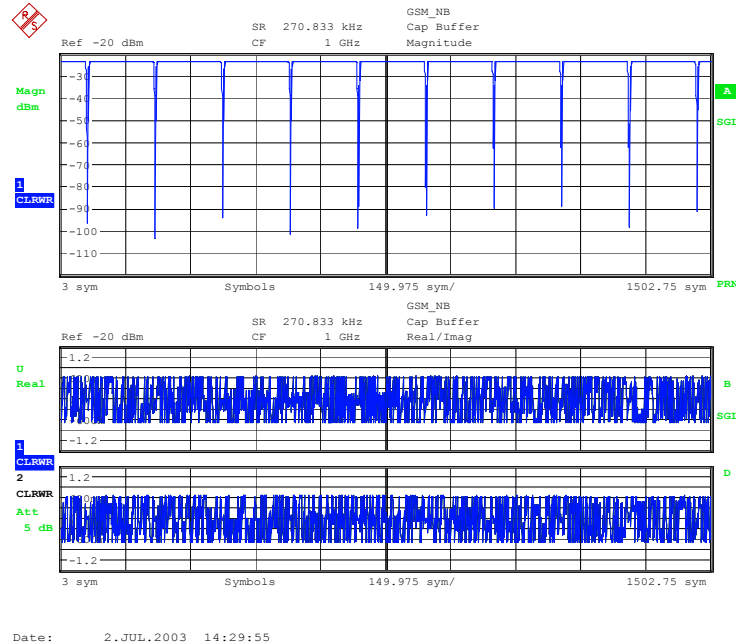
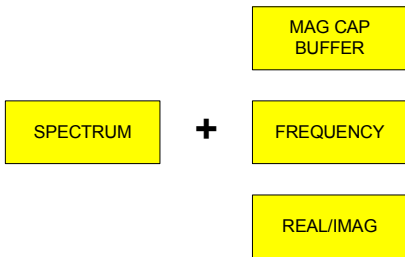


Bild 199 Ergebnisdarstellung *MAGNITUDE CAPTURE BUFFER* (oben)
Ergebnisdarstellung *CAPTURE BUFFER -> REAL/IMAG* (unten)

IEC-Bus-Befehle :CALC:FEED 'TCAP'
:CALC:FORM RIM



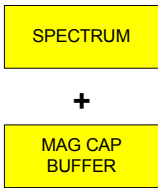
Der Softkey *SPECTRUM* schaltet die bisher eingestellte Ergebnisdarstellung in eine Auswertung des Ergebnisparameters im Frequenzbereich (FFT) um.

- Die Auswertung ist für folgende Ergebnisparameter möglich:
- *Magnitude Capture Buffer*
 - *Frequency Capture Buffer* (nur für MSK und FSK Modulationsarten)
 - *Real / Imaginärteil des Capture Buffers*

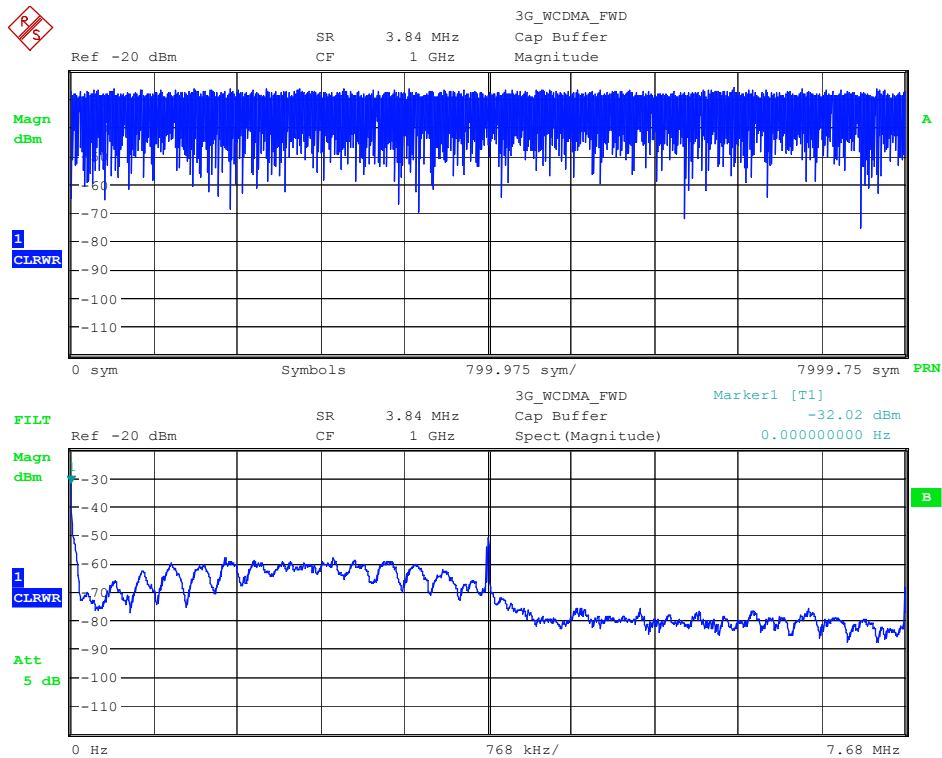
Die folgenden Diagramme zeigen beispielhaft die Darstellung der genannten Parameter. Die y-Achsenkalierung einschließlich der Einheit (linear bzw. logarithmisch) wird von der y-Achsenkalierung der jeweils zugrunde liegenden Messung übernommen. Die x-Achsenkalierung richtet sich nach der eingestellten Symbolrate und dem Einstellparameter Points/Symbol
Mit RANGE -> LIN/LOG kann die y-Achse für die Messdarstellungen:

- Spectrum → Capture Buffer Frequency (REL)
- Spectrum → Capture Buffer Real/Imag

auf eine logarithmische Skalierung verändert werden .



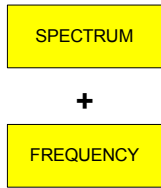
Die gleichzeitige Aktivierung der Softkeys *SPECTRUM* und *MAG CAP BUFFER* zeigt den Betrag der FFT über den Betrag des unbearbeiteten Signals des *RECORD BUFFERS*.



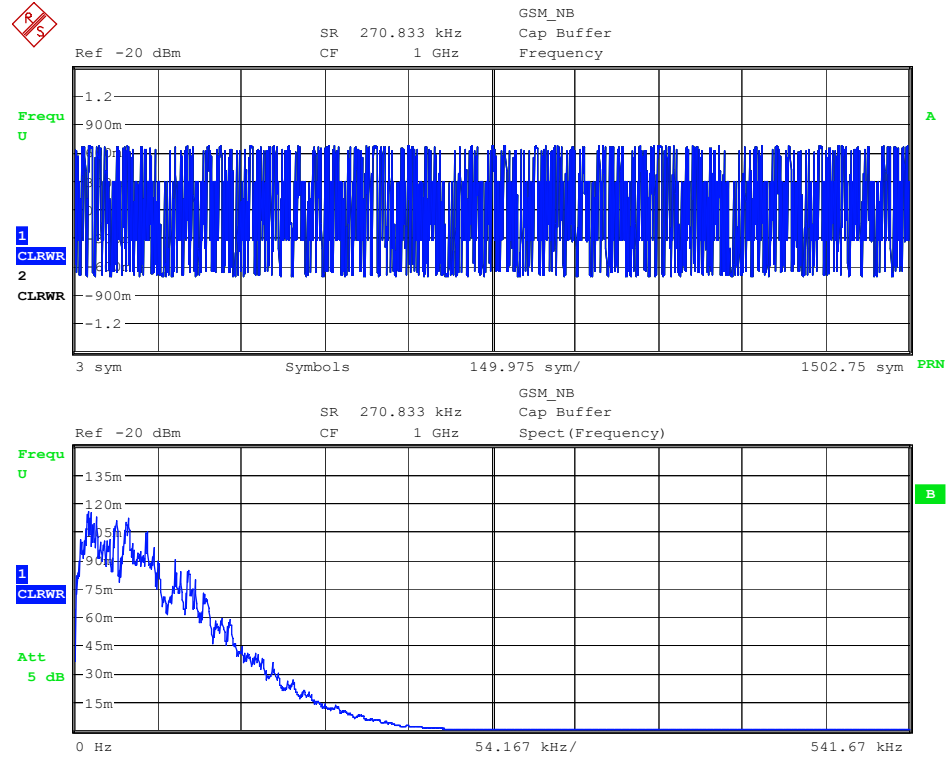
Date: 3.JUL.2003 08:52:07

Bild 200 Ergebnisdarstellung *MAGNITUDE CAPTURE BUFFER* (oben)
Ergebnisdarstellung *SPECTRUM -> MAGNITUDE CAPTURE BUFFER* (unten)

```
IEC-Bus-Befehle :CALC:FEED 'TCAP'
                  :CALC:FORM MAGN
                  :CALC:DDEM:SPEC:STAT ON
```



Die gleichzeitige Aktivierung der Softkeys *SPECTRUM* und *FREQUENCY* zeigt den Betrag der FFT über den frequenzdemodulierten Signals des *RECORD BUFFERS*.



Date: 4.JUL.2003 07:45:32

Bild 201 Ergebnisdarstellung *CAPTURE BUFFER FREQUENCY* (oben)
 Ergebnisdarstellung *SPECTRUM -> CAPTURE BUFFER FREQUENCY* (unten)

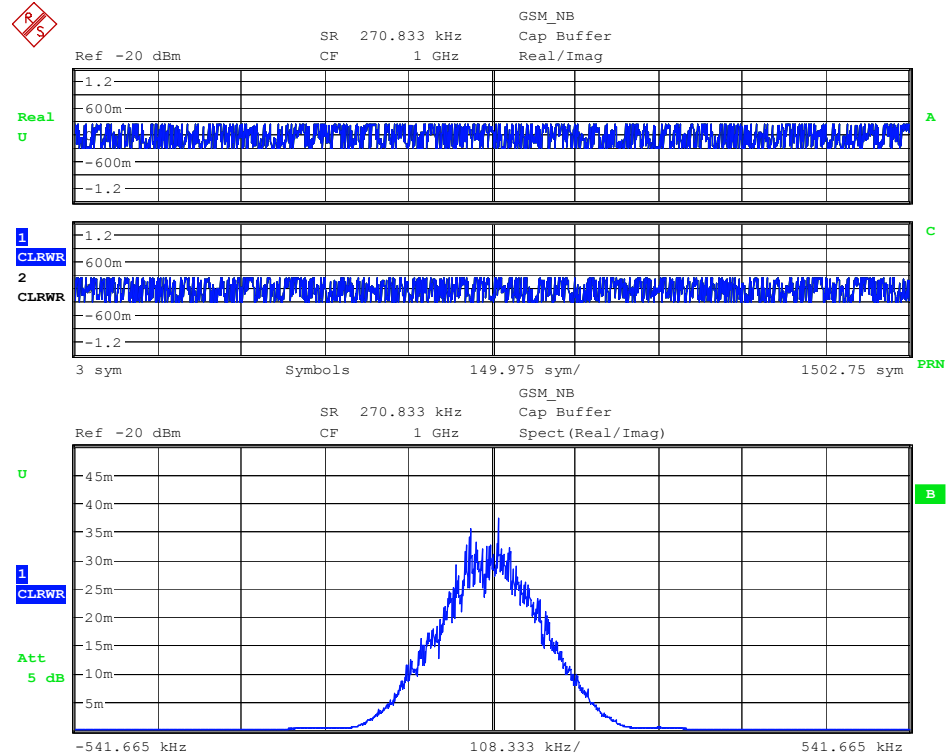
```
IEC-Bus-Befehl :CALC:FEED 'TCAP'
                :CALC:FORM FREQ
                :DISP:WIND:TRAC:Y:SCAL:MODE ABS | REL
                :CALC:DDEM:SPEC:STAT ON
```

SPECTRUM

+

REAL/IMAG

Die gleichzeitige Aktivierung der Softkeys *SPECTRUM* und *REAL/IMAG* zeigt den Betrag der FFT über die komplexwertigen Signalkomponenten des unbearbeiteten Signals im *RECORD BUFFER*.



Date: 4.JUL.2003 07:47:09

Bild 202 Ergebnisdarstellung *CAPTURE BUFFER REAL/IMAG* (oben)
 Ergebnisdarstellung *SPECTRUM -> CAPTURE BUFFER REAL/IMAG* (unten)

IEC-Bus-Befehle :CALC:FEED 'TCAP'
 :CALC:FORM RIM
 :CALC:DDEM:SPEC:STAT ON

MAG CAP BUFFER

Der Softkey *STATISTIC* schaltet die bisher eingestellte Ergebnisdarstellung in eine statistische Auswertung des Ergebnisparameters um.

STATISTIC

+

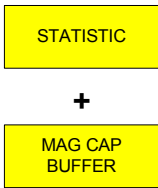
FREQUENCY

Die statistische Auswertung ist für folgende Ergebnisparameter möglich:

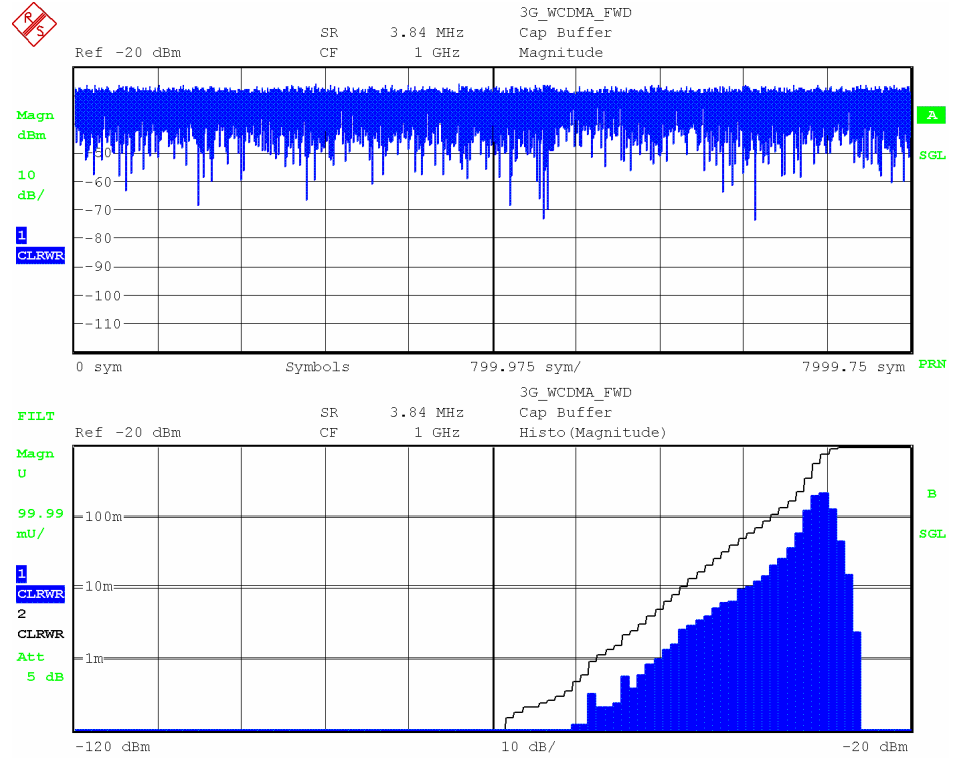
REAL/IMAG

- *Magnitude Capture Buffer*
- *Frequency Capture Buffer* (nur für MSK und FSK Modulationsarten)
- *Real / Imaginärteil des Capture Buffers*

Die folgenden Diagramme zeigen beispielhaft die Darstellung der genannten Parameter. Die x-Achsenkalierung einschließlich der Einheit (linear bzw. logarithmisch) wird von der y-Achsenkalierung der jeweils zugrunde liegenden Messung übernommen.



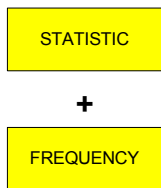
Die gleichzeitige Aktivierung der Softkeys *STATISTIC* und *MAG CAP BUFFER* zeigt die Häufigkeitsverteilung der Amplituden des unbearbeiteten Signals im *RECORD BUFFER*.



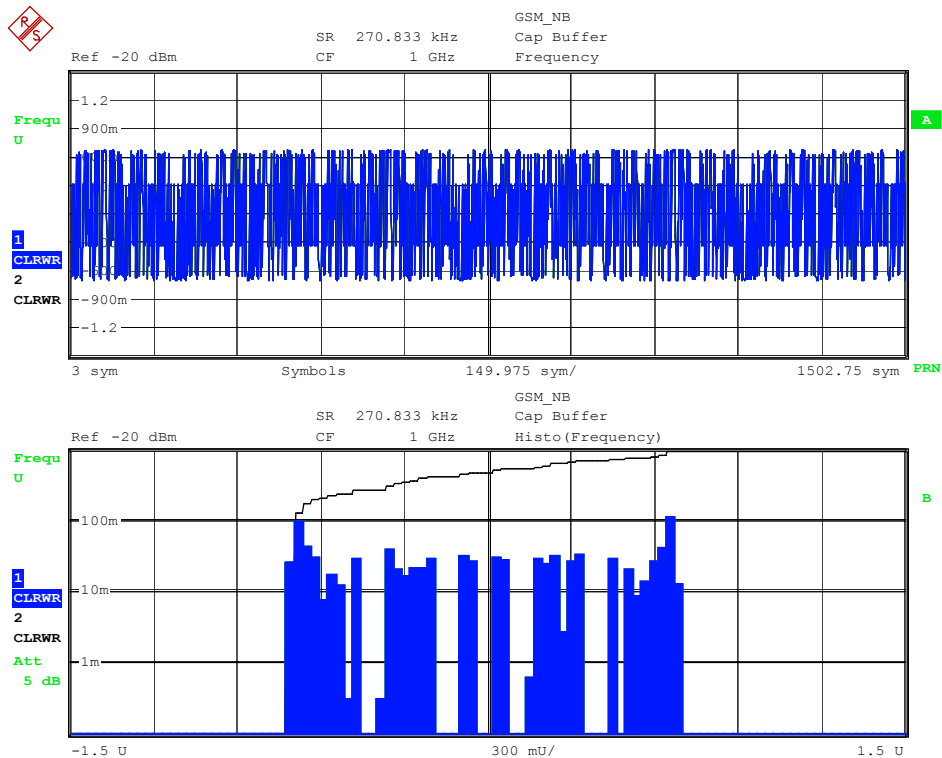
Date: 11.AUG.2003 09:24:48

Bild 203 Ergebnisdarstellung *MAGNITUDE CAPTURE BUFFER* (oben)
Ergebnisdarstellung *STATISTIC -> MAGNITUDE CAPTURE BUFFER* (unten)

```
IEC-Bus-Befehle :CALC:FEED "TCAP"
                 :CALC:FORM MAGN
                 :CALC:STAT:CCDF:STAT ON
```



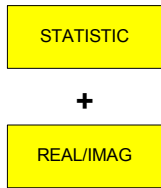
Die gleichzeitige Aktivierung der Softkeys *STATISTIC* und *FREQUENCY* zeigt die Häufigkeitsverteilung der Frequenz des frequenzdemodulierten *RECORD BUFFERS*.



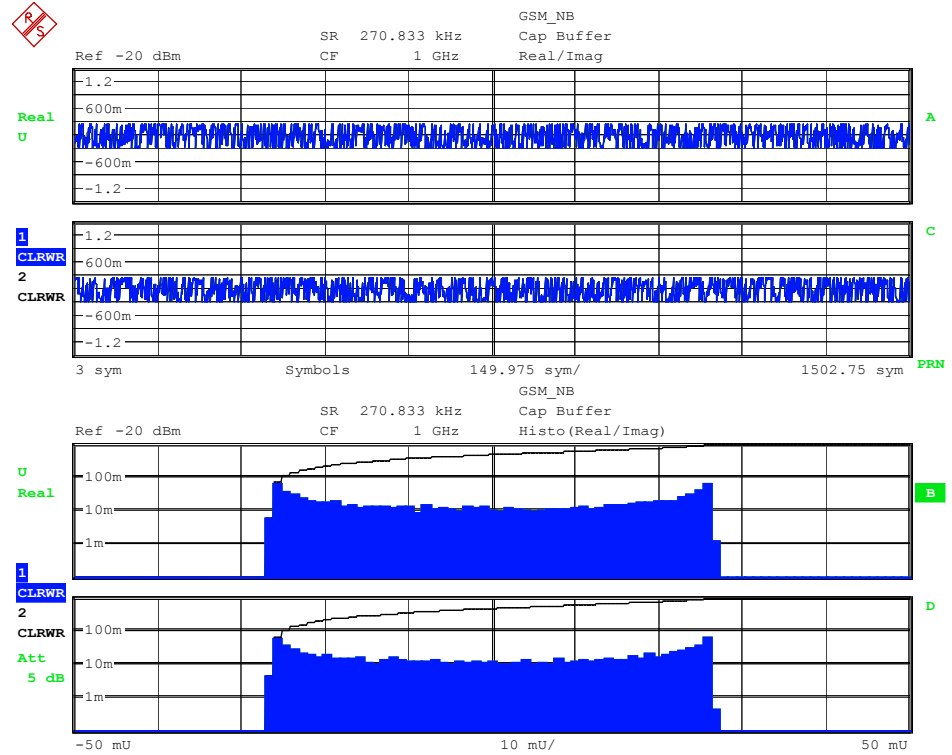
Date: 4.JUL.2003 07:44:51

Bild 204 Ergebnisdarstellung *FREQUENCY CAPTURE BUFFER* (oben)
 Ergebnisdarstellung *STATISTIC -> FREQUENCY CAPTURE BUFFER* (unten)

```
IEC-Bus-Befehle :CALC:FEED "TCAP"
                 :CALC:FORM FREQ
                 :DISP:WIND:TRAC:Y:SCAL:MODE ABS | REL
                 :CALC:STAT:CCDF:STAT ON
```



Die gleichzeitige Aktivierung der Softkeys *STATISTIC* und *REAL/IMAG* zeigt die Häufigkeitsverteilung der komplexwertigen Signalkomponenten des unbearbeiteten Signals im *RECORD BUFFER*.



Date: 4.JUL.2003 07:48:05

Bild 205 Ergebnisdarstellung *REAL/IMAG CAPTURE BUFFER* (oben)
 Ergebnisdarstellung *STATISTIC -> REAL/IMAG CAPTURE BUFFER* (unten)

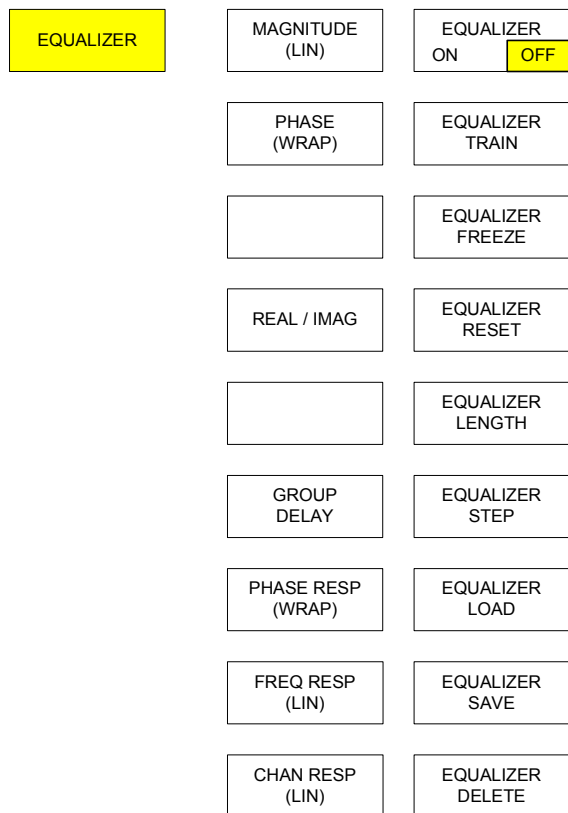
```
IEC-Bus-Befehle :CALC:FEED "TCAP"
                  :CALC:FORM RIM
                  :CALC:STAT:CCDF:STAT ON
```


Ergebnisdarstellungen des adaptiven Equalizers

Der adaptive Equalizer liefert im allgemeinen komplexwertige Filter-Koeffizienten, die in folgenden Darstellungen ausgewertet werden

Ergebnis-Berechnung aus	Darstellung	Erläuterung
Impulsantwort	Magnitude	Betrag der Impulsantwort
	Real/Imag	Real- und Imaginärteil der Impulsantwort
	Phase	Phasenwinkel der Impulsantwort
Frequenzantwort	Group Delay	Gruppenlaufzeit
	Phase Response	Phase der Frequenzantwort
	Frequency Response	Betrag der Frequenzantwort des Filters
	Channel Response	Inverser Betrag der Frequenzantwort des Filters

Betragsdarstellungen (Magnitude, Frequency Response) können mit linearer oder logarithmischer Skalierung der y-Achse erfolgen. Die Phase (Phase, Phase Response) kann auf den Hauptwert (-pi .. + pi) begrenzt sein (wrap) oder über einen frei einstellbaren Bereich dargestellt werden (unwrap).



Der Softkey *EQUALIZER* öffnet ein Menü zur Ergebnisdarstellung des adaptiven Equalizers. In einem weiteren Seitenmenü befinden sich ergänzend Softkeys zur Parametrisierung des Synthesizers (siehe Softkey Equalizer Settings im Menüpunkt MODULATION SETTINGS) Genauere Erläuterungen zur Funktionsweise des Equalizers finden sich im Kapitel 3.

MAGNITUDE
(LIN / LOG)

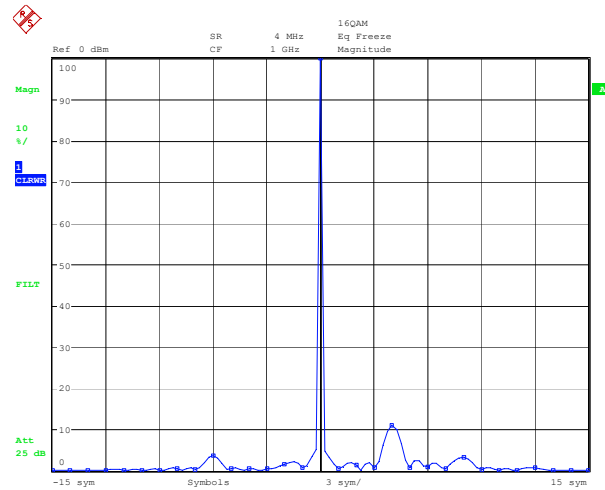
Der Softkey *MAGNITUDE* stellt die Ergebnisdarstellung auf die Anzeige des Betrags der Impulsantwort des Equalizer Filters. Falls EQUALIZER = OFF eingestellt ist, wird ein neutrales Filter angezeigt.

LIN zeigt den Betrag in linearer Skalierung.

LOG zeigt den Betrag in logarithmischer Skalierung (dB)

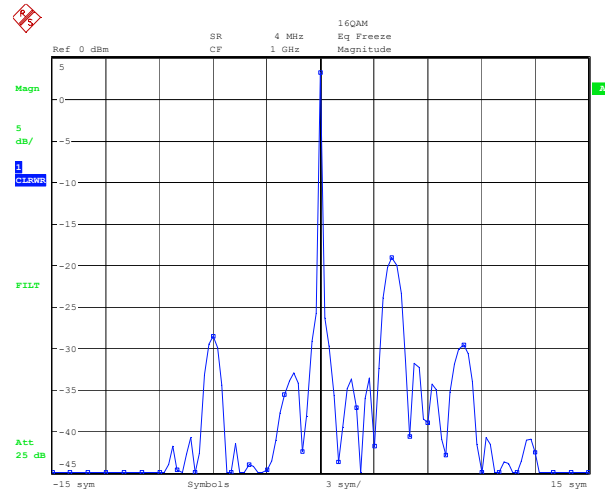
Die Skalierung der x-Achse erfolgt in der Einheit Symbol im Bereich von

$$\left[-\frac{\text{Equalizer_Length}}{2} \dots + \frac{\text{Equalizer_Length}}{2} \right]$$



Date: 12.JUL.2005 06:51:00

Bild 206 Darstellung der Filterkoeffizienten *MAGNITUDE (LIN)*



Date: 12.JUL.2005 06:51:22

Bild 207 Darstellung der Filterkoeffizienten *MAGNITUDE (LOG)*

IEC-Bus-Befehle

LOG: CALC:FEED 'XTIM:DDEM:IMP'
CALC:FORM MAGN
DISP:TRAC:Y:SPAC LOG

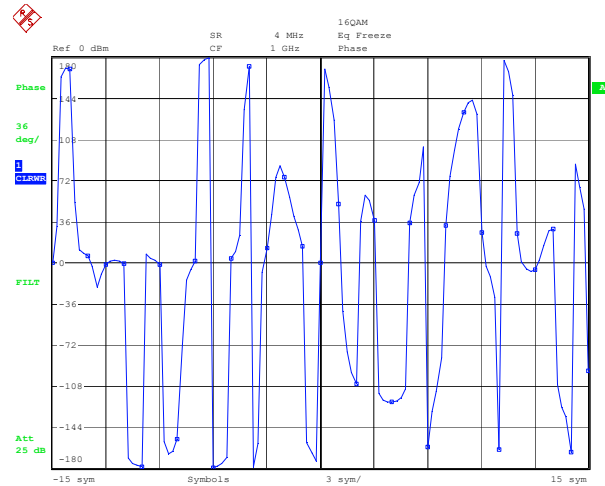
LIN: CALC:FEED 'XTIM:DDEM:IMP'
CALC:FORM MAGN
DISP:TRAC:Y:SPAC LIN

PHASE
(WRAP / UNWR)

Der Softkey *PHASE* stellt die Ergebnisdarstellung auf die Anzeige der Phase der Impulsantwort des Equalizer Filters. Falls EQUALIZER = OFF eingestellt ist, wird die Phase eines neutralen Filter angezeigt (Phase = 0).

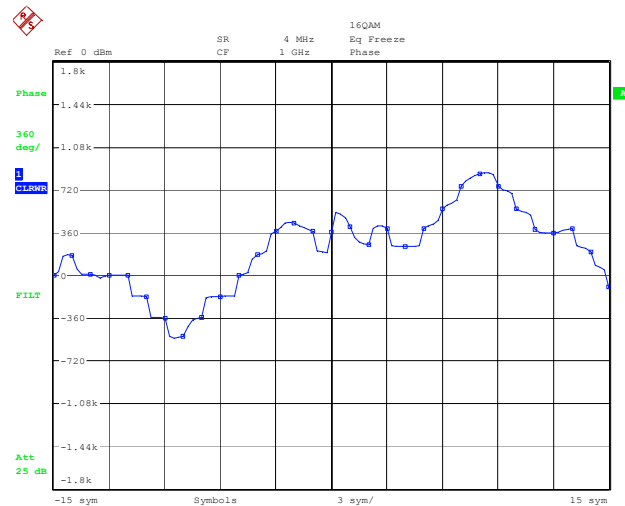
WRAP zeigt den Hauptwert der Phase (Modulo)

UNWRAP zeigt die Phase mit einstellbarem Wertebereich



Date: 12.JUL.2005 06:51:55

Bild 208 Ergebnisdarstellung *PHASE(WRAP)*



Date: 12.JUL.2005 06:52:26

Bild 209 Ergebnisdarstellung *PHASE(UNWRAP)*

IEC-Bus-Befehle

WRAP:

CALC:FEED 'XTIM:DDEM:IMP'
CALC:FORM PHAS

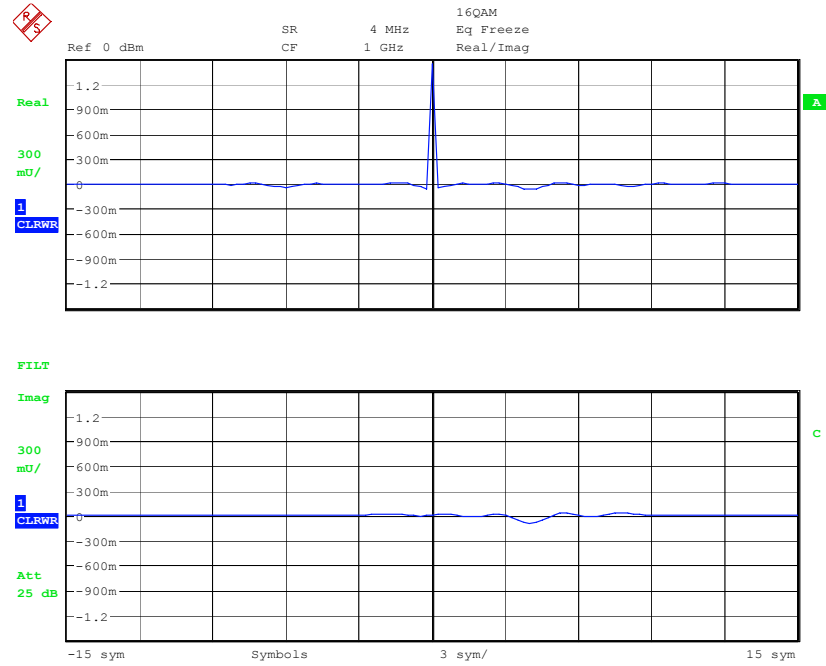
UNWRAP

CALC:FEED 'XTIM:DDEM:IMP'
CALC:FORM UPH

REAL / IMAG

Der Softkey *REAL/IMAG* stellt die Ergebnisdarstellung auf die Anzeige der Impulsantwort des Equalizer Filters. Falls EQUALIZER = OFF eingestellt ist, wird ein neutrales Filter angezeigt.

Im oberen Diagramm wird der Realteil im unteren Diagramm der Imaginärteil der komplexwertigen Impulsantwort angezeigt.



Date: 12.JUL.2005 06:50:19

Bild 210 Ergebnisdarstellung REAL/IMAG (Impulsantwort des adaptiven Filters)

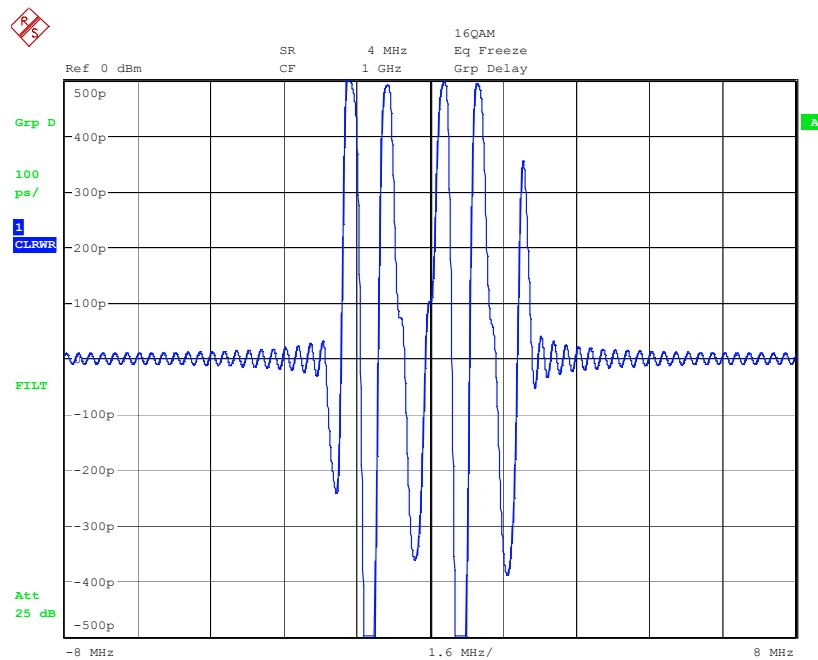
IEC-Bus-Befehle

CALC:FEED 'XTIM:DDEM:IMP'
CALC:FORM RIM

GROUP DELAY

Der Softkey *GROUP DELAY* stellt die Ergebnisdarstellung auf die Gruppenlaufzeit des Equalizer Filters. Falls EQUALIZER = OFF eingestellt ist, wird ein neutrales Filter angezeigt (Gruppenlaufzeit = 0).

Die Skalierung der x-Achse erfolgt in der Einheit Frequenz im Bereich von $\left[-\frac{\text{points/symbol} \cdot \text{symbolrate}}{2} \dots + \frac{\text{points/symbol} \cdot \text{symbolrate}}{2} \right]$



Date: 12.JUL.2005 06:53:41

Bild 211 Ergebnisdarstellung *GROUP DELAY*

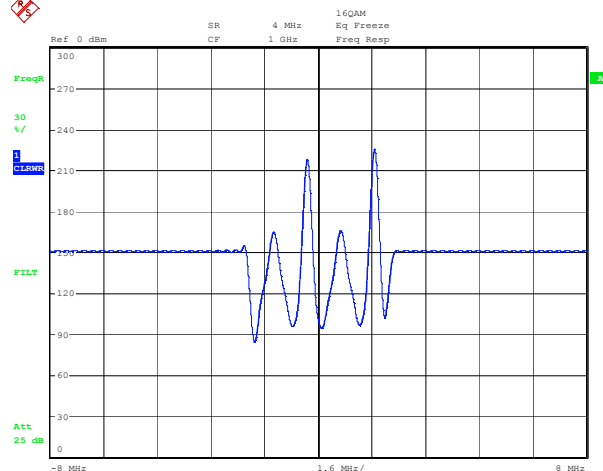
IEC-Bus-Befehle CALC:FEED 'XFR:DDEM:RAT'
 CALC:FORM GDEL

FREQ RESP
(LIN / LOG)

Der Softkey *FREQ RESP* stellt die Ergebnisdarstellung auf die Anzeige des Betrags der Übertragungsfunktion des Equalizer Filters. Falls *EQUALIZER = OFF* eingestellt ist, wird ein neutrales Filter angezeigt (Betrag = 1 bzw. 0 dB für alle Frequenzen).

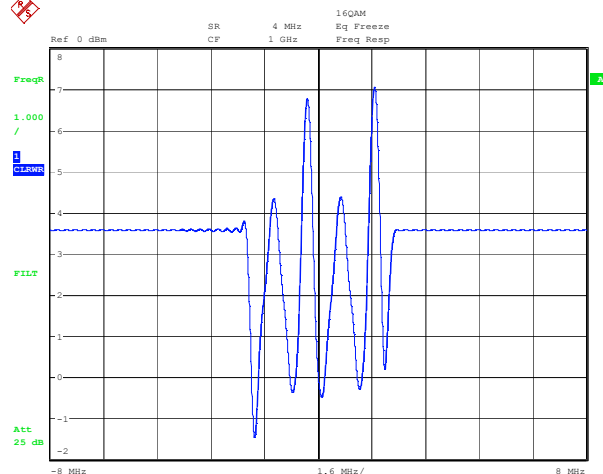
LIN zeigt den Betrag in linearer Skalierung.

LOG zeigt den Betrag in logarithmischer Skalierung (dB)



Date: 12.JUL.2005 06:55:26

Bild 213 Ergebnisdarstellung *FREQ RESP (LIN)*



Date: 12.JUL.2005 06:56:26

Bild 214 Ergebnisdarstellung *FREQ RESP (LOG)*

IEC-Bus-Befehle

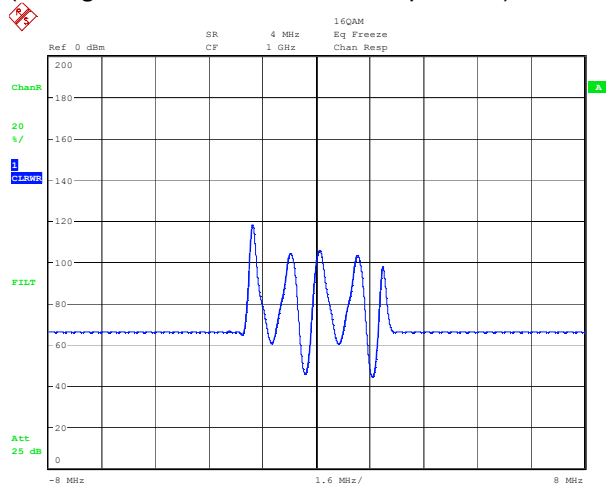
LOG: CALC:FEED 'XFR:DDEM:RAT'
CALC:FORM MAGN
DISP:TRAC:Y:SPAC LOG

LIN: CALC:FEED 'XFR:DDEM:RAT'
CALC:FORM MAGN
DISP:TRAC:Y:SPAC LIN

CHAN RESP
(LIN / LOG)

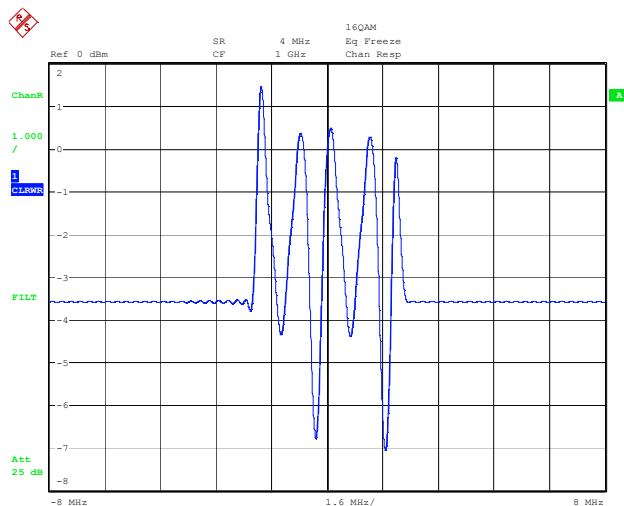
Der Softkey *CHAN RESP* stellt die Ergebnisdarstellung auf die Anzeige der Frequenzantwort des Messobjektes. Sie wird aus der inversen Frequenzantwort des Equalizers berechnet und ist nur innerhalb der Bandbreite des Sende- bzw. Messfilters gültig. .

Falls EQUALIZER = OFF eingestellt ist, wird ein neutrales Filter angezeigt (Betrag = 1 bzw. 0 dB für alle Frequenzen).



Date: 12.JUL.2005 06:58:02

Bild 215 Ergebnisdarstellung *CHAN RESP (LIN)*



Date: 12.JUL.2005 06:57:22

Bild 216 Ergebnisdarstellung *CHAN RESP (LOG)*

IEC-Bus-Befehle LOG: CALC:FEED 'XFR:DDEM:IRAT'
 CALC:FORM MAGN
 DISP:TRAC:Y:SPAC LOG

 LIN: CALC:FEED 'XFR:DDEM:IRAT'
 CALC:FORM MAGN
 DISP:TRAC:Y:SPAC LIN

Positionieren der Bildschirmausgabe - Softkey FIT TRACE

Der folgende Abschnitt soll die unterschiedlichen Darstellbereiche bei Verwendung der FIT-Einstellungen verdeutlichen.

Der Demodulationsbereich der Signalverarbeitung (DSP Demod Range) wird vom Analysator nach den Geräteeinstellungen selbst ermittelt. Erklärende Beispiele dafür finden sich im Kapitel „[Record Buffer, Demodulationsbereich und Darstellbereich](#)“.

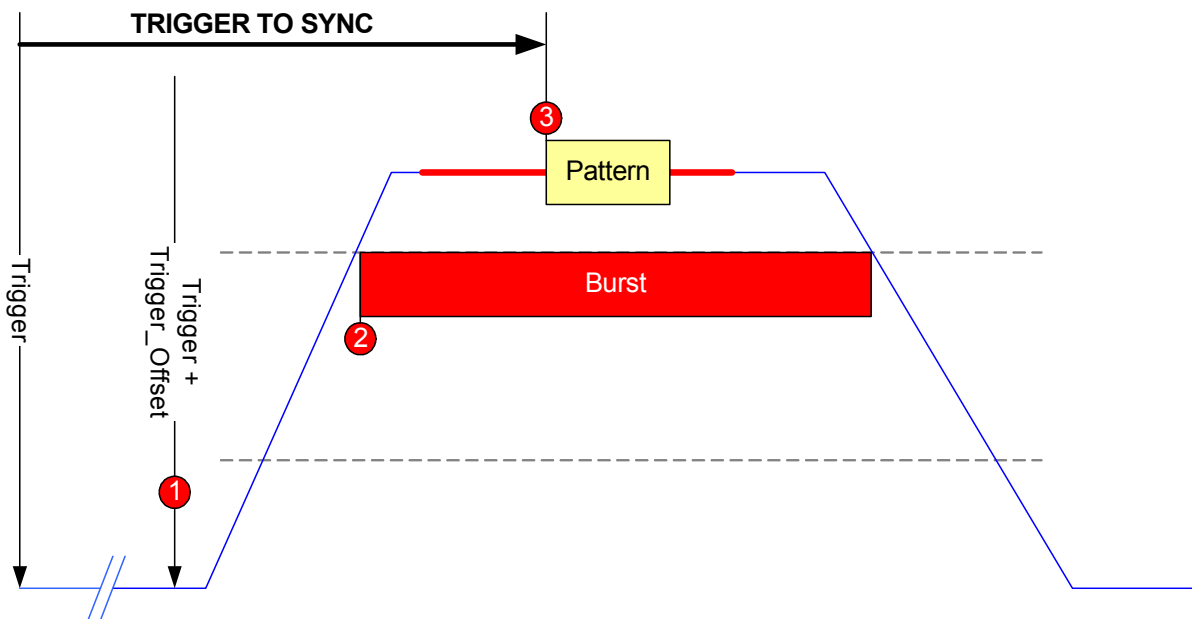


Bild 217 Messung eines Bursts unter Verwendung eines externen Triggers

Bild 217 zeigt als Beispiel die Messung eines Bursts unter Verwendung eines externen Triggers. Die Burst-Suche ist aktiviert und ein Synchronisationspattern wurde gefunden.

Der Ergebnisparameter „*TRIGGER TO SYNC*“ ergibt sich aus der Zeitdifferenz zwischen Synchronisationspattern und externem Triggerzeitpunkt.

Die Positionierung der Bildschirmdarstellung ist anhand der folgenden – oben eingezeichneten – Bezugspunkte möglich:

1. Trigger + Trigger_Offset
2. Burst
3. Pattern

Die Einstellmöglichkeiten sind:

- **FIT TO LEFT:** Bei dieser Einstellung wird der gewählte Bezugspunkt (Trigger, **Start** des Bursts oder **Start** des Patterns) am linken Rand der Bildschirmdarstellung positioniert.
- **FIT TO CENTER:** Hier wird der gewählte Bezugspunkt (Trigger, **Mitte** des Bursts oder **Mitte** des Patterns) in der **Mitte** der Bildschirmdarstellung positioniert.
- **FIT TO RIGHT:** Hier wird der gewählte Bezugspunkt (Trigger, **Ende** des Bursts oder **Ende** des Patterns) am rechten Rand der Bildschirmdarstellung positioniert.

Diese Möglichkeiten werden in den nächsten Bildern beispielhaft gezeigt.

Beispiele zu FIT BURST, FIT PATTERN und FIT TRIGGER:

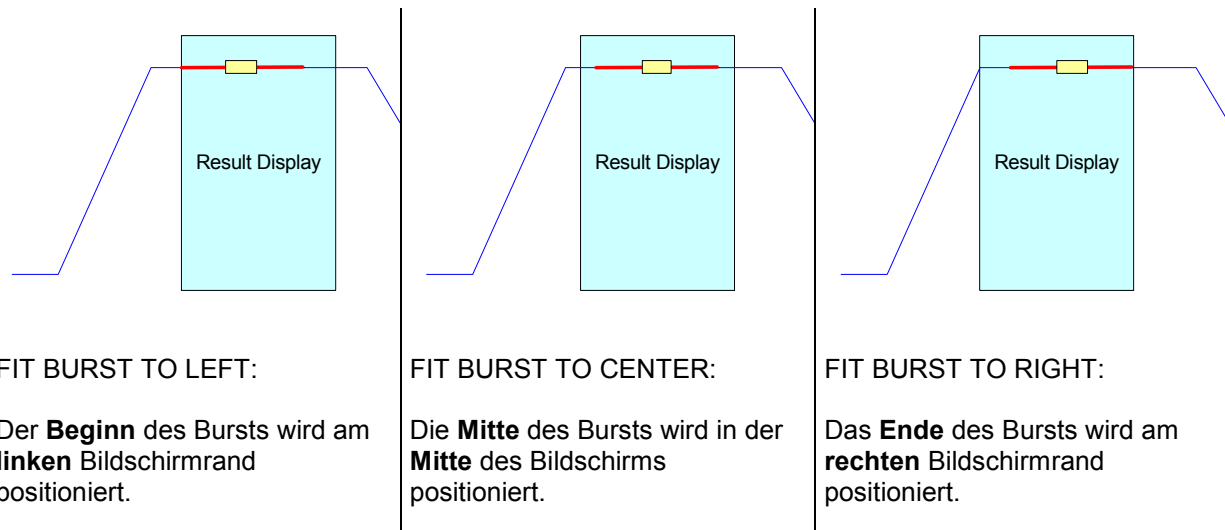


Bild 218 Beispiele zu FIT: Fit Burst to Left / Center / Right

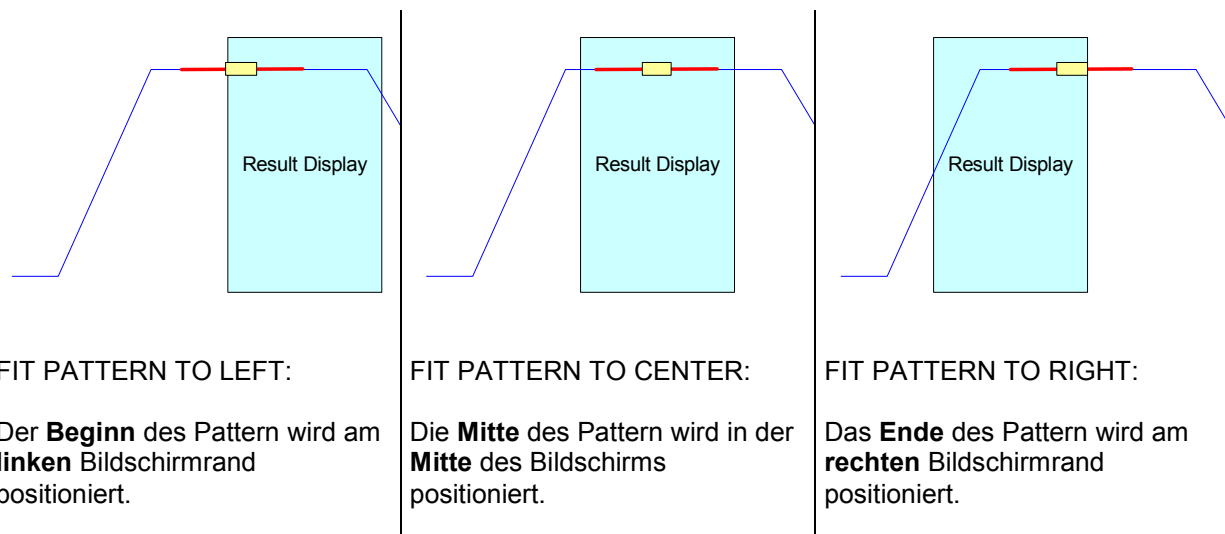
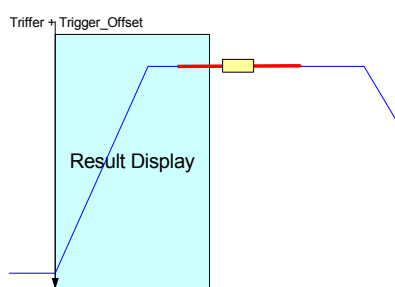


Bild 219 Beispiele zu FIT: Fit Pattern to Left / Center / Right



FIT BURST TO TRIGGER:

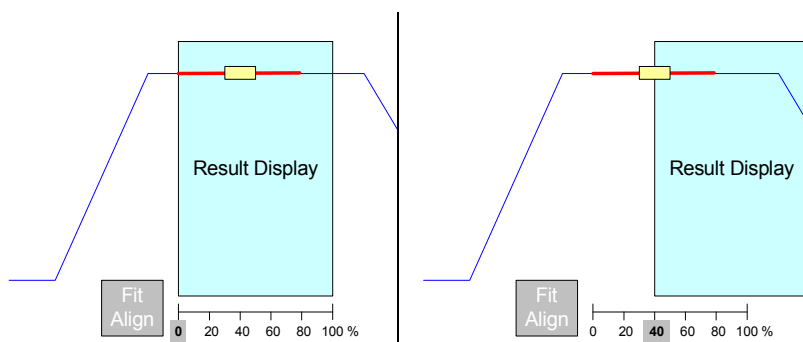
Der linke Bildschirmrand wird an den Bezugspunkt: TRIGGER+ TRIGGER_OFFSET positioniert.

Bild 220 Beispiele zu FIT: Fit Burst to Trigger

Bei FIT BURST TO TRIGGER ist nur die Einstellung LEFT zulässig. Feineinstellungen und Verschiebungen mit FIT ALIGN oder FIT OFFSET sind nicht möglich.

Feineinstellung mit FIT ALIGN

Mit **FIT ALIGN** lässt sich die Bildschirmdarstellung (bezogen auf den gewählten Bezugspunkt) nochmals manuell verschieben. Die Eingabe erfolgt in [%] der Bildschirmbreite. Eine entsprechende Einstellmöglichkeit für die Einheit Symbole wird mit dem Softkey **FIT OFFSET** ermöglicht.



FIT BURST TO LEFT.

Die Einstellung FIT ALIGN = 40% hält den bisherigen Bezugspunkt fest und verschiebt die **Bildschirmdarstellung** um 4/10 der RESULT LEN nach rechts.

Bild 221 Beispiele zu FIT: Fit Align

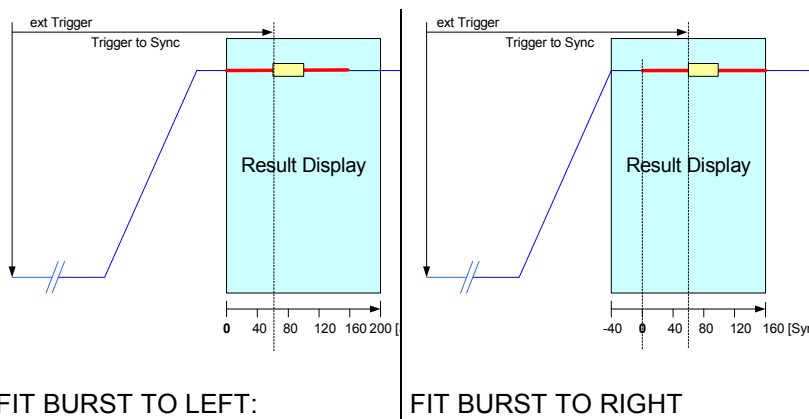
Skalierung der Zeitachse in Symbolen

Der Nullpunkt der Zeitachsenbeschriftung bzw. Symbolachsenbeschriftung kann in weiten Grenzen den Anforderungen der Messung angepasst werden.

Falls keine Symbolnummerierung mittels der Patternsuche und einer Standarddefinition möglich ist, erhalten (je nach gewähltem Bezugspunkt)

- Beginn eines Bursts
- Bezugspunkt Trigger + Trigger-Offset

die Symbolnummer „0“. Dieser Bezugspunkt der Skala wird beibehalten, selbst wenn die Displaydarstellung verschoben wird.



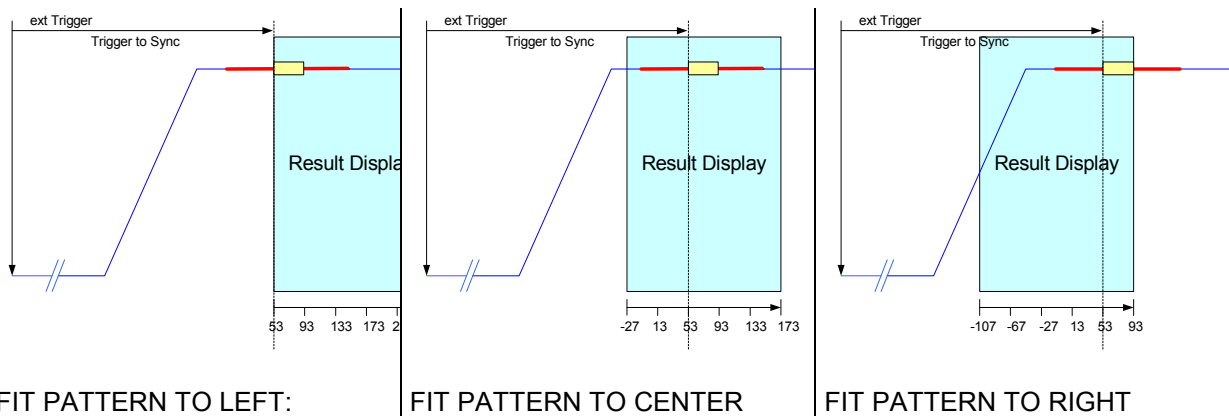
FIT BURST TO LEFT:

FIT BURST TO RIGHT

Bild 222 Beispiele zu FIT: Skalierung der Zeitachse

Ein ähnliches Verhalten ergibt sich bei einer Pattern-bezogenen Messung, wenn die Symbolnummer durch die Definition eines digitalen Standards bestimmt ist.

Beispiel: Durch die Definition eines Standards wurde die Positions-Nummer des 1. Patternsymbols auf „53 (dezimal)“ festgelegt. Diese Definition gilt dann für alle Positionierungen.(Left/Center/Right). Unabhängig von den Bildschirmpositionierungen wird der Messwert für TRIGGER TO SYNC aus der Differenz zwischen dem externen Triggerzeitpunkt und dem Beginn des Pattern erhalten.



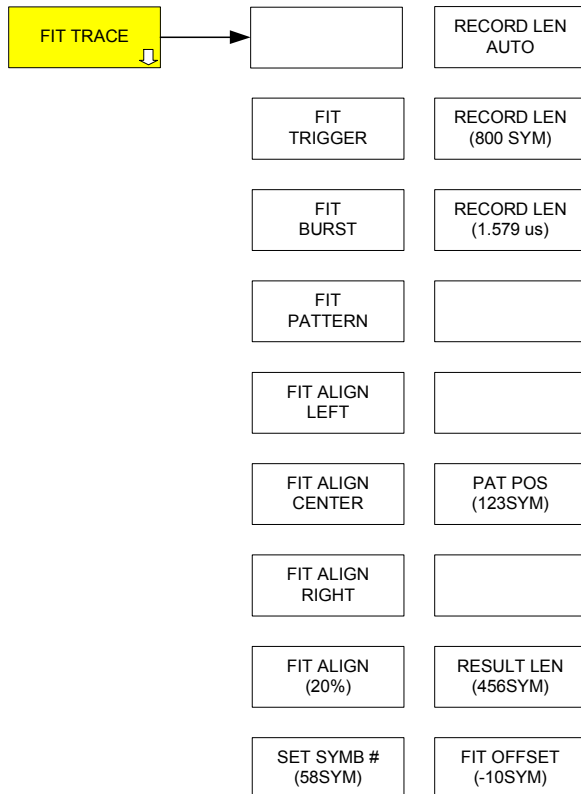
FIT PATTERN TO LEFT:

FIT PATTERN TO CENTER

FIT PATTERN TO RIGHT

Bild 223 Beispiele zu FIT: Symbolachsenbeschriftung

FIT TRACE Menü



Der Softkey FIT TRACE öffnet das Menü zur Positionierung des Messergebnisses auf dem Bildschirm.

Die Wahl des Bezugspunktes wird mit der Softkeygruppe

- *FIT TRIGGER*
 - *FIT BURST*
 - *FIT PATTERN*
- getroffen

Die Positionierung des Bezugspunktes auf dem Display wird mit den Softkeys:

- *FIT ALIGN LEFT*
 - *FIT ALIGN CENTER*
 - *FIT ALIGN RIGHT*
- eingestellt

Eine Verschiebungen der Positionierung kann mit den Softkeys

- *FIT ALIGN* (Eingabe in %) bzw.
- *FIT OFFSET* (Eingabe in Symbols, Parameter befindet sich im Seitenmenü)

vorgenommen werden

Mit dem Softkey SET SYMB # kann den Bezugspunkten

- Start der USEFUL LENGTH bzw.
- Trigger + Trigger Offset

eine Symbolnummer zugeordnet werden.

Im Seitenmenü sind zusätzlich Einstellungen für den Parameter *RECORD LEN* und der *RESULT LEN* möglich.

Der Softkey PAT POS (Pattern Position) gibt die erwartete Position des Beginns des Pattern bezogen auf den Beginn des USEFUL LENGTH an. Der Analyzer sucht nach den Pattern in einem Bereich zwischen

- (Pattern Position) und
 - (Pattern Position + Pattern Länge)
- mit einem Toleranzbereich von +/- 5 Symbolen.

Beispiele zur Einstellung finden sich im vorangehenden Kapitel.

IEC-Bus-Befehle

```
:CALC:TRAC:ADJ TRIG|BURS|PATT
:CALC:TRAC:ADJ:ALIG LEFT|CENT|RIGH
:CALC:TRAC:ADJ:ALIG:VAL <num_value>
:CALC:TRAC:ADJ:ALIG:OFF <num_value>
:DISP:WIND:TRACe:X:SCAL:VOFF <num>
:SENS:DDEM:STAN:SYNC:OFFS <num_val>
```

Mehrfachauswertung und Ausschnittdarstellungen - Softkey ZOOM

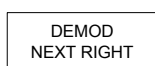


Der Softkey *ZOOM* öffnet das Menü zum Einstellen der Displayausschnitts des Capture Buffers und zur Steuerung der Demodulation im Mehrfach-Verarbeitungs-Modus.



Die Softkeys

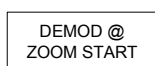
- *ZOOM START*
- *ZOOM LENGTH*



bestimmen den dargestellten Bereich des Capture Buffers.



IEC-Bus-Befehl : SENS : DDEM : SEAR : MBUR : STAR 500SYM
: SENS : DDEM : SEAR : MBUR : LENG 1000SYM

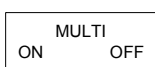


Die Softkeys

- *DEMOM NEXT RIGHT*
- *DEMOM RESTART*
- *DEMOM @ ZOOM START*



steuern die Demodulation in der Betriebsart Mehrfachauswertung. Diese Softkeys ist nur in der Betriebsart *MULTI* in Verbindung mit *SINGLE SWEEP* verfügbar. Eine detaillierte Beschreibung dieser Steuerung (auch für die Demodulation von Burst-Signalen) ist im Abschnitt "Mehrfach-Auswertung eines Datensatzes- (*MULTI*)" zu finden



IEC-Bus-Befehl : SENS : DDEM : SEAR : MBUR : FIND : NEXT
: SENS : DDEM : SEAR : MBUR : FIND : FIRS
: SENS : DDEM : SEAR : MBUR : FIND : STAR



Der Softkey

- *CAPTURE AUTO / OFF*

startet eine automatische neue Datenannahme, falls das Ende des Record Buffers erreicht ist. Mit *CAPTURE OFF* wird keine Datenannahme gestartet. Am Ende des Record Buffers wird die Meldung '**End of Buffer**' ausgegeben. Dieser Softkey ist nur in der Betriebsart *MULTI* in Verbindung mit *SINGLE SWEEP* verfügbar.

IEC-Bus-Befehl : SENS : DDEM : SEAR : MBUR : CAP : AUTO OFF

Der Softkey

- *MULTI ON/OFF*

schaltet die **Mehrfachauswertungs-Betriebsart** ein bzw. aus. In der Betriebsart *MULTI* = *ON* wird automatische eine neue Datenannahme durchgeführt, falls das Ende des Record Buffers erreicht ist. Andernfalls wird die Meldung '**End of Buffer**' ausgegeben.

IEC-Bus-Befehl : SENS : DDEM : SEAR : MBUR ON

Einstellen des Darstellbereichs - Softkey RANGE



X-AXIS
QUANTIZE

X-AXIS
/DIV

X-AXIS
REF VALUE

X-AXIS
REF POS

X-AXIS
LIN LOG

Y-AXIS
/DIV

Y-AXIS
REF VALUE

Y-AXIS
REF POS

DEFAULT
SETTINGS

Der Softkey *RANGE* öffnet das Menü zum Einstellen der Displayskalierung und des Darstellbereiches.

Die Softkeys

- *X-AXIS /DIV*
- *X-AXIS REF VALUE*
- *X-AXIS REF POS*
- *X-AXIS LIN / LOG*

steuern die Skalierung der x-Achse für **IQ-Darstellungen und statistische Darstellungen**. Bei Zeitdarstellungen sind diese Softkeys nicht verfügbar, da Nullpunkt und Skalierung mittels anderer Bedienparameter (RESULT LENGTH, FIT) bestimmter werden

- *Y-AXIS /DIV*
- *Y-AXIS REF VALUE*
- *Y-AXIS REF POS*

steuern Nullpunkt und Skalierung der y-Achse für **IQ-, statistische und Zeit-Darstellungen**.

- *X-AXIS QUANTIZE*

steuert die Quantisierung der x-Achse bei **statistischen Darstellungen**

- *DEFAULT SETTINGS*

stellt den Grundzustand für das aktuelle Messfenster wieder her.

IEC-Bus-Befehle

```
:CALC:STAT:SCAL:X:BCO <num_value>
:DISP:WIND:TRAC:X:SCAL:PDIV <num_value>
:DISP:WIND:TRAC:X:SCAL:RVAL <num_value>
:DISP:WIND:TRAC:X:SCAL:RPOS <num_value>
:DISP:WIND:TRAC:X:SPAC LIN | LOG
:DISP:WIND:TRAC:Y:SCAL:PDIV <num_value>
:DISP:WIND:TRAC:Y:SCAL:RVAL <num_value>
:DISP:WIND:TRAC:Y:SCAL:RPOS <num_value>
```



BIN

OCT

DEC

HEX

In der Darstellart *SYMBOLS & MOD ACC* wird kann im Untermenü *RANGE* die Darstellung der Symbolwerte umgeschaltet werden zwischen:

- *Binär*
- *Oktal*
- *Dezimal*
- *Hexadezimal*

Durch die Wahl der Darstellart wird auch die Anzahl der dargestellten Symbole beeinflusst.

IEC-Bus-Befehl: -

Beispiele:

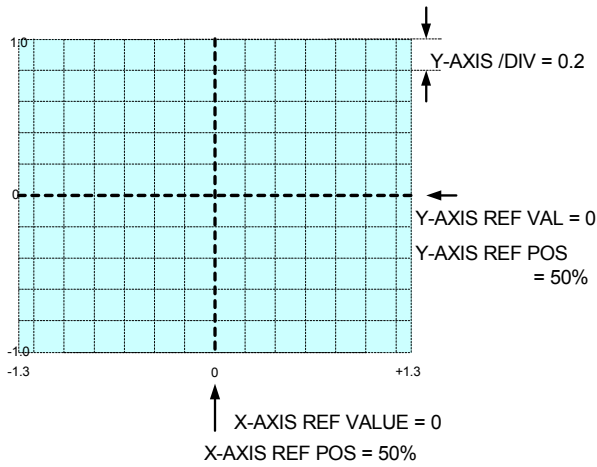


Bild 224 Beispiel für RANGE, IQ Darstellung
X-AXIS/DIV ist an Y-AXIS/DIV gekoppelt.

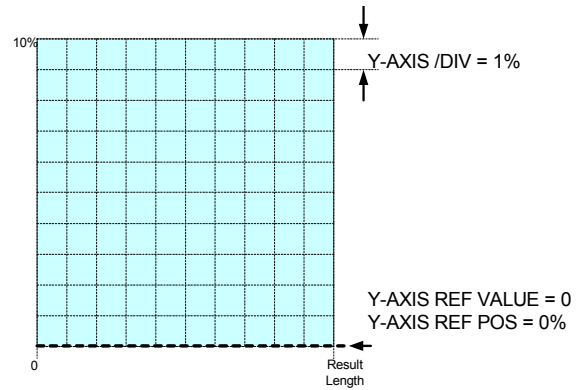


Bild 225 Beispiel für RANGE, Zeitdarstellung
(EVM lin)

Zeitdarstellungen und log Skala (Mag Cap Buffer ...)

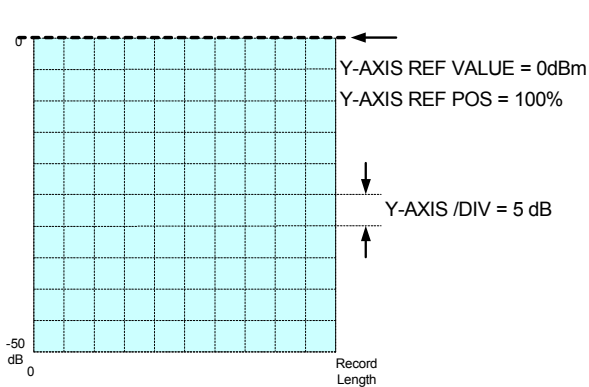


Bild 226 Beispiel für RANGE, Zeitdarstellung,
Mag Cap Buffer

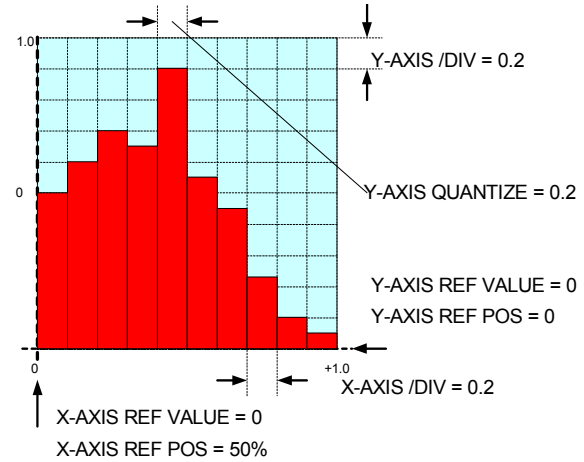


Bild 227 Beispiel für RANGE,
Statistikdarstellung Quantize

Automatische Einstellung des Referenzpegels - Softkey ADJUST REF LVL



ADJUST
REF LVL

Der Softkey *ADJUST REF LVL* stellt den Referenzpegel signalangepasst und unter Berücksichtigung einer Übersteuerungsreserve auf einen optimalen Einstellwert ein.

Der Tastendruck aktiviert einen einmaligen Einstellvorgang und KEINE laufende Anpassung der PegelEinstellung. Nach größeren Pegeländerungen des anliegenden Eingangssignals oder bei einer Übersteuerungs-Anzeige muss der Einstellvorgang erneut vorgenommen werden um Messfehler durch zu geringe Aussteuerung bzw. Übersteuerungen zu vermeiden.

In der Betriebsart TRIGGER = FREE RUN wird innerhalb eines Beobachtungszeitraums von 0.2 s (bzw. der RECORD TIME, falls diese Zeit länger ist) der Signalspitzenwert bestimmt und daraus die erforderlichen Geräteeinstellungen ermittelt. In einer folgenden Kontrollmessung mit angepassten Geräteeinstellungen wird die Aussteuerung überprüft und die Geräteeinstellungen solange weiter verbessert, bis der gemessene Spitzenwert in einem Bereich zwischen dem eingestellten Referenzpegel bzw. 5 dB unterhalb des Referenzpegels liegen.

Sofern ein externer Trigger aktiv ist, wird der geschilderte Ablauf durch getriggerte Messungen mit der eingestellten RECORD TIME durchgeführt.

Sofern das Signal mit langsamerer Periodizität schwankt, ist die manuelle Referenzpegel-Einstellung vorzuziehen (siehe **Pegeleinstellungen - Taste AMPT -> REF LEVEL**).

Um den Eingang des Gerätes vor Überlastung zu schützen, wird die Eichleitung bei der Einstellung RF ATTEN AUTO auf einen minimalen Einstellwert von 10 dB begrenzt. Bei der manuellen Einstellung mit RF ATTEN MAN wird die derzeitige Dämpfungseinstellung nicht unterschritten.

IEC-Bus-Befehl : SENS : DDEM : PRES : RLEV

Wiederherstellen des Auslieferungszustands - Softkey FACTORY DEFAULTS

FACTORY
DEFAULTS

GENERIC
STANDARDS

STANDARDS

MAPPINGS

PATTERN

FILTER

ALL

Der Softkey *FACTORY DEFAULTS* stellt den Auslieferungszustand des Gerätes der Option R&S FSQ-K70/ FSMR/FSU-B73 für die folgenden Parameter wieder her:

GENERIC STANDARDS

STANDARDS

MAPPINGS

PATTERN

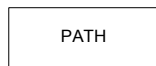
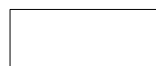
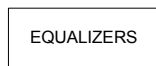
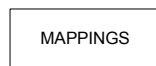
FILTER

MIT *ALL* wird der Auslieferungszustand für alle obigen Parameter wiederhergestellt.

Alle Funktionen sind mit einer Sicherheitsabfrage versehen. Wird die Sicherheitabfrage mit ja beantwortet werden **vorhandene gleichnamige** Parameter (z.B. Pattern) ohne weitere Einzel-Nachfrage überschrieben.

IEC-Bus-Befehl: :SENS:DDEM:FACT GST

Import von Standards, Mappings, Pattern und Filtern - Softkey IMPORT



Der Softkey *IMPORT* ermöglicht den Transfer von:

- *STANDARDS*
- *MAPPINGS*
- *PATTERNS*
- *FILTERS*
- *EQUALIZER FILTER*

von anderen R&S-Analysatoren oder von externen Programmen (MAPWIZ, FILTWIZ) über Dateioperationen.

Mit *PATH* wird der Pfad eingestellt, auf dem nach externen Daten gesucht wird. Per Default zeigt dieser Pfad auf das eingebaute Diskettenlaufwerk.

Alle Funktionen sind mit einer Sicherheitsabfrage versehen. Wird die Sicherheitsabfrage mit ja beantwortet wird eine **vorhandene gleichnamige** Datei (z.B. Patterndatei) überschrieben.

Nach Druck auf den betreffenden Softkey wird der eingegebene Pfad nach passenden Dateien dieses Typs durchsucht und die gefundenen Dateien in einer Tabelle angezeigt. Die Auswahl erfolgt mit den Pfeiltasten oder mit dem Drehrad. Durch Betätigen der ENTER Taste wird die Datei in das Messgerät übernommen. Sofern keine passenden Dateien im Pfad gefunden wurden, wird eine leere Tabelle angezeigt, die sich mit ESC schließen lässt.

Beim Import von *STANDARDS* werden auch die dem Standard zugehörigen

- Pattern
- Filter
- Mappings
- Equalizer Filter

importiert. Wird beim Import von Standards die Sicherheitsabfrage mit ja beantwortet, werden alle **vorhandenen gleichnamigen** Dateien ohne weitere Einzel-Nachfrage überschrieben.



Der Softkey *STANDARDS* zeigt die Tabelle der im ausgewählten Pfad gefundenen Digitalen Standards an.



Bild 228 Selection list of digital standards EXPORT -> STANDARDS

IEC-Bus-Befehl :SENS:DDEM:IMP:STAN <name>, <path>

MAPPINGS

Der Softkey *MAPPINGS* zeigt die Tabelle der im ausgewählten Pfad gefundenen Mappings an.

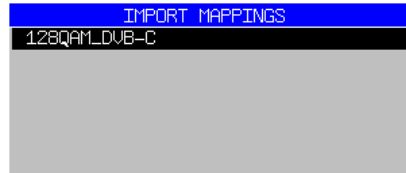


Bild 229 Selection list of symbol mappings IMPORT -> MAPPINGS

IEC-Bus-Befehl :SENS:DDEM:IMP:MAPP <name>,<path>

FILTERS

Der Softkey *FILTERS* zeigt die Tabelle der im ausgewählten Pfad gefundenen Filter an. Es wird NICHT nach Sendefilter, Empfangsfilter oder Messfilter unterschieden.



Bild 230 Selection list of filters IMPORT -> FILTERS

IEC-Bus-Befehl :SENS:DDEM:IMP:FILT <name>,<path>

EQUALIZERS

Der Softkey *EQUALIZERS* zeigt die Tabelle der im ausgewählten Pfad gefundenen Equalizer-Filter an. Es werden lediglich Equalizer-Filter, aber NICHT Sendefilter, Empfangsfilter oder Messfilter angezeigt.



Bild 231 Selection list of filters IMPORT -> EQUALIZER

IEC-Bus-Befehl :SENS:DDEM:IMP:EQU 'name','path'

PATTERNS

Der Softkey *PATTERNS* zeigt die Tabelle der im ausgewählten Pfad gefundenen Synchronisationspattern an.



Bild 232 Selection list of synchronization patterns IMPORT -> PATTERNS

IEC-Bus-Befehl :SENS:DDEM:IMP:PATT <name>,<path>

PATH

Der Softkey PATH stellt den Pfad für die IMPORT-Funktion ein. Werksseitig ist der Pfad auf das eingebaute Diskettenlaufwerk voreingestellt. Eine Einstellung hier wirkt auch auf die EXPORT-Funktion.

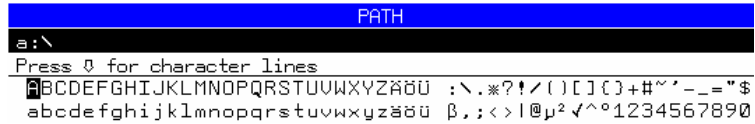


Bild 233 Auswahl des Pfads IMPORT -> PATH

IEC-Bus-Befehl -
(der Pfad wird bei der Auswahl der Parameter mit angegeben)

Export von Standards, Mappings, Pattern und Filtern - Softkey EXPORT

EXPORT

STANDARDS

MAPPINGS

PATTERNS

FILTERS

EQUALIZERS

PATH

Der Softkey *EXPORT* ermöglicht den Transfer von:

- STANDARDS
- MAPPINGS
- PATTERNS
- FILTERS
- EQUALIZER FILTER

auf andere R&S-Analysatoren oder in externe Programme (MAPWIZ, FILTWIZ) über Dateioperationen.

Mit *PATH* wird der Pfad eingestellt, auf den die internen Dateien kopiert werden. Normalerweise zeigt dieser Pfad auf das eingebaute Diskettenlaufwerk.

Nach Druck auf den betreffenden Softkey werden in einer Tabelle die vorhandenen internen Dateien des ausgewählten Typs aufgelistet. Die Auswahl erfolgt mit den Pfeiltasten oder mit dem Drehrad. Durch Betätigung der *ENTER* Taste wird die Datei auf die Diskette (oder einen anderen angeschlossenen Datenträger) kopiert. Sofern keine passenden Dateien im Gerät gefunden wurden, wird eine leere Tabelle angezeigt, die sich mit *ESC* schließen lässt.

Beim Abspeichern von *STANDARDS* werden auch die dem Standard zugehörigen

- Pattern
- Filter
- Mappings
- Equalizer Filter

komprimiert abgespeichert. Sie erscheinen nicht als separate Dateien in der den entsprechenden Einzel-Auswahllisten.

STANDARDS

Der Softkey *STANDARDS* zeigt die Tabelle der im Gerät vorhandenen Digitalen Standards an.

```

EXPORT STANDARDS
3G_WCDMA_FWD
3G_WCDMA_REV
BLUETOOTH_DH1
BLUETOOTH_DH3
BLUETOOTH_DHS
CDMA2K_1X_FWD
CDMA2K_1X_REV
DECT_FP
EDGE_NB
GSM_AB
GSM_FB
GSM_NB
GSM_SB
NADC_FWD
NADC_REV
PDC_DOWN
PDC_UP
PHS_COM1
PHS_CTRL
<DOWN>
    
```

Bild 234 Auswahlliste der Digitalen Standards EXPORT -> STANDARDS

IEC-Bus-Befehle :SENS:DDEM:EXP:GST <name>,<path>
:SENS:DDEM:EXP:STAN <name>,<path>

MAPPINGS

Der Softkey *MAPPINGS* zeigt die im Gerät vorhandenen Mappings an.



Bild 235 Auswahlliste der Symbolmappings EXPORT -> MAPPINGS

IEC-Bus-Befehl :SENS:DDEM:EXP:MAPP <name>,<path>

FILTERS

Der Softkey *FILTERS* zeigt die Filter an, die im Gerät als Koeffizienten vorliegen. Analytische Filter (Root Raised Cosine, Raised Cosine, Gaussian) werden zur Laufzeit im Gerät berechnet und können nicht exportiert werden.



Bild 236 Auswahlliste der Filter EXPORT -> FILTERS

IEC-Bus-Befehl :SENS:DDEM:EXP:FILT <name>,<path>

EQUALIZERS

Der Softkey *EQUALIZERS* zeigt die im Messgerät vorhandenen Equalizer-Filter an. Es werden lediglich Equalizer-Filter, aber NICHT Sendefilter, Empfangsfilter oder Messfilter angezeigt.



Bild 237 Auswahlliste der Filter EXPORT -> EQUALIZERS

IEC-Bus-Befehl SENS:DDEM:EXP:EQU 'name', 'path'

PATTERNS

Der Softkey *PATTERNS* zeigt die Tabelle der im Gerät vorhandenen Pattern an.

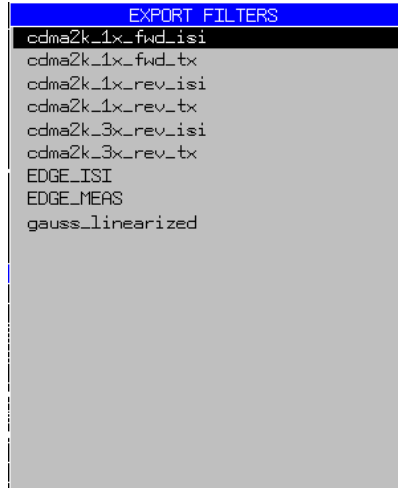


Bild 238 Auswahlliste der Synchronisationspattern EXPORT -> PATTERNS

IEC-Bus-Befehl :SENS:DDEM:EXP:PATT <name>,<path>

PATH

Der Softkey *PATH* stellt den Pfad für die EXPORT-Funktion ein. Werksseitig ist der Pfad auf das eingebaute Diskettenlaufwerk voreingestellt. Eine Einstellung hier wirkt auch auf die IMPORT-Funktion.

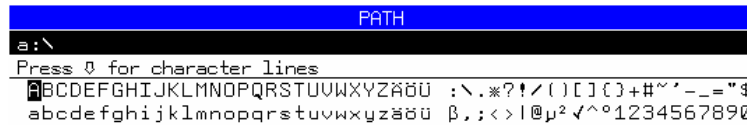


Bild 239 Auswahl des Pfads EXPORT -> PATH

IEC-Bus-Befehl –
(der Pfad wird bei der Auswahl der Parameter mit angegeben)

Überblick der weiteren Menüs

Die Bedienung der weiteren Tasten lehnt sich stark an das Grundgerät an, wobei einige Funktionen des Grundgerätes **nicht verfügbar** sind. Daher ist die Funktion ist daher im Folgenden nur kurz aufgeführt, für ausführliche Erklärungen ist das Handbuch des Grundgerätes maßgeblich.

Die IEC-Bus-Befehle der folgenden Menüs sind in der Tabelle "Zuordnung der IEC-Bus-Befehle zu Softkeys und Hotkeys" aufgelistet.

Sofern die Bedienung um R&S FSQ-K70/FSMR-B73/FSU-B73 spezifische Softkeys oder Menüs **erweitert** wurde, sind sie detailliert beschrieben.

Grundeinstellung - Taste PRESET

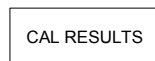
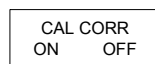
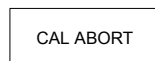
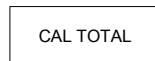
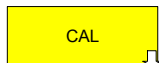


Die Taste *PRESET* setzt den Analysator in die Betriebsart Spektrumanalyse zurück und stellt gleichzeitig die Grundeinstellung in dieser Betriebsart ein.

Die bisherigen Einstellungen in der Betriebsart VSA gehen damit verloren, denn auch die Option R&S FSQ-K70/FSMR-B73/FSU-B73 wird auf einen Grundzustand zurückgesetzt.

IEC-Bus-Befehl *RST

Systemfehlerkorrektur - Taste CAL



Die Funktion der Softkeys im *CAL*-Menü ist identisch zu den gleichnamigen Softkeys des Grundgerätes:

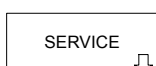
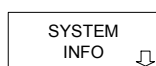
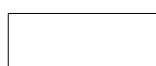
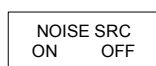
CAL TOTAL ermittelt die internen Korrekturparameter des Messgerätes zur Systemfehlerkorrektur

CAL ABORT bricht die Aufnahme der Korrekturdaten ab.

CAL CORR ON/OFF schaltet die Korrekturwerte ein bzw. aus

CAL RESULTS zeigt die Tabelle der ermittelten Korrekturwerte an.

Allgemeine Geräteeinstellungen - Taste SETUP



Die Funktion der Softkeys im *SETUP*-Menü ist identisch zu den gleichnamigen Softkeys des Grundgerätes. Zusätzlich werden die optionsspezifischen Softkeys unter *SIGNAL PATH* angeboten (siehe unten).

REFERENCE INT / EXT

schaltet zwischen der internen und einer externen Referenzfrequenzquelle um.

NOISE SRC ON/OFF

schaltet die Versorgungsspannung für eine externe Rauschspannungsquelle ein bzw. aus.

SIGNAL SOURCE

wählt die Signalquelle für die Option Vektorsignalanalyse (R&S FSQ-K70/FSMR-B73/FSU-B73) aus.

PREAMP

schaltet den Vorverstärker ein bzw. aus

GENERAL SETUP

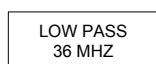
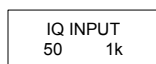
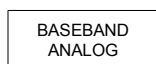
öffnet ein Untermenü zur Konfiguration der Geräteschnittstellen, der Uhrzeit und zum Aktivieren von Softwareoptionen.

SYSTEM INFO

öffnet ein Untermenü zur Anzeige von Baugruppendaten und Systemmeldungen

SERVICE

öffnet ein Untermenü mit einigen Zusatzfunktionen zur Wartung und zur Fehlersuche



Der Softkey SIGNAL SOURCE öffnet ein Untermenü zur Auswahl der Eingangssignalquelle der Option R&S FSQ-K70:

YIG FILTER ON / OFF schaltet ein breitbandiges YIG Filter zur Spiegelfrequenzunterdrückung in den Signalpfad. Die Default-Einstellung für die Option R&S FSQ-K70 ist OFF. Der Frequenz- und Phasengang dieses Filters wird durch die Gerätekalibrierung nicht entzerrt. Dieser Softkey ist nur bei den Gerätemodellen R&S FSQ8 und R&S FSQ26 verfügbar.

Die folgenden Softkeys sind nur bei installierter Option R&S FSQ-B73, Basisbandeingang, verfügbar (siehe Bedienhandbuch zur Option für eine detaillierte Beschreibung):

RFPATH wählt den die HF-Eingangsbuchse als Signaleingang aus.

BASEBAND ANALOG wählt die analogen IQ-Basisbandeingänge als Eingangssignalquelle aus.

IQ INPUT 50Ω/1kΩ schaltet die Eingangsimpedanz der analogen IQ-Eingänge zwischen 50 Ohm und 1 kΩ um.

BALANCED ON / OFF schaltet die analogen Basisbandeingänge zwischen der Betriebsart BALANCED und UNBALANCED um

LOWPASS 36 MHz schaltet einen analogen Tiefpass von 36 MHz Grenzfrequenz (zur Unterdrückung von Spiegelfrequenzen) in den Signalpfad der Basisbandeingänge

DITHER ON / OFF steuert einen Dither-Generator zur Verminderung von Mischprodukten an der AD-Wandler-Kennlinie

Dokumentation der Messergebnisse - Taste HCOPY



Die Funktion der Softkeys im *HCOPY*-Menü ist identisch zu den gleichnamigen Softkeys des Grundgerätes.

PRINT SCREEN

startet den Ausdruck von Messergebnissen (alle Diagramme, Messkurven, Marker, Marker-Listen etc, soweit sie auf dem Bildschirm zu sehen sind)

PRINT TRACE

startet den Ausdruck aller auf dem Bildschirm sichtbaren Messkurven, allerdings OHNE weitere Zusatzinformationen

PRINT TABLE

startet den Ausdruck von Konfigurationstabellen und Anzeigelisten OHNE die dahinterliegenden Messdiagramme und Beschriftungen

HARDCOPY ABORT

bricht den laufenden Druckvorgang ab)

DEVICE1 / DEVICE2

wählt eines der beiden möglichen Ausgabegeräte aus. Gleichzeitig wird die Konfigurationstabelle für das gewählte Gerät geöffnet

COLORS

Öffnet ein Untermenü für Farbeinstellungen

COMMENT SCREEN A / B

aktiviert eine Kommentar-Eingabe für das betreffende Messfenster. Die Kommentare erscheinen nicht auf der Anzeige, sondern nur im Ausdruck.

INSTALL PRINTER

Öffnet einen Dialog zur Installation eines Druckers (Seitenmenü)

Bei gemittelten IQ-Darstellungen, wie z.B. IQ-Constellation und EYE wird in der Hardcopy-Funktion der zuletzt gemessene Trace ausgegeben.

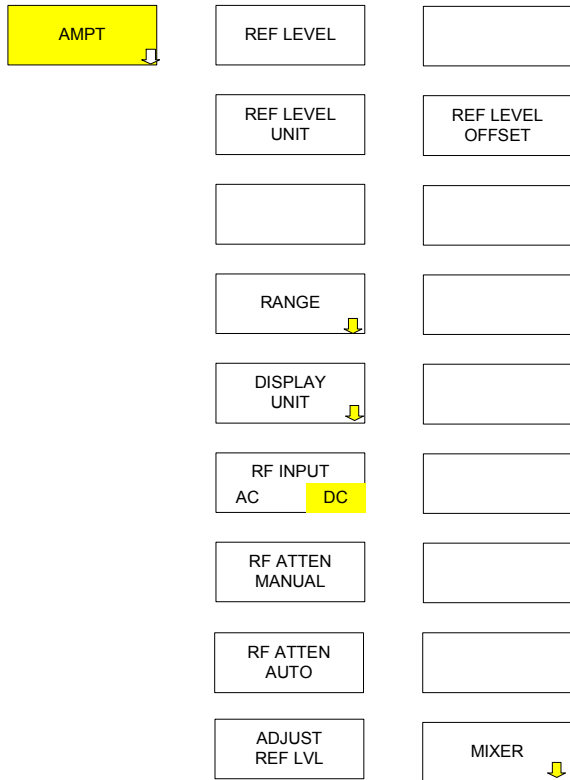
Einstellen der Frequenz - Taste **FREQ**

<div style="background-color: yellow; border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block; margin-bottom: 10px;">FREQUENCY</div> <div style="border: 1px solid black; width: 80px; height: 20px; margin-bottom: 10px; margin-left: 100px;">CENTER</div> <div style="border: 1px solid black; width: 80px; height: 20px; margin-bottom: 10px; margin-left: 100px;"></div> <div style="border: 1px solid black; width: 80px; height: 20px; margin-bottom: 10px; margin-left: 100px;">CF STEP</div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; width: 80px; margin-left: 100px;"> <div style="background-color: yellow; border: 1px solid black; padding: 2px;">AUTO</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">MAN</div> </div> <div style="border: 1px solid black; width: 80px; height: 20px; margin-bottom: 10px; margin-left: 100px;">CF STEP SIZE</div> <div style="border: 1px solid black; width: 80px; height: 20px; margin-bottom: 10px; margin-left: 100px;"></div> <div style="border: 1px solid black; width: 80px; height: 20px; margin-bottom: 10px; margin-left: 100px;"></div> <div style="border: 1px solid black; width: 80px; height: 20px; margin-bottom: 10px; margin-left: 100px;">FREQUENCY OFFSET</div> <div style="border: 1px solid black; width: 80px; height: 20px; margin-bottom: 10px; margin-left: 100px;"></div> <div style="border: 1px solid black; width: 80px; height: 20px; margin-left: 100px;"></div>	<p>Die Funktion der Softkeys im <i>FREQUENCY</i>-Menü ist identisch zu den gleichnamigen Softkeys des Grundgerätes.</p> <p><i>CENTER</i> stellt die Mittenfrequenz des Analysators ein</p> <p><i>CF STEP</i> stellt die Automatische Wahl der Schrittweite (CF STEP = AUTO) bzw. die manuelle Wahl der Schrittweite ein (CF STEP = MAN).</p> <p>Bei automatischer Wahl wird die Schrittweite um 1/1000 der eingestellten Center Frequency verändert, bei manueller Wahl wird der Einstellparameter CF STEP SIZE verwendet.</p> <p><i>CF STEP SIZE</i> wählt die Schrittweite der Mittenfrequenzeinstellung bei manueller Bedienung mittels Drehrad oder Navigationstasten</p> <p><i>FREQUENCY OFFSET</i> addiert einen numerischen Offset zur Frequenzachsenbeschriftung, ohne die tatsächlich eingestellte Mittenfrequenz zu verändern. Der Wertebereich beträgt – 100 ... +100 GHz, die Grundeinstellung beträgt 0 Hz</p>
--	---

Span

Der Key SPAN hat keine Bedeutung in der Option R&S FSQ-K70/FSMR-B73/FSU-B73.

Pegeleinstellungen - Taste AMPT



Die Taste *AMPT* öffnet ein Menü zur Eingabe der Referenzpegelinstellungen, zur Steuerung der Dämpfung am Eingang des Gerätes und zur Einstellung der Skaleneinheit für Pegeldarstellungen.

REF LEVEL aktiviert die Eingabe des Referenzpegels. Bei manueller Eingabe ist darauf zu achten, dass der Analysator während der IQ-Datenannahme keinesfalls übersteuert wird.

REF LEVEL UNIT wählt die aktuelle Einheit für den Referenzpegel aus

RANGE öffnet ein weiteres Menü zur Einstellung der Displayskalierung. Ein gleichnamiger Softkey mit identischer Funktionalität ist auch im Optionsmenü der R&S FSQ-K70/FSMR-B73/FSU-B73 zu finden, siehe Abschnitt "[Einstellen des Darstellbereichs - Softkey RANGE](#)".

DISPLAY UNIT Öffnet ein Untermenü zur Eingabe der Einheit für Displaydarstellungen (dBm, %, rad, deg)

RF INPUT AC / DC schaltet den HF-Eingang zwischen AC-Kopplung und DC-Kopplung um.

RF ATTEN MANUAL stellt die Dämpfung unabhängig vom Referenzpegel manuell ein.

RF ATTEN AUTO stellt die HF-Dämpfung abhängig von der gewählten Referenzpegels automatisch auf einen optimalen Wert.

ADJUST REF LVL ermittelt mit einer Vormessung den angelegten Signalpegel und stellt den Referenzpegel des Gerätes optimal ein. Ein gleichnamiger Softkey mit identischer Funktionalität ist auch im Optionsmenü der Option R&S FSQ-K70/FSMR-B73/FSU-B73 zu finden.

REF LEVEL OFFSET aktiviert die Eingabe eines rechnerischen Pegeloffsets für die Darstellung.

MIXER öffnet ein Untermenü zur Einstellung des Mischerpegels

Einheiten der Displaydarstellung - Taste DISP



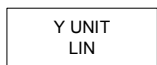
Der Softkey *DISPLAY UNIT* öffnet ein Menü zur, zur Einstellung der dargestellten Display-Einheiten, sowie der linearen oder logarithmischen Darstellung des Messergebnisses.



Y UNIT LOG DB Stellt eine logarithmische Skalierung des Messergebnisses und der Y-Achse ein.



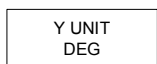
Y UNIT LIN wählt eine lineare Skalierung des Messergebnisses und der Y-Achse ein.



Y UNIT RAD stellt die Phase des Mess-Signals bzw. den Phasenfehler in der Einheit RAD dar.



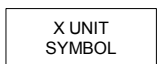
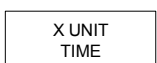
Y UNIT DEG stellt die Phase des Mess-Signals bzw. den Phasenfehler in der Einheit Winkelgrad (degree) dar.



X UNIT TIME stellt die Zeit in der Einheit SEC dar.



X UNIT SYMBOL stellt die Zeit in der Einheit SYM dar.



Einstellung der analogen ZF-Filter Bandbreite - Taste BW



RES BW
MANUAL

RES BW
AUTO



Die Taste *BW* öffnet ein Untermenü zur Einstellung der analogen ZF-Filter Bandbreite.

RES BW MANUAL manuelle Einstellung der Filter mit den Nominalbandbreiten von 300 kHz, 500 kHz, 1, 3, 5, 10, 20, 50 MHz (20 und 50 MHz nur R&S FSMR und R&S FSQ) eingestellt werden.

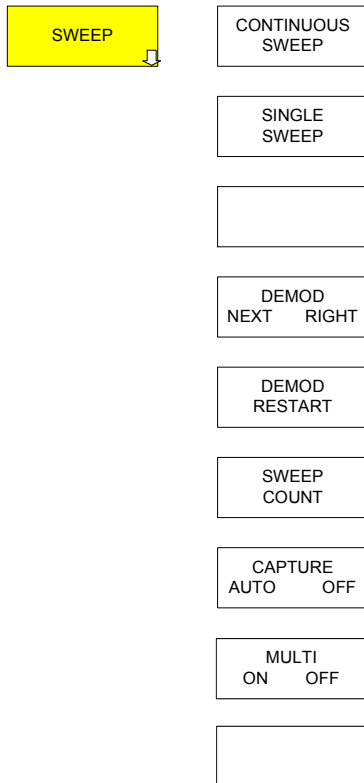
- Bandbreiten ≥ 3 MHz werden in Amplituden- und Phasengang entzerrt. Bandbreiten ≥ 3 MHz werden typischerweise bis ca. 2/3 ihrer Nennfrequenz entzerrt, innerhalb dieser Bandbreite sind die Filtereinflüsse auf das Demodulationsergebnis zu vernachlässigen. Die maximale erzielbare, entzerrte Bandbreite beträgt
 - für R&S FSQ/FSMR 28 MHz (50 MHz RBW-Filter)
 - für R&S FSU 7 MHz (10 MHz RBW-Filter)

Näheres dazu und über die Bedeutung dieser Filter für die Vektorsignalanalyse finden sich im Kapitel „**Getting Started / Analoge RBW Vorfilter**“.

- Bandbreiten < 3 MHz werden nicht entzerrt
Sie sollten bis max. 10% ihrer Nennbandbreite benutzt werden, da ansonsten erhöhte Messfehler auftreten können.
- Die manuelle Einstellung ist empfehlenswert bei schwierigen Empfangsverhältnissen, wie z.B.
 - Starken Nachbarkanälen
 - Mischprodukten und anderen Störsignalen

RES BW AUTO automatische Auswahl einer zu den aktuellen Geräteeinstellungen passende RBW-Bandbreite. Dieses Filter wird ebenfalls entzerrt.

Sweepeinstellungen - Taste SWEEP



Die Taste *SWEEP* öffnet ein weiteres Untermenü mit den Einstellmöglichkeiten:

- CONTINUOUS SWEEP
- SINGLE SWEEP
- SWEEP COUNT

CONTINUOUS SWEEP

aufeinander folgende Messzyklen werden mit der aktuellen Geräteeinstellung vorgenommen. Für jeden Zyklus wird jeweils eine neue Datenannahme, Demodulation und Messanzeige durchgeführt.

SINGLE SWEEP ein kompletter Messzyklus wird durchgeführt. Ein neuer Zyklus erfordert eine neue Betätigung dieses Softkeys.

Eine Parameteränderung nach einem Messzyklus führt zu **keiner** neuen Datenannahme, sondern lediglich zu einer **neuen Demodulation** und Messanzeige mit den noch vorhandenen, **alten RECORD BUFFER Daten**, jedoch mit der **veränderten Parametrisierung**.

Sofern die Parameteränderungen so tief greifend sind, dass sie sich direkt **auf die Datenannahme auswirken**, wie z.B.

- Ext. Trigger
- Symbolrate
- Points / Symbol
- Record Buffer
- Digitaler Standard

und eine sinnvolle Ergebnisdarstellung aus diesem Grund nicht mehr möglich ist, erfolgt eine Warnmeldung.

Die Parameteränderung wird dann erst bei nächsten Messzyklus berücksichtigt (nächster Single Sweep).

MULTI ON/OFF schaltet die **Mehrfachauswertungs-Betriebsart** ein bzw. aus. In der Betriebsart **MULTI = ON** wird automatische eine neue Datenannahme durchgeführt, falls das Ende des Record Buffers erreicht ist. Andernfalls wird die Meldung „End of Buffer“ ausgegeben.

CAPTURE AUTO / OFF

startet eine automatische neue Datenannahme, falls das Ende des Record Buffers erreicht ist. Mit **CAPTURE OFF** wird keine Datenannahme gestartet. Am Ende des Record Buffers wird die Meldung ‚end of buffer‘ ausgegeben. Dieser Softkey ist nur in der Betriebsart **MULTI** in Verbindung mit **SINGLE SWEEP** verfügbar.

DEMOM NEXT RIGHT

DEMOM RESTART

DEMOM @ ZOOM START

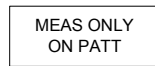
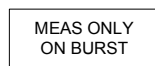
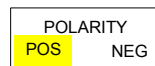
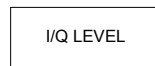
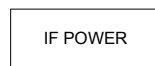
steuern die Demodulation in der Betriebsart Mehrfachauswertung. Diese Softkeys sind nur in der Betriebsart MULTI in Verbindung mit SINGLE SWEEP verfügbar. Eine detaillierte Beschreibung dieser Steuerung (auch für die Demodulation von Burst-Signalen) ist im Abschnitt "[Mehrfach-Auswertung eines Datensatzes- \(MULTI\)](#)" zu finden

SWEEP COUNT aktiviert die Eingabe der Anzahl der Sweeps, die der Analysator nach dem Start eines SINGLE SWEEPS durchführt. Falls Trace Average, Min oder max Hold eingeschaltet sind, wird dadurch gleichzeitig die Anzahl der Mittelwertbildungen festgelegt (Siehe Beschreibung des TRACE Menüs).

Taste MEAS

Die Taste MEAS verzweigt in das Hauptmenü der Option R&S FSQ-K70/FSMR-B73/FSU-B73. Die Funktion ist identisch zur Taste HOME VSA.

Triggereinstellungen - Taste TRIGGER



Die Taste *TRIGGER* öffnet ein Menü zur Auswahl der verschiedenen Triggerquellen, die für die Option R&S FSQ-K70/FSMR-B73/FSU-B73 möglich sind.

FREE RUN aktiviert einen freilaufenden Messablauf, d.h. es erfolgt keine explizite Triggerung des Messbeginns, nach Ende einer Messung wird sofort die nächste Messung gestartet. Diese Einstellung ist die Grundeinstellung der Option R&S FSQ-K70/FSMR-B73/FSU-B73.

EXTERN aktiviert die Triggerung durch ein TTL-Signal an der Buchse EXT TRIGGER / GATE an der Geräte-rückwand. Der Triggerpegel kann im Bereich 0.5V bis 3.5 V eingestellt werden. Die Polarität des Triggersignals kann mit POLARITY eingestellt werden.
IEC-Bus-Befehl: TRIG:LEV 2.1

IF POWER aktiviert die Triggerung der Messung durch Signale, die sich außerhalb des Messkanals befinden. Der Softkey steht nur zur Verfügung, wenn Option R&S FSQ-B71 (Baseband Input) nicht aktiv ist.

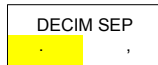
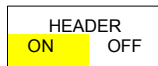
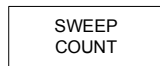
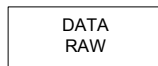
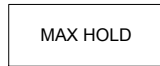
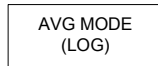
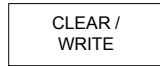
I/Q LEVEL aktiviert die Triggerung der Messung durch das Basisbandsignal. Die Triggerschwelle kann in einem Eingabefenster festgelegt werden (in dBm). Der Softkey steht nur zur Verfügung, wenn Option R&S FSQ-B73 (Baseband Input) aktiv ist. (*SETUP-SIGNAL SOURCE - BASEBAND ANALOG*).

TRIGGER OFFSET stellt eine Zeitverschiebung zwischen dem Triggerereignis und dem Start der Datenannahme ein: **Positive Zeitangaben** führen zu einer Datenannahme, die gegenüber dem Triggersignal verzögert ist, **Negative Zeitangaben** führen zu einer vorgezogenen Datenannahme.

POLARITY legt die Polarität der Triggerflanke fest, die Datenannahme erfolgt mit der positiven (=POS) oder negativen Flanke (=NEG) des Triggersignals

MEAS ONLY ON BURST
und **MEAS ONLY ON PATT**
eine Datenannahme und Demodulation wird durchgeführt, eine Mess- und Ausgabe wird nur dann durchgeführt, wenn das demodulierte Signal ein Synchronisationspattern enthält, bzw. ein geburstetes Signal darstellt. Die Funktion ist identisch mit den gleichnamigen Softkeys in Menü *Burst und Pattern - Softkey BURST & PATTERN*.

Messkurven - Taste TRACE



Die Taste *TRACE* öffnet ein Menü zur Einstellung der Messkurven-Funktionen.

SELECT TRACE wählt die Messkurve des aktuellen Fensters aus

Die **Darstellart** der Messkurve wird mit folgenden Softkeys gesteuert

CLEAR WRITE Überschreib-Modus, nach jeder Messung wird die alte Messkurve gelöscht und die neue Messkurve gezeichnet

VIEW Einfrieren der aktuellen Messkurve

BLANK Ausblenden der ausgewählten Messkurve

Die **Bewertung** der Messkurve als Ganzes wird mit folgenden Softkeys gesteuert:

AVERAGE Mittelwertbildung

MAX HOLD Spitzenwertbildung

MIN HOLD Minimalwertbildung

Das **Exportieren** der aktiven Messkurven auf externe Datenträger im ASCII-Format wird mit folgenden Softkeys gesteuert:

FILE EXPORT Speichern der aktiven Messkurve

DATA TRACE Festlegen des Datentyps TRACE

DATA RAW Festlegen des Datentyps RAW DATA

Die Formate ASCII und WAVEFORM werden unterstützt.

Hinweis: Dateien, die mit dem Format WAVEFORM gespeichert wurden, können mit dem R&S SMU-Signalgenerator geladen werden.

HEADER Ein-/Ausschalten des Dateikopfs

DECIM SEP Auswahl des Dezimaltrennzeichens

FILE IMPORT Importiert die I/Q-Rohdaten, die zuvor mit Hilfe der Funktion FILE EXPORT (DATA RAW, Binärformat) gespeichert wurden.

Mittelwertbildung / Trace-Averaging

Sweep Count Einstellung	Vor Erreichen des Sweep Count (n < N)	nach Erreichen des Sweep Count (n ≥ N)
SWEEP COUNT = 0	-	$TRACE_n = \frac{9}{10} * TRACE_{n-1} + \frac{1}{10} * Messkurve_n$
SWEEP COUNT = 1	-	$TRACE_n = Messkurve_n$
SWEEP COUNT > 1	$TRACE_n = \frac{1}{n} \left[\sum_{i=1}^{n-1} (TRACE_i) + Messkurve_n \right]$	$TRACE_n = \frac{N-1}{N} * TRACE_{n-1} + \frac{1}{N} * Messkurve_n$

Die AVERAGE Funktion führt bei IQ Darstellungen (z.B. IQ-Constellation, EYE) nicht zur Mittelung der Traces, sondern der Darstellung der aktuellen Messung ohne die dargestellten Messungen zu löschen (Überschreibemodus). Mit dieser Einstellung kann beispielsweise die Streuung der Punkte im Konstellationsdiagramm über viele Sweeps beobachtet werden. Mit der Hardcopy-Funktion wird nur der letzte Sweep gedruckt.

Trace-Export

Die Datei besteht aus einem Dateikopf, der die wichtigsten Geräteeinstellungen enthält und einem Datenteil, der die Trace-Daten enthält.

Die Datei des Datenkopfes bestehen aus drei Spalten, die jeweils durch ';' getrennt sind: Parametername; Zahlenwert; Grundeinheit

Der Datenteil beginnt mit dem Schlüsselwort "Trace <n>", wobei <n> die Nummer der abgespeicherten Messkurve enthält. Danach folgen die Messdaten in mehreren Spalten, die ebenfalls durch ';' getrennt sind. Die Anzahl der Messwerte, und damit die Größe der Ausgabedatei wird beim Exportieren von Traces durch Result Length und Points/Symbol, beim Exportieren der I/Q Rohdaten durch die eingestellte Record Length bestimmt. Insbesondere das Abspeichern der I/Q Rohdaten mit bis zu 16 Millionen Samples kann mehrere Minuten in Anspruch nehmen.

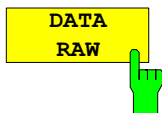
Hinweis: Bei der Darstellung von CAPTURE BUFFER werden die im Zoom Fenster angezeigten Messdaten exportiert.

Das Format der abgespeicherten Daten kann von Tabellenkalkulationsprogrammen wie z.B. MS-Excel eingelesen werden. Als Trennzeichen für die Tabellenzellen ist dabei ';' anzugeben.



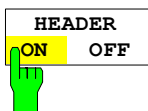
Der Softkey *FILE EXPORT* speichert alle aktiven Messkurven im ASCII-Format auf Datei.

IEC-Bus-Befehl FORM ASC
MMEM:STOR:TRAC



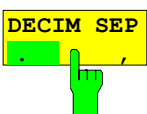
Der Softkey *DATA RAW* wählt die Ausgabe der gemessenen I/Q-Rohdaten oder der Trace-Daten. Unterstützung der Formate ASCII, WAVEFORM und BINARY

IEC-Bus-Befehl FORM:DEXP:MODE RAW:FORM ASC | BIN | WAV



Der Softkey *HEADER ON/OFF* aktiviert/deaktiviert die Ausgabe des Dateikopfes. Das Gerätemodell, die Version und das Datum werden immer übertragen.

IEC-Bus-Befehl FORM:DEXP:HEAD OFF



Der Softkey *DECIM SEP* wählt das Format des Trennzeichens. Unterschiedliche Sprachversionen von Auswertprogrammen benötigen u.U. eine unterschiedliche Behandlung des Dezimalpunkts. Daher kann mit dem Softkey DECIM SEP zwischen den Trennzeichen '.' (Dezimalpunkt) und ',' (Komma) gewählt werden.

IEC-Bus-Befehl :FORM:DEXP:DSEP POIN

Beispiel:

	Inhalt der Datei	Beschreibung
Kopfteil der Datei	Type;FSQ; Version;3.45; Date;02.Apr 2004; Mode;VSA;DB1.00 Digital Standard;GSM_NB; Demodulator;DMSK; Center Freq;100000000.00000;Hz Freq Offset;0.000000;Hz Ref. Level;-20.000000;dBm Level Offset;0.000000;dB RF Att;5.000000;dB El Att;0;dB Symbol Rate;270833.000000;Hz Transmit Filter;GAUSS; Receive Filter;NONE; Measurement Filter;NONE; Raw Data Filter;ON; Alpha BT;0.300000; Signal;RF Input; Result Length;160; Record Length;1500; Points per symbol;4; x Axis Start;-9.000000;symbols x Axis Stop;150.750000;symbols y per div;1.000000;deg Ref Value y-Axis;0.000000;deg Ref Value Position;50.000000;% Sweep Count;0;	Gerätemodell FSQ Firmwareversion Speicherdatum des Datensatzes Betriebsart des Gerätes Digitaler Standard Demodulation Mittenfrequenz Frequenzoffset Referenzpegel Pegelloffset Eingangsdämpfung Eingangsdämpfung el. Eichleitung (nur mit Option FSU-B25) Symbolrate Filtereinstellungen Signalquelle Result Length Record Buffer Länge Messpunkte je Symbol Skalierung der X-Achse Skalierung der Y-Achse Eingestellte Anzahl der Sweeps
Datenteil der Datei	Trace;1;	Messkurve
Trace 1 / Screen A	Screen;A; Meas Result;Error; Meas Signal;Phase; Demodulator;DMSK; ResultMode;Trace; x Unit;symbols; y Unit;deg; Trace Mode;CLR/WRITE; Values;640; 1.834240 1.662848 -0.127578 -0.889226	Fenster SCREEN A Messung: Error Signal, Phase Error Trace Darstellung Achseneinheiten Darstellart der Messkurve CLR/WRITE, AVERAGE, MAXHOLD, MINHOLD Anzahl der Messpunkte Messwerte: <real>, <imag> Wobei <imag> nur bei Real/Imag, Polar- und Constellation Diagrammen vorhanden ist.

Datenteil	der	Datei	
Trace 1 / Screen B			Trace;1; Screen;B; Meas Result;Meas; Meas Signal;Magnitude; Demodulator;DMSK;
			ResultMode;Trace; x Unit;symbols; y Unit;deg; Trace Mode;CLR/WRITE; Values;640;
			0.681856 0.680534 0.682217
			Messkurve Fenster SCREEN B Messung: Meas Signal, Magnitude

Trace-Import



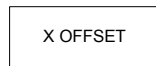
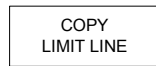
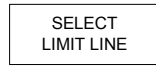
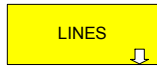
Der Softkey *FILE IMPORT* importiert die I/Q-Rohdaten, die zuvor mit Hilfe der Funktion *FILE EXPORT (DATA RAW, Binärformat)* gespeichert wurden. Dieser Softkey ist nur dann verfügbar, wenn *DATA RAW* in Kombination mit dem Format *BINARY* ausgewählt wurde.

Der Import von I/Q-Rohdaten erfordert die Aktivierung des *MULTI-Modus*. Dieser Modus wird automatisch mit dem Ladevorgang aktiviert. Einzelheiten hierzu unter *HOME VSA → MEAS RESULT → CAPTURE BUFFER → ZOOM → MULTI*.

Zuerst werden die *VSA-Grundeinstellungen (<file_name>.VAV)* geladen. Danach werden die I/Q-Rohdaten *<file_name>.BIN* geladen.

EC-Bus-Befehl :MMEM:LOAD:TRAC 1, 'D:\rawdat'

Grenzwertlinien - Taste LINES



Die Taste LINES öffnet das Menü zum Einstellen der Grenzwertlinien.

Grenzwertlinien werden verwendet, um am Bildschirm Pegelverläufe oder spektrale Verteilungen zu markieren, die nicht unter- bzw. überschritten werden dürfen. Beispielsweise können für den Toleranzschlauch eines GSM-Bursts eine obere sowie eine untere Grenzwertlinie definiert werden, die automatisch auf Überschreiten bzw. Unterschreiten kontrolliert werden.

Grenzwertlinien sind für folgende Ergebnis- und Fehlerdarstellungen nicht verfügbar:

- Modulation Errors / Symbols
- IQ Darstellungen (Vektor- und Constellation-Diagramm)
- Real/Imag
- Statistic

Die Softkeybedienung ist identisch zu den Grenzwertlinien des Spektrumsanalysators.

Bildschirmkonfiguration - Taste DISP



Die Taste *DISP* öffnet ein Menü zur Konfiguration des Bildschirms. Die Funktionalität entspricht im wesentlichen der des Grundgerätes.

FULL SCREEN stellt die Ergebnisdarstellung in einem Diagramm ein

SPLIT SCREEN verwendet zwei Diagramme zur Ergebnis-
anzeige.

IEC-Bus-Befehle: `DISP:FORM SING`
 `DISP:WIND<1|2>:SEL`

Abweichend vom Spektrums-Mode des Grundgerätes sind die beiden Messfenster im der Betriebsart *SPLIT SCREEN* **NICHT** voneinander **entkoppelt**. Alle Traces in beiden Messfenster sind an die gemeinsame IQ-Daten innerhalb der *RESULT LEN* gekoppelt, Bildschirmpositionierungen mit *FIT TRACE* wirken ebenfalls auf beide Fenster.

Ausnahmen von dieser Regel stellen lediglich die Messung des *MAGNITUDE CAPTURE BUFFER* und des *MODULATION ERROR* dar.

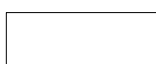
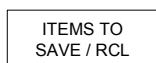
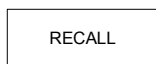
Die *MAG CAP BUFFER* Einstellung stellt automatisch die Fensterbreite (des aktiven Fensters) auf den kompletten *RECORD BUFFER* ein.

Numerische Auswertungen des *MODULATION ERROR* Fensters sind an einen Useful Part eines Bursts oder an die *EVAL LINES* gebunden.

CONFIG DISPLAY öffnet ein Untermenü zur Einstellung der Displayfarben, der Helligkeitseinstellungen oder der Farbsättigung.

Eine genaue Beschreibung findet sich im Handbuch des Grundgerätes

Dateienverwaltung - Taste FILE



Die Taste *FILE* öffnet das Menü zum das Abspeichern und Laden von kompletten Geräteeinstellungen und in der Option R&S FSQ-K70/FSMR-B73/FSU-B73 zusätzlich von Standard-, Filter und Synchronisationspattern.

SAVE speichert die aktuellen Geräteeinstellungen
RECALL stellt die Geräteeinstellung wieder her

Hinweis:

Besondere Vorsicht ist beim *RECALL* der R&S FSQ-K70/FSMR/FSU-B73-Einstellungen erforderlich:

Vorhandene **Standarddefinitionen, User-Filter und Synchronisationspattern** werden ggf. durch die abgespeicherten Versionen **überschrieben** !

Sofern in der Zwischenzeit **Änderungen** an diesen Definitionen vorgenommen wurden, gehen diese durch die Wiederherstellung mittels *RECALL* **verloren**.

EDIT COMMENT öffnet ein Eingabefenster für einen Kommentar zum abzuspeichernden Datensatz.

ITEMS TO SAVE/ RCL wählt die abzuspeichernden Einstellungen aus

DATA SET LIST öffnet eine Tabelle zur Verwaltung der abgepeicherten Datensätze

STARTUP RECALL legt den Datensatz fest, der beim Gerätestart automatisch geladen wird.

FILE MANAGER öffnet ein Untermenü, in dem Speichermedien und Dateien verwaltet werden.

Die Funktion der Softkeys ist im Handbuch des Grundgerätes detailliert erläutert.

Markereinstellungen - Taste MARKER



MARKER 1	MKR -> TRACE
MARKER 2	
MARKER 3	
MARKER 4	
MARKER NORM DELTA	
ALL MARKER OFF	

Die Taste *MARKER* öffnet das Menü zum Einstellen der Marker.

Marker dienen zum Markieren von einzelnen Punkten der Messkurve und zum Auslesen der Messkurve.

Das Einstellen des Bildschirmausschnittes durch Marker ist (abweichend zum Grundgerät) in der Option R&S FSQ-K70/FSMR-B73/FSU-B73 nicht möglich!

Der Messbildschirm werden hier ausschließlich durch die *RESULT LENGHT* und *FIT TRACE* Einstellungen bestimmt.

Die Markerwerte des aktiven Marker werden im Markerfeld im oberen rechten Bildschirmbereich ausgegeben.

MARKER 1...4 wählt den aktiven Marker aus

MARKER NORM/ DELTA schaltet zwischen Marker und Delta Marker Funktion um.

ALL MARKER OFF schaltet alle Marker im Bildschirm ab

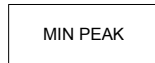
MKR -> TRACE setzt den aktiven Marker auf eine neue Messkurve. Die neue Messkurve muss im aktiven Fenster sichtbar sein.

Markereinstellungen - Taste MKR TO

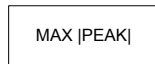


Der Softkey *MKR ->* öffnet ein Menü zur Suche nach Maximal- und Minimalwerten im Trace.

Eine Veränderung der Geräteeinstellung mit dem aktivierten Marker wird in der Option R&S FSQ-K70/FSMR-B73/FSU-B73 NICHT vorgenommen.



SELECT MARKER wählt den gewünschten Marker aus. War dieser ausgeschaltet, wird er automatisch eingeschaltet.



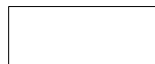
MAX PEAK setzt den Marker auf den Maximalwert.



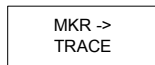
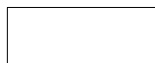
MIN PEAK setzt den Marker auf den Minimalwert.



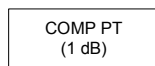
MAX |PEAK| setzt den Marker auf den Maximalwert des Betrags.



MKR -> TRACE positioniert den aktiven Marker auf einen wählbaren, aktiven Trace.



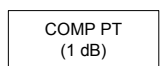
Marker Funktionen Taste MKR FCTN



Der Softkey *MKR FCTN* öffnet ein Menü mit speziellen Marker- und Berechnungsfunktionen.



⋮

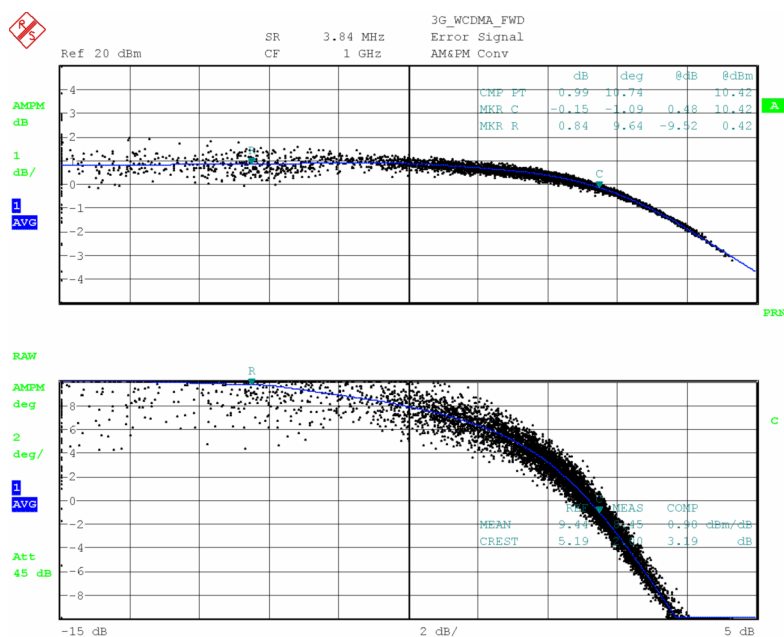


Der Softkey *COMP PT* öffnet ein Menü zur Eingabe des gewünschten Kompressionsfaktors und zeigt ihn innerhalb des Messfensters an.

Die Defaulteinstellung beträgt 1 dB.

Der Kompressionspunkt des Messobjekts wird mit 2 Markern im AM/AM Diagramm ermittelt. Die Marker besitzen einen horizontalen Anstand von 10 dB, beide Marker werden auf der Kurve verschoben, bis der vertikale Abstand 1 dB beträgt. Die Position des Markers {C} gibt den Kompressionspunkt des Messobjekts an.

Der Kompressionspunkt und weitere Parameter werden im AM&PM Messdiagramm angezeigt. Die Skalierung des AM & PM Diagramms ist relativ, bezogen auf den Einheitskreis des Konstellationsdiagramms. Die Leistung des Markers wird auf die Eingangsleistung umgerechnet und auch in dBm angezeigt. Ergänzend werden die mittlere Leistung und der Crest-Faktor von Referenz- und Mess-Signal sowie die Differenz der Messwerte berechnet und im unteren Diagramm angezeigt (siehe Bild). Diese Werte geben die Kompression der mittleren Leistung bzw. die Verminderung des Crest-Faktors bei der aktuellen Aussteuerung des Messobjekts an. Sofern einer der beiden Kompressionsmarker die Ränder des Diagramms überschreitet, wird kein Kompressionspunkt errechnet und ausgegeben.

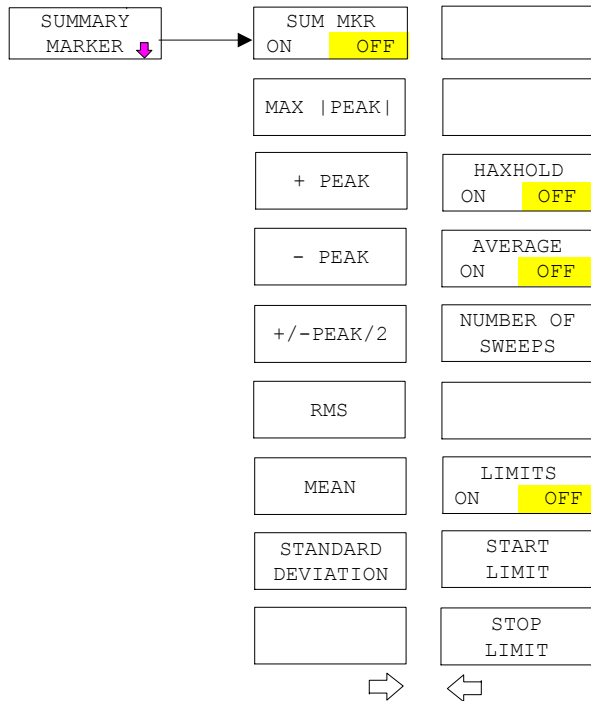


Date: 17.JUL.2003 10:38:48

Bild 240 AM/AM und AM/PM Diagramm mit Berechnung des Kompressionspunkts

```
IEC-Bus-Befehle  CALC:MARK:FUN:CPO:STAT ON|OFF
                  CALC:MARK:FUN:CPO:VAL <num_val>
                  CALC:MARK:FUN:CPO:PHD?
                  CALC:MARK:FUN:CPO:POW?
```

Menü MKR FCTN - SUMMARY MARKER



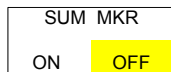
Die Summary Marker bieten mehrere Auswertemöglichkeiten für eine komplette Messkurve an. Die Auswertungen können gleichzeitig aktiviert werden. Das Marker-Info-Feld zeigt die Ergebnisse an.

Die Messwerte werden nach jedem Sweep-Ende aktualisiert (AVG/HOLD OFF) oder über einen frei wählbare Anzahl von Sweeps gemittelt.(AVG ON und NUMBER OF SWEEPS). Dabei wird z.B. der Mittelwert über mehrere Bursts ermittelt. Bei der Maximalwertbildung (MAX HOLD ON) werden die maximalen Werte über mehrere Sweeps angezeigt.

Beispiel:

Marker Info-Feld bei Auswahl MEAN, AVERAGE ON und MAX HOLD ON.

MEAN HOLD	12.03 deg
MEAN AV	11.75 deg



Der Softkey SUM MKR ON/OFF schaltet die Summary Marker aus- oder ein. Er ist bei Aufruf des Untermenüs im Zustand ON, da die Summary Marker-Messung bereits durch den Softkey SUMMARY MARKER im übergeordneten Menü eingeschaltet wird.

Hinweis: Die Messung wird auf dem Trace durchgeführt, auf dem Marker 1 sitzt. Um einen anderen Trace auszuwerten, muss Marker 1 mit Softkey SELECT TRACE im Menü MKR auf einen anderen Trace gesetzt werden.

IEC-Bus-Befehl:

```

CALC:MARK:FUNC:SUMM:MAX ON
CALC:MARK:FUNC:SUMM:MAX:RES?
CALC:MARK:FUNC:SUMM:PPE ON
CALC:MARK:FUNC:SUMM:PPE:RES?
CALC:MARK:FUNC:SUMM:NPE ON
CALC:MARK:FUNC:SUMM:NPE:RES?
CALC:MARK:FUNC:SUMM:MIDD ON
CALC:MARK:FUNC:SUMM:MIDD:RES?
CALC:MARK:FUNC:SUMM:RMS ON
CALC:MARK:FUNC:SUMM:RMS:RES?
CALC:MARK:FUNC:SUMM:MEAN ON
CALC:MARK:FUNC:SUMM:MEAN:RES?
CALC:MARK:FUNC:SUMM:SDEV ON
CALC:MARK:FUNC:SUMM:SDEV:RES?
    
```

MAX | PEAK |

Der Softkey *MAX |PEAK|* schaltet die Ausgabe des absoluten Maximalwerts der Messpunkte aus der dargestellten Messkurve oder eines Teilbereichs daraus ein. Bei Maximalwertbildung wird der seit der Aktivierung von *MAX HOLD ON* bisher größte Maximalwert angezeigt.

Bei *AVERAGE ON* werden die Maximalwerte einer Messkurve über mehrere Sweep-Abläufe gemittelt und angezeigt.

Die Anzahl der Sweep-Abläufe, über die gemittelt bzw. der Maximalwert ermittelt wird, wird mit Softkey *NUMBER OF SWEEPS* eingestellt.

IEC-Bus-Befehl: `CALC:MARK:FUNC:SUMM:MAX ON`
`CALC:MARK:FUNC:SUMM:MAX:RES?`

+ PEAK

Der Softkey *+PEAK* schaltet die Ausgabe des positiven Maximalwerts der Messpunkte aus der dargestellten Messkurve oder eines Teilbereichs daraus ein. Bei Maximalwertbildung wird der seit der Aktivierung von *MAX HOLD ON* bisher größte Maximalwert angezeigt.

Bei *AVERAGE ON* werden die Maximalwerte einer Messkurve über mehrere Sweep-Abläufe gemittelt und angezeigt.

Die Anzahl der Sweep-Abläufe, über die gemittelt bzw. der Maximalwert ermittelt wird, wird mit Softkey *NUMBER OF SWEEPS* eingestellt.

IEC-Bus-Befehl: `CALC:MARK:FUNC:SUMM:PPE ON`
`CALC:MARK:FUNC:SUMM:PPE:RES?`

- PEAK

Der Softkey *-PEAK* schaltet die Ausgabe des negativen Maximalwerts der Messpunkte aus der dargestellten Messkurve oder eines Teilbereichs daraus ein. Bei Maximalwertbildung wird der seit der Aktivierung von *MAX HOLD ON* bisher größte Maximalwert angezeigt.

Bei *AVERAGE ON* werden die Maximalwerte einer Messkurve über mehrere Sweep-Abläufe gemittelt und angezeigt.

Die Anzahl der Sweep-Abläufe, über die gemittelt bzw. der Maximalwert ermittelt wird, wird mit Softkey *NUMBER OF SWEEPS* eingestellt.

IEC-Bus-Befehl: `CALC:MARK:FUNC:SUMM:NPE ON`
`CALC:MARK:FUNC:SUMM:NPE:RES?`

+/- PEAK/2

Der Softkey *+/-PEAK* schaltet die Ausgabe des mittleren Maximalwerts der Messpunkte aus der dargestellten Messkurve oder eines Teilbereichs daraus ein. Bei Maximalwertbildung wird der seit der Aktivierung von *MAX HOLD ON* bisher größte Maximalwert angezeigt.

Bei *AVERAGE ON* werden die Maximalwerte einer Messkurve über mehrere Sweep-Abläufe gemittelt und angezeigt.

Die Anzahl der Sweep-Abläufe, über die gemittelt bzw. der Maximalwert ermittelt wird, wird mit Softkey *NUMBER OF SWEEPS* eingestellt.

IEC-Bus-Befehl: `CALC:MARK:FUNC:SUMM:MIDD ON`
`CALC:MARK:FUNC:SUMM:MIDD:RES?`

RMS

Der Softkey *RMS* schaltet die Bildung des Effektivwerts der Messpunkte aus der dargestellten Messkurve oder eines Teilbereichs daraus ein.

Bei Maximalwertbildung wird der seit der Aktivierung von *MAX HOLD ON* bisher größte Effektivwert angezeigt.

Bei *AVERAGE ON* werden die Effektivwerte einer Messkurve über mehrere Sweep-Abläufe gemittelt und angezeigt.

Die Anzahl der Sweep-Abläufe, über die gemittelt bzw. der Maximalwert ermittelt wird, wird mit Softkey *NUMBER OF SWEEPS* eingestellt.

IEC-Bus-Befehl: `CALC:MARK:FUNC:SUMM:RMS ON`
 `CALC:MARK:FUNC:SUMM:RMS:RES?`

MEAN

Der Softkey *MEAN* schaltet die Bildung des Mittelwerts der Messpunkte aus der dargestellten Messkurve oder eines Teilbereichs daraus ein. Berechnet wird der lineare Mittelwert der äquivalenten Spannungen.

Damit kann beispielsweise die mittlere Trägerleistung (Mean Power) während eines GSM-Bursts gemessen werden.

Bei Maximalwertbildung wird der seit der Aktivierung von *MAX HOLD ON* bisher größte Mittelwert angezeigt.

Bei *AVERAGE ON* werden die Mittelwerte einer Messkurve über mehrere Sweep-Abläufe gemittelt und angezeigt.

Die Anzahl der Sweep-Abläufe, über die gemittelt bzw. der Maximalwert ermittelt wird, wird mit Softkey *NUMBER OF SWEEPS* eingestellt.

IEC-Bus-Befehl: `CALC:MARK:FUNC:SUMM:MEAN ON`
 `CALC:MARK:FUNC:SUMM:MEAN:RES?`

STANDARD
DEVIATION

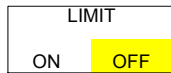
Der Softkey *STANDARD DEVIATION* schaltet die Berechnung der Standardabweichung der Trace-Punkte zum Mittelwert ein und gibt diese als Messwert aus. Dazu wird automatisch die Messung der mittleren Trägerleistung (Mean Power) eingeschaltet.

Bei Maximalwertbildung wird der seit der Aktivierung von *MAX HOLD ON* bisher größte Standardabweichung angezeigt.

Bei *AVERAGE ON* werden die Standardabweichungen einer Messkurve über mehrere Sweep-Abläufe gemittelt und angezeigt.

Die Anzahl der Sweep-Abläufe, über die gemittelt bzw. der Maximalwert ermittelt wird, wird mit Softkey *NUMBER OF SWEEPS* eingestellt.

IEC-Bus-Befehl: `CALC:MARK:FUNC:SUMM:SDEV ON`
 `CALC:MARK:FUNC:SUMM:SDEV:RES?`



Der Softkey *LIMIT ON/OFF* schaltet zwischen eingeschränktem (*ON*) und nicht eingeschränktem (*OFF*) Auswertebereich um.

Der Auswertebereich wird durch die Softkey *START LIMIT* und *STOP LIMIT* festgelegt. Ist *LIMIT = ON* wird nur zwischen den beiden Linien nach den entsprechenden Signalen gesucht.

Ist nur eine Linie eingeschaltet, so gilt die Zeitlinie 1 als untere Grenze, die obere Grenze entspricht der Stoppfrequenz. Ist die Zeitlinie 2 ebenfalls eingeschaltet, so legt diese den oberen Grenzwert fest.

Die Defaultposition ist durch den Auswertebereich und damit durch Linie 1 und 2 festgelegt. Bei Bursts begrenzen die Linien daher den 'useful part' .

Ist keine Linie eingeschaltet, erfolgt keine Einschränkung des Auswertebereichs.

Die Grundeinstellung ist *LIMIT = OFF*.

IEC-Bus-Befehl: `CALC:MARK:X:SLIM OFF`



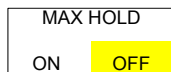
Der Softkey *START LIMIT* aktiviert die Eingabe der unteren Grenze des Auswertebereichs.

IEC-Bus-Befehl: `CALC:MARK:X:SLIM:LEFT <value>`



Der Softkey *STOP LIMIT* aktiviert die Eingabe der oberen Grenze des Auswertebereichs.

IEC-Bus-Befehl: `CALC:MARK:X:SLIM:RIGH <value>`

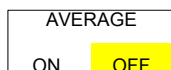


Der Softkey *MAX HOLD ON/OFF* schaltet die Maximalwertbildung aus den Messungen bei aufeinander folgenden Sweeps ein- und aus.

Die Anzeige des Maximalwerts nach jedem Sweep wird nur aktualisiert, wenn größere Werte aufgetreten sind.

Ein Rücksetzen des Maximalwerts ist durch Aus- und Wiedereinschalten des Softkeys *MAX HOLD ON / OFF* möglich.

IEC-Bus-Befehl: `CALC:MARK:FUNC:SUMM:PHOL ON`
`CALC:MARK:FUNC:SUMM:MAX:PHOL:RES?`
`CALC:MARK:FUNC:SUMM:PPE:PHOL:RES?`
`CALC:MARK:FUNC:SUMM:NPE:PHOL:RES?`
`CALC:MARK:FUNC:SUMM:MIDD:PHOL:RES?`
`CALC:MARK:FUNC:SUMM:RMS:PHOL:RES?`
`CALC:MARK:FUNC:SUMM:MEAN:PHOL:RES?`
`CALC:MARK:FUNC:SUMM:SDEV:PHOL:RES?`



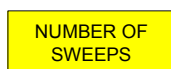
Der Softkey *AVERAGE ON/OFF* schaltet die Mittelwertbildung aus den Messungen aufeinander folgender Sweeps ein- und aus.

Ein Rücksetzen der Messwerte ist durch Aus- und Wiedereinschalten des Softkeys *AVERAGE ON / OFF* möglich.

IEC-Bus-Befehl:

```

CALC:MARK:FUNC:SUMM:AVER ON
CALC:MARK:FUNC:SUMM:MAX:AVER:RES?
CALC:MARK:FUNC:SUMM:PPE:AVER:RES?
CALC:MARK:FUNC:SUMM:NPE:AVER:RES?
CALC:MARK:FUNC:SUMM:RMS:AVER:RES?
CALC:MARK:FUNC:SUMM:MIDD:AVER:RES?
CALC:MARK:FUNC:SUMM:MEAN:AVER:RES?
CALC:MARK:FUNC:SUMM:SDEV:AVER:RES?
  
```



Der Softkey *NUMBER OF SWEEPS* aktiviert die Eingabe der Anzahl der Sweeps, die zur Maximal- oder Mittelwertbildung herangezogen werden.

Bei *SINGLE SWEEP* Das Gerät swept solange, bis die eingestellte Anzahl von Sweeps erreicht ist, und stoppt dann.

Bei *CONTINOUS SWEEP* Die Mittelwertbildung erfolgt bis zum Erreichen der eingestellten Anzahl von Sweeps und geht dann in eine gleitende Mittelwertbildung über. Die Maximalwertbildung (*PEAK HOLD*) erfolgt unabhängig von der eingestellten Anzahl an Sweeps endlos.

Der zulässige Wertebereich ist 0 bis 32767.

Die Mittelung wird abhängig von der spezifizierten Anzahl von Sweeps nach folgenden Regeln durchgeführt:

NUMBER OF SWEEPS = 0 10 Messwerte werden für eine gleitende Mittelung herangezogen.

NUMBER OF SWEEPS = 1 Es findet keine Mittelung statt.

NUMBER OF SWEEPS > 1 Es findet eine Mittelung über die eingestellte Anzahl der Messwerte statt.

Hinweis:

Diese Einstellung ist äquivalent zu den Einstellungen der Sweep-Anzahl in den Menüs TRACE.

IEC-Bus-Befehl: `SWE:COUN <value>`

Troubleshooting

Dieses Kapitel gibt anhand von Messbeispielen Hinweise auf mögliche Fehlerursachen und Gerätefehleinstellungen bei scheinbar unplausiblen Messergebnissen.

Ungleiche Symbolraten-Einstellung im Sender und Analysator

Bereits geringe Abweichungen zwischen den Symbolrate des Sender und des Analysators führen zu einer Erhöhung der EVM Anzeige. Erkennbar ist dieser Effekt an einem charakteristischen „V-förmigen“ Verlauf der EVM über die Zeit. Die beiden folgenden Diagramme zeigen die EVM bei identischer Symbolrateneinstellung (Bild 241) bzw. bei einer Abweichung von lediglich 0.005% der Symbolrate (Bild 242). Der Effekt erklärt sich durch ein „Wegdriften“ der Entscheidungszeitpunkte des Mess-Signals über den Demodulationsbereich: Die optimale Übereinstimmung wird in der dargestellten Messung lediglich in der Mitte des Demodulationsbereichs erreicht.

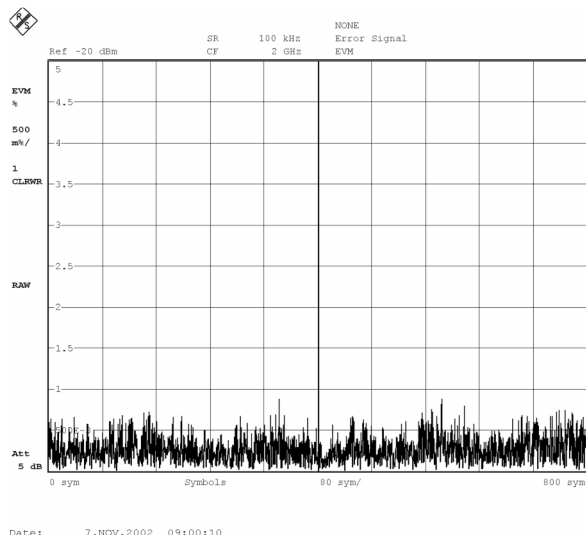


Bild 241 EVM Anzeige bei korrekter Symbolrateneinstellung

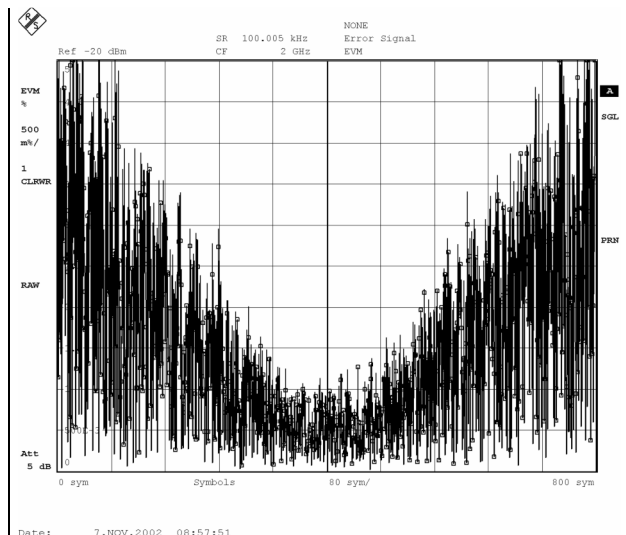


Bild 242 EVM Anzeige bei fehlerhafter Symbolrateneinstellung

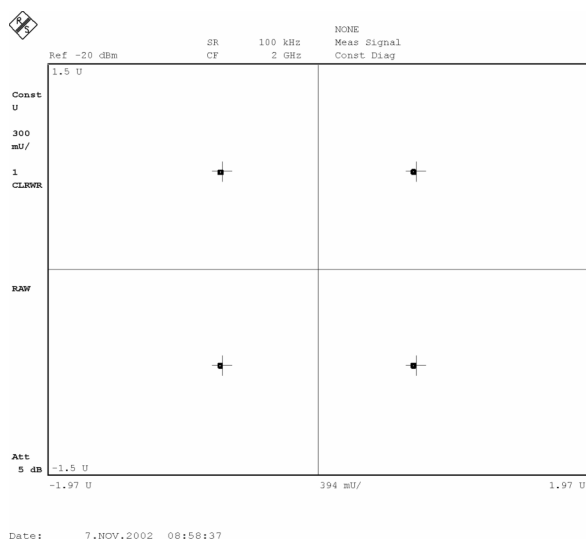


Bild 243 Konstellationsdiagramm bei korrekter Symbolrateneinstellung

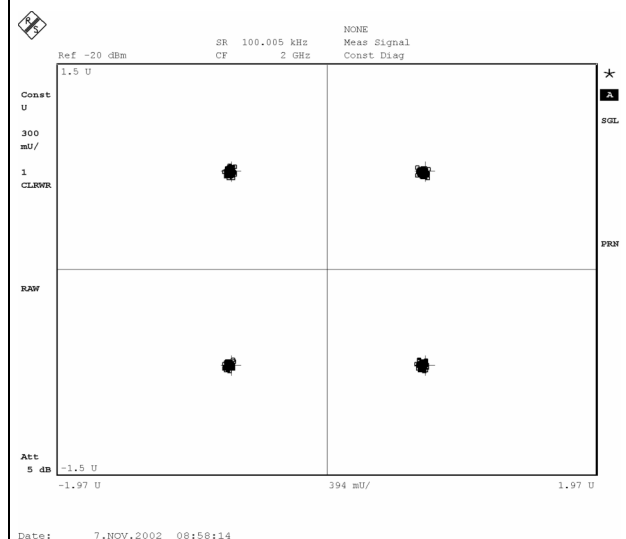


Bild 244 Konstellationsdiagramm bei fehlerhafter Symbolrateneinstellung

Ungleiche Filtereinstellungen im Sender und Analysator

Der Typ der Sende- bzw. Empfangsfilter (z.B. Raised Cosine) und des Bandbreitenparameter ALFA/BT müssen im Analysator exakt mit den entsprechenden Einstellungen im Sender korrespondieren. Auch hier führen bereits geringe Abweichungen zu einer Erhöhung der Fehleranzeige.

Im folgenden Beispiel wurde als Sende- und Empfangsfilter ein Root Raised Cosine verwendet, im Sender war der Bandbreitenfaktor ALFA/BT = 0.22 eingestellt, im Analysator wurde ALFA/BT = 0.25 eingestellt. Der geschilderte Effekt führt zwar nur zu einer geringfügigen Erhöhung der EVM an den Entscheidungszeitpunkten (Bild 245 bzw. Bild 246 unten), die spektrale Analyse des Fehlersignals zeigt aber bereits eine deutliche Erhöhung am Rand des Spektrums, während das Spektrum bei korrekter Filtereinstellung annähernd eben ist (Bild 247 bzw. Bild 248).

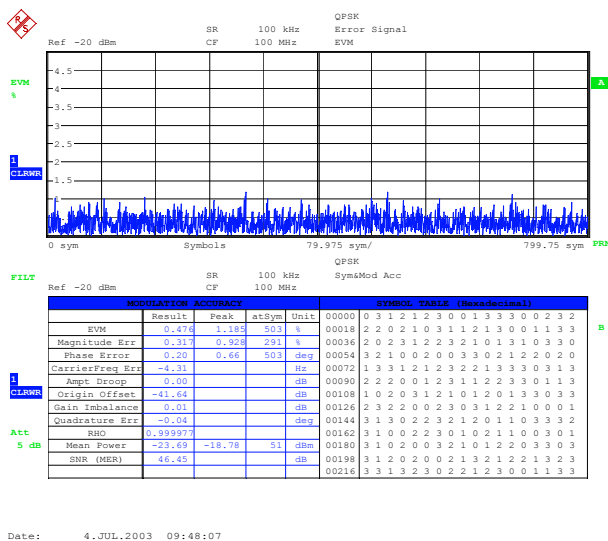


Bild 245 EVM Anzeige bei korrekter Filtereinstellung (nur Entscheidungszeitpunkte)

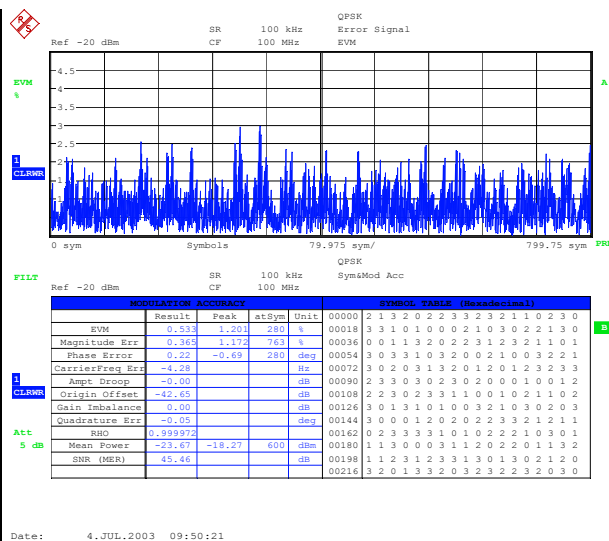


Bild 246 EVM Anzeige bei abweichender Filtereinstellung (nur Entscheidungszeitpunkte)

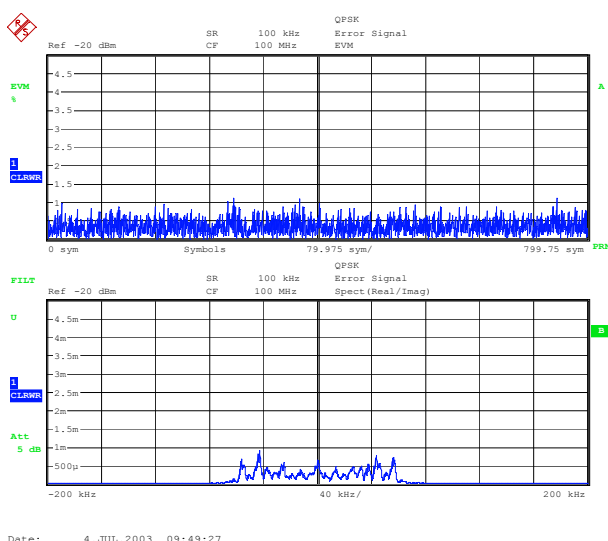


Bild 247 Fehlerspektrum bei korrekter Filtereinstellung

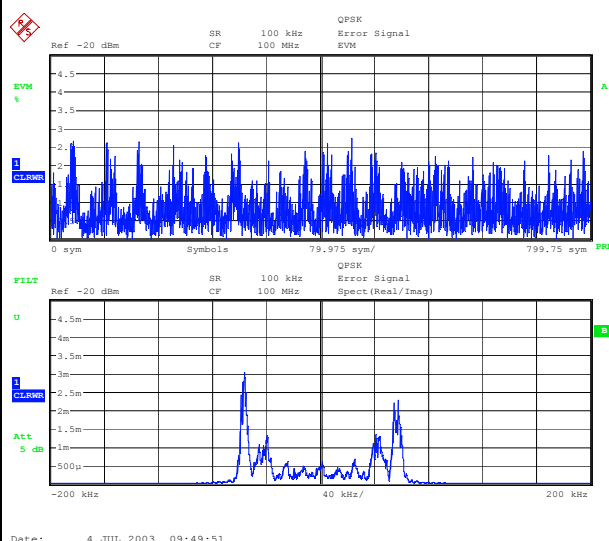


Bild 248 Fehlerspektrum bei abweichender Filtereinstellung

Falsche Aussteuerung des Analysators

Bei schlechtem Signal-Rauschverhältnisses, beispielsweise durch ein zu schwaches Eingangssignal, ergibt sich eine starke Erhöhung der gemessenen Modulationsfehler. In den folgenden Diagrammen sind diese Effekte bei einer starken Absenkung des Eingangssignals (ca. 60 dB unter dem Reference Level) beispielhaft aufgezeigt. Die statistische Verteilung des Magnitude Error an den Entscheidungspunkten gibt Hinweise auf die Rauschstruktur des Störers.

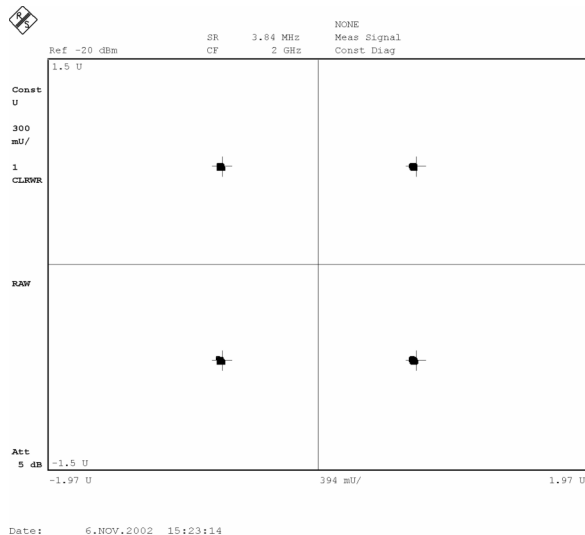


Bild 249 Konstellationsdiagramm bei korrekter Aussteuerung

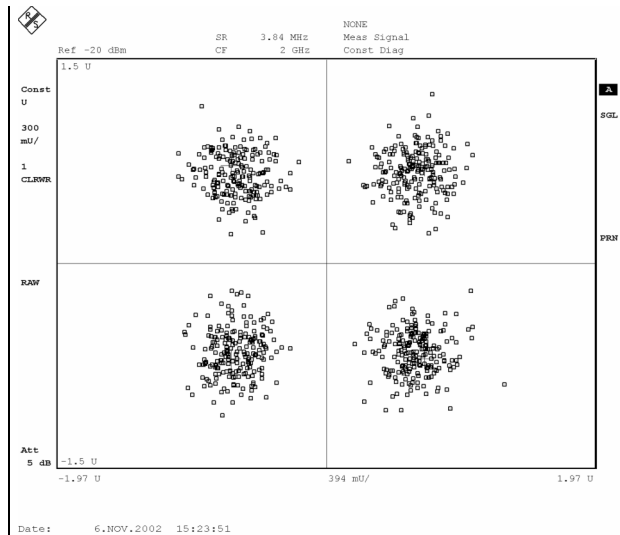


Bild 250 Konstellationsdiagramm mit Rauschüberlagerung bei Untersteuerung

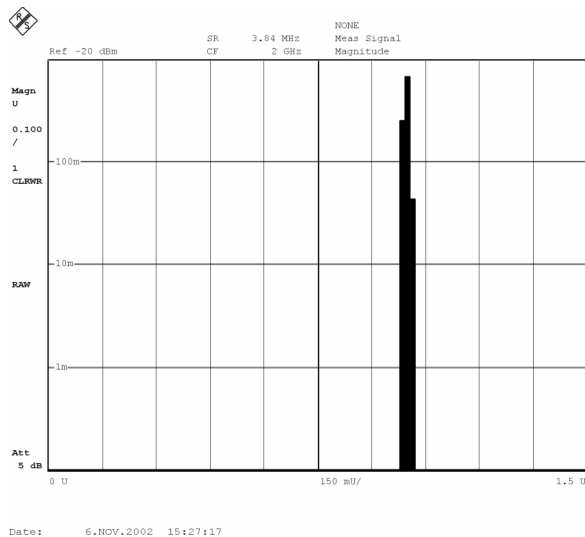


Bild 251 Statistische Verteilung des Magnitude Errors bei korrekter Aussteuerung

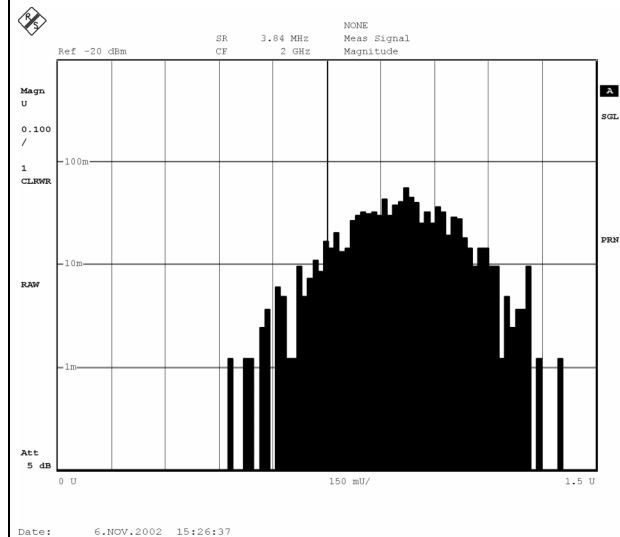


Bild 252 Statistische Verteilung des Magnitude Errors bei Untersteuerung

Übersteuerung des Analysator

Die Übersteuerung des Gerätes wird durch eine **Übersteuerungsanzeige** auf dem Gerätedisplay gemeldet und muss in jedem Fall vermieden werden. Bei Aussteuerung mit Eingangssignalen die ca. 2..3 dB über dem eingestellten Referenzpegel liegen, beginnt ein Clipping in Analog-Digital-Wandler im Messzweig des Analysators.

Clipping zeigt sich typischerweise an kurzzeitigen starken Überhöhungen der EVM-Anzeige und einer Instabilität der Phasen-Messpunkte im AM/PM Konversions-Diagramm im oberen Pegelbereich. Beispiele für eine solche Übersteuerung sind in den folgenden Bildern aufgezeigt. Die tatsächliche Messkurve der AM/PM Konversionsanzeige schwankt zwischen den beiden dargestellten Extremfällen.

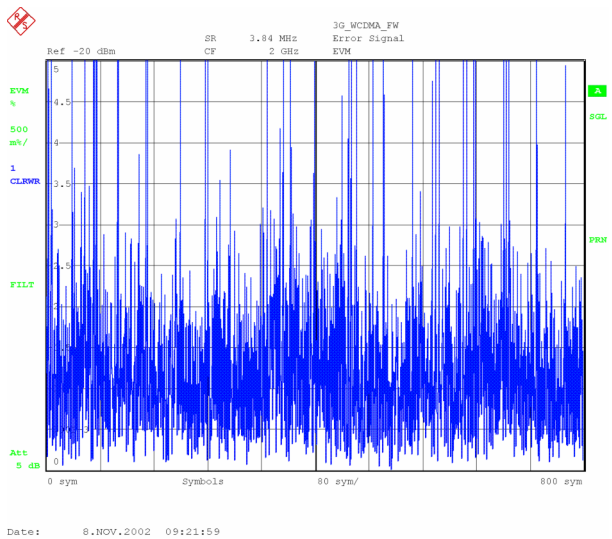


Bild 253 EVM Anzeige bei Übersteuerung

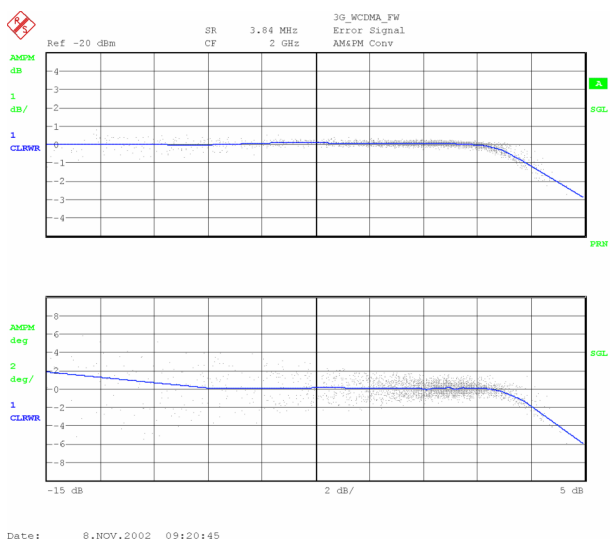


Bild 254 Mögliche AM-PM Darstellung bei Übersteuerung

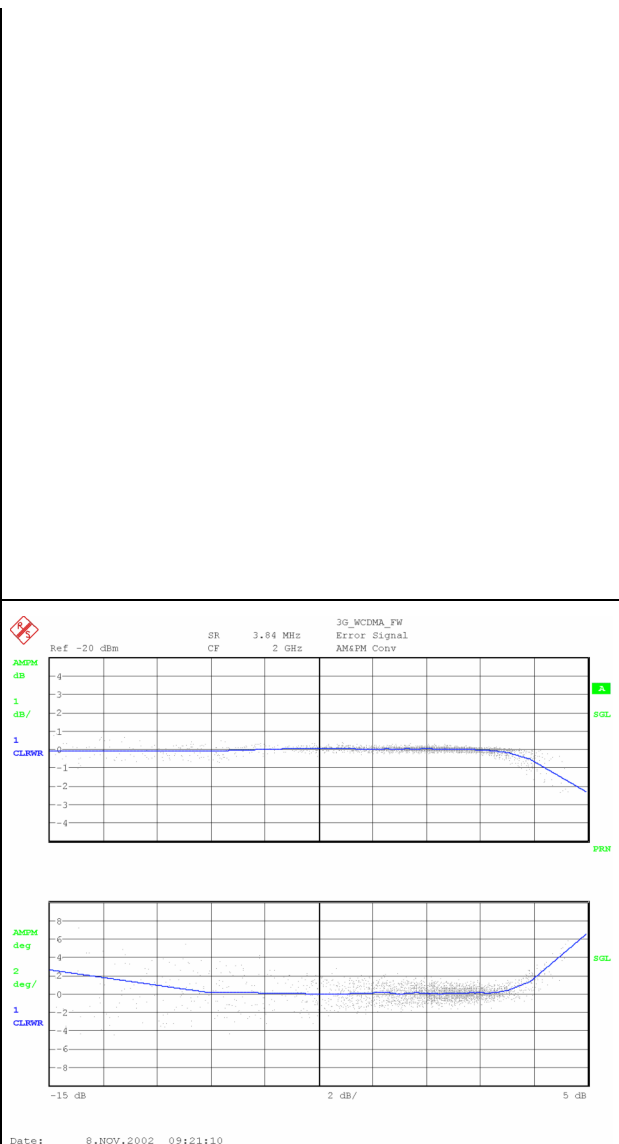


Bild 255 Mögliche AM-PM Darstellung bei Übersteuerung

6 Fernbedienung - Befehle

In den folgenden Abschnitten werden die Befehle für die Betriebsart Vektorsignalanalyse (VSA), Option R&S FSQ-K70/FSMR-B73/FSU-B73, nach Befehls subsystem getrennt zuerst tabellarisch aufgelistet und dann ausführlich beschrieben. Die Schreibweise entspricht weitgehend der des SCPI-Normenwerks. Die SCPI-Konformitätsinformation ist jeweils in der Befehlsbeschreibung mit aufgeführt.

Die Befehle für den Analysator R&S FSQ/FSU/FSUP/FSG bzw. Measuring Receiver R&S FSMR befinden sich in der Beschreibung zum Grundgerät. In der Tabelle der Zuordnung Softkey - IEC-Bus-Befehl sind alle Befehle angegeben, die für die Ausführung dieser Funktion notwendig sind, auch die, die im Grundgerät schon für andere Betriebsarten gelten.

CALCulate - Subsystem

Die folgenden Befehle dienen der Konfiguration der Betriebsart Vektorsignalanalyse (Option FSQ-K70/FSMR/FSU-B73).

Mit dem numerischen Suffix bei CALCulate wird zwischen den beiden Messfenstern SCREEN A und SCREEN B unterschieden:

CALCulate1 = Screen A
CALCulate2 = Screen B.

In der Betriebsart Vektorsignalanalyse gibt es zusätzlich die Suffixe 3 und 4 bei CALCulate. Damit wird zwischen den Messfenstern SCREEN C und SCREEN D unterschieden:

CALCulate3 = Screen C
CALCulate4 = Screen D.

Ist kein Suffix angegeben, dann gelten die Einstellungen automatisch für Screen A.

Full Screen Die Einstellungen gelten für das mit dem numerischen Suffix ausgewählte Messfenster. Sie werden erst dann wirksam, sobald das entsprechende Fenster mit dem Befehl `DISPLay[:WINDow<1|2>]:SElect` als aktives Messfenster ausgewählt wird. Das Auslösen von Messungen und die Messwertabfrage ist nur im aktiven Fenster möglich.

Split Screen Die Einstellungen gelten für das mit dem numerischen Suffix ausgewählte Messfenster und werden sofort wirksam.

CALCulate:DDEM - Subsystem

BEFEHL	PARAMETER	EINHEIT	KOMMENTAR
CALCulate<1 2> :DDEM :SPECtrum [:STATE]	<Boolean>		

CALCulate<1|2>:DDEM:SPECtrum[:STATe] ON | OFF

Dieser Befehl schaltet die bisher eingestellte Ergebnisdarstellung in eine spektrale Auswertung der Ergebnisparameter um. Die spektrale Auswertung ist für folgende Ergebnisparameter möglich:

Magnitude (:CALCulate<1|2>:FORMat MAGNitude)

Phase (:CALCulate<1|2>:FORMat PHASe | UPHase)

Frequency (:CALCulate<1|2>:FORMat FREQuency, nur für MSK- und FSK-Modulationsarten)

Real/Imag (:CALCulate<1|2>:FORMat RIMag)

Beispiel:

```

":CALC:FEED 'XTIM:DDEM:MEAS'" 'wählt die Darstellung des
' Messsignals aus
":CALC:FORM PHAS" 'wählt die Darstellung der Phase aus
":CALC:DDEM:SPEC:STAT ON" 'wählt die Darstellung der spektralen
' Verteilung der Phase aus
    
```

Eigenschaften: *RST-Wert: OFF
SCPI: gerätespezifisch

CALCulate:FEED - Subsystem

Das CALCulate:FEED - Subsystem wählt die Art der Auswertung der gemessenen Daten aus. Dies entspricht der Auswahl des Result Displays in der Handbedienung.

BEFEHL	PARAMETER	EINHEIT	KOMMENTAR
CALCulate<1 2> :FEED	<string>		keine Abfrage

CALCulate<1|2>:FEED <string>

Dieser Befehl wählt die gemessenen Daten aus, die zur Anzeige gebracht werden.

Parameter für Option R&S FSQ-K70/FSMR-B73/FSU-B73:

'XTIM:DDEM:MEAS'	Ergebnisdarstellung Messsignal (synchronisiert auf Symboltakt)
'XTIM:DDEM:REF'	Ergebnisdarstellung Referenzsignal (intern aus demoduliertem Messsignal erzeugt)
'XTIM:DDEM:ERR:MPH'	Ergebnisdarstellung Fehlersignal (Betrags- und Phasenfehler)
'XTIM:DDEM:ERR:VECT'	Ergebnisdarstellung Vektorfehlersignal
'XTIM:DDEMod:IMP'	Ergebnisdarstellung des Equalizers für Magnitude, Phase und Real/Imag
'XFR:DDEMod:RAT'	Ergebnisdarstellung des Equalizers für Phasen- und Frequenzantwort
'XFR:DDEMod:IRAT'	Ergebnisdarstellung des Equalizers für Kanalantwort
'XTIM:DDEM:SYMB'	Symboltabelle (Demodulierte Bits und Tabelle mit Modulationsfehlern)
'TCAP'	Ergebnisdarstellung Messsignal im Capture Buffer

Beispiel: " :CALC:FEED 'XTIM:DDEM:ERR:VECT' " wählt die Darstellung des Vektorfehlersignal aus

Eigenschaften: *RST-Wert: 'XTIM:DDEM:MEAS'
SCPI: konform

CALCulate:FORMat - Subsystem

Das CALCulate:FORMat - Subsystem bestimmt die Nachverarbeitung und Umrechnung gemessener Daten. Die Auswahl des Messfensters erfolgt über CALCulate1 (SCREEN A) bzw. CALCulate2 (SCREEN B).

Das Subsystem steht nur in der Betriebsart Vektor-Signalanalyse mit Option FSE-K70 zur Verfügung.

BEFEHL	PARAMETER	EINHEIT	KOMMENTAR
CALCulate<1 2> :FORMat	MAGNitude PHASe UPHase RIMag FREQuency IEYE QEYE COMP CONS CONVersion GEDelay		
:FSK :DEVIation :REFerence :COMPensation	<numeric_value> ON OFF	HZ	

CALCulate<1|2>:FORMat MAGNitude | PHASe | UPHase | RIMag | FREQuency | IEYE | QEYE | COMP | CONS | CONVersion | GDElay

Dieser Befehl definiert die Darstellung der Messkurven.

Beispiel: " :CALC:FORM CONS "

Eigenschaften: *RST-Wert: MAGNitude
SCPI: konform

Die Verfügbarkeit der Parameter hängt von der Einstellung unter CALCulate:FEED ab:

Einstellbar bei Darstellung der Modulationsfehler (ERROR SIGNAL), des Messsignals (MEAS SIGNAL) und des Referenzsignals (REFERENCE SIGNAL)

- MAGNitude Darstellung des Betrages im Zeitbereich
 - PHASe | UPHase Darstellung der Phase im Zeitbereich mit bzw. ohne ("unwrapped") Begrenzung auf $\pm 180^\circ$
 - RIMag Darstellung des Zeitverlaufes von Inphase- bzw. Quadraturkomponente
 - FREQuency Darstellung des Frequenzverlaufes im Zeitbereich
 - COMP Darstellung des polaren Vektordiagramms (Complex)
 - CONS Darstellung des polaren Vektordiagramms (Constellation)
 - GEDelay Darstellung der Equalizer Daten als Gruppenlaufzeit
- Einstellbar bei Darstellung des Messsignals (MEAS SIGNAL) und des Referenzsignals (REFERENCE SIGNAL)
- IEYE | QEYE Augendiagramm der Inphase bzw. Quadraturkomponente
- Einstellbar bei Darstellung der Modulationsfehler (ERROR SIGNAL).
- CONVersion Darstellung von AM & PM Conversion

CALCulate<1|2>:FSK:DEVIation:REFerence <numeric_value>

Dieser Befehl definiert den Referenzwert des Frequenzhubes für FSK-Modulation. .

Beispiel: „:CALC:FSK:DEV:REF 20kHz“

Eigenschaften: *RST-Wert: -
SCPI: gerätespezifisch

CALCulate<1|2>:FSK:DEVIation:COMPensation ON | OFF

Dieser Befehl wählt das Verfahren für die Berechnung des Frequenzfehlers bei FSK-Modulationen um.

Parameter: ON das Referenzsignal wird auf den tatsächlichen Hub des Mess-Signals skaliert.
OFF der eingegebene Nominalhub wird für das Referenzsignal verwendet.

Beispiel: ":CALC:FSK:DEV:COMP ON"

Eigenschaften: *RST-Wert: OFF
SCPI: gerätespezifisch

Dieser Befehl ist nur bei FSK-Modulation verfügbar.

CALCulate:ELIN - Subsystem

Das CALCulate:ELIN-Subsystem legt den Auswertebereich fest. Die Auswahl des Messfensters erfolgt über CALCulate1 (SCREEN A) bzw. CALCulate2 (SCREEN B).

BEFEHL	PARAMETER	EINHEIT	KOMMENTAR
CALCulate<1 2> :ELIN<1 2> :STATe	<numeric_value> <Boolean>	SYM	

CALCulate<1|2>:ELIN<1|2> <numeric_value>

Dieser Befehl definiert die Position der Evaluation Linie im Diagramm. Die Evaluation Linie beschränkt den Auswertebereich für numerische Parameter.

Beispiel: ":CALC:ELIN 5SYM"

Eigenschaften: *RST-Wert: - (STATe auf OFF)
SCPI: gerätespezifisch

CALCulate<1|2>:ELIN<1|2>:STATe ON | OFF

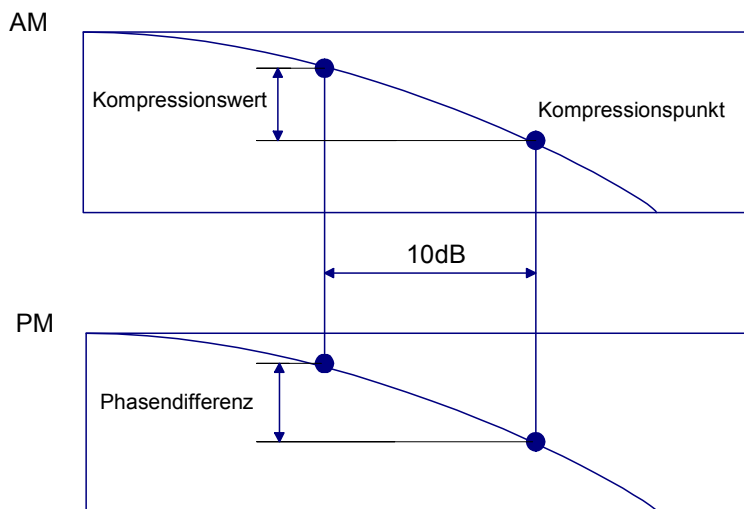
Dieser Befehl schaltet beide Evaluation Linie ein bzw. aus. Der Suffix bei ELIN ist ohne Bedeutung.

Beispiel: ":CALC:ELIN:STAT OFF" 'schaltet die Evaluation Line aus

Eigenschaften: *RST-Wert: OFF
SCPI: gerätespezifisch

CALCulate<1|2>:MARKer<1...4>:FUNCTION:CPOint[:STATE] ON | OFF

Dieser Befehl schaltet die Kompressionspunktmessung ein. Die Kompressionspunktmessung ist nur im AM/PM-Diagramm möglich.



Der Kompressionswert wird mit `CALC:MARK:FUNC:CPO:VAL` eingestellt.
 Der Kompressionspunkt wird mit `CALC:MARK:FUNC:CPO:POW?` abgefragt.
 Die Phasendifferenz wird mit `CALC:MARK:FUNC:CPO:PHD?` abgefragt.

Beispiel: `":CALC:MARK:FUNC:CPO ON"` 'schaltet Kompressionspunktmessung ein

Eigenschaften: *RST-Wert: OFF
 SCPI: gerätespezifisch

Das numerische Suffix bei MARKer ist bei diesem Befehl ohne Bedeutung.

CALCulate<1|2>:MARKer<1...4>:FUNCTION:CPOint:VALue <numeric_value>

Dieser Befehl definiert den Kompressionswert der Kompressionspunktmessung.

Beispiel: `":CALC:MARK:FUNC:CPO:VAL 3"` 'setzt den Kompressionswert auf 3dB

Eigenschaften: *RST-Wert: 1dB
 SCPI: gerätespezifisch

Das numerische Suffix bei MARKer ist bei diesem Befehl ohne Bedeutung.

CALCulate<1|2>:MARKer<1...4>:FUNCTION:CPOint:PHDiff?

Dieser Befehl fragt die Phasenverschiebung in der Kompressionspunktmessung ab.

Beispiel: `"INIT:CONT OFF"` 'schaltet auf Single Sweep-Betrieb um
`":CALC:MARK:FUNC:CPO:VAL 3"` 'setzt den Kompressionswert auf 3dB
`":CALC:MARK:FUNC:CPO ON"` 'schaltet Kompressionspunktmessung ein
`"INIT;*WAI"` 'startet einen Sweep und wartet auf das Ende
`":CALC:MARK:FUNC:CPO:PHD?"` 'gibt den Messwert Phasendifferenz aus

Eigenschaften: *RST-Wert: -
 SCPI: gerätespezifisch

Dieser Befehl ist nur eine Abfrage und hat daher keinen *RST-Wert. Das numerische Suffix bei MARK ist bei diesem Befehl ohne Bedeutung.

CALCulate<1|2>:MARKer<1...4>:FUNction:CPOint:POWer?

Dieser Befehl fragt den Kompressionspunkt in dBm ab.

Beispiel:

```
"INIT:CONT OFF"           'schaltet auf Single Sweep-Betrieb um
":CALC:MARK:FUNC:CPO:VAL 3" 'setzt den Kompressionswert auf 3dB
":CALC:MARK:FUNC:CPO ON"   'schaltet Kompressionspunktmessung ein
"INIT;*WAI"                 'startet einen Sweep und wartet auf das Ende
":CALC:MARK:FUNC:CPO:POW?" 'gibt den Messwert Kompressionspunkt aus
```

Eigenschaften: *RST-Wert: -
SCPI: gerätespezifisch

Dieser Befehl ist nur eine Abfrage und hat daher keinen *RST-Wert. Das numerische Suffix bei MARKer ist bei diesem Befehl ohne Bedeutung.

CALCulate<1|2>:MARKer<1...4>:FUNction:CPOint:DATA?

Dieser Befehl fragt die weiteren Ergebnisse der Kompressionspunktmessung ab. Bei diesem Befehl werden 6 Messwerte zurückgegeben:

<Ref Mean Pwr>, <Meas Mean Pwr>, <Cmp Mean Pwr>, <Ref Crest>, <Meas Crest>, <Cmp Crest>, <reserviert1>, <reserviert2>

Dabei entspricht:

Ref Mean Pwr: Theoretische Leistung des Ref-Signals + Zusatzverstärkung aus AM/PM Diagr.
Meas Mean Pwr: Gemessene mittlere Leistung
Cmp Mean Pwr: Leistungsverlust bei aktueller Aussteuerung
Ref Crest: Crest-Faktor des idealen Signals
Meas Crest: Crest-Faktor des Messsignals bei aktueller Aussteuerung
Cmp Crest: Differenz der Crest-Faktoren
<reserviert1> reserviert für Erweiterung
<reserviert2> reserviert für Erweiterung

Beispiel:

```
"INIT:CONT OFF"           'schaltet auf Single Sweep-Betrieb um
":CALC:MARK:FUNC:CPO:VAL 3" 'setzt Kompressionswert auf 3dB
":CALC:MARK:FUNC:CPO ON"   'schaltet Kompressionspunktmessung ein
"INIT;*WAI"                 'startet einen Sweep und wartet auf das Ende
":CALC:MARK:FUNC:CPO:DATA?" 'Abfrage der Messergebnisse
```

Eigenschaften: *RST-Wert: -
SCPI: gerätespezifisch

Dieser Befehl ist nur eine Abfrage und hat daher keinen *RST-Wert. Das numerische Suffix bei MARKer ist bei diesem Befehl ohne Bedeutung.

CALCulate<1|2>:MARKer<1...4>:FUNction:DDEMod:RESult?

MERM | MEPK | MEPS | PERM | PEPK | PEPS | EVRM | EVPK |
 EVPS | IQOF | IQIM | ADR | FERR | FEPK | RHO | DEV | FSRM |
 FSPK | FSPS | DTTS

Dieser Befehl fragt die Ergebnisse der Fehlermessung der digitalen Demodulation ab. Die ausgegebenen Werte entsprechen den Angaben bei der Auswahl von Modulation Accuracy (Softkey SYMBOLS & MOD ACC) bei manueller Bedienung. Markerwerte können mit dem Befehl CALCulate<1|2>: MARKer<1...4>:Y? ausgelesen werden, Trace-Daten mit dem Befehl TRACe[:DATA]

MERM	Betragsfehler in %rms	FERR	Frequenzfehler in Hz
MEPK	Betragsfehlermaximum in %pk	FEPK	Frequenzfehlermaximum in Hz
MEPS	Symbolnummer, bei der das Betragsfehlermaximum aufgetreten ist	ADR	Amplitudenabfall in dB/Symbol
PERM	Phasenfehler in deg	RHO	Rho-Faktor
PEPK	Phasenfehlermaximum in deg	DEV	FSK Hub in Hz
PEPS	Symbolnummer, bei der das Phasenfehlermaximum aufgetreten ist		
EVRM	Vektorfehler in %rms	FSRM	FSK Hub Fehler in Hz
EVPK	Vektorfehlermaximum in %pk	FSPK	FSK Hub Fehlermaximum in Hz
EVPS	Symbolnummer, bei der das Vektorfehlermaximum aufgetreten ist	FSPS	Symbolnummer, bei der das Fehlermaximum aufgetreten ist.
IQOF	I/Q-Offsetfehler in %	DTTS	Triggerdelay auf Synchronisierungsfolge
IQIM	I/Q Imbalance in %		

Hinweis: Dieser Befehl ist nur aus Kompatibilität zum R&S FSE vorhanden und wird in späteren Versionen nicht mehr unterstützt. Bitte benutzen Sie die neuen Befehle unter *calc:mark:func:ddem:stat*.

Beispiel: " :CALC:MARK:FUNC:DDEM:RES? EVRM" fragt den Vektorfehler in %rms ab

Eigenschaften: *RST-Wert: -
 SCPI: gerätespezifisch

Dieser Befehl ist nur eine Abfrage und hat daher keinen *RST-Wert.

Die numerischen Suffixe <1|2> bei CALCulate und <1...4> bei MARKer sind bei diesem Befehl ohne Bedeutung.

CALCulate<1|2>:MARKer<1...4>:FUNction:DDEM:STATistic:ADRoop? <none> | RMS | AVG | SDEV

Dieser Befehl fragt die Ergebnisse der Amplitudenabfall Fehlermessung der digitalen Demodulation ab. Die ausgegebenen Werte entsprechen den Angaben bei der Auswahl von Modulation Accuracy (Softkey SYMBOLS & MOD ACC).

<none>	Amplitudenabfall in dB/Symbol
RMS	Amplitudenabfall in dB/Symbol, quadratisch gemittelt über mehrere Sweeps
AVG	Amplitudenabfall in dB/Symbol, linear gemittelt über mehrere Sweeps
SDEV	Standardabweichung Amplitudenabfall

Beispiel: " :CALC:MARK:FUNC:DDEM:STAT:ADR?" 'fragt den Amplitudenabfall ab

Eigenschaften: *RST-Wert: -
 SCPI: gerätespezifisch

Die numerischen Suffixe bei CALCulate und MARKer sind bei diesem Befehl ohne Bedeutung.

CALCulate<1|2>:MARKer<1...4>:FUNction:DDEM:STATistic:CFERror? <none> | RMS | AVG | SDEV | TPEak

Dieser Befehl fragt die Ergebnisse der Carrier Frequency Fehlermessung der digitalen Demodulation ab. Die ausgegebenen Werte entsprechen den Angaben bei der Auswahl von Modulation Accuracy (Softkey SYMBOLS & MOD ACC).

<none>	Frequenzfehler in Hz
RMS	Frequenzfehler in Hz, quadratisch gemittelt über mehrere Sweeps
AVG	Frequenzfehler in Hz, linear gemittelt über mehrere Sweeps
SDEV	Standardabweichung Frequenzfehlermaximum
TPEak	Extremwert aller Frequenzfehlermaxima

Beispiel: " :CALC:MARK:FUNC:DDEM:STAT:CFER?" 'fragt den Frequenzfehler ab

Eigenschaften: *RST-Wert: -
SCPI: gerätespezifisch

Die numerischen Suffixe bei CALCulate und MARKer sind bei diesem Befehl ohne Bedeutung.

CALCulate<1|2>:MARKer<1...4>:FUNction:DDEM:STATistic:DTTStart? <none> | RMS | AVG | SDEV

Dieser Befehl fragt die Ergebnisse des Triggerdelays auf die Synchronisierungsfolge der digitalen Demodulation ab. Die ausgegebenen Werte entsprechen den Angaben bei der Auswahl von Modulation Accuracy (Softkey SYMBOLS & MOD ACC).

<none>	Triggerdelay in s
RMS	Triggerdelay in s, quadratisch gemittelt über mehrere Sweeps
AVG	Triggerdelay in s, linear gemittelt über mehrere Sweeps
SDEV	Standardabweichung Triggerdelay

Beispiel: " :CALC:MARK:FUNC:DDEM:STAT:DTTS?" 'Triggerdelay

Eigenschaften: *RST-Wert: -
SCPI: gerätespezifisch

Die numerischen Suffixe <1|2> bei CALCulate und <1...4> bei MARKer sind bei diesem Befehl ohne Bedeutung.

CALCulate<1|2>:MARKer<1...4>:FUNction:DDEM:STATistic:EVM? <none> | PEAK | ASYM | RMS | AVG | SDEV | PCTL | TPEak

Dieser Befehl fragt die Ergebnisse der Error Vector Magnitude Fehlermessung der digitalen Demodulation ab. Die ausgegeben Werte entsprechen den Angaben bei der Auswahl von Modulation Accuracy (Softkey SYMBOLS & MOD ACC).

<none>	Vektorfehler in %rms
PEAK	Vektorfehlermaximum in %pk
ASYM	Symbolnummer, bei der das Vektorfehlermaximum aufgetreten ist
RMS	Vektorfehler in %, quadratisch gemittelt über mehrere Sweeps
AVG	Vektorfehler in %, linear gemittelt über mehrere Sweeps
SDEV	Standardabweichung Vektorfehler in %
PCTL	95 % der kummulierten Verteilungsfunktion
TPEak	Extremwert aller Vektorfehlermaxia

Bei FSK-Demodulation ist dieser Befehl nicht verfügbar.

Beispiel: " :DDEM:FORM MSK" 'Modulationsart MSK
" :CALC:MARK:FUNC:DDEM:STAT:EVM?" 'fragt die Error Vector Magnitude ab

Eigenschaften: *RST-Wert: -
SCPI: gerätespezifisch

Die numerischen Suffixe <1|2> bei CALCulate und <1...4> bei MARKer sind bei diesem Befehl ohne Bedeutung.

CALCulate<1|2>:MARKer<1...4>:FUNction:DDEM:STATistic:FSK:CFDRift? <none> | RMS | AVG | SDEV

Dieser Befehl fragt die Ergebnisse des Frequenzfehlermaximums der digitalen Demodulation ab. Die ausgegeben Werte entsprechen den Angaben bei der Auswahl von Modulation Accuracy (Softkey SYMBOLS & MOD ACC).

<none>	Frequenzfehlermaximum in Hz
RMS	Frequenzfehlermaximum in Hz, quadratisch gemittelt über mehrere Sweeps
AVG	Frequenzfehlermaximum in Hz, linear gemittelt über mehrere Sweeps
SDEV	Standardabweichung Frequenzfehlermaximum

Dieser Befehl ist nur bei FSK-Demodulation verfügbar.

Beispiel: " :DDEM:FORM FSK" 'Modulationsart FSK
" :CALC:MARK:FUNC:DDEM:STAT:FSK:CFDR?" 'Frequenzfehlermaximum

Eigenschaften: *RST-Wert: -
SCPI: gerätespezifisch

Die numerischen Suffixe <1|2> bei CALCulate und <1...4> bei MARKer sind bei diesem Befehl ohne Bedeutung.

CALCulate<1|2>:MARKer<1...4>:FUNction:DDEM:STATistic:FSK:DERRor? <none> | PEAK | ASYM | RMS | AVG | SDEV | TPEak

Dieser Befehl fragt die Ergebnisse des FSK Hub Fehlers der digitalen Demodulation ab. Die ausgegebenen Werte entsprechen den Angaben bei der Auswahl von Modulation Accuracy (Softkey SYMBOLS & MOD ACC).

<none>	FSK Hub Fehler in Hz
PEAK	FSK Hub Fehler Maximum in Hz
ASYM	Symbolnummer, bei der das Maximum aufgetreten ist
RMS	FSK Hub Fehler in Hz, quadratisch gemittelt über mehrere Sweeps
AVG	FSK Hub Fehler in Hz, linear gemittelt über mehrere Sweeps
SDEV	Standardabweichung FSK Hub Fehler
TPEak	Extremwert aller FSK Hub Fehler

Dieser Befehl ist nur bei FSK-Demodulation verfügbar.

Beispiel: " :DDEM:FORM FSK" 'Modulationsart FSK
" :CALC:MARK:FUNC:DDEM:STAT:FSK:DERR?" 'fragt den FSK Hubfehler ab

Eigenschaften: *RST-Wert: -
SCPI: gerätespezifisch

Die numerischen Suffixe <1|2> bei CALCulate und <1...4> bei MARKer sind bei diesem Befehl ohne Bedeutung.

CALCulate<1|2>:MARKer<1...4>:FUNction:DDEM:STATistic:FSK:MDEViation? <none> | RMS | AVG | SDEV

Dieser Befehl fragt die Ergebnisse des FSK Hubs der digitalen Demodulation ab. Die ausgegebenen Werte entsprechen den Angaben bei der Auswahl von Modulation Accuracy (Softkey SYMBOLS & MOD ACC).

<none>	FSK Hub in Hz
RMS	FSK Hub in Hz, quadratisch gemittelt über mehrere Sweeps
AVG	FSK Hub in Hz, linear gemittelt über mehrere Sweeps
SDEV	Standardabweichung FSK Hub

Dieser Befehl ist nur bei FSK-Demodulation verfügbar.

Beispiel: " :DDEM:FORM FSK" 'Modulationsart FSK
" :CALC:MARK:FUNC:DDEM:STAT:FSK:MDEV?" 'FSK Hub

Eigenschaften: *RST-Wert: -
SCPI: gerätespezifisch

Die numerischen Suffixe <1|2> bei CALCulate und <1...4> bei MARKer sind bei diesem Befehl ohne Bedeutung.

CALCulate<1|2>:MARKer<1...4>:FUNction:DDEM:STATistic:GIMBalance? <none> | RMS | AVG | SDEV

Dieser Befehl fragt die Ergebnisse der Gain Imbalance-Fehlermessung der digitalen Demodulation ab. Die ausgegebenen Werte entsprechen den Angaben bei der Auswahl von Modulation Accuracy (Softkey SYMBOLS & MOD ACC).

<none>	Gain Imbalance in %
RMS	Gain Imbalance in %, quadratisch gemittelt über mehrere Sweeps
AVG	Gain Imbalance in %, linear gemittelt über mehrere Sweeps
SDEV	Standardabweichung Gain Imbalance

Bei FSK-Demodulation ist dieser Befehl nicht verfügbar!

Beispiel: " :DDEM:FORM MSK" 'Modulationsart MSK
" :CALC:MARK:FUNC:DDEM:STAT:GIMB?" 'fragt den Gain Imbalance-Fehler ab

Eigenschaften: *RST-Wert: -
SCPI: gerätespezifisch

Die numerischen Suffixe <1|2> bei CALCulate und <1...4> bei MARKer sind bei diesem Befehl ohne Bedeutung.

CALCulate<1|2>:MARKer<1...4>:FUNction:DDEM:STATistic:IQIMbalance? <none> | RMS | AVG | SDEV

Dieser Befehl fragt die Ergebnisse der IQ-Imbalance Fehlermessung der digitalen Demodulation ab. Die ausgegebenen Werte entsprechen den Angaben bei der Auswahl von Modulation Accuracy (Softkey SYMBOLS & MOD ACC).

<none>	I/Q Imbalance in %
RMS	I/Q Imbalance in %, quadratisch gemittelt über mehrere Sweeps
AVG	I/Q Imbalance in %, linear gemittelt über mehrere Sweeps
SDEV	Standardabweichung I/Q Imbalance

Bei FSK-Demodulation ist dieser Befehl nicht verfügbar.

Beispiel: " :DDEM:FORM MSK" 'Modulationsart MSK
" :CALC:MARK:FUNC:DDEM:STAT:IQIM?" 'fragt den Imbalance-Fehler ab

Eigenschaften: *RST-Wert: -
SCPI: gerätespezifisch

Die numerischen Suffixe <1|2> bei CALCulate und <1...4> bei MARKer sind bei diesem Befehl ohne Bedeutung.

CALCulate<1|2>:MARKer<1...4>:FUNction:DDEM:STATistic:MERRor? <none> | PEAK | ASYM |
RMS | AVG | SDEV |
TPEak

Dieser Befehl fragt die Ergebnisse der Magnitude Fehlermessung der digitalen Demodulation ab. Die ausgegebenen Werte entsprechen den Angaben bei der Auswahl von Modulation Accuracy (Softkey SYMBOLS & MOD ACC).

<none>	Betragsfehler in %rms
PEAK	Betragsfehlermaximum in %pk
ASYM	Symbolnummer, bei der das Betragsfehlermaximum aufgetreten ist
RMS	Betragsfehler in %, quadratisch gemittelt über mehrere Sweeps
AVG	Betragsfehler %, linear gemittelt über mehrere Sweeps
SDEV	Standardabweichung Betragsfehler in %
TPEak	Extremwert aller Betragsfehlermaxima

Beispiel: " :CALC:MARK:FUNC:DDEM:STAT:MERR? PEAK" 'fragt das Betragsfehlermaximum ab

Eigenschaften: *RST-Wert: -
SCPI: gerätespezifisch

Die numerischen Suffixe <1|2> bei CALCulate und <1...4> bei MARKer sind bei diesem Befehl ohne Bedeutung.

CALCulate<1|2>:MARKer<1...4>:FUNction:DDEM:STATistic:MPOWER? <none> | PEAK | ASYM |
RMS | AVG | SDEV |
TPEak

Dieser Befehl fragt die Ergebnisse der Leistungsmessung (mittlere Leistung) der digitalen Demodulation ab. Die ausgegebenen Werte entsprechen den Angaben bei der Auswahl von Modulation Accuracy (Softkey SYMBOLS & MOD ACC).

<none>	Leistung in dBm
PEAK	Leistungsmaximum in dBm
ASYM	Symbolnummer, bei der das Leistungsmaximum aufgetreten ist
RMS	Leistung in dBm, quadratisch gemittelt über mehrere Sweeps
AVG	Leistung in dBm, linear gemittelt über mehrere Sweeps
SDEV	Standardabweichung der Leistung in dBm
TPEak	Extremwert aller Leistungen

Beispiel: " :CALC:MARK:FUNC:DDEM:STAT:MPOW? PEAK" 'fragt das Leistungsmaximum ab

Eigenschaften: *RST-Wert: -
SCPI: gerätespezifisch

Die numerischen Suffixe <1|2> bei CALCulate und <1...4> bei MARKer sind bei diesem Befehl ohne Bedeutung.

CALCulate<1|2>:MARKer<1...4>:FUNction:DDEM:STATistic:OOffset? <none> | RMS | AVG | SDEV

Dieser Befehl fragt die Ergebnisse der Origin Offset-Fehlermessung der digitalen Demodulation ab. Die ausgegebenen Werte entsprechen den Angaben bei der Auswahl von Modulation Accuracy (Softkey SYMBOLS & MOD ACC). Bei FSK-Demodulation ist dieser Befehl nicht verfügbar.

<none>	Offsetfehler in dB
RMS	Offsetfehler in dB, quadratisch gemittelt über mehrere Sweeps
AVG	Offsetfehler in dB, linear gemittelt über mehrere Sweeps
SDEV	Standardabweichung Offsetfehler

Hinweis: *Beim FSE wurde statt des Origin Offsets der IQ-Offset berechnet. Der Zusammenhang ist: Origin Offset = 20 * log(IQ-Offset)*

Beispiel: " :DDEM:FORM MSK" 'Modulationsart MSK
" :CALC:MARK:FUNC:DDEM:STAT:OOff?" 'fragt den Origin Offsetfehler ab

Eigenschaften: *RST-Wert: -
SCPI: gerätespezifisch

Die numerischen Suffixe bei CALCulate und MARKer sind bei diesem Befehl ohne Bedeutung.

CALCulate<1|2>:MARKer<1...4>:FUNction:DDEM:STATistic:PERRor? <none> | PEAK | ASYM | RMS | AVG | SDEV | TPEak

Dieser Befehl fragt die Ergebnisse der Phasen-Fehlermessung der digitalen Demodulation ab. Die ausgegebenen Werte entsprechen den Angaben bei der Auswahl von Modulation Accuracy (Softkey SYMBOLS & MOD ACC).

<none>	Phasenfehler in deg
PEAK	Phasenfehlermaximum in deg
ASYM	Symbolnummer, bei der das Phasenfehlermaximum aufgetreten ist
RMS	Phasenfehler in deg, quadratisch gemittelt über mehrere Sweeps
AVG	Phasenfehler in deg, linear gemittelt über mehrere Sweeps
SDEV	Standardabweichung Phasenfehler deg
TPEak	Extremwert aller Phasenfehlermaxima

Bei FSK-Demodulation ist dieser Befehl nicht verfügbar.

Beispiel: " :DDEM:FORM MSK" 'Modulationsart MSK
" :CALC:MARK:FUNC:DDEM:STAT:PERR?" 'fragt den Phasenfehler ab

Eigenschaften: *RST-Wert: -
SCPI: gerätespezifisch

Die numerischen Suffixe <1|2> bei CALCulate und <1...4> bei MARKer sind bei diesem Befehl ohne Bedeutung.

CALCulate<1|2>:MARKer<1...4>:FUNction:DDEM:STATistic:PLERror? <none> | RMS | AVG | SDEV

Dieser Befehl fragt die Ergebnisse der Pilot Level-Fehlermessung der digitalen Demodulation ab. Die ausgegebenen Werte entsprechen den Angaben bei der Auswahl von Modulation Accuracy (Softkey SYMBOLS & MOD ACC).

<none>	Pilot Level-Fehler
RMS	Pilot Level-Fehler, quadratisch gemittelt über mehrere Sweeps
AVG	Pilot Level-Fehler, linear gemittelt über mehrere Sweeps
SDEV	Standardabweichung Pilot Level-Fehler

Der Befehl ist nur bei VSB-Modulation verfügbar.

Beispiel: " :DDEM:FORM VSB" 'Modulationsart VSB
" :CALC:MARK:FUNC:DDEM:STAT:PLER?" 'fragt den Pilot Level-Fehler ab

Eigenschaften: *RST-Wert: -
SCPI: gerätespezifisch

Die numerischen Suffixe bei CALCulate und bei MARKer sind bei diesem Befehl ohne Bedeutung.

CALCulate<1|2>:MARKer<1...4>:FUNction:STATistic:QERRor? <none> | RMS | AVG | SDEV

Dieser Befehl fragt die Ergebnisse der Quadratur-Fehlermessung der digitalen Demodulation ab. Die ausgegebenen Werte entsprechen den Angaben bei der Auswahl von Modulation Accuracy (Softkey SYMBOLS & MOD ACC).

<none>	Quadrature Error Imbalance in %
RMS	Quadrature Error Imbalance in %, quadratisch gemittelt über mehrere Sweeps
AVG	Quadrature Error Imbalance in %, linear gemittelt über mehrere Sweeps
SDEV	Standardabweichung Quadrature Error

Bei FSK-Demodulation ist dieser Befehl nicht verfügbar!

Beispiel: " :DDEM:FORM MSK" 'Modulationsart MSK
" :CALC:MARK:FUNC:DDEM:STAT:QERR?" 'fragt den Quadraturfehler ab

Eigenschaften: *RST-Wert: -
SCPI: gerätespezifisch

Die numerischen Suffixe <1|2> bei CALCulate und <1...4> bei MARKer sind bei diesem Befehl ohne Bedeutung.

CALCulate<1|2>:MARKer<1...4>:FUNCTion:SUMMery:MAXimum[:STATe] ON | OFF

Dieser Befehl schaltet die Messung des Betragsmaximums ein bzw. aus.

Beispiel: "CALC:MARK:FUNC:SUMM:MAX ON"

Eigenschaften: *RST-Wert: OFF
SCPI: gerätespezifisch

CALCulate<1|2>:MARKer<1...4>:FUNCTion:SUMMery:MAXimum:RESult?

Dieser Befehl fragt die Ergebnisse der Betragsmaximummessung ab.

Beispiel: "CALC:MARK:FUNC:SUMM:MAX:RES?"

Eigenschaften: *RST-Wert: -
SCPI: gerätespezifisch

Dieser Befehl ist nur eine Abfrage und hat daher keinen *RST-Wert.

CALCulate<1|2>:MARKer<1...4>:FUNCTion:SUMMery:MAXimum:AVERage:RESult?

Dieser Befehl fragt die Ergebnisse der Betragsmaximummessung bei eingeschalteter Mittelwertberechnung ab (. . :SUMMery:AVERage ON).

Beispiel: "CALC:MARK:FUNC:SUMM:MAX:AVER:RES?"

Eigenschaften: *RST-Wert: -
SCPI: gerätespezifisch

Dieser Befehl ist nur eine Abfrage und hat daher keinen *RST-Wert.

CALCulate<1|2>:MARKer<1...4>:FUNCTion:SUMMery:MAXimum:PHOLd:RESult?

Dieser Befehl fragt die Ergebnisse der Betragsmaximummessung bei eingeschalteter Peak Hold - Funktion ab (. . :SUMMery:PHOLd ON).

Beispiel: "CALC:MARK:FUNC:SUMM:MAX:PHOL:RES?"

Eigenschaften: *RST-Wert: -
SCPI: gerätespezifisch

Dieser Befehl ist nur eine Abfrage und hat daher keinen *RST-Wert.

CALCulate<1|2>:MARKer<1...4>:FUNCTion:SUMMery:PPEak[:STATe] ON | OFF

Dieser Befehl schaltet die Messung des positiven Spitzenwertes im ausgewählten Messfenster ein bzw. aus. Die Funktion ist von der Markerauswahl unabhängig, d.h., das Numeric Suffix <1...4> bei MARKer ist ohne Bedeutung.. Sie ist nur im Zeitbereich (Span = 0) verfügbar.

Beispiel: "CALC:MARK:FUNC:SUMM:PPE ON" 'schaltet die Funktion in Screen A ein.

Eigenschaften: *RST-Wert: OFF
SCPI: gerätespezifisch

CALCulate<1|2>:MARKer<1...4>:FUNction:SUMMery:PPEak:RESult?

Dieser Befehl fragt das Ergebnis der positiven Spitzenwertmessung im ausgewählten Messfenster ab. Die Messung wird ggf. vorher eingeschaltet. Die Funktion ist von der Markerauswahl unabhängig, d.h., der Suffix <1...4> bei MARKer ist ohne Bedeutung. Sie ist nur im Zeitbereich (Span = 0) verfügbar.

Um ein gültiges Abfrageergebnis zu erhalten muss zwischen Einschalten der Funktion und Abfrage des Messwertes ein kompletter Sweep mit Synchronisierung auf das Sweep-Ende durchgeführt worden sein. Dies ist nur im Single Sweep-Betrieb möglich.

Beispiel:

"INIT:CONT OFF"	'schaltet auf Single Sweep-Betrieb um
"CALC:MARK:FUNC:SUMM:PPE ON"	'schaltet die Funktion in Screen A ein
"INIT;*WAI"	'startet einen Sweep und wartet auf das Ende
"CALC:MARK:FUNC:SUMM:PPE:RES?"	'gibt das Messergebnis von Screen A aus.

Eigenschaften: *RST-Wert: -
SCPI: gerätespezifisch

Dieser Befehl ist nur eine Abfrage und hat daher keinen *RST-Wert.

CALCulate<1|2>:MARKer<1...4>:FUNction:SUMMery:PPEak:AVERage:RESult?

Dieser Befehl fragt das Ergebnis der gemittelten positiven Spitzenwertmessung im ausgewählten Messfenster ab. Die Abfrage ist nur bei aktiver Mittelwertbildung möglich. Die Funktion ist von der Markerauswahl unabhängig, d.h., das Suffix <1..4> bei Marker ist ohne Bedeutung. Sie ist nur im Zeitbereich (Span = 0) verfügbar.

Um ein gültiges Abfrageergebnis zu erhalten muss zwischen Einschalten der Funktion und Abfrage des Messwertes ein kompletter Sweep mit Synchronisierung auf das Sweep-Ende durchgeführt worden sein. Dies ist nur im Single Sweep-Betrieb möglich.

Beispiel:

"INIT:CONT OFF"	'schaltet auf Single Sweep-Betrieb um
"CALC:MARK:FUNC:SUMM:PPE ON"	'schaltet die Funktion in Screen A ein
"CALC:MARK:FUNC:SUMM:AVER ON"	'schaltet die Mittelwertbildung in Screen A ein
"INIT;*WAI"	'startet einen Sweep und wartet auf das Ende
"CALC:MARK:FUNC:SUMM:PPE:AVER:RES?"	'gibt das Messergebnis von Screen A aus.

Eigenschaften: *RST-Wert: -
SCPI: gerätespezifisch

Dieser Befehl ist nur eine Abfrage und hat daher keinen *RST-Wert.

CALCulate<1|2>:MARKer<1...4>:FUNction:SUMMary:PPEak:PHOLd:RESult?

Dieser Befehl fragt den Maximalwert der positiven Spitzenwertmessung im ausgewählten Messfenster ab. Die Abfrage ist nur bei aktiver Peak Hold Funktion möglich. Die Funktion ist von der Markerauswahl unabhängig, d.h., das Numeric Suffix <1...4> bei :MARKer ist ohne Bedeutung. Sie ist nur im Zeitbereich (Span = 0) verfügbar.

Um ein gültiges Abfrageergebnis zu erhalten muss zwischen Einschalten der Funktion und Abfrage des Messwertes ein kompletter Sweep mit Synchronisierung auf das Sweep-Ende durchgeführt worden sein. Dies ist nur im Single Sweep-Betrieb möglich.

Beispiel:

"INIT:CONT OFF"	'schaltet auf Single Sweep-Betrieb um
"CALC:MARK:FUNC:SUMM:PPE ON"	'schaltet die Funktion in Screen A ein
"CALC:MARK:FUNC:SUMM:PHOL ON"	'schaltet die Maximalwertbildung in Screen A ein
"INIT;*WAI"	'startet einen Sweep und wartet auf das Ende
"CALC:MARK:FUNC:SUMM:PPE:PHOL:RES?"	'gibt das Messergebnis von Screen A aus.

Eigenschaften: *RST-Wert: -
SCPI: gerätespezifisch

Dieser Befehl ist nur eine Abfrage und hat daher keinen *RST-Wert.

CALCulate<1|2>:MARKer<1...4>:FUNction:SUMMary:MPEak[:STATe] ON | OFF

Dieser Befehl schaltet die Messung des negativen Spitzenwertes ein bzw. aus.

Beispiel: "CALC:MARK:FUNC:SUMM:MPE ON"

Eigenschaften: *RST-Wert: OFF
SCPI: gerätespezifisch

CALCulate<1|2>:MARKer<1...4>:FUNction:SUMMary:MPEak:RESult?

Dieser Befehl fragt die Ergebnisse der negativen Spitzenwertmessung ab.

Beispiel: "CALC:MARK:FUNC:SUMM:MPE:RES?"

Eigenschaften: *RST-Wert: -
SCPI: gerätespezifisch

Dieser Befehl ist nur eine Abfrage und hat daher keinen *RST-Wert.

CALCulate<1|2>:MARKer<1...4>:FUNction:SUMMary:MPEak:AVERage:RESult?

Dieser Befehl fragt die Ergebnisse der negativen Spitzenwertmessung bei eingeschalteter Mittelwertberechnung ab (. . :SUMMary:AVERage ON).

Beispiel: "CALC:MARK:FUNC:SUMM:MPE:AVER:RES?"

Eigenschaften: *RST-Wert: -
SCPI: gerätespezifisch

Dieser Befehl ist nur eine Abfrage und hat daher keinen *RST-Wert.

CALCulate<1|2>:MARKer<1...4>:FUNction:SUMMary:MPEak:PHOLd:RESult?

Dieser Befehl fragt die Ergebnisse der negativen Spitzenwertmessung bei eingeschalteter Peak Hold - Funktion ab (. . . :SUMMary:PHOLd ON).

Beispiel: "CALC:MARK:FUNC:SUMM:MPE:PHOL:RES?"

Eigenschaften: *RST-Wert: -
SCPI: gerätespezifisch

Dieser Befehl ist nur eine Abfrage und hat daher keinen *RST-Wert.

CALCulate<1|2>:MARKer<1...4>:FUNction:SUMMary:MIDDle[:STATe] ON | OFF

Dieser Befehl schaltet die Messung des arithmetischen Mittels aus positivem und negativem Spitzenwert ein bzw. aus.

Beispiel: "CALC:MARK:FUNC:SUMM:MIDD ON"

Eigenschaften: *RST-Wert: OFF
SCPI: gerätespezifisch

CALCulate<1|2>:MARKer<1...4>:FUNction:SUMMary:MIDDle:RESult?

Dieser Befehl fragt die Ergebnisse der Messung des arithmetischen Mittelwertes aus positivem und negativem Spitzenwert ab.

Beispiel: "CALC:MARK:FUNC:SUMM:MIDD:RES? "

Eigenschaften: *RST-Wert: -
SCPI: gerätespezifisch

Dieser Befehl ist nur eine Abfrage und hat daher keinen *RST-Wert.

CALCulate<1|2>:MARKer<1...4>:FUNction:SUMMary:MIDDle:AVERage:RESult?

Dieser Befehl fragt die Ergebnisse der Messung des arithmetischen Mittelwertes aus positivem und negativem Spitzenwert bei eingeschalteter Mittelwertberechnung ab (. . . :SUMMary:AVERage ON).

Beispiel: "CALC:MARK:FUNC:SUMM:MIDD:AVER:RES?"

Eigenschaften: *RST-Wert: -
SCPI: gerätespezifisch

Dieser Befehl ist nur eine Abfrage und hat daher keinen *RST-Wert.

CALCulate<1|2>:MARKer<1...4>:FUNction:SUMMary:MIDDle:PHOLd:RESult?

Dieser Befehl fragt die Ergebnisse der Messung des arithmetischen Mittelwertes aus positivem und negativem Spitzenwert bei eingeschalteter Peak Hold - Funktion ab (. . . :SUMMary:PHOLd ON).

Beispiel: "CALC:MARK:FUNC:SUMM:MIDD:PHOL:RES?"

Eigenschaften: *RST-Wert: -
SCPI: gerätespezifisch

Dieser Befehl ist nur eine Abfrage und hat daher keinen *RST-Wert.

CALCulate<1|2>:MARKer<1...4>:FUNction:SUMMary:RMS[:STATe] ON | OFF

Dieser Befehl schaltet die Messung des Effektivwerts der gesamten Messkurve im ausgewählten Messfenster ein bzw. aus. Die Funktion ist von der Markerauswahl unabhängig, d.h., das Numeric Suffix <1...4> bei :MARKer ist ohne Bedeutung. Sie ist nur im Zeitbereich (Span = 0) verfügbar.

Beispiel: "CALC2:MARK:FUNC:SUM:RMS ON" 'schaltet die Funktion in Screen B ein.

Eigenschaften: *RST-Wert: OFF
SCPI: gerätespezifisch

CALCulate<1|2>:MARKer<1...4>:FUNction:SUMMary:RMS:RESult?

Dieser Befehl fragt die Ergebnisse der Effektivwertmessung im ausgewählten Messfenster ab. Sofern nötig wird die Messfunktion vorher eingeschaltet. Die Funktion ist von der Markerauswahl unabhängig, d.h., das Numeric Suffix <1...4> bei :MARKer ist ohne Bedeutung. Sie ist nur im Zeitbereich (Span = 0) verfügbar.

Um ein gültiges Abfrageergebnis zu erhalten muss zwischen Einschalten der Funktion und Abfrage des Messwertes ein kompletter Sweep mit Synchronisierung auf das Sweep-Ende durchgeführt worden sein. Dies ist nur im Single Sweep-Betrieb möglich.

Beispiel: "INIT:CONT OFF" 'schaltet auf Single Sweep-Betrieb um
"CALC:MARK:FUNC:SUMM:RMS ON" 'schaltet die Funktion in Screen A ein
"INIT;*WAI" 'startet einen Sweep und wartet auf das Ende
"CALC:MARK:FUNC:SUMM:RMS:RES?" 'gibt das Messergebnis von Screen A aus.

Eigenschaften: *RST-Wert: -
SCPI: gerätespezifisch

Dieser Befehl ist nur eine Abfrage und hat daher keinen *RST-Wert.

CALCulate<1|2>:MARKer<1...4>:FUNction:SUMMary:RMS:AVERage:RESult?

Dieser Befehl fragt das Ergebnis der gemittelten Effektivwertmessung im ausgewählten Messfenster ab. Die Abfrage ist nur bei aktiver Mittelwertbildung möglich. Die Funktion ist von der Markerauswahl unabhängig, d.h., das Numeric Suffix <1...4> bei :MARKer ist ohne Bedeutung. Sie ist nur im Zeitbereich (Span = 0) verfügbar.

Um ein gültiges Abfrageergebnis zu erhalten muss zwischen Einschalten der Funktion und Abfrage des Messwertes ein kompletter Sweep mit Synchronisierung auf das Sweep-Ende durchgeführt worden sein. Dies ist nur im Single Sweep-Betrieb möglich.

Beispiel: "INIT:CONT OFF" 'schaltet auf Single Sweep-Betrieb um
"CALC:MARK:FUNC:SUMM:RMS ON" 'schaltet die Funktion in Screen A ein
"CALC:MARK:FUNC:SUMM:AVER ON" 'schaltet die Mittelwertbildung in Screen A ein
"INIT;*WAI" 'startet einen Sweep und wartet auf das Ende
"CALC:MARK:FUNC:SUMM:RMS:AVER:RES?" 'gibt das Messergebnis von Screen A aus.

Eigenschaften: *RST-Wert: -
SCPI: gerätespezifisch

Dieser Befehl ist nur eine Abfrage und hat daher keinen *RST-Wert.

CALCulate<1|2>:MARKer<1...4>:FUNction:SUMMary:RMS:PHOLd:RESult?

Dieser Befehl fragt den Maximalwert der Effektivwertmessung im ausgewählten Messfenster ab. Die Abfrage ist nur bei aktiver Peak Hold Funktion möglich. Die Funktion ist von der Markerauswahl unabhängig, d.h., das Numeric Suffix <1...4> bei :MARKer ist ohne Bedeutung. Sie ist nur im Zeitbereich (Span = 0) verfügbar.

Um ein gültiges Abfrageergebnis zu erhalten muss zwischen Einschalten der Funktion und Abfrage des Messwertes ein kompletter Sweep mit Synchronisierung auf das Sweep-Ende durchgeführt worden sein. Dies ist nur im Single Sweep-Betrieb möglich.

Beispiel:

"INIT:CONT OFF"	'schaltet auf Single Sweep-Betrieb um
"CALC:MARK:FUNC:SUMM:RMS ON"	'schaltet die Funktion in Screen A ein
"CALC:MARK:FUNC:SUMM:PHOL ON"	'schaltet die Maximalwertbildung in Screen A ein
"INIT;*WAI"	'startet einen Sweep und wartet auf das Ende
"CALC:MARK:FUNC:SUMM:RMS:PHOL:RES?"	'gibt das Messergebnis von Screen A aus.

Eigenschaften: *RST-Wert: -
SCPI: gerätespezifisch

Dieser Befehl ist nur eine Abfrage und hat daher keinen *RST-Wert.

CALCulate<1|2>:MARKer<1...4>:FUNction:SUMMary:MEAN[:STATe] ON | OFF

Dieser Befehl schaltet die Messung des Mittelwerts der gesamten Messkurve im ausgewählten Messfenster ein bzw. aus. Die Funktion ist von der Markerauswahl unabhängig, d.h., das Numeric Suffix <1...4> bei :MARKer ist ohne Bedeutung. Sie ist nur im Zeitbereich (Span = 0) verfügbar.

Hinweis: Die Messung wird auf dem Trace durchgeführt, auf dem Marker 1 sitzt. Um einen anderen Trace auszuwerten, muss Marker 1 mittels `CALCulate:MARKer:TRACE 1|2|3` auf einen anderen Trace gesetzt werden.

Beispiel: "CALC:MARK:FUNC:SUMM:MEAN ON" 'schaltet die Funktion in Screen A ein.

Eigenschaften: *RST-Wert: OFF
SCPI: gerätespezifisch

CALCulate<1|2>:MARKer<1...4>:FUNction:SUMMary:MEAN:RESult?

Dieser Befehl fragt die Ergebnisse der Mittelwertmessung im ausgewählten Messfenster ab. Sofern nötig wird die Messfunktion vorher eingeschaltet. Die Funktion ist von der Markerauswahl unabhängig, d.h., das Numeric Suffix <1...4> bei :MARKer ist ohne Bedeutung. Sie ist nur im Zeitbereich (Span = 0) verfügbar.

Um ein gültiges Abfrageergebnis zu erhalten muss zwischen Einschalten der Funktion und Abfrage des Messwertes ein kompletter Sweep mit Synchronisierung auf das Sweep-Ende durchgeführt worden sein. Dies ist nur im Single Sweep-Betrieb möglich.

Beispiel:

"INIT:CONT OFF"	'schaltet auf Single Sweep-Betrieb um
"CALC:MARK:FUNC:SUMM:MEAN ON"	'schaltet die Funktion in Screen A ein
"INIT;*WAI"	'startet einen Sweep und wartet auf das Ende
"CALC:MARK:FUNC:SUMM:MEAN:RES?"	'gibt das Messergebnis von Screen A aus.

Eigenschaften: *RST-Wert: -
SCPI: gerätespezifisch

Dieser Befehl ist nur eine Abfrage und hat daher keinen *RST-Wert.

CALCulate<1|2>:MARKer<1...4>:FUNction:SUMMary:MEAN:AVERage:RESult?

Dieser Befehl fragt das Ergebnis der über mehrere Sweeps gemittelten Mittelwertmessung im ausgewählten Messfenster ab. Die Abfrage ist nur bei aktiver Mittelwertbildung möglich. Die Funktion ist von der Markerauswahl unabhängig, d.h., das Numeric Suffix <1...4> bei :MARKer ist ohne Bedeutung. Sie ist nur im Zeitbereich (Span = 0) verfügbar.

Um ein gültiges Abfrageergebnis zu erhalten muss zwischen Einschalten der Funktion und Abfrage des Messwertes ein kompletter Sweep mit Synchronisierung auf das Sweep-Ende durchgeführt worden sein. Dies ist nur im Single Sweep-Betrieb möglich.

Beispiel:

"INIT:CONT OFF"	'schaltet auf Single Sweep-Betrieb um
"CALC:MARK:FUNC:SUMM:MEAN ON"	'schaltet die Funktion in Screen A ein
"CALC:MARK:FUNC:SUMM:AVER ON"	'schaltet die Mittelwertbildung in Screen A ein
"INIT;*WAI"	'startet einen Sweep und wartet auf das Ende
"CALC:MARK:FUNC:SUMM:MEAN:AVER:RES?"	'gibt das Messergebnis von Screen A aus.

Eigenschaften: *RST-Wert: -
SCPI: gerätespezifisch

Dieser Befehl ist nur eine Abfrage und hat daher keinen *RST-Wert.

CALCulate<1|2>:MARKer<1...4>:FUNction:SUMMary:MEAN:PHOLd:RESult?

Dieser Befehl fragt den über mehrere Sweeps ermittelten Maximalwert der Mittelwertmessung im ausgewählten Messfenster ab. Die Abfrage ist nur bei aktiver Peak Hold Funktion möglich. Die Funktion ist von der Markerauswahl unabhängig, d.h., das Numeric Suffix <1...4> bei :MARKer ist ohne Bedeutung. Sie ist nur im Zeitbereich (Span = 0) verfügbar.

Um ein gültiges Abfrageergebnis zu erhalten muss zwischen Einschalten der Funktion und Abfrage des Messwertes ein kompletter Sweep mit Synchronisierung auf das Sweep-Ende durchgeführt worden sein. Dies ist nur im Single Sweep-Betrieb möglich.

Beispiel:

"INIT:CONT OFF"	'schaltet auf Single Sweep-Betrieb um
"CALC:MARK:FUNC:SUMM:MEAN ON"	'schaltet die Funktion in Screen A ein
"CALC:MARK:FUNC:SUMM:PHOL ON"	'schaltet die Maximalwertbildung in Screen A ein
"INIT;*WAI"	'startet einen Sweep und wartet auf das Ende
"CALC:MARK:FUNC:SUMM:MEAN:PHOL:RES?"	'gibt das Messergebnis von Screen A aus.

Eigenschaften: *RST-Wert: -
SCPI: gerätespezifisch

Dieser Befehl ist nur eine Abfrage und hat daher keinen *RST-Wert.

CALCulate<1|2>:MARKer<1...4>:FUNction:SUMMery:SDEVIation[:STATe] ON | OFF

Dieser Befehl schaltet die Messung der Standardabweichung der gesamten Messkurve im angegebenen Messfenster ein bzw. aus. Der Befehl ist unabhängig von der Auswahl eines Markers, d.h., das Numeric Suffix <1...4> bei :MARKer ist ohne Bedeutung. Er ist nur im Zeitbereich (Span = 0) verfügbar. Beim Einschalten der Messung wird die Mean Power-Messung ebenfalls eingeschaltet.

Beispiel: "CALC2:MARK:FUNC:SUMM:SDEV ON" 'schaltet die Messung der Standardabweichung in Screen B ein.

Eigenschaften: *RST-Wert: OFF
SCPI: gerätespezifisch

CALCulate<1|2>:MARKer<1...4>:FUNction:SUMMery:SDEVIation:RESult?

Dieser Befehl fragt die Ergebnisse der Messung der Standardabweichung ab. Die Funktion ist von der Markerauswahl unabhängig, d.h., das Numeric Suffix <1...4> bei :MARKer ist ohne Bedeutung. Sie ist nur im Zeitbereich (Span = 0) verfügbar.

Um ein gültiges Abfrageergebnis zu erhalten muss zwischen Einschalten der Funktion und Abfrage des Messwertes ein kompletter Sweep mit Synchronisierung auf das Sweep-Ende durchgeführt worden sein. Dies ist nur im Single Sweep-Betrieb möglich.

Beispiel: "INIT:CONT OFF" 'schaltet auf Single Sweep-Betrieb um
"CALC:MARK:FUNC:SUMM:SDEV ON" 'schaltet die Funktion in Screen A ein
"INIT;*WAI" 'startet einen Sweep und wartet auf das Ende
"CALC:MARK:FUNC:SUMM:SDEV:RES?" 'gibt das Messergebnis von Screen A aus.

Eigenschaften: *RST-Wert: -
SCPI: gerätespezifisch

Dieser Befehl ist nur eine Abfrage und hat daher keinen *RST-Wert.

CALCulate<1|2>:MARKer<1...4>:FUNction:SUMMery:SDEVIation:AVERage:RESult?

Dieser Befehl fragt das Ergebnis der über mehrere Sweeps gemittelten Standardabweichung im ausgewählten Messfenster ab. Die Abfrage ist nur bei aktiver Mittelwertbildung möglich. Die Funktion ist von der Markerauswahl unabhängig, d.h., das Numeric Suffix <1...4> bei :MARKer ist ohne Bedeutung. Sie ist nur im Zeitbereich (Span = 0) verfügbar.

Um ein gültiges Abfrageergebnis zu erhalten muss zwischen Einschalten der Funktion und Abfrage des Messwertes ein kompletter Sweep mit Synchronisierung auf das Sweep-Ende durchgeführt worden sein. Dies ist nur im Single Sweep-Betrieb möglich.

Beispiel: "INIT:CONT OFF" 'schaltet auf Single Sweep-Betrieb um
"CALC:MARK:FUNC:SUMM:SDEV ON" 'schaltet die Funktion in Screen A ein
"CALC:MARK:FUNC:SUMM:AVER ON" 'schaltet die Mittelwertbildung in Screen A ein
"INIT;*WAI" 'startet einen Sweep und wartet auf das Ende
"CALC:MARK:FUNC:SUMM:MEAN:SDEV:RES?" 'gibt das Messergebnis von Screen A aus.

Eigenschaften: *RST-Wert: -
SCPI: gerätespezifisch

Dieser Befehl ist nur eine Abfrage und hat daher keinen *RST-Wert.

CALCulate<1|2>:MARKer<1...4>:FUNction:SUMMary:SDEViation:PHOLd:RESult?

Dieser Befehl fragt den über mehrere Sweeps ermittelten Maximalwert der Standardabweichung im ausgewählten Messfenster ab. Die Abfrage ist nur bei aktiver Peak Hold Funktion möglich. Die Funktion ist von der Markerauswahl unabhängig, d.h., das Numeric Suffix <1...4> bei :MARKer ist ohne Bedeutung. Sie ist nur im Zeitbereich (Span = 0) verfügbar.

Um ein gültiges Abfrageergebnis zu erhalten muss zwischen Einschalten der Funktion und Abfrage des Messwertes ein kompletter Sweep mit Synchronisierung auf das Sweep-Ende durchgeführt worden sein. Dies ist nur im Single Sweep-Betrieb möglich.

Beispiel:

"INIT:CONT OFF"	'schaltet auf Single Sweep-Betrieb um
"CALC:MARK:FUNC:SUMM:SDEV ON"	'schaltet die Funktion in Screen A ein
"CALC:MARK:FUNC:SUMM:PHOL ON"	'schaltet die Maximalwertbildung in Screen A ein
"INIT;*WAI"	'startet einen Sweep und wartet auf das Ende
"CALC:MARK:FUNC:SUMM:SDEV:PHOL:RES?"	'gibt das Messergebnis von Screen A aus.

Eigenschaften: *RST-Wert: -
SCPI: gerätespezifisch

Dieser Befehl ist nur eine Abfrage und hat daher keinen *RST-Wert.

CALCulate<1|2>:MARKer<1 ... 4>:X:CONVersion:ABSolute?

Dieser Befehl gibt die absolute X-Markerposition für die AM & PM Conversion-Messung zurück. Der Wert wird in dBm zurückgegeben. Diese Funktion ist nur für Marker 1 verfügbar.

Beispiel: "CALC1:MARK1:X:CONV?" 'Gibt die absolute horizontale Markerposition zurück.

Eigenschaften: *RST-Wert: -
SCPI: gerätespezifisch

CALCulate:STATistics - Subsystem

Das CALCulate:STATistics - Subsystem steuert die statistischen Messfunktionen im Gerät. Die Auswahl des Messfensters ist bei diesen Messfunktionen nicht möglich. Dementsprechend wird das numerische Suffix bei CALCulate ignoriert.

BEFEHL	PARAMETER	EINHEIT	KOMMENTAR
CALCulate :STATistics :CCDF [:STATe] :SCALe :X :BCOunt	<Boolean> <numeric_value>		

CALCulate:STATistics:CCDF[:STATe] ON | OFF

Dieser Befehl schaltet die Messung der statistischen Verteilung der MAGNITUDE ein bzw. aus.

Beispiel: ":CALC:STAT:CCDF ON" 'schaltet die STATISTIC Messungen ein.

Eigenschaften: *RST-Wert: OFF
 SCPI: gerätespezifisch

CALCulate:STATistics:SCALe:X:BCOunt <numeric_value>

Dieser Befehl definiert die Anzahl der Balken bei Statistikfunktionen. .

Beispiel: ":CALC:STAT:SCAL:X:BCO 10" 'legt die Anzahl der Balken auf 10 fest.

Eigenschaften: *RST-Wert: 101
 SCPI: gerätespezifisch

CALCulate:TRACe - Subsystem

Das CALCulate:TRACe-Subsystem definiert die Darstellung des Traces innerhalb des Messfensters

BEFEHL	PARAMETER	EINHEIT	KOMMENTAR
CALCulate<1 2> :TRACe<1..3> :ADJust :ALIGnment :VALue :OFFSet	AUTO TRIGger BURSt PATTern LEFT CENTer RIGHT <numeric_value> <numeric_value>	 % SYM	

CALCulate<1|2>:TRACe<1..3>:ADJust AUTO | TRIGGer | BURSt | PATTern

Dieser Befehl legt den Bezugspunkt für die Anzeige fest.

Parameter: AUTO es wird eine bestmögliche Auswahl von Bezug und Alignment getroffen
TRIGger Bezugspunkt ist der Triggerzeitpunkt
BURSt Bezugspunkt ist der Burst

Beispiel: ":CALC:TRAC:ADJ TRIG" 'legt als Bezugspunkt den Triggerzeitpunkt fest

Eigenschaften: *RST-Wert: AUTO
SCPI: gerätespezifisch

CALCulate<1|2>:TRACe<1..3>:ADJust:ALIGnment LEFT | CENTer | RIGHT

Dieser Befehl legt fest, wo das relevante Ereignis (Bezugspunkt) im Diagramm zu sehen ist.

Parameter: LEFT der Bezugspunkt wird am linken Rand des Diagramms dargestellt
CENTER der Bezugspunkt wird in der Mitte des Diagramms dargestellt
RIGHT der Bezugspunkt wird am rechten Rand des Diagramms dargestellt

Beispiel: ":CALC:TRAC:ADJ:ALIG LEFT" 'legt fest, dass der Bezugspunkt am linken Rand dargestellt wird

Eigenschaften: *RST-Wert: CENTER
SCPI: gerätespezifisch

CALCulate<1|2>:TRACe<1..3>:ADJust:ALIGnment:VALue 0 ... 100%

Dieser Befehl erlaubt eine Verschiebung des Bezugspunktes im angezeigten Bereich. Die Einstellung erfolgt prozentual als Verhältnis des Darstellbereichs. Dieser ist auf 0% (linker Rand) und 100% (rechter Rand) normiert. Bei einer Änderung der Result Length bleibt die prozentuale Angabe gültig, der absolute Wert in Symbolen für diese Verschiebung ändert sich entsprechend.

Beispiel: ":CALC:TRAC:ADJ:ALIG:VAL 50" 'verschiebt die Bildschirmdarstellung 'um die Hälfte der RESULT LENGTH 'nach rechts. Der Bezugspunkt ändert 'sich nicht.

Eigenschaften: *RST-Wert: 0
SCPI: gerätespezifisch

CALCulate<1|2>:TRACe<1..3>:ADJust:ALIGnment:OFFset <numeric value>

Dieser Befehl verschiebt den Darstellbereich relativ zum Bezugszeitpunkt um die Anzahl der angegeben Symbole. Die Auflösung ist 1 Symbol. Ein Wert >0 führt zu einer Verschiebung nach rechts, <0 zu einer Verschiebung nach links.

Beispiel: ":CALC:TRAC:ADJ:ALIG:OFF 5" 'verschiebt den Darstellbereich um 5 Symbole nach rechts

Eigenschaften: *RST-Wert: 0
SCPI: gerätespezifisch

CALCulate:UNIT - Subsystem

Das CALCulate:UNIT-Subsystem definiert die Einheiten der Einstellparameter in der Betriebsart Vektoranalyse.

BEFEHL	PARAMETER	EINHEIT	KOMMENTAR
CALCulate<1 2> :X :UNIT :TIME :UNIT :ANGLE :POWER	S SYM DEG RAD DBM V A W DBPW WATT DBUV DBMV VOLT DBUA AMPere DBUV_M DBUA_M		

CALCulate<1|2>:X:UNIT:TIME S | SYM

Dieser Befehl wählt die Einheit für die X-Achse in Sekunden bzw. Symbolen aus.

Beispiel: ":CALC:X:UNIT:TIME S"

Eigenschaften: *RST-Wert: _S
SCPI: gerätespezifisch

CALCulate<1|2>:UNIT:ANGLE DEG | RAD

Dieser Befehl wählt die Einheit für Winkel aus.

Beispiel: ":CALC:UNIT:ANGL DEG"

Eigenschaften: *RST-Wert: RAD
SCPI: gerätespezifisch

CALCulate<1|2>:UNIT:POWER DBM | V | A | W | DBPW | WATT | DBUV | DBMV | VOLT | DBUA | AMPere | DBUV_M | DBUA_M

Dieser Befehl wählt die Einheit für Leistung für das ausgewählte Messfenster aus.

Beispiel: ":CALC:UNIT:POW DBM" 'setzt die Leistungseinheit für Screen A auf dBm

Eigenschaften: *RST-Wert: dBm
SCPI: gerätespezifisch

DISPlay - Subsystem

Das DISPlay-Subsystem steuert die Auswahl und Präsentation von textueller und graphischer Informationen sowie von Messdaten auf dem Bildschirm.

Die Auswahl des Messfensters erfolgt über WINDow1 (SCREEN A) bzw. WINDow2 (SCREEN B).

BEFEHL	PARAMETER	EINHEIT	KOMMENTAR
DISPlay [:WINDow<1 2>] :TRACe<1...3> :X [:SCALe] :PDIVision :RPOSition :RVALue :START? :VOFFset :SYMBOL	<numeric_value> <numeric_value> <numeric_value> <numeric_value> DOTS BARS CROSS OFF	S SYM PCT S SYM SYM	

DISPlay[:WINDow<1|2>]:TRACe<1...3>:X[:SCALe]:PDIVision <numeric_value>

Dieser Befehl bestimmt die Skalierung der X-Achse.

Beispiel: ":DISP:TRAC:X:PDIV 20SYM" "setzt die Skalierung der X-Achse auf 20
'Symbole/DIV

Eigenschaften: *RST-Wert: --
SCPI: gerätespezifisch

Das numerische Suffix bei TRACe<1...3> ist ohne Bedeutung.

DISPlay[:WINDow<1|2>]:TRACe<1...3>:X[:SCALe]:RPOSition 0...100PCT

Dieser Befehl definiert die Position des Referenzwertes für die X-Achse.

Beispiel: ":DISP:TRAC:X:RPOS 30PCT" 'verschiebt den Referenzwert um 30%
'nach links

Eigenschaften: *RST-Wert: --
SCPI: gerätespezifisch

Das numerische Suffix bei TRACe<1...3> ist ohne Bedeutung.

DISPlay[:WINDow<1|2>]:TRACe<1...3>:X[:SCALe]:RVALue <numeric_value>

Dieser Befehl definiert den Referenzwert für die X-Achse des Messdiagramms.

Beispiel: ":DISP:TRAC:X:RVAL 20SYM" 'setzt den Referenzwert auf 20 Symbole.

Eigenschaften: *RST-Wert: 0
SCPI: gerätespezifisch

DISPlay[:WINDow<1|2>]:TRACe<1...3>:X[:SCALe]:STARt?

Dieser Befehl fragt den ersten Wert der X-Achse in Symbols oder Time ab, je nach eingestellter X-Achseneinheit.

Hinweis: Im 'Fit Trace'-Menü (oder mit den CALC:TRAC:ALIG-Befehlen) wird der Burst am Bildschirm verschoben, damit beginnt die X-Achse rechts nicht mehr bei 0 Symbolen, sondern bei einem beliebigen Wert.

Beispiel:

":CALC:TRAC:ADJ BURST"	'legt als Bezug für die Bildschirm-
	'darstellungden Burst fest
":CALC:TRAC:ADJ:ALIG CENT"	'positioniert den Burst in die Mitte des
	'Bildschirms
":DISP:TRAC:X:STAR?"	'fragt den Startwert der X-Achse ab

Eigenschaften: *RST-Wert: -
SCPI: gerätespezifisch

DISPlay[:WINDow<1|2>]:TRACe<1...3>:X[:SCALe]:VOFFset <numeric_value>

Dieser Befehl definiert die Symbolnummerierung für die X-Achse des Messdiagramms. Dieser Wert ist die Symbolnummer am rechten Rand der X-Achse.

Beispiel: ":DISP:TRAC:X:VOFF 20" 'setzt den Wert am rechten Rand der X-Achse 'auf 20 Symbole.

Eigenschaften: *RST-Wert: 0
SCPI: gerätespezifisch

DISPlay[:WINDow<1|2>]:TRACe<1...3>:SYMBol DOTS | BARS | OFF

Dieser Befehl bestimmt die Darstellung der Entscheidungspunkte auf der Messkurve.

Beispiel: ":DISP:WIND1:TRAC:SYMB DOTS" 'legt fest, dass die Entscheidungspunkte mit Punkten dargestellt werden.

Eigenschaften: *RST-Wert: OFF
SCPI: gerätespezifisch

DISPlay[:WINDow<1|2>]:TRACe<1...3>:Y:SPACing LINear | LOGarithmic | LDB

Dieser Befehl schaltet im ausgewählten Messfenster zwischen linearer und logarithmischer Darstellung um. Zusätzlich kann bei linearer Darstellung zwischen Einheit % (Befehl DISP:WIND:TRAC:Y:SPAC LIN) und Einheit dB (Befehl DISP:WIND:TRAC:Y:SPAC LDB) umgeschaltet werden.

Das numerische Suffix bei TRACe<1...3> ist ohne Bedeutung.

Beispiel: ":DISP:WIND1:TRAC:Y:SPAC LIN"

Eigenschaften: *RST-Wert: LOGarithmic
SCPI: konform

FORMat -Subsystem

Das FORMat-Subsystem bestimmt das Datenformat für den Transfer vom und zum Gerät.

BEFEHL	PARAMETER	EINHEIT	KOMMENTAR
:FORMat			
:DATA	ASCIi REAL UINT[,<numeric_value>]		
:DEXPort			
:DSEParator	POINT COMMa		
:HEADer	<Boolean>		
:MODE	RAW TRACe		
:RAW			
:FORMat	ASCIi WAVeform BINary		

FORMat[:DATA] ASCii | REAL | UINT [, 8 | 32]

Dieser Befehl definiert das Datenformat für die Übertragung von Messdaten vom Gerät zum Steuerrechner.

Das Datenformat kann entweder vom Typ ASCii oder REAL bzw. UINT (Unsigned Integer) sein. ASCII-Daten werden im Klartext, durch Kommata getrennt, übertragen, REAL-Daten werden als 32-Bit IEEE 754-Floating Point-Zahlen im "definite length block format" gemäß IEEE 488.2 ausgegeben.

Das Format UINT wird nur in der Betriebsart Vektor-Signalanalyse für die Symboltabelle verwendet.

Die FORMat-Anweisung gilt für die Übertragung von Messdaten in Richtung zum Steuerrechner. Beim Übertragen von Messdaten ins Gerät wird das Datenformat unabhängig von der FORMat-Anweisung automatisch erkannt.

Für die binäre Übertragung von Trace-Daten gelten folgende Format-Grundeinstellungen (siehe auch TRACE:DATA?):

Betriebsart Analyzer: REAL, 32

VSA: UINT, 16 Modulation Accuracy, Symboltabelle
REAL, 32 ansonsten

Hinweis: Bei unzutreffender Format-Angabe erfolgt eine Zahlenkonvertierung, die zu falschen Ergebnissen führen kann.

Beispiel:
"FORM REAL, 32"
"FORM ASC"
"FORM UINT, 8"

Eigenschaften: *RST-Wert: ASCii
SCPI: konform

FORMat:DEXPort:DSEParator POINT | COMMa

Dieser Befehl legt fest, welches Dezimaltrennzeichen (Dezimalpunkt oder Komma) bei der Ausgabe von Messdaten auf Datei im ASCII-Format verwendet wird. Damit werden unterschiedliche Sprachversionen von Auswerteprogrammen (z.B. MS-Excel) unterstützt.

Beispiel: "FORM:DEXP:DSEP POIN 'setzt das Trennzeichen auf Dezimalpunkt

Eigenschaften: *RST-Wert: -- (Grundeinstellung ist POINT, wird durch *RST nicht verändert)
SCPI: gerätespezifisch

FORMat:DEXPort:HEADer ON | OFF

Dieser Befehl legt fest, ob zuerst der Header (Startfrequenz, Sweeptime, Detector usw.) in die Ausgabedatei geschrieben wird oder nur die Messwerte.

Beispiel: "FORM:DEXP:HEAD OFF 'schaltet den Header aus

Eigenschaften: *RST-Wert: ON
SCPI: gerätespezifisch

FORMat:DEXPort:MODE RAW | TRACe

Dieser Befehl legt fest, ob unbehandelte Messdaten oder Trace-Daten in die Ausgabedatei geschrieben werden.

Beispiel: "FORM:DEXP:MODE RAW 'Messdaten werden exportiert

Eigenschaften: *RST-Wert: TRACe
SCPI: gerätespezifisch

FORMat:DEXPort:RAW:FORMat ASCii | WAVeform | BINary

Dieser Befehl definiert das Ausgabeformat der File-Export-Funktion der Rohdaten (DATA RAW). Das Format WAV kann z.B. mit dem Signalgenerator R&S SMIQ oder R&S SMU gelesen werden.

ASCii ASCII-Dateiformat

WAVeform Das WAV-Format kann z. B. von dem Signalgenerator R&S®SMU gelesen werden.

BINary Export der I/Q-Rohdaten sowie der benutzerdefinierten VSA-Parametereinstellungen in einem Binärformat. In diesem Format gespeicherte Dateien können mit Hilfe der Funktion MMEM:LOAD:TRAC geladen werden.
Hinweis: Der für das Speichern von I/Q-Rohdaten benötigte Festplattenspeicher ist abhängig von der spezifizierten RECORD LENGTH.

Beispiel: "FORM:DEXP:MODE RAW 'Auswahl RAW Data Export
"FORM:DEXP:RAW:FORM WAV 'Auswahl Waveform-Format
"MMEM:STOR:TRAC 1, 'D:\rawdat.wv' 'Start Data Export zum File
D:\rawdat.wv

Eigenschaften: *RST-Wert: ASCii
SCPI: gerätespezifisch

INSTrument - Subsystem

Das INSTrument-Subsystem wählt die Betriebsart des Gerätes entweder über Textparametern oder über fest zugeordnete Zahlen aus.

BEFEHL	PARAMETER	EINHEIT	KOMMENTAR
:INSTrument [:SElect] :NSElect	DDEMod SANalyzer 1 2		

INSTrument[:SElect] DDEMod | SANalyzer

Dieser Befehl schaltet zwischen den Betriebsarten durch Eingabe der Bezeichnung der Betriebsart um.

Parameter: DDEMod Betriebsart Vektor-Signalanalyse
SANalyzer Betriebsart Spektrumanalyse

Beispiel: "INST SAN" 'schaltet auf Betriebsart Spektrumanalyse.

Eigenschaften: *RST-Wert: SANalyzer
SCPI: konform

INSTrument:NSElect 1 | 2

Dieser Befehl schaltet zwischen den Betriebsarten über Zahlen um.

Parameter: 2 Betriebsart Vektor-Signalanalyse
1 Betriebsart Spektrumanalyse

Beispiel: "INST:NSEL 1" 'schaltet auf Betriebsart Spektrumanalyse.

Eigenschaften: *RST-Wert: 1
SCPI: konform

MMEMory - Subsystem

BEFEHL	PARAMETER	EINHEIT	KOMMENTAR
MMEMory :LOAD :TRACe :STORe<1 2> :TRACe	1,<file_name> <file_name>		keine Abfrage

MMEMory: LOAD:TRACe 1,<file_name>

Dieser Befehl lädt Dateien mit I/Q-Rohdaten. Der Dateiname enthält dabei Angaben zu Pfad- und Laufwerksnamen. Der Pfadname ist mit den DOS-Konventionen kompatibel. Dieser Befehl ist nur bei Auswahl von Rohdaten in Kombination mit dem Binärformat verfügbar (“:FORM:DEXP:MODE RAW”, “:FORM:DEXP:RAW:FORM BIN”).

Der Befehl benötigt zwei verschiedene Dateien, die mit Hilfe des Befehls MMEM:STOR:TRAC erstellt werden.

<file_name>.VAV VSA-Einstellungen

<file_name>.bin I/Q-Rohdaten

Der Import von I/Q-Rohdaten setzt die Aktivierung des MULTI-Modus voraus (nähere Einzelheiten hierzu unter HOME VSA → MEAS RESULT → CAPTURE BUFFER → ZOOM → MULTI). Dieser Modus wird automatisch mit dem Ladevorgang aktiviert.

<file_name> ::= DOS-Dateiname

Beispiel:

```

:INST:SEL DDEM           'Eingabe VSA-Optionzusätzliche Befehle zur
                          'Konfiguration der Messung und Durchführung
                          einer Messung
:FORM:DEXP:MODE RAW     'Auswahl Rohdaten für den Export
:FORM:DEXP:RAW:FORM BIN 'Auswahl Binärformat
:MMEM:STOR:TRAC 1, 'D:\vsa_raw'
                          'Export von I/Q-Rohdaten in zwei Dateien:
                          'vsa_raw.vav (VSA-Einstellungen) vsa_raw.bin
                          (I/Q-Rohdaten)
*RST
:INST:SEL DDEM           'VSA-Eingabe
:FORM:DEXP:MODE RAW     'Auswahl Rohdaten für den Import
:FORM:DEXP:RAW:FORM BIN 'Auswahl Binärformat
:MMEM:LOAD:TRAC 1, 'D:\vsa_raw'
                          'Import der Dateien mit den I/Q-Rohdaten
                          'vsa_raw.vav (VSA-Einstellungen)
                          'vsa_raw.bin (I/Q-Rohdaten)

```

Eigenschaften: *RST-Wert: -
SCPI: gerätespezifisch

Der Befehl ist ein "Event" und besitzt daher keinen *RST-Wert und keine Abfrage.

MMEMory: STORE:TRACe 1,<file_name>

Dieser Befehl speichert Dateien mit I/Q-Rohdaten. Der Dateiname enthält Angaben zu Pfad- und Laufwerksnamen. Der Pfadname ist mit den DOS-Konventionen kompatibel. Der Befehl ist nur bei Auswahl von Rohdaten in Kombination mit dem Binärformat verfügbar (":FORM:DEXP:MODE RAW", ":FORM:DEXP:RAW:FORM BIN").

<file_name> := DOS-Dateiname

Beispiel:

```

:INST:SEL DDEM           'Eingabe VSA-Optionzusätzliche Befehle zur
                          'Konfiguration der Messung und Durchführung
                          einer Messung
:FORM:DEXP:MODE RAW      'Auswahl Rohdaten für den Export
:FORM:DEXP:RAW:FORM BIN  'Auswahl Binärformat
:MMEM:STOR:TRAC 1, 'D:\vsa_raw'
                          'Export von I/Q-Rohdaten in zwei Dateien:
                          'vsa_raw.vav (VSA-Einstellungen) vsa_raw.bin
                          '(I/Q-Rohdaten)
*RST
:INST:SEL DDEM           'VSA-Eingabe
:FORM:DEXP:MODE RAW      'Auswahl Rohdaten für den Import
:FORM:DEXP:RAW:FORM BIN  'Auswahl Binärformat
:MMEM:LOAD:TRAC 1, 'D:\vsa_raw'
                          'Import der Dateien mit den I/Q-Rohdaten
                          'vsa_raw.vav (VSA-Einstellungen)
                          'vsa_raw.bin (I/Q-Rohdaten)

```

Eigenschaften: *RST-Wert: -
SCPI: gerätespezifisch

Der Befehl ist ein "Event" und besitzt daher keinen *RST-Wert und keine Abfrage.

SENSe - Subsystem

SENSe:DDEMod-Subsystem

Dieses Subsystem steuert die Parameter für digitale Demodulationen.

BEFEHL	PARAMETER	EINHEIT	KOMMENTAR
[SENSe<1 2>] :DDEMod			
:ECALc	SYMBOL SIGNAL		
:OFFSet	<Boolean>		
:EQUalize	<Boolean>		
[:STATe]	<Boolean>		
:ADAPt	<numeric_value>		
:CNVRange	<string>		
:Length	<numeric_value>		
:LOAD	<string>		
:RESet			
:SAVE	<string>		
:EXPort			
:STANdard	<name>,<path>		
:MAPPing	<name>,<path>		
:PATTern	<name>,<path>		
:FILTer	<name>,<path>		
:EQUalizer	<string>,<string>		
:FACTory	ALL GSTandard STANdard MAPPing PATTern FILTer		
:FILTer			
[:STATe]	<Boolean>		
:ALPHa	<numeric_value>		
:CATalog?			Nur Abfrage
:MODulation	<string>,<string>,<string>		
:FORMat	QPSK PSK MSK QAM FSK VSB UQAM		
:FSK			
:NSTate	2 4		
:IMPort			
:EQUalizer	<name>,<path>		
:FILTer	<name>,<path>		
:MAPPing	<name>,<path>		
:PATTern	<name>,<path>		
:STANdard	<name>,<path>		
:MAPPing	<file_name>		Nur Abfrage
:CATalog?			
:MSK			
:FORMat	TYPE1 TYPE2 NORMAl DIFFerential		
:NORMalize	<Boolean>		
:PRATe	1 2 4 8 16		

[SENSe<1|2>:]DDEMod:ECALc:OFFSet ON | OFF

Dieser Befehl steuert ausschließlich die Berechnung der Messkurve des Fehlervektorbetrags für Offset-QPSK. Alle anderen Modulationen werden nicht beeinflusst. Auch Resultate, die auf MEAS- bzw. REF-Signalen basieren, werden nicht beeinflusst.

ON: Der Fehlervektorbetrag wird bei den Symbolpunkten des I- und Q-Anteils des Offset-QPSK-Signals berechnet.

Mit anderen Worten: Die Verzögerung um die halbe Symboldauer des Q-Anteils wird kompensiert.

OFF: Der Fehlervektorbetrag wird bei den Symbolpunkten des I-Anteils sowie bei dem entsprechenden Sample des Q-Anteils des Signals berechnet. Bei Letzterem handelt es sich jedoch nicht um einen Symbolpunkt.

Mit anderen Worten: Das Offset-QPSK-Signal wird für die Berechnung des Fehlervektorbetrags wie ein QPSK-Signal behandelt, wobei die Q-Verzögerung nicht kompensiert wird.

Weitere Einzelheiten hierzu finden Sie im Referenzteil für die manuelle Bedienung.

Dieser Befehl ist nur bei Offset-QPSK-Modulation verfügbar.

Beispiel: "DDEM:QPSK:FORM OFFS" 'Auswahl Offset-QPSK- Demodulation
"DDEM:ECAL:OFFS OFF" 'Deaktivierung von EVM CALC Offset

Eigenschaften: *RST-Wert: ON
SCPI: gerätespezifisch

[SENSe<1|2>:]DDEMod:EQAlize[:STATe] ON | OFF

Dieser Befehl schaltet den adaptiven Filter ein/aus.

Beispiel: "DDEM:EQU ON" 'Equalizer einschalten

Eigenschaften: *RST-Wert: OFF
SCPI: gerätespezifisch

[SENSe<1|2>:]DDEMod:EQAlize:ADAPt ON | OFF

Dieser Befehl schaltet den Selbstlernmodus des adaptiven Filter ein/aus. Jeder Sweep zwischen den Befehlen DDEM:EQU ON und DDEM:EQU OFF wird für die Berechnung des adaptiven Filters herangezogen. Zuvor muss mit dem Befehl DDEM:EQU ON der Equalizer eingeschaltet werden.

Beispiel: "DDEM:EQU ON" 'Equalizer einschalten
"DDEM:ADAP ON" 'Selbstlernmodus einschalten
"DDEM:ADAP OFF" 'Selbstlernmodus ausschalten

Eigenschaften: *RST-Wert: OFF
SCPI: gerätespezifisch

[SENSe<1|2>:]DDEMod:EQAlize:CNVRange 0..1

Dieser Befehl definiert, wie schnell der adaptive Filter konvergiert.

Beispiel: "DDEM:EQU:CNVR 0.1" 'stellt die Konvergenz auf 1/10

Eigenschaften: *RST-Wert: 1/100
SCPI: gerätespezifisch

[SENSe<1|2>:]DDEMod:EQUalize:DELeTe <Equalizer_Name>

Dieser Befehl löscht einen gespeicherten Equalizer.

Beispiel:

"DDEM: EQU ON"	'Equalizer einschalten
"DDEM: ADAP ON"	'Selbstlernmodus einschalten
"DDEM: ADAP OFF"	'Selbstlernmodus ausschalten
"DDEM: EQU: SAVE 'EQU_1'"	'Speichern des Equalizers
"DDEM: EQU: DEL 'EQU_1'"	'Löschen des Equalizers

Eigenschaften: *RST-Wert: --
SCPI: gerätespezifisch

[SENSe<1|2>:]DDEMod:EQUalize:LENGTh 1..100

Dieser Befehl definiert die Auflösung des Equalizers in Symbolen. .

Beispiel: "DDEM: EQU: LEN 20" 'stellt die Auflösung auf 20 Symbole

Eigenschaften: *RST-Wert: 20
SCPI: gerätespezifisch

[SENSe<1|2>:]DDEMod:EQUalize:LOAD <Equalizer_Name>

Dieser Befehl lädt einen gespeicherten Equalizer. .

Beispiel: "DDEM: EQU: LOAD 'EQU_1'" 'Laden eines Equalizers

Eigenschaften: *RST-Wert: --
SCPI: gerätespezifisch

[SENSe<1|2>:]DDEMod:EQUalize:RESet

Dieser Befehl löscht die Daten des aktuellen Equalizer. . Danach kann mit dem Befehl EQU:ADAP ON ein neues adaptives Filter berechnet werden.

Beispiel:

"DDEM: EQU ON"	'Equalizer einschalten
"DDEM: ADAP ON"	'Selbstlernmodus einschalten
"DDEM: ADAP OFF"	'Selbstlernmodus ausschalten
"DDEM: EQU: RES "	'Löschen der Daten des Equalizers

Eigenschaften: *RST-Wert: --
SCPI: gerätespezifisch

[SENSe<1|2>:]DDEMod:EQUalize:SAVE <Equalizer_Name>

Dieser Befehl lädt einen gespeicherten Equalizer. .

Beispiel:

"DDEM: EQU ON"	'Equalizer einschalten
"DDEM: ADAP ON"	'Selbstlernmodus einschalten
"DDEM: ADAP OFF"	'Selbstlernmodus ausschalten
"DDEM: EQU: SAVE 'EQU_1'"	'Speichern des Equalizers

Eigenschaften: *RST-Wert: --
SCPI: gerätespezifisch

[SENSe<1|2>:]DDEMod:EXPort:EQualizer <file_name>,<path>

Dieser Befehl kopiert die ausgewählte interne Equalizerdatei auf den angegebenen Pfad.

Parameter: <name>: Name der internen Equalizerdatei. Der Dateiname wird ohne Dateiendung angegeben.
<path>: Pfad, auf den die Datei kopiert wird

Beispiel: "DDEM:EXP:EQU `EQUAL1`, `A:\TEMP`" 'Equalizer EQUAL1 wird
'nach a:\temp kopiert

Eigenschaften: *RST-Wert: -
SCPI: gerätespezifisch

Der Suffix bei SENSe ist ohne Bedeutung.

[SENSe<1|2>:]DDEMod:EXPort:STANdard <file_name>,<path>

Dieser Befehl kopiert die ausgewählte interne Modulationsstandard-Datei auf den angegebenen Pfad. Mit jedem Standard sind die zugehörigen Pattern, Mapping, Filter und Limit Lines abgespeichert.

Parameter: <name>: Name der internen Standarddatei. Der Dateiname wird ohne Dateiendung angegeben. Die Dateinamen der vordefinierten Standards können mit dem Befehl `SENS:DDEM:STAND:CAT?` ermittelt werden.
<path>: Pfad, auf den die Datei kopiert wird

Beispiel: "DDEM:EXP:STAN `NADC_FWD`, `A:\TEMP`" 'Standard NADC_FWD wird
'nach a:\temp kopiert

Eigenschaften: *RST-Wert: -
SCPI: gerätespezifisch

Der Suffix bei SENSe ist ohne Bedeutung.

[SENSe<1|2>:]DDEMod:EXPort:MAPPing <file_name>,<path>

Dieser Befehl kopiert die ausgewählte interne Mapping-Datei auf den angegebenen Pfad.

Parameter: <name>: Name der internen Mapping-Datei. Der Dateiname wird ohne Dateiendung angegeben. Die Dateinamen der vordefinierten Standards können mit dem Befehl `SENS:DDEM:STAND:CAT?` ermittelt werden.
<path>: Pfad, auf den die Datei kopiert wird

Beispiel: "DDEM:EXP:MAPP `CDMA2K_FWD`, `A:\TEMP`" 'Mapping CDMA2K_FWD
'wird nach a:\temp kopiert

Eigenschaften: *RST-Wert: -
SCPI: gerätespezifisch

Der Suffix bei SENSe ist ohne Bedeutung.

[SENSe<1|2>:]DDEMod:EXPort:PATtern <file_name>,<path>

Dieser Befehl kopiert die ausgewählte interne Pattern-Datei auf den angegebenen Pfad.

Parameter: <name>: Name der internen Pattern-Datei. Der Dateiname wird ohne Dateiendung angegeben. Die Dateinamen der vordefinierten Standards können mit dem Befehl `SENS:DDEM:STAND:CAT?` ermittelt werden.
<path>: Pfad, auf den die Datei kopiert wird.

Beispiel: `"DDEM:EXP:PATT 'GSM_AB0', 'A:\TEMP'"` 'Pattern GSM_AB0
' wird nach a:\temp kopiert

Eigenschaften: *RST-Wert: -
SCPI: gerätespezifisch

Der Suffix bei SENSE ist ohne Bedeutung.

[SENSe<1|2>:]DDEMod:EXPort:FILTer <file_name>,<path>

Dieser Befehl kopiert die ausgewählte interne Filterdatei auf den angegebenen Pfad.

Parameter: <name>: Name der internen Filterdatei. Der Dateiname wird ohne Dateiendung angegeben. Die Dateinamen der vordefinierten Standards können mit dem Befehl `SENS:DDEM:STAND:CAT?` ermittelt werden.
<path>: Pfad, auf den die Datei kopiert wird

Beispiel: `"DDEM:EXP:FILT 'EDGE_ISI', 'A:\TEMP'"` 'Filter EDGE_ISI wird nach
' a:\temp exportiert

Eigenschaften: *RST-Wert: -
SCPI: gerätespezifisch

Der Suffix bei SENSE ist ohne Bedeutung.

[SENSe<1|2>:]DDEMod:FACTory ALL | GSTandard | STANdard | MAPPing | PATtern | FILTer

Dieser Befehl stellt den Auslieferungszustand des Gerätes der Option R&S FSQ-K70/FSMR/FSU-B73 für die Parameter GENERIC STANDARDS, STANDARDS, MAPPINGS, PATTERN, FILTER und ALL wieder her.

Beispiel: `":SENS:DDEM:FACT GST"`

Eigenschaften: *RST-Wert: -
SCPI: gerätespezifisch

Der Suffix bei SENSE ist ohne Bedeutung.

[SENSe<1|2>:]DDEMod:FILTer[::STATe] ON | OFF

Dieser Befehl bestimmt, ob das Eingangssignal für die Messauswertung gefiltert wird. Bei ausgeschaltetem Filter wird das Eingangssignal nur Frequenz- und Zeitkorrigiert.

Beispiel: `"DDEM:FILT OFF"` 'das Eingangssignal wird nicht gefiltert

Eigenschaften: *RST-Wert: ON
SCPI: gerätespezifisch

[SENSe<1|2>:]DDEMod:FILTer:ALPHa 0.2...1

Dieser Befehl bestimmt die Filtercharakteristik (ALFA/BT). Die Auflösung beträgt 0.05.

Beispiel: "DDEM:FILT:ALPH 0.5" 'stellt ALFA/BT auf 0,5

Eigenschaften: *RST-Wert:
SCPI: gerätespezifisch richtet sich nach Demodulationsstandard

: [SENSe<1|2>:]DDEMod:FILTer:CATalog?

Dieser Befehl liest die Namen aller vorhandenen Filterdateien aus. Die Dateinamen werden ohne Dateiendung ausgegeben.

Syntax des Ausgabeformates: filter_1,filter_2, ... ,filter_n

Beispiel: ":DDEM:FILT:CAT?" 'liest alle Filternamen aus

Eigenschaften: *RST-Wert: -
SCPI: gerätespezifisch

[SENSe<1|2>:]DDEMod:FILTer:MODulation <TX Filter>,<ISI Filter>, <MEAS Filter>

Dieser Befehl wählt das TX-, ISI- und MEAS-Filter aus. Die Namen der Filter entsprechen den File-Namen, eine Abfrage aller vorhandenen Filter ist mit Befehl "DDEM:FILT:CAT?" möglich.

Beispiel: "DDEM:FILT:MOD `GAUSS`, `RC`, `RRC`" 'für TX-Filter wird GAUSS,
'für ISI-Filter wird RC und
'für Meas-Filter wird RRC gewählt

Eigenschaften: *RST-Wert: richtet sich nach Demodulationsstandard
SCPI: gerätespezifisch

[SENSe<1|2>:]DDEMod:FORMat QPSK | PSK | MSK | QAM | FSK | VSB | UQAM

Dieser Befehl wählt die digitale Demodulationsart aus.

Parameter: QPSK Quad Phase Shift Key
PSK Phase Shift Key
MSK Minimum Shift Key
QAM Quadrature Amplitude Modulation
FSK Frequency Shift Key
VSB Vestigial Sideband
UQAM User QAM, (nur verfügbar mit User-Mapping-Dateien)

Beispiel: "DDEM:FORM QPSK" 'QPSK-Demodulation einschalten

Eigenschaften: *RST-Wert: richtet sich nach Demodulationsstandard
SCPI: gerätespezifisch

[SENSe<1|2>:]DDEMod:FSK:NSTate 2 | 4

Dieser Befehl bestimmt die spezifische Demodulationsart für FSK.

Parameter: 2 2 FSK
4 4 FSK

Beispiel: "DDEM:FORM FSK" 'FSK-Demodulation einschalten
"DDEM:FSK:NST 2" '2FSK-Demodulation einschalten

Eigenschaften: *RST-Wert: -
SCPI: gerätespezifisch.

Dieser Befehl ist nur bei FSK-Demodulation verfügbar.

[SENSe<1|2>]:DDEMod:IMPorT:EQualizer <file_name>,<path>

Dieser Befehl kopiert die ausgewählte externe Equalizerdatei auf die interne Festplatte.

Parameter: <name>: Name der externen Equalizerdatei. Der Dateiname wird ohne Dateieindung angegeben.
<path>: Pfad, auf dem sich die externe Datei befindet

Beispiel: "DDEM:IMP: EQU 'EQUAL1', 'A:\TEMP'" 'Equalizer EQUAL1 wird von 'a:\temp auf die interne Festplatte kopiert

Eigenschaften: *RST-Wert: -
SCPI: gerätespezifisch

Der Suffix bei SENSe ist ohne Bedeutung.

[SENSe<1|2>]:DDEMod:IMPorT:FILTer <file_name>,<path>

Dieser Befehl kopiert die ausgewählte externe Filterdatei auf die interne Festplatte.

Parameter: <name>: Name der externen Filterdatei. Der Dateiname wird ohne Dateieindung angegeben.
<path>: Pfad, auf dem sich die externe Datei befindet

Beispiel: "DDEM:IMP: FILT 'EDGE_ISI', 'A:\TEMP'" 'Filter EDGE_ISI wird von a:\temp 'auf die interne Festplatte kopiert

Eigenschaften: *RST-Wert: -
SCPI: gerätespezifisch

Der Suffix bei SENSe ist ohne Bedeutung.

[SENSe<1|2>]:DDEMod:IMPorT:MAPPing <file_name>,<path>

Dieser Befehl kopiert die ausgewählte externe Mapping-Datei auf die interne Festplatte.

Parameter: <name>: Name der externen Mapping-Datei. Der Dateiname wird ohne Dateieindung angegeben.
<path>: Pfad, auf dem sich die externe Datei befindet

Beispiel: "DDEM:IMP: MAPP 'CDMA2K_FWD', 'A:\TEMP'" 'Mapping CDMA2K_FWD 'wird von a:\temp auf die 'interne Festplatte kopiert

Eigenschaften: *RST-Wert: -
SCPI: gerätespezifisch

Der Suffix bei SENSe ist ohne Bedeutung.

[SENSe<1|2>]:DDEMod:IMPorT:PATTern <file_name>,<path>

Dieser Befehl kopiert die ausgewählte externe Patterndatei auf die interne Festplatte.

Parameter: <name>: Name der externen Patterndatei. Der Dateiname wird ohne Dateieindung angegeben.
<path>: Pfad, auf dem sich die externe Datei befindet

Beispiel: "DDEM:IMP: PATT 'GSM_AB0', 'A:\TEMP'" 'Pattern GSM_AB0 'wird von a:\temp auf die 'interne Festplatte kopiert

Eigenschaften: *RST-Wert: -
SCPI: gerätespezifisch

Der Suffix bei SENSe ist ohne Bedeutung.

[SENSe<1|2>:]DDEMod:IMPorT:STANdard <file_name>,<path>

Dieser Befehl kopiert die ausgewählte externe Modulationsstandard-Datei auf die interne Festplatte. Mit jedem Standard sind die zugehörigen Pattern, Mapping, Filter und Limit Lines abgespeichert.

Parameter: <name>: Name der externen Standarddatei. Der Dateiname wird ohne Dateiendung angegeben.
<path>: Pfad, auf dem sich die externe Datei befindet

Beispiel: "DDEM:IMP:STAN `NADC_FWD`, `A:\TEMP`" 'Standard NADC_FWD wird
'von a:\temp auf die interne
'Festplatte kopiert

Eigenschaften: *RST-Wert: -
SCPI: gerätespezifisch

Der Suffix bei SENSe ist ohne Bedeutung.

[SENSe<1|2>:]DDEMod:MAPPing <file_name>

Dieser Befehl wählt das mit <mapping_name> bezeichnete Mapping für die digitale Demodulation aus. Das Mapping beschreibt die Zuordnung der Constellation-Punkte zu den Symbolen. Die Mapping-Namen entsprechen den in der Tabelle der vordefinierten Standard angegebenen Mapping-Namen (siehe "[Liste der vordefinierten Standards und Standardgruppen](#)")

Parameter: <file_name>::= Name des Mappings

Beispiel: ":DDEM:MAPP `GSM`" 'Mapping GSM einstellen

Eigenschaften: *RST-Wert: -
SCPI: gerätespezifisch

[SENSe<1|2>:]DDEMod:MAPPing:CATalog?

Dieser Befehl liest die Namen aller auf Festplatte gespeicherten Mappings aus. Ein Mapping beschreibt die Zuordnung der Constellation-Punkte zu den Symbolen. Die Dateinamen werden ohne Dateiendung ausgegeben.

Syntax des Ausgabeformatates:
mapping_1,mapping_2, ... ,mapping_n

Beispiel: ":DDEM:MAPP:CAT?" 'Auslesen aller Mapping-Dateinamen

Eigenschaften: *RST-Wert: -
SCPI: gerätespezifisch

[SENSe<1|2>:]DDEMod:MSK:FORMat TYPE1 | TYPE2 | NORMal | DIFFerential

Dieser Befehl bestimmt die spezifische Demodulationsart für MSK.

Parameter: TYPE1, NORMal MSK
TYPE2, DIFFerential DMSK

Beispiel: "DDEM:FORM MSK" 'MSK-Demodulation einschalten
"DDEM:MSK:FORM TYPE2" 'DMSK-Demodulation einschalten

Eigenschaften: *RST-Wert: TYPE2 | DIFFerential
SCPI: gerätespezifisch

Dieser Befehl ist nur bei MSK-Demodulation verfügbar.

[SENSe<1|2>:]DDEMod:NORMalize ON | OFF

Dieser Befehl schaltet die Normalisierung des Einheitskreises mit dem IQ-Offset ein bzw. aus.

Beispiel: "DDEM:NORM OFF" 'schaltet die Normalisierung aus

Eigenschaften: *RST-Wert: ON
SCPI: gerätespezifisch

[SENSe<1|2>:]DDEMod:PRATe 1 | 2 | 4 | 8 | 16

Dieser Befehl bestimmt die Anzahl der Abtastwerte pro Symbol (Points per Symbol).

Beispiel: "DDEM:PRAT 8" 'stellt 8 Abtastwerte pro Symbol ein

Eigenschaften: *RST-Wert: 4
SCPI: gerätespezifisch

[SENSe<1|2>:]DDEMod:PRESet[:STANdard] <file_name> | APCO25C4FM | APCO25CQPSK | GSM | EDGE | FW3Gppcdma | RW3Gppcdma | FQCDma | F95Cdma | RQCDma | R95Cdma | CDMA2000 | F1CDma2000 | R1CDma2000 | FNADc | RNADc | PDCDown | PDCup | PHS | TETRa | DECT | DCS1800 | PCS1900

Dieser Befehl wählt eine automatische Einstellung aller Modulationsparameter gemäß einem genormten oder benutzerdefinierten Übertragungsverfahren. Die genormten Übertragungsverfahren sind im Gerät vorhanden (vordefinierte Standards).

Ausgewählt werden die Übertragungsverfahren mit Hilfe eines Dateinamen ohne die Dateiendung (String Data, in Anführungszeichen). Für die meisten vordefinierten Übertragungsverfahren kann die Auswahl zusätzlich durch einen Wert (Character Data ohne Anführungszeichen) erfolgen, diese Möglichkeit wird aus Kompatibilitätsgründen zu früheren Gerätemodellen angeboten. Die Dateinamen der vorhandenen Standards sind in folgender Tabelle angegeben und können mit dem Befehl : [SENSe<1|2>:]DDEMod::STANdard:CATalog? ermittelt werden.

Beispiele: "DDEM:PRESet 'tetra_nddown'"
"DDEM:PRESet TETRa" 'beide Befehle schalten den 'vordefinierten digitalen Standard Tetra ein

Eigenschaften: *RST-Wert: GSM
SCPI: gerätespezifisch

Es sind folgende vordefinierte Standards vorhanden:

Dateiname	Beschreibung	Wert
APCO25_C4FM	APCO25, Coded 4FSK	APCO25C4FM
APCO25_CQPSK	APCO25, Coded QPSK	APCO25CQPSK
APCO25_F4FM	APCO25, Filtered 4FM (4FSK)	-
GSM_NB	GSM, Normal Burst	GSM
GSM_SB	GSM, Synchronization Burst	-
GSM_FB	GSM, Frequency Correction Burst	-
GSM_AB	GSM, Access Burst	-
EDGE_NB	Edge	EDGE
3G_WCDMA_FWD	3GPP Wcdma forward	FW3Gppcdma
3G_WCDMA_REV	3GPP Wcdma reverse	RW3Gppcdma
CDMAONE_FWD	Cdma One forward according to standard IS95	FQCDma
CDMAONE_REV	Cdma One reverse according to standard IS95	RQCDma
CDMA2K_1X_FWD	Cdma 2000 forward, spreading rate 1	F1CDma2000
CDMA2K_1X_REV	Cdma 2000 reverse, spreading rate 1	R1CDma2000
IS95_FWD	IS95 forward according to standard IS95	F95Cdma
IS95_REV	IS95 reverse according to standard IS95	R95Cdma
NADC_FWD	Nadc forward	FNADc
NADC_REV	Nadc reverse	RNADc
PDC_DOWN	Pdc down	PDCDown
PDC_UP	Pdc up	PDCup
PHS_COMM	PHS (data burst)	PHS
PHS_CTRL	PHS (control burst)	-
TETRA_NDDOWN	Tetra (data burst)	TETRa
TETRA_NCDOWN	Tetra (control burst)	-
DECT_FP	DECT	DECT
GSM_NB	DCS 1800	DCS1800
GSM_NB	PCS 1900	PCS1900
BLUETOOTH_DH1	Bluetooth, High data rate, slot length 1	-
BLUETOOTH_DH3	Bluetooth, High data rate, slot length 3	-
BLUETOOTH_DH5	Bluetooth, High data rate, slot length 5	-

[SENSe<1|2>:]DDEMod:PRESet:RLEVel

Dieser Befehl bewirkt eine automatische Einstellung der HF-Dämpfung und ZF-Verstärkung auf den Pegel des angelegten Signals.

Hinweis: Nachfolgender Befehl muss mit *WAI, *OPC oder *OPC? auf das Ende des Autorange-Vorgangs synchronisiert werden, da ansonsten der Autorange-Vorgang abgebrochen wird.

Das numerische Suffix <1|2> ist bei diesem Befehl ohne Bedeutung.

Beispiel: " :DDEM:PRESet:RLEV; *WAI " führt die automatische Pegeleinstellung durch

Eigenschaften: *RST-Wert: -
SCPI: gerätespezifisch

[SENSe<1|2>:]DDEMod:PSK:FORMat NORMAL | DIFFerential | N3Pi8

Dieser Befehl bestimmt die spezifische Demodulationsart für PSK. Die Modulationswertigkeit (DDEM:PSK:NST) muss auf 8 eingestellt sein.

Folgende PSK-Demodulationsarten sind möglich:

DDEMod:PSK:NState	DDEMod:PSK:FORMat	Modulationsart
2	beliebig	BPSK
8	NORMal	8PSK
8	DIFFerential	D8PSK
8	N3Pi8	$3\pi/8$ -8PSK (EDGE)

Beispiel: "DDEM:FORM PSK" PSK-Demodulation einschalten
"DDEMod:PSK:NST 8"
"DDEM:PSK:FORM DIFF" D8PSK-Demodulation einschalten

Eigenschaften: *RST-Wert: -
SCPI: gerätespezifisch

Dieser Befehl ist nur bei PSK-Demodulation verfügbar.

[SENSe<1|2>:]DDEMod:PSK:NState 2 | 8

Dieser Befehl bestimmt die spezifische Demodulationsart für PSK.

Folgende PSK-Demodulationsarten sind möglich:

DDEMod:PSK:NState	DDEMod:PSK:FORMat	Modulationsart
2	beliebig	BPSK
8	NORMal	8PSK
8	DIFFerential	D8PSK
8	N3Pi8	$3\pi/8$ -8PSK (EDGE)

Beispiel: "DDEM:FORM PSK" PSK-Demodulation einschalten
"DDEM:PSK:FORM DIFF"
"DDEMod:PSK:NST 8" D8PSK-Demodulation einschalten

Eigenschaften: *RST-Wert: -
SCPI: gerätespezifisch

Dieser Befehl ist nur bei PSK-Demodulation verfügbar.

[SENSe<1|2>:]DDEMod:QAM:NState 16 | 32 | 64 | 128 | 256

Dieser Befehl bestimmt die spezifische Demodulationsart für QAM.

Parameter:	16	16QAM
	32	32 QAM
	64	64 QAM
	128	128 QAM
	256	256 QAM

Beispiel: "DDEM:FORM QAM" 'QAM-Demodulation einschalten
 "DDEM:QAM:NST 64" '64 QAM-Demodulation einschalten

Eigenschaften: *RST-Wert: 16
 SCPI: gerätespezifisch.

Dieser Befehl ist nur bei QAM-Demodulation verfügbar.

[SENSe<1|2>:]DDEMod:QAM:FORMat NORMal | DIFFerential

Dieser Befehl bestimmt die spezifische Demodulationsart für QAM.

Parameter:	NORMal	QAM
	DIFFerential	DQAM

Beispiel: "DDEM:FORM QAM" 'QPSK-Demodulation einschalten
 "DDEM:QAM:FORM DIFF" 'DQAM-Demodulation einschalten

Eigenschaften: *RST-Wert: NORM
 SCPI: gerätespezifisch

Dieser Befehl ist nur bei QAM-Demodulation verfügbar.

[SENSe<1|2>:]DDEMod:QPSK:FORMat NORMal | DIFFerential | OFFSet | DPI4

Dieser Befehl bestimmt die spezifische Demodulationsart für QPSK.

Parameter:	NORMal	QPSK
	DIFFerential	DQPSK
	OFFSet	OQPSK
	DPI4	$\pi/4$ DQPSK

Beispiel: "DDEM:FORM QPSK" 'QPSK-Demodulation einschalten
 "DDEM:QPSK:FORM DPI4" ' $\pi/4$ 'DQPSK-Demodulation einschalten

Eigenschaften: *RST-Wert: -
 SCPI: gerätespezifisch

Dieser Befehl ist nur bei QPSK-Demodulation verfügbar.

[SENSe<1|2>:]DDEMod:RENgth <numeric_value>

Dieser Befehl definiert die Aufzeichnungslänge für die spätere Verarbeitung, z.B. Burst-Suche. Die Angabe der Record Length erfolgt in Zeit (S) oder Symbols (SYM). Default ist Zeit (s), bei einer Abfrage wird der Wert ebenfalls in Sekunden zurückgegeben.

Der Wertebereich bei der Einheit SYM ist 100 [sym] ... 8000000/PointsPerSymbol [sym]

Beispiel: "DDEM:RELEN 1000SYM" 'stellt eine Aufzeichnungslänge von 1000 Symbolen ein.

Eigenschaften: *RST-Wert: richtet sich nach dem Demodulationsstandard
 SCPI: gerätespezifisch

[SENSe<1|2>:DDEMod:RENgth:AUTO ON | OFF

Dieser Befehl schaltet die automatische Anpassung der Record Length ein oder aus. Die automatische Anpassung erfolgt so, dass eine ausreichende Record Length in Abhängigkeit von Result Length, Burst- und Pattern-Search und netzspezifischer Eigenschaften (z.B. Burst- und Frame-Struktur) eingestellt wird.

Beispiel: "DDEM:RLEN:AUTO OFF" 'Record Length nicht automatisch einstellen

Eigenschaften: *RST-Wert: ON
SCPI: gerätespezifisch

[SENSe<1|2>:DDEMod:SBANd NORMAl | INVerse

Dieser Befehl wählt das Seitenband für die Demodulation aus.

Parameter: NORMAl Regellage
INVerse Kehrlage

Beispiel: "DDEM:SBAN INV" 'wählt die Kehrlage aus

Eigenschaften: *RST-Wert: NORMAl
SCPI: gerätespezifisch

[SENSe<1|2>:DDEMod:SEARch:BURSt:GLENgth[:MINimum] <numeric_value>

Dieser Befehl definiert die minimale Zeit zwischen zwei Bursts. Zwischen zwei Burts muss eine Mindestzeit mit abgesenktem Pegel liegen, erst nach dieser Zeit wird ein neuer Burst erkannt. Defaulteinheit ist Symbol, der Wert kann auch in Sekunden angegeben werden.

Beispiel: "DDEM:SEAR:BURS:GLEN 3US" 'zwischen zwei Bursts müssen mindesten '3 µs liegen, damit der zweite Burst als 'getrennter Burst erkannt wird.

Eigenschaften: *RST-Wert: bei PSK, GSM, EDGE 2 Symbole
bei FSK, MSK 1 Symbol
bei QAM 4 Symbole
SCPI: gerätespezifisch

[SENSe<1|2>:DDEMod:SEARch:BURSt:HYSTeresis[:LEVel] <numeric_value>

Dieser Befehl definiert die Triggerhysterese zur sicheren Detektion des Burst-Endes bei der Auswahl der manuellen Eingabe des Wertes.

Beispiel: "DDEM:SEAR:BURS:HYST 12DB" '12dB Hysterese einstellen

Eigenschaften: *RST-Wert: bei QAM 15dB, sonst 9dB
SCPI: gerätespezifisch

[SENSe<1|2>:]DDEMod:SEARch:BURSt:LENGth[:MINimum] <numeric_value>

Dieser Befehl definiert die minimale Länge eines Bursts. Es werden nur Bursts erkannt, die diese Länge überschreiten. Defaulteinheit ist Symbol, der Wert kann auch in Sekunden angegeben werden.

Beispiel: "DDEM:SEAR:BURS:LENG 140US" 'Die minimale Burst-Länge ist 140us.

Eigenschaften: *RST-Wert: bei PSK, FSK, MSK, QAM 16 Symbole
bei GSM, EDGE 130 Symbole
SCPI: gerätespezifisch

[SENSe<1|2>:]DDEMod:SEARch:BURSt:LENGth:MAXimum <numeric_value>

Dieser Befehl definiert die maximale Länge eines Bursts. Es werden nur Bursts erkannt, die diese Länge unterschreiten. Defaulteinheit ist Symbol, der Wert kann auch in Sekunden angegeben werden.

Beispiel: "DDEM:SEAR:BURS:LENG:MAX 156US" 'Die maximale Burst-Länge ist 156 µs

Eigenschaften: *RST-Wert: bei PSK, FSK, MSK, QAM 6400 Symbole
bei GSM, EDGE 160 Symbole
SCPI: gerätespezifisch

[SENSe<1|2>:]DDEMod:SEARch:BURSt:MODE MEAS | BURSt

Dieser Befehl stellt den Vektoranalysator so ein, dass nur dann gemessen wird, wenn ein Burst gefunden wird (BURSt).

Der Befehl ist nur dann verfügbar wenn mit dem Befehl DDEM:SEARch:BURSt:STATe ON die Burst-Suche aktiviert ist.

Beispiel: ":DDEM:SEAR:BURS:MODE BURSt" 'Sweep nur bei gefundenem Burst

Eigenschaften: *RST-Wert: MEAS
SCPI: gerätespezifisch

[SENSe<1|2>:]DDEMod:SEARch:BURSt:SKIP:FALLing <numeric_value>

Dieser Befehl definiert die Länge der fallenden Burst-Flanke, die bei der Ergebnisermittlung nicht einbezogen wird. Defaulteinheit ist Symbol, der Wert kann auch in Sekunden angegeben werden.

Beispiel: "DDEM:SEAR:BURS:SKIP:FALL 5US" '5 µs der fallenden Burst-Flanke
'werden nicht berücksichtigt.

Eigenschaften: *RST-Wert: bei PSK, FSK 1 Symbole
bei MSK 4 Symbol
bei QAM 2 Symbole
bei GSM, EDGE 5 Symbole
SCPI: gerätespezifisch

[SENSe<1|2>:]DDEMod:SEARch:BURSt:SKIP:RISing <numeric_value>

Dieser Befehl definiert die Länge der steigenden Burst-Flanke, die bei der Ergebnisermittlung nicht einbezogen wird. Defaulteinheit ist Symbol, der Wert kann auch in Sekunden angegeben werden.

Beispiel: "DDEM:SEAR:BURS:SKIP:RIS 5US" '5us der steigenden Burst-Flanke werden
'nicht berücksichtigt.

Eigenschaften: *RST-Wert: bei PSK, FSK 1 Symbole
bei MSK 4 Symbol
bei QAM 2 Symbole
bei GSM, EDGE 5 Symbole
SCPI: gerätespezifisch

[SENSe<1|2>:]DDEMod:SEARch:BURSt[:STATe] ON | OFF

Dieser Befehl schaltet die Suche nach einem Signal-Burst ein bzw. aus.

Beispiel: "DDEM:SEAR:BURS OFF" 'Burst-Suche ausschalten

Eigenschaften: *RST-Wert: ON
SCPI: gerätespezifisch

: [SENSe<1|2>:]DDEMod:SEARch:BURSt:THReshold:AUTO ON | OFF

Dieser Befehl definiert, welcher Wert für den Schwellwert benutzt werden soll. Die Stellung ON entspricht einem vom Standard vorgegebenem relativen Schwellwert, in der Stellung OFF wird der über DDEM:SEAR:BURS:TRE eingegebene Wert als Schwellwert hergenommen.

Beispiel: "DDEM:SEAR:BURS:THR:AUTO OFF" 'manueller Wert für Burst-Suche

Eigenschaften: *RST-Wert: ON
SCPI: gerätespezifisch

[SENSe<1|2>:]DDEMod:SEARch:BURSt:THReshold:MODE RELative | ABSolute

Dieser Befehl definiert, ob der Schwellwert absolut oder relativ (zum Reference Level) ist.

Beispiel: "DDEM:SEAR:BURS:THR:MODE REL" 'Schwellwert relativ

Eigenschaften: *RST-Wert: REL
SCPI: gerätespezifisch

[SENSe<1|2>:]DDEMod:SEARch:BURSt:THReshold[:LEVel] <numeric_value>

Dieser Befehl definiert den Schwellwert für die Burst-Suche. Der Wert kann entweder relativ (in dB) zum Reference Level oder absolut (in dBm) angegeben werden. In der Stellung Auto (ddem:sear:burs:thr:auto on) ist Abfrage oder Einstellung nicht möglich und es wird ein Execution Error zurückgegeben

Beispiel: "DDEM:SEAR:BURS:THR -20DB" '-20 dB Differenz bei Burst-Suche

Eigenschaften: *RST-Wert: 0
SCPI: gerätespezifisch

[SENSe<1|2>:]DDEMod:SEARch:BURSt:THReshold:MODE RELative | ABSolute

Dieser Befehl definiert, ob der Schwellwert absolut oder relativ (zum Reference Level) ist.

Beispiel: "DDEM:SEAR:BURS:THR:MODE REL" 'Schwellwert relativ

Eigenschaften: *RST-Wert: REL
SCPI: gerätespezifisch

[SENSe<1|2>:]DDEMod:SEARch:MBURst:CAPture:AUTO ON | OFF

Dieser Befehl definiert den Modus für das Beschreiben des Capture Rams. Bei ON wird am Ende des Capture Rams (und nochmaligem DDEM:SEAR:MBUR:FIND:NEXT) eine neue Datenaufnahme eingeleitet. Der Befehl ist nur im Single Sweep verfügbar.

Beispiel: "DDEM:SEAR:MBUR ON" 'Multiburst einschalten
"DDEM:SEAR:MBUR:CAP:AUTO OFF" 'Capture Ram nicht überschreiben.

Eigenschaften: *RST-Wert: ON
SCPI: gerätespezifisch.

[SENSe<1|2>:]DDEMod:SEARch:MBURst:FIND:NEXT

Dieser Befehl sucht den nächsten Burst/Sync Pattern im Capture Ram.

Beispiel: "DDEM:SEAR:MBUR ON" 'Multiburst einschalten
 "DDEM:SEAR:BURS ON" 'Burst-Suche aktivieren
 "DDEM:SEAR:MBUR:FIND:NEXT" 'nächsten Burst finden

Eigenschaften: *RST-Wert: --
 SCPI: gerätespezifisch

[SENSe<1|2>:]DDEMod:SEARch:MBURst:FIND:FIRST

Dieser Befehl sucht den ersten Burst/Sync Pattern im Capture Ram.

Beispiel: "DDEM:SEAR:MBUR ON" 'Multiburst einschalten
 "DDEM:SEAR:BURS ON" 'Burst-Suche aktivieren
 "DDEM:SEAR:MBUR:FIND:FIRS" 'ersten Burst finden

Eigenschaften: *RST-Wert: --
 SCPI: gerätespezifisch

[SENSe<1|2>:]DDEMod:SEARch:MBURst:FIND:START

Dieser Befehl sucht den ersten Burst/Sync Pattern ab der Position, die über den Befehl DDEM:SEAR:MBUR:STAR eingestellt wurde. Das ist die Position, ab der das Signal im Capture Ram demoduliert wird.

Beispiel: "DDEM:SEAR:MBUR ON" 'Multiburst einschalten
 "DDEM:SEAR:SYNC ON" 'Patternsuche aktivieren
 "DDEM:SEAR:MBUR:STAR 500SYM" 'Start bei 500 Symbols
 "DDEM:SEAR:MBUR:FIND:STAR" 'erstes Sync Patt ab Startpos. finden

Eigenschaften: *RST-Wert: --
 SCPI: gerätespezifisch

[SENSe<1|2>:]DDEMod:SEARch:MBURst:LENGth 10...32000

Dieser Befehl definiert die Länge des sichtbaren Bereichs in den Magnitude-Capture-Darstellungen.

Beispiel: "DDEM:SEAR:MBUR ON" 'Multiburst einschalten
 "DDEM:SEAR:BURS ON" 'Burst-Suche aktivieren
 "DDEM:SEAR:MBUR:STAR 500SYM" 'Start der Demodulation
 "DDEM:SEAR:MBUR:LENG 1000SYM" 'Länge der Demodulation

Eigenschaften: *RST-Wert: Record Länge, hängt vom Standard ab
 SCPI: gerätespezifisch

[SENSe<1|2>:]DDEMod:SEARch:MBURst:START <numeric_value>

Dieser Befehl definiert den Anfang des sichtbaren Bereichs in den Magnitude-Capture-Darstellungen.

Beispiel: "DDEM:SEAR:MBUR ON" 'Multiburst einschalten
 "DDEM:SEAR:BURS ON" 'Burst-Suche aktivieren
 "DDEM:SEAR:MBUR:STAR 500SYM" 'Start bei 500 Symbols

Eigenschaften: *RST-Wert: 0
 SCPI: gerätespezifisch

[SENSe<1|2>:]DDEMod:SEARCh:MBURst[:STATe] ON | OFF

Dieser Befehl schaltet den Multiburst ein/aus. Es wird zuerst eine große Datenmenge ins Capture Ram aufgenommen, anschließend können diese Daten demoduliert und vermessen werden. Der sichtbare Bereich in den Magnitude-Capture-Darstellungen wird mit den Befehlen `DDEM:SEAR:MBUR:STAR` und `DDEM:SEAR:MBUR:LENG` festgelegt. Mit den Befehlen `DDEM:SEAR:BURS` und `DDEM:SEAR:SYNC` wird festgelegt ob Bursts oder Sync Pattern gesucht werden sollen (Befehle `DDEM:SEAR:MBUR:FIND:FIRS`, `DDEM:SEAR:MBUR:FIND:NEXT`, `DDEM:SEAR:MBUR:FIND:STAR`).

Beispiel: `"DDEM:SEAR:MBUR ON"` 'Multiburst einschalten

Eigenschaften: *RST-Wert: ON
SCPI: gerätespezifisch

[SENSe<1|2>:]DDEMod:SEARCh:SYNC:CATalog? CURRent | ALL

Dieser Befehl liest die Namen der auf Festplatte gespeicherten Pattern aus. Es werden entweder alle Pattern ausgelesen oder nur die zum aktuellen Standard gehörenden.

Parameter: CURRent Auslesen der zum aktuellen Standard gehörenden Pattern
ALL Auslesen aller auf Festplatte vorhandenen Pattern

Die Dateinamen werden ohne Dateiendung ausgegeben. Syntax des Ausgabeformates:
pattern_1,pattern_2, ... ,pattern_n

Beispiel: `"DDEM:PRES TETR"` 'digitaler Standard Tetra
`"DDEM:SEAR:SYNC:PATT:ADD "PGSM_1"` 'PGSM_1 zum Standard
'hinzufügen
`"DDEM:SEAR:SYNC:CAT? CURR"` 'alle zum Standard
'gehörende Pattern auslesen

Eigenschaften: *RST-Wert: -
SCPI: gerätespezifisch

[SENSe<1|2>:]DDEMod:SEARCh:SYNC:COMMeNt <string>

Dieser Befehl definiert einen Kommentar zu einem Synchronisationsmuster. Das Muster muss zuvor mit dem Befehl `DDEM:SEARCh:SYNC:NAME` gewählt worden sein.

Beispiel: `"DDEM:SEAR:SYNC:NAME "GSM_1""` 'Name des Patterns
`"DDEM:SEAR:SYNC:DATA "0001 0000 0000 0001""` 'Daten des Patterns 1001
`"DDEM:SEAR:SYNC:COMM "PATTERN FOR PPSK""` 'Kommentar

Eigenschaften: *RST-Wert: ""
SCPI: gerätespezifisch

[SENSe<1|2>:]DDEMod:SEARCh:SYNC:COpy <string>

Dieser Befehl kopiert ein Pattern. Das zu kopierende Pattern muss zuvor mit dem Befehl `DDEM:SEARCh:SYNC:NAME` gewählt worden sein.

Hinweis: Bei manueller Bedienung kann ein Pattern durch Abspeichern unter neuem Namen im Editor kopiert werden.

Beispiel: `"DDEM:SEAR:SYNC:NAME "GSM_1""` 'Name des Patterns
`"DDEM:SEAR:SYNC:COpy "GSM_2""` 'GSM_1 nach GSM_2 kopieren

Eigenschaften: *RST-Wert: ""
SCPI: gerätespezifisch

[SENSe<1|2>:]DDEMod:SEARch:SYNC:DATA <string>

Dieser Befehl definiert eine Synchronisierungsfolge für das Synchronisationsmuster. Vier Werte stellen ein Symbol dar. Der Wertebereich eines Symbols richtet sich nach der Modulationswertigkeit. Eingaben von FFFF werden als "Don't Care Bits" interpretiert. Das Muster muss zuvor mit dem Befehl `DDEM:SEARch:SYNC:NAME` gewählt worden sein.

Hinweis Bei einer Modulationswertigkeit von 4 haben die Symbole einen Wertebereich von: 0000, 0001, 0002, 0003, bei einer Modulationswertigkeit von 8: 0000, 0001, 0002, 0003, 0004, 0005, 0006, 0007

Die Modulationswertigkeit gehört zum Pattern und wird mit dem Befehl `DDEM:SEAR:SYNC:NST` eingestellt.

Beispiel: `"DDEM:SEAR:SYNC:NAME "GSM_1""` 'Name des Patterns
`"DDEM:SEAR:SYNC:DATA "00010000FFFF""` 'Daten des Patterns

Eigenschaften: *RST-Wert: ""
 SCPI: gerätespezifisch

[SENSe<1|2>:]DDEMod:SEARch:SYNC:DELeTe

Dieser Befehl löscht eine Synchronisierungsfolge. Die zu löschende Synchronisierungsfolge muss zuvor mit `DDEM:SEARch:SYNC:NAME` gewählt worden sein.

Beispiel: `"DDEM:SEAR:SYNC:NAME "GSM_1""` 'Name des Patterns
`"DDEM:SEAR:SYNC:DEL"` 'Pattern GSM_1 löschen

Eigenschaften: *RST-Wert: ""
 SCPI: gerätespezifisch

[SENSe<1|2>:]DDEMod:SEARch:SYNC:FOUNd?

Der Befehl fragt ab, ob eines der ausgewählte Synchronisationsmuster (`DDEM:SEAR:SYNC:SEL`) im Signal vorhanden ist. Es können maximal 16 Synchronisationsmuster-Dateien angegeben werden.

Beispiel: `"DDEM:SEAR:SYNC:SEL 'GSM1',1,'GSM2',2"` 'wählt 2 Synchronisations
 'muster, nach denen das Signal
 'durchsucht werden soll
`"DDEM:SEAR:SYNC:STAT ON` 'startet die Suche
`"DDEM:SEAR:SYNC:FOUN?"` 'fragt ab, welches
 Synchronisationsmuster
 gefunden wurden

Eigenschaften: *RST-Wert: ""
 SCPI: gerätespezifisch

[SENSe<1|2>:]DDEMod:SEARch:SYNC:MODE MEAS | SYNC

Dieser Befehl stellt den Vektoranalysator so ein, dass nur dann gemessen wird, wenn eine Synchronisation auf das ausgewählte Synchronisationsmuster möglich war (SYNC).

Die Messwerte werden nur dann dargestellt und in die Fehlerauswertung einbezogen, wenn das eingestellte Synchronisationsmuster gefunden wurde. Bursts mit falschem Synchronisationsmuster (sync not found) werden ignoriert. Wird ein ungültiges oder kein Synchronisationsmuster gefunden, so wartet die Messung und läuft erst bei gültigem Synchronisationsmuster weiter.

Der Befehl ist nur dann verfügbar wenn mit dem Befehl `DDEMod:SEARch:SYNC:STATe = ON` die Suche nach einer Synchronisationsfolge aktiviert ist.

Bei der Auswahl MEAS wird die Messung unabhängig von einer erfolgreichen Synchronisation durchgeführt.

Beispiel: `":DDEMod:SEAR:SYNC:MODE SYNC"` 'die Messung erfolgt nur bei erfolgreicher Synchronisation

Eigenschaften: *RST-Wert: MEAS 'Sweep nur bei gefundener Synchronisationsfolge
SCPI: gerätespezifisch

[SENSe<1|2>:]DDEMod:SEARch:SYNC:NAME <string>

Dieser Befehl wählt ein Synchronisationsmuster zum Editieren oder zur Neueingabe aus.

Beispiel: `":DDEMod:SEAR:SYNC:NAME "PATT_1""` 'wählt das Patter "Patt_1 "aus

Eigenschaften: *RST-Wert: ""
SCPI: gerätespezifisch

[SENSe<1|2>:]DDEMod:SEARch:SYNC:NState 2 | 4 | 8 | 16 | 32 | 64 | 128 | 256 | 512 | 1024

Dieser Befehl wählt die Modulationswertigkeit (Anzahl der erlaubten Zustände). Das Muster muss zuvor mit dem Befehl `DDEMod:SEARch:SYNC:NAME` gewählt worden sein.

Parameter: MSK 2
PSK 2, 4, 8
QAM 16..1024
FSK 2, 4

Beispiel: `":DDEMod:SEAR:SYNC:NAME "GSM_1""` 'wählt Pattern "GSM_1" aus
`":DDEMod:SEAR:SYNC:DATA "1001""` 'gibt die Daten 1001 ein
`":DDEMod:SEAR:SYNC:NSt 4"` 'stellt die Modulationswertigkeit ein

Eigenschaften: *RST-Wert: --
SCPI: gerätespezifisch

[SENSe<1|2>:]DDEMod:SEARch:SYNC:PATtern:ADD <string>

Dieser Befehl fügt ein Pattern dem aktuellen Standard hinzu. Mit dem Befehl `DDEMod:SEAR:SEL` können nur Pattern gewählt werden, die zum aktuellen Standard gehören.

Beispiel: `"DDEMod:PRES TETR"` 'digitaler Standart Tetra
`"DDEMod:SEAR:SYNC:PATT:ADD "PGSM_1"` 'PGSM_1 zum Standard hinzufügen

Eigenschaften: *RST-Wert: --
SCPI: gerätespezifisch

Dieser Befehl ist ein "Event" und hat daher keinen *RST-Wert und keine Abfrage.

[SENSe<1|2>:]DDEMod:SEARch:SYNC:PATtern:REMOve <string> | ALL

Dieser Befehl entfernt ein oder alle Pattern aus dem aktuellen Standard.

Beispiel: "DDEM: PRES TETR" 'digitalen Standart Tetra wählen
 "DDEM: SEAR: SYNC: PATT: REM ALL" 'alle Pattern aus dem Standard
 'Tetra entfernen

Eigenschaften: *RST-Wert: --
 SCPI: gerätespezifisch

Dieser Befehl ist ein "Event" und hat daher keinen *RST-Wert und keine Abfrage.

[SENSe<1|2>:]DDEMod:SEARch:SYNC:SElect <string>,<string>,...

Dieser Befehl wählt vordefinierte Synchronisationsmuster-Dateien aus. Es dürfen bis zu 16 Synchronisationsmuster-Dateien angegeben werden.

Beispiel: "DDEM: SEAR: SYNC: SEL "PAT_GSM_1", "PAT_GSM_5""

Eigenschaften: *RST-Wert: ""
 SCPI: gerätespezifisch

[SENSe<1|2>:]DDEMod:SEARch:SYNC[:STATe] ON | OFF

Dieser Befehl schaltet die Suche nach einer Synchronisierungsfolge ein bzw. aus.

Beispiel: "DDEM: SEAR: SYNC ON" 'schaltet die Sync.-Suche ein

Eigenschaften: *RST-Wert: OFF
 SCPI: gerätespezifisch

[SENSe<1|2>:]DDEMod:SEARch:SYNC:TEXT <string>

Dieser Befehl definiert einen Text zum Pattern, der nur im Auswahlmeneu (Handbedienung) erscheint. Dieser Text soll kurz und prägnant sein, ausführlichere Angaben zum Pattern werden im Comment angegeben.

Beispiel: " : DDEM: SEAR: SYNC: NAME "GSM_1"" 'wählt Pattern "GSM_1" aus
 " : DDEM: SEAR: SYNC: DATA "1001" 'Pattern 1001 eingeben
 " : DDEM: SEAR: SYNC: TEXT "TEST S25"" 'Text für Pattern "GSM_1"
 'eingeben

Eigenschaften: *RST-Wert: ""
 SCPI: gerätespezifisch

[SENSe<1|2>:]DDEMod:SRATe 100 Hz ...max.

Dieser Befehl definiert die Symbolrate.

Beispiel: "DDEM: SRAT 18kHz" 'stellt die Symbolrate auf 18kHz ein

Eigenschaften: *RST-Wert: richtet sich nach dem Demodulationsstandard
 SCPI: gerätespezifisch

[SENSe<1|2>:]DDEMod:STANdard:CATalog?

Dieser Befehl liest die Namen aller digitalen Standards aus.

Die Dateinamen werden ohne Dateiendung ausgegeben. Syntax des Ausgabeformates:

standard_1,standard_2, ... ,standard_n

Beispiel: " :DDEM:STAN:CAT?" 'liest die Dateinamen aller digitalen Standards aus

Eigenschaften: *RST-Wert: -
SCPI: gerätespezifisch

[SENSe<1|2>:]DDEMod:STANdard:COMMeNT <string>

Dieser Befehl gibt den Kommentar für einen neuen Standard ein. Der Kommentar wird mit dem Standard abgespeichert und wird nur im Auswahlmenü angezeigt (manuelle Bedienung). Bei Fernbedienung wird nach dem Abspeichern des Standards der 'string' wieder gelöscht. Damit kann ein neuer Kommentar für den nächsten Standard eingegeben werden. Bei Abfrage wird dann ein Leerstring zurückgegeben.

Beispiel: "DDEM:STAN:GRO `GSM`" 'wählt Gruppe GSM
"DDEM:STAN:COMM `FOR TEST`" 'definiert Kommentar
"DDEM:STAN:PREF `GSM_NB`" 'definiert Prefix des Sync-Patterns
"DDEM:STAN:SAVE `XG_2000`" 'speichert die aktuellen
'Geräteeinstellungen inklusive der
'Gruppe, des Kommentars und des
'Prefix als Standard XG_2000. Nach
'dem Abspeichern werden die Strings
'der obigen Befehl gelöscht.

Eigenschaften: *RST-Wert: "
SCPI: gerätespezifisch

[SENSe<1|2>:]DDEMod:STANdard:DELeTe <file_name>

Dieser Befehl löscht den gewählten digitalen Standard. Die Dateinamen der vordefinierten Standards können mit dem Befehl `SENS:DDEM:STAN:CAT?` (siehe oben) ermittelt werden.

Hinweis: Mit dem Softkey *FACTORY DEFAULTS* (Menü *HOME VSA*) lassen sich die von Rohde & Schwarz vordefinierten Standards wieder herstellen.

Beispiel: "DDEM:STAN:DEL `STD_GSM`" 'löscht Standard STD_GSM

Eigenschaften: *RST-Wert: "
SCPI: gerätespezifisch

[SENSe<1|2>:]DDEMod:STANdard:GROup <string>

Dieser Befehl gibt die Gruppenzugehörigkeit für einen neuen Standard ein. Die Gruppenzugehörigkeit wird mit dem Standard abgespeichert und wird nur im Auswahlnenü angezeigt (manuelle Bedienung). Bei Fernbedienung wird nach dem Abspeichern des Standards der 'string' wieder gelöscht. Damit kann eine neue Gruppenzugehörigkeit für den nächsten Standard eingegeben werden. Bei Abfrage wird dann ein Leerstring zurückgegeben. .

Beispiel:

"DDEM:STAN:GRO `GSM`"	'wählt Gruppe GSM
"DDEM:STAN:COMM `FOR TEST`"	'definiert Kommentar
"DDEM:STAN:PREFIX `GSM_NB`"	'definiert Prefix des Sync-Patterns
"DDEM:STAN:SAVE `XG_2000`"	'speichert die aktuellen 'Geräteeinstellungen inklusive der 'Gruppe, des Kommentars und des 'Prefix als Standard XG_2000. Nach 'dem Abspeichern werden die Strings 'der obigen Befehl gelöscht.

Eigenschaften: *RST-Wert: ""
SCPI: gerätespezifisch

[SENSe<1|2>:]DDEMod:STANdard:PREFIX <string>

Dieser Befehl gibt den Prefix des Sync-Patterns für einen neuen Standard ein. Der Prefix wird mit dem Standard abgespeichert und wird nur im Auswahlnenü angezeigt (manuelle Bedienung). Bei Fernbedienung wird nach dem Abspeichern des Standards der 'string' wieder gelöscht. Damit kann ein neuer Prefix für den nächsten Standard eingegeben werden. Bei Abfrage wird dann ein Leerstring zurückgegeben. .

Beispiel:

"DDEM:STAN:GRO `GSM`"	'wählt Gruppe GSM
"DDEM:STAN:COMM `FOR TEST`"	'definiert Kommentar
"DDEM:STAN:PREFIX `GSM_NB`"	'definiert Prefix des Sync-Patterns
"DDEM:STAN:SAVE `XG_2000`"	'speichert die aktuellen 'Geräteeinstellungen inklusive der 'Gruppe, des Kommentars und des 'Prefix als Standard XG_2000. Nach 'dem Abspeichern werden die Strings 'der obigen Befehl gelöscht.

Eigenschaften: *RST-Wert: ""
SCPI: gerätespezifisch

[SENSe<1|2>:]DDEMod:STANdard:PREset

Dieser Befehl stellt die Standardeinstellungen des aktuell gewählten Standards wieder her.

Beispiel: "DDEM:STAN:PRE" 'stellt die Default-Einstellungen des aktuell
'ausgewählten Standards wieder her.

Eigenschaften: *RST-Wert: --
SCPI: gerätespezifisch

Dieser Befehl ist ein "Event" und hat daher keinen *RST-Wert und keine Abfrage.

[SENSe<1|2>:]DDEMod:STANdard:SAVE <file_name>

Dieser Befehl speichert die momentanen Einstellungen der VSA als neuen benutzerdefinierten digitalen Standard. Ist der Name des digitalen Standard bereits vorhanden, kann der Standard nicht unter diesem Namen angelegt werden; es erfolgt eine Fehlermeldung. Bevor der Standard gespeichert wird, sollte die Gruppe (DDEM:STAN:GRO), der Kommentar (DDEM:STAN:COMM) und das Pattern Prefix (DDEM:STAN:PREF) angegeben werden.

Beispiel:

```
"DDEM:STAN:GRO `GSM`" 'wählt Gruppe GSM
"DDEM:STAN:COMM `FOR TEST`" 'definiert Kommentar
"DDEM:STAN:PREF `GSM_NB`" 'definiert Prefix des Sync-Patterns
"DDEM:STAN:SAVE `XG_2000`" 'speichert die aktuellen
'Geräteeinstellungen inklusive der
'Gruppe, des Kommentars und des
'Prefix als Standard XG_2000. Nach
'dem Abspeichern werden die Strings
'der obigen Befehl gelöscht.
```

Eigenschaften: *RST-Wert: ""
SCPI: gerätespezifisch

[SENSe<1|2>:]DDEMod:STANdard:SYNC:OFFSet <numeric_value>

Dieser Befehl definiert den Offset des Patterns in Symbolen bezogen auf den Burst-Start.

Beispiel: "DDEM:SEAR:SYNC:OFFS 10" 'der Sync Offset beträgt 10 Symbole vor dem Start des Bursts

Eigenschaften: *RST-Wert: 0
SCPI: gerätespezifisch

[SENSe<1|2>:]DDEMod:TIME 10...8000

Der Befehl bestimmt die Anzahl der dargestellten Symbole (Result Length).

Beispiel: "DDEM:TIME 80" 'stellt die Result Length auf 80 Symbole ein

Eigenschaften: *RST-Wert: richtet sich nach Demodulationsstandard
SCPI: gerätespezifisch

[SENSe<1|2>:]DDEMod:UQAM:FORMat '<UQAM_Mapping>'

Dieser Befehl wählt das spezifische Demodulationsmapping für UQAM aus.

Parameter: <UQAM_Mapping> 'Mapping-Name

Beispiel:

```
"DDEM:FORM UQAM" 'Aktiviert UQAM-Demodulation.
"DDEM:UQAM:FORM `UQAM_demod_mode`' 'Wählt UQAM-Demodulation mode
"DDEM:MAPP `UQAM_mapping_file`' 'Wählt die User QAM mapping if needed
'(see above)
```

Eigenschaften: *RST-Wert: -
SCPI: gerätespezifisch

Betriebsart: VSA

Dieser Befehl ist nur verfügbar für die UQAM-Demodulation. Verwandte Mapping-Dateien müssen importiert werden.

[SENSe<1|2>:]DDEMod:UQAM:NState?

Dieser Befehl gibt den spezifischen Modulationspegel für FQAM zurück .

Beispiel: "DDEM:FORM UQAM" 'Aktiviere User QAM-Demodulation.
 "DDEM:UQAM:FORM 'special'" 'Wählt User Mapping 'special' aus.
 "DDEM: UQAM:NST?" 'Gibt den Modulationspegel zurück.

Eigenschaften: *RST-Wert: -
 SCPI: gerätespezifisch

Betriebsart: VSA

Dieser Befehl ist nur verfügbar für die UQAM-Demodulation.

[SENSe<1|2>:]DDEMod:VSB:NState 8

Dieser Befehl bestimmt die spezifische Demodulationsart für VSB. Der Suffix bei SENSe ist ohne Bedeutung.

Parameter: 8 8VSB

Beispiel: "DDEM:FORM VSB" 'VSB-Demodulation einschalten
 "DDEM:VSB:NST 8" '8VSB-Demodulation einschalten

Eigenschaften: *RST-Wert: -
 SCPI: gerätespezifisch.

Dieser Befehl ist nur bei VSB-Demodulation verfügbar.

[SENSe<1|2>:]DDEMod:WBANd[:STATe] ON | OFF

Dieser Befehl aktiviert den Signalpfad der Option "Bandwidth Extension R&S FSQ-B72" für Symbolraten < 25 MHz.

Option R&S FSQ-B72 wird automatisch bei Sample Rates oberhalb 100 MHz aktiviert (= Symbolrate 25 MHz* 4 Points/Symbol) aktiviert. Bei Einstellung ON wird die Option auch für den Signalpfad auch für Symbolraten < 25 MHz aktiviert. Bei Symbolraten < 5.1 MHz wird die Funktion automatisch deaktiviert (OFF).

Beispiel: "DDEM:WBAN ON" 'Signalpfad der Option B72 unterhalb von 100 MHz aktivieren

Eigenschaften: *RST-Wert: OFF
 SCPI: gerätespezifisch.

Dieser Befehl ist nur beim R&S FSQ mit installierter Option B72 verfügbar.

SENSe:FREQuency - Subsystem

Das SENSe:FREQuency-Subsystem steuert die Frequenzachse des aktiven Messfensters. Die Auswahl des Messfensters erfolgt mit SENSe1 (SCREEN A) und SENSe2 (SCREEN B).

BEFEHL	PARAMETER	EINHEIT	KOMMENTAR
[SENSe<1 2>] :FREQuency :CENTer :STEP :AUTO	<Boolean>		

[SENSe<1|2>]:FREQuency:CENTer:STEP:AUTO ON | OFF

Dieser Befehl koppelt die Schrittweite an den aktuellen Standard (ON) oder stellt die mit Befehl `FREQ:CENT:STEP` eingebende Schrittweite ein (OFF).

Beispiel: `"FREQ:CENT:STEP:AUTO ON"` 'aktiviert die Kopplung der Schrittweite an
'den aktuellen Standard

Eigenschaften: *RST-Wert: ON
 SCPI: gerätespezifisch

TRACe – Subsystem

Das TRACe-Subsystem steuert den Zugriff auf die im Gerät vorhandenen Messwertspeicher.

In der Betriebsart Vektorsignalanalyse läuft der numerischen Suffix bei TRACe von 1..4. Damit wird zwischen den Messfenstern SCREEN A, SCREEN B, SCREEN C und SCREEN D im SPLIT-SCREEN Mode unterschieden:

TRACe1 = Screen A
 TRACe2 = Screen B.
 TRACe3 = Screen C
 TRACe4 = Screen D.

Ist kein Suffix angegeben, dann gelten die Einstellungen automatisch für Screen A.

BEFEHL	PARAMETER	EINHEIT	KOMMENTAR
TRACe<1 2> [:DATA]	TRACE1 TRACE2 TRACE3 TRACE4 <block> <numeric_value>...		

TRACe<1|2>[:DATA] TRACE1 | TRACE2 | TRACE3 | TRACE4 , <block> | <numeric_value>

Dieser Befehl transferiert Trace-Daten vom Controller zum Gerät, das Abfragekommando liest Trace-Daten aus dem Gerät aus. Die Auswahl des zugehörigen Messfensters erfolgt über das numerische Suffix von TRACe<1|2>.

Anzahl und Format der Messwerte in der Betriebsart Vektor Signal Analyzer

Karthesische Diagramme:

Bei karthesischen Diagrammen (Magnitude, Phase, Frequency, Real/Imag, Eye) werden nur die Y-Werte übertragen. Die Anzahl der Y-Werte ist das Produkt aus Result Length und Points per Symbol. Der zugehörige X-Wert zum ersten Y-Wert wird über den Befehl

`DISP:TRAC:X:START?` ermittelt.

Die Messdaten werden in der eingestellten Anzeigeeinheit übergeben

Als Format-Einstellung für Binärübertragung ist `FORMAT REAL,32` zu verwenden

Hinweis: *Beim Augendiagramm werden die Messdaten für die Anzeige nur graphisch überlagert, d.h. das Auslesen der Messwerte in der EYE-Darstellung unterscheidet sich nicht von der REAL/IMAG-Darstellung.*

Polare Diagramme

Bei polaren Diagrammen (Polar Constellation, Polar Vector) wird je Messwert Real- und Imaginärteil als Wertepaar übertragen. Die Anzahl der Wertepaare ist bei Polar Vector das Produkt aus Result Length und Points per Symbol, bei Polar Constellation die Result Length.

Als Format-Einstellung für Binärübertragung ist `FORMAT REAL,32` zu verwenden

Symbols & Modulation Accuracy

Symbol Table:

Die Abfrage der Symbol Table erfolgt immer über TRACE1. Die Daten werden in Symbolen als UINT16 kodiert. Die Wertigkeit der Modulation bestimmt den Wertebereich eines Symbols (bei 8PSK ist der Wertebereich eines Symbols 0..7)

Modulation Accuracy:

Die Abfrage der Symbol Accuracy erfolgt immer über TRACE2.

Modulationsart FSK, Anzahl der Messwerte bei FSK: 42, Formatierung:

<1: FSK Dev Error (Result)>, <2: FSK Dev Error (Peak)>, <3: FSK Dev Error (atSym)>, <4: FSK Dev Error (Rms)>, <5: FSK Dev Error (Avg)>, <6: FSK Dev Error (StdDev)>, <7: FSK Dev Error (Total Peak)>, <8: FSK Meas Dev (Result)>, <9: FSK Meas Dev (Rms)>, <10: FSK Meas Dev (Avg)>, <11: FSK Meas Dev (StdDev)>, <12: FSK Rev Dev (Result)>, <13: Carrier Freq Err (Result)>, <14: Carrier Freq Err (Rms)>, <15: Carrier Freq Err (Avg)>, <16: Carrier Freq Err (StdDev)>, <17: Carrier Freq Drift (Result)>, <18: Carrier Freq Drift (Rms)>, <19: Carrier Freq Drift (Avg)>, <20: Carrier Freq Drift (StdDev)>, <21: Mag Err (Result)>, <22: Mag Err (Peak)>, <23: Mag Err (atSym)>, <24: Mag Err (Rms)>, <25: Mag Err (Avg)>, <26: Mag Err (StdDev)>, <27: Mag Err (Total Peak)>, <28: Ampt Droop (Result)>, <29: Ampt Droop (Rms)>, <30: Ampt Droop (Avg)>, <31: Ampt Droop (StdDev)>, <32: Mean Power (Result)>, <33: Mean Power (Peak)>, <34: Mean Power (atSym)>, <35: Mean Power (Rms)>, <36: Mean Power (Avg)>, <37: Mean Power (StdDev)>, <38: Mean Power (Total Peak)>, <39: Trigger to Sync (Result)>, <40: Trigger to Sync (Rms)>, <41: Trigger to Sync (Avg)>, <42: Trigger to Sync (StdDev)>

Modulationsart VSB, Anzahl der Messwerte: 57

<1: EVM (Result)>, <2: EVM (Peak)>, <3: EVM (atSym)>, <4: EVM (Rms)>, <5: EVM (Avg)>, <6: EVM (StdDev)>, <7: EVM (95Pctl)>, <8: EVM (Total Peak)>, <9: Mag Err (Result)>, <10: Mag Err (Peak)>, <11: Mag Err (atSym)>, <12: Mag Err (Rms)>, <13: Mag Err (Avg)>, <14: Mag Err (StdDev)>, <15: Mag Err (Total Peak)>, <16: Phase Err (Result)>, <17: Phase Err (Peak)>, <18: Phase Err (atSym)>, <19: Phase Err (Rms)>, <20: Phase Err (Avg)>, <21: Phase Err (StdDev)>, <22: Phase Err (Total Peak)>, <23: Carrier Freq Err (Result)>, <24: Carrier Freq Err (Rms)>, <25: Carrier Freq Err (Avg)>, <26: Carrier Freq Err (StdDev)>, <27: Ampt Droop (Result)>, <28: Ampt Droop (Rms)>, <29: Ampt Droop (Avg)>, <30: Ampt Droop (StdDev)>, <31: Origin Offset (Result)>, <32: Origin Offset (Rms)>, <33: Origin Offset (Avg)>, <34: Origin Offset (StdDev)>, <35: IQ Imbalance (Result)>, <36: IQ Imbalance (Rms)>, <37: IQ Imbalance (Avg)>, <38: IQ Imbalance (StdDev)>, <39: Mean Power (Result)>, <40: Mean Power (Peak)>, <41: Mean Power (atSym)>, <42: Mean Power (Rms)>, <43: Mean Power (Avg)>, <44: Mean Power (StdDev)>, <45: Mean Power (Total Peak)>, <46: RHO (Result)>, <47: RHO (Rms)>, <48: RHO (Avg)>, <49: RHO (StdDev)>, <50: Trigger to Sync (Result)>, <51: Trigger to Sync (Rms)>, <52: Trigger to Sync (Avg)>, <53: Trigger to Sync (StdDev)>, <54: Pilot Level Error (Result)>, <55: Pilot Level Error (Rms)>, <56: Pilot Level Error (Avg)>, <57: Pilot Level Error (StdDev)>

Modulationsart ungleich FSK und VSB, Anzahl der Messwerte: 53

<1: EVM (Result)>,<2: EVM (Peak)>,
<3: EVM (atSym)>,<4: EVM (Rms)>,
<5: EVM (Avg)>,<6: EVM (StdDev)>,
<7: EVM (95Pctl)>,<8: EVM (Total Peak)>,
<9: Mag Err (Result)>,<10: Mag Err (Peak)>,
<11: Mag Err (atSym)>,<12: Mag Err (Rms)>,
<13: Mag Err (Avg)>,<14: Mag Err (StdDev)>,
<15: Mag Err (Total Peak)>,<16: Phase Err (Result)>,
<17: Phase Err (Peak)>,<18: Phase Err (atSym)>,
<19: Phase Err (Rms)>,<20: Phase Err (Avg)>,
<21: Phase Err (StdDev)>,<22: Phase Err (Total Peak)>,
<23: Carrier Freq Err (Result)>,<24: Carrier Freq Err (Rms)>,
<25: Carrier Freq Err (Avg)>,<26: Carrier Freq Err (StdDev)>,
<27: Ampt Droop (Result)>,<28: Ampt Droop (Rms)>,
<29: Ampt Droop (Avg)>,<30: Ampt Droop (StdDev)>,
<31: Origin Offset (Result)>,<32: Origin Offset (Rms)>,
<33: Origin Offset (Avg)>,<34: Origin Offset (StdDev)>,
<35: IQ Imbalance (Result)>,<36: IQ Imbalance (Rms)>,
<37: IQ Imbalance (Avg)>,<38: IQ Imbalance (StdDev)>,
<39: Mean Power (Result)>,<40: Mean Power (Peak)>,
<41: Mean Power (atSym)>,<42: Mean Power (Rms)>,
<43: Mean Power (Avg)>,<44: Mean Power (StdDev)>,
<45: Mean Power (Total Peak)>,<46: RHO (Result)>,
<47: RHO (Rms)>,<48: RHO (Avg)>,
<49: RHO (StdDev)>,<50: Trigger to Sync (Result)>,
<51: Trigger to Sync (Rms)>,<52: Trigger to Sync (Avg)>,
<53: Trigger to Sync (StdDev)>

TRIGger - Subsystem

Das TRIGger-Subsystem kontrolliert die Tiggerkenndaten des aktiven Messfensters.

Befehl	Parameter	Einheit	Kommentar
TRIGger :SEQuence :LEVel [:EXTErnal]	<numeric_value>		

:TRIGger[:SEQuence]:LEVel[:EXTErnal] 0.5 V ... 3.5 V

Dieser Befehl aktiviert ein externes TTL-Triggersignal, das am EXT TRIGGER /GATE-Eingang an der Rückseite des Gerätes anlegen muss. Der Triggerpegel kann zwischen 0,5 V und 3,5 V eingestellt werden.

Beispiel: "TRIG:LEV 2.5" 'stellt einen externen Triggerpegel von 2,5 V ein.

Eigenschaften: *RST-Wert: 1.4V
SCPI: gerätespezifisch

Betriebsart: alle

Tabelle der Softkey mit Zuordnung der IEC-Bus-Befehle

Hotkey VSA

VSA	INST:SEL DDEM oder INST:NSEL 2
-----	--------------------------------

Hotkeys der Option

EXIT VSA	INST:SEL SAN oder INST:NSEL 1
PRESET VSA	In Fernbedienung werden mit Befehl *RST alle Geräteeinstellungen zurückgesetzt.
SETTINGS	-
HOME VSA	<i>Der Hotkey HOME VSA öffnet die Auswahl der Menüs der Option R&S FSQ-K70. Der Softkey ADJUST REF LEVEL führt direkt zu einer Einstellung, daher wird er zuerst beschrieben. Anschliessend werden die Menü in der Reihenfolge der Softkeys im Menü beschrieben.</i>
ADJUST REF LEVEL	:SENSe:DDEMod:PRESet:RLEVel

Menü DIGITAL STANDARD

DIGITAL STANDARD	--
GENERIC LIST	ohne Funktion im IEC-Bus-Betrieb
STANDARD LIST	<p>Abfragen aller vorhandener Standards: [SENSe<1 2>:]DDEMod:STANdard:CATalog?</p> <pre>[SENSe<1 2>:]DDEMod:PRESet[:STANdard] <file_name> GSM EDGE FW3Gppcdma RW3Gppcdma FQCDma F95Cdma RQCDma R95Cdma CDMA2000 F1CDma2000 R1CDma2000 FNADc RNADc PDCDown PDCup PHS TETRA DECT DCS1800 PCS1900</pre> <p><file_name > = Die Standards werden über den File-Namen ausgewählt <standard > = Für einige Standards werden zusätzlich noch Parameterwerte (character data) angeboten.</p>
DELETE STANDARD	[SENSe<1 2>:]DDEMod:STANdard:DELeTe <file_name>
SAVE AS STANDARD	<pre>[SENSe<1 2>:]DDEMod:STANdard:GROup <string> [SENSe<1 2>:]DDEMod:STANdard:COMMeNt <string> [SENSe<1 2>:]DDEMod:STANdard:PREFix <string> [SENSe<1 2>:]DDEMod:STANdard:SAVE <file_name></pre>
CANCEL	ohne Funktion im IEC-Bus-Betrieb

SAVE	siehe Softkey SAVE AS STANDARD
STANDARD DEFAULTS	[SENSe<1 2>:]DDEMod:STANdard:PRESet
NEW GENERIC..	ohne Funktion im IEC-Bus-Betrieb
EDIT GENERIC..	ohne Funktion im IEC-Bus-Betrieb
EDIT GENERIC STD	ohne Funktion im IEC-Bus-Betrieb
SHOW ALL STANDARDS	Erfolgt im IEC-Bus-Betrieb automatisch
INSERT STANDARD	Erfolgt im IEC-Bus-Betrieb automatisch
REMOVE STANDARD	Erfolgt im IEC-Bus-Betrieb automatisch
CANCEL	ohne Funktion im IEC-Bus-Betrieb
SAVE	ohne Funktion im IEC-Bus-Betrieb
DELETE GENERIC STD	ohne Funktion im IEC-Bus-Betrieb

Menü MODULATION SETTINGS

MODULATION
SETTINGSSYM RATE
(270.833kHz)MODULATION
& MAPPING

--

:[SENSe<1|2>:]DDEMod:SRATE <num_value>

Einstellen von vordefinierten Standard-Mappings:

Modulation BPSK:[SENSe<1|2>:]DDEMod:FORMat PSK
:[SENSe<1|2>:]DDEMod:PSK:NState 2**Modulation QPSK**:[SENSe<1|2>:]DDEMod:FORMat QPSK
:[SENSe<1|2>:]DDEMod:QPSK:FORMat NORMal**Modulation OQPSK**:[SENSe<1|2>:]DDEMod:FORMat QPSK
:[SENSe<1|2>:]DDEMod:QPSK:FORMat OFFSet**Modulation 8PSK**:[SENSe<1|2>:]DDEMod:FORMat PSK
:[SENSe<1|2>:]DDEMod:PSK:FORMat NORMal
:[SENSe<1|2>:]DDEMod:PSK:NState 8**Modulation DQPSK**:[SENSe<1|2>:]DDEMod:FORMat QPSK
:[SENSe<1|2>:]DDEMod:QPSK:FORMat DIFFerential**Modulation D8PSK**:[SENSe<1|2>:]DDEMod:FORMat PSK
:[SENSe<1|2>:]DDEMod:PSK:FORMat DIFFerential
:[SENSe<1|2>:]DDEMod:PSK:NState 8**Modulation P1/4-DQPSK**:[SENSe<1|2>:]DDEMod:FORMat QPSK
:[SENSe<1|2>:]DDEMod:QPSK:FORMat DPI4**Modulation 3P/8-8PSK**:[SENSe<1|2>:]DDEMod:FORMat PSK
:[SENSe<1|2>:]DDEMod:PSK:FORMat N3Pi8
:[SENSe<1|2>:]DDEMod:PSK:NState 8**Modulation DMSK**:[SENSe<1|2>:]DDEMod:FORMat MSK
:[SENSe<1|2>:]DDEMod:MSK:FORMat TYPE2 | DIFFerential**Modulation MSK**:[SENSe<1|2>:]DDEMod:FORMat MSK
:[SENSe<1|2>:]DDEMod:MSK:FORMat TYPE1 | NORMal**Modulation 2FSK**:[SENSe<1|2>:]DDEMod:FORMat FSK
:[SENSe<1|2>:]DDEMod:FSK:NState 2**Modulation 4FSK**:[SENSe<1|2>:]DDEMod:FORMat FSK
:[SENSe<1|2>:]DDEMod:FSK:NState 4**Modulation 16QAM**:[SENSe<1|2>:]DDEMod:FORMat QAM
:[SENSe<1|2>:]DDEMod:QAM:NState 16**Modulation 32QAM**:[SENSe<1|2>:]DDEMod:FORMat QAM
:[SENSe<1|2>:]DDEMod:QAM:NState 32**Modulation 64QAM**:[SENSe<1|2>:]DDEMod:FORMat QAM
:[SENSe<1|2>:]DDEMod:QAM:NState 64**Modulation 128QAM**:[SENSe<1|2>:]DDEMod:FORMat QAM
:[SENSe<1|2>:]DDEMod:QAM:NState 128**Modulation 256QAM**:[SENSe<1|2>:]DDEMod:FORMat QAM
:[SENSe<1|2>:]DDEMod:QAM:NState 256

Einstellen von Mappings:

:[SENSe<1|2>:]DDEMod:MAPPING <mapping_name>

Abfragen aller vorhandenen Mappings der Modulationsart:

:[SENSe<1|2>:]DDEMod:MAPPING:CATalog?

MODULATION FILTER	: [SENSe<1 2>:] DDEMod:FiLTeR:MoDulation <TX-Filter>, <ISI-Filter>, <MEAS-FILTER> Abfrage der vorhandenen Filter: : [SENSe<1 2>:] DDEMod:FiLTeR:CAteLog?
EQUALIZER SETTINGS	
EQUALIZER ON OFF	: [SENSe<1 2>:] DDEMod:EQUalizer[:StAte] ON OFF
EQUALIZER TRAIN	: [SENSe<1 2>:] DDEMod:EQUalizer:ADAPt ON
EQUALIZER FREEZE	: [SENSe<1 2>:] DDEMod:EQUalizer:ADAPt OFF
EQUALIZER RESET	: [SENSe<1 2>:] DDEMod:EQUalizer:RESet
EQUALIZER LENGTH	: [SENSe<1 2>:] DDEMod:EQUalizer:LENGth <num_value>
EQUALIZER STEP	: [SENSe<1 2>:] DDEMod:EQUalizer:CNVR <num_value>
EQUALIZER LOAD	: [SENSe<1 2>:] DDEMod:EQUalizer:LOAD <name>
EQUALIZER SAVE	: [SENSe<1 2>:] DDEMod:EQUalizer:SAVe <name>
EQUALIZER DELETE	: [SENSe<1 2>:] DDEMod:EQUalizer:DELeTe <name>
ALFA/BT (0.3)	: [SENSe<1 2>:] DDEMod:FiLTeR:ALPHa <num_value>
FSK DEV (123.4 kHz)	: CALCulate<1 2>:FSK:DEViation:REFeRence <num_value>
POINTS /SYMB (4)	: [SENSe<1 2>:] DDEMod:PRATe 1 2 4 8 16
NEW USER SET	ohne Funktion im IEC-Bus-Betrieb
DELETE USER SET	ohne Funktion im IEC-Bus-Betrieb
SAVE USER SET	ohne Funktion im IEC-Bus-Betrieb

Menü DEMOD SETTINGS

DEMOD SETTINGS	--
RECORD LENGTH	

RECORD LEN (AUTO)	: [SENSe<1 2>:] DDEMod:RLENgth: AUTO ON OFF
RECORD LEN (8 kSym)	: [SENSe<1 2>:] DDEMod:RLENgth <num_value> SYM Die Abfrage des Wertes erfolgt in Sekunden
RECORD LEN (1.234 ms)	: [SENSe<1 2>:] DDEMod:RLENgth <num_value> S Die Abfrage des Wertes erfolgt in Sekunden
RESULT LENGTH	: [SENSe<1 2>:] DDEMod:TIME <num_value>
EVAL LINES	-- es werden immer beide Evaluation Lines ein-/ ausgeschaltet
EVAL LINE 1	: CALCulate<1 2>: ELIN: STATE ON : CALCulate<1 2>: ELIN<1> <num_value>
EVAL LINE 2	: CALCulate<1 2>: ELIN: STATE ON : CALCulate<1 2>: ELIN<2> <num_value>
FORCE WB PATH	: [SENSe<1 2>:] DDEMod:WBAND[:STATE] ON OFF
MULTI ON OFF	: [SENSe<1 2>:] DDEMod:MBURst ON OFF
FORCE WB PATH	: [SENSe<1 2>:] DDEMod:MBURst ON OFF
NORMALIZE ON OFF	: [SENSe<1 2>:] DDEMod:NORMALize ON OFF
SIDEBAND NORM INV	: [SENSe<1 2>:] DDEMod:SBAND NORMAl INVerse
POINTS/SYM (4)	: [SENSe<1 2>:] DDEMod:PRATE 1 2 4 8 16

Menü BURST & PATTERN

BURST & PATTERN	--
BURST SRCH ON OFF	: [SENSe<1 2>:] DDEMod:SEARCh: BURSt[:STATE] ON OFF
THRESHOLD (-20dBRef)	--
THRESHOLD AUTO	: [SENSe<1 2>:] DDEMod:SEARCh: BURSt: THReshold: AUTO ON
THRESHOLD RELATIVE	: [SENSe<1 2>:] DDEMod:SEARCh: BURSt: THReshold: AUTO OFF : [SENSe<1 2>:] DDEMod:SEARCh: BURSt: THReshold: MODE REL : [SENSe<1 2>:] DDEMod:SEARCh: BURSt: THReshold[:LEVel] <num_value>
THRESHOLD ABSOLUTE	: [SENSe<1 2>:] DDEMod:SEARCh: BURSt: THReshold: AUTO OFF : [SENSe<1 2>:] DDEMod:SEARCh: BURSt: THReshold: MODE ABS : [SENSe<1 2>:] DDEMod:SEARCh: BURSt: THReshold[:LEVel] <num_value>
HYSTERESIS MAN	: [SENSe<1 2>:] DDEMod:SEARCh: BURSt: HYSTEResis[:LEVel] <num_val>

EXPERT SETTINGS	: [SENSe<1 2>:]DDEMod:SEARCh:BURSt:LENGth[:MINimum] <num_value> : [SENSe<1 2>:]DDEMod:SEARCh:BURSt:LENGth:MAXimum <num_value> : [SENSe<1 2>:]DDEMod:SEARCh:BURSt:SKIP:RISing <num_val> : [SENSe<1 2>:]DDEMod:SEARCh:BURSt:SKIP:FALLing <num_value> : [SENSe<1 2>:]DDEMod:SEARCh:BURSt:GLENGth[:MINimum] <num_value>
MEAS ONLY ON BURST	: [SENSe<1 2>:]DDEMod:SEARCh:BURSt:MODE BURSt MEAS
PAT SRCH ON OFF	: [SENSe<1 2>:]DDEMod:SEARCh:SYNC:STATe ON OFF : [SENSe<1 2>:]DDEMod:SEARCh:SYNC:FOUND?
SELECT PATTERN	: [SENSe<1 2>:]DDEMod:SEARCh:SYNC:SELEct "pattern_name_1", position_1, "pattern_name_2", position_2, ..., "pattern_name_n", position_n
PATTERN SETTINGS	--
STD PATT LIST	: [SENSe<1 2>:]DDEMod:SEARCh:SYNC:CATalog? CURREnt
PATTERN LIST	: [SENSe<1 2>:]DDEMod:SEARCh:SYNC:CATalog? ALL
SHRINK PAT LIST	--
ADD PAT TO STD	: [SENSe<1 2>:]DDEMod:SEARCh:SYNC:PATTern:ADD <pat_name>
MEAS ONLY ON PAT	: [SENSe<1 2>:]DDEMod:SEARCh:SYNC:MODE SYNC MEAS
NEW PATTERN	--
PATTERN SETTINGS	Befehle für Spalten der Tabelle: : [SENSe<1 2>:]DDEMod:SEARCh:SYNC:NAME <pattern_name> : [SENSe<1 2>:]DDEMod:SEARCh:SYNC:TEXT <string> : [SENSe<1 2>:]DDEMod:SEARCh:SYNC:COMMENT <string> : [SENSe<1 2>:]DDEMod:SEARCh:SYNC:NState 2 4 8 16 32 64 128 256 512 1024
PATTERN SYMBOLS	Befehle für Spalte der Tabelle: : [SENSe<1 2>:]DDEMod:SEARCh:SYNC:NAME <string>
(*)	: [SENSe<1 2>:]DDEMod:SEARCh:SYNC:DATA "FFFF"
INSERT	ohne Funktion im IEC-Bus-Betrieb
EDIT	ohne Funktion im IEC-Bus-Betrieb
DELETE	ohne Funktion im IEC-Bus-Betrieb
SAVE	automatisch bei IEC-Bus
CANCEL	ohne Funktion im IEC-Bus-Betrieb

EDIT PATTERN	Editieren ist über IEC-Bus nicht möglich, es kann nur überschrieben werden.
DELETE PATTERN	: [SENSe<1 2>:] DDEMod:SEARCh:SYNC:SEL "GSM_1 : [SENSe<1 2>:] DDEMod:SEARCh:SYNC:DELeTe
REMOVE PAT FROM STD	: [SENSe<1 2>:] DDEMod:SEARCh:SYNC:PATtern:REMOve <pattern_name>
REMOVE ALL FROM STD	: [SENSe<1 2>:] DDEMod:SEARCh:SYNC:PATtern:REMOve ALL
MEAS ONLY SYNC'D	: [SENSe<1 2>:] DDEMod:SEARCh:SYNC:MODE MEAS SYNC

Menü MEAS RESULTS

MEAS RESULT	--
RESULT RAW FILT	: [SENSe<1 2>:] DDEMod: FILTer[:STATe] ON OFF
MEAS SIGNAL	: CALCulate<1 2>: FEED `XTIM:DDEM:MEAS` für Untermenü siehe Ref Signal
REF SIGNAL	: CALCulate<1 2>: FEED `XTIM:DDEM:REF`
MAGNITUDE (REL/ABS)	: CALCulate<1 2>: FORMat MAGNitude : DISPlay[:WINDow<1 2>]: TRACe<1...4>: Y[:SCALe]: MODE ABS REL
PHASE (WRAP/UNWR)	: CALCulate<1 2>: FORMat PHASe UPHase
FREQUENCY (REL/ABS)	: CALCulate<1 2>: FORMat FREQuency : DISPlay[:WINDow<1 2>]: TRACe<1...4>: Y[:SCALe]: MODE ABS REL
REAL/IMAG	: CALCulate<1 2>: FORMat RIMag
EYE (I/Q)	: CALCulate<1 2>: FORMat IEYE QEYE
IQ (COMP/CONS)	: CALCulate<1 2>: FORMat COMP CONS
SPECTRUM	: CALCulate<1 2>: DDEM: SPECTrum[:STATe] ON OFF
SIGNAL STATISTIC	: CALCulate: STATistics: CCDF[:STATe] ON OFF
ERROR SIGNAL	: CALCulate<1 2>: FEED `XTIM:DDEM:ERR:MPH` für die Ergebnisabfrage siehe auch Softkey SYMBOLS & MOD ACC:
MAGNITUDE ERROR	: CALCulate<1 2>: FEED `XTIM:DDEM:ERR:MPH` : CALCulate<1 2>: FORMat MAGNitude
PHASE ERROR (WRAP/UNWR)	: CALCulate<1 2>: FEED `XTIM:DDEM:ERR:MPH` : CALCulate<1 2>: FORMat PHASe
FREQ ERROR (ABS/REL)	: CALCulate<1 2>: FEED `XTIM:DDEM:ERR:MPH` : CALCulate<1 2>: FORMat FREQuency : DISPlay[:WINDow<1 2>]: TRACe<1...4>: Y[:SCALe]: MODE ABS REL
REAL/IMAG	: CALCulate<1 2>: FEED `XTIM:DDEM:ERR:MPH` : CALCulate<1 2>: FORMat RIMag
AM & PM CONVERSION	: CALCulate<1 2>: FEED `XTIM:DDEM:ERR:MPH` : CALCulate<1 2>: FORMat CONVersion
EVM	: CALCulate<1 2>: FEED `XTIM:DDEM:ERR:VECT` : CALCulate<1 2>: FORMat MAGNitude
IQ ERROR (VECTOR)	: CALCulate<1 2>: FEED `XTIM:DDEM:ERR:VECT` : CALCulate<1 2>: FORMat COMP CONS

ERROR SPECTRUM	:CALCulate<1 2>:DDEM:SPECTrum[:STATe] ON OFF
ERROR STATISTIC	:CALCulate:STATistics:CCDF[:STATe] ON OFF
CAPTURE BUFFER	:CALCulate<1 2>:FEED `TCAP`
MAG CAP BUFFER	:CALCulate<1 2>:FORMat MAGNitude
FREQUENCY ABS REL	:CALCulate<1 2>:FORMat FREquency :DISPlay[:WINDow<1 2>]:TRACe<1...4>:Y[:SCALe]:MODE ABSolute RELative
REAL/IMAG	:CALCulate<1 2>:FORMat RIMag
SPECTRUM	:CALCulate<1 2>:DDEM:SPECTrum[:STATe] ON OFF
SIGNAL STATISTIC	:CALCulate:STATistics:CCDF[:STATe] ON OFF
SYMBOLS & MOD ACC	:CALCulate<1 2>:FEED `XTIM:DDEM:SYMB`
	Zusammenfassung der Ergebnisabfrage:
	:CALCulate:MARKer:FUNCTion:DDEM:STATistic:ADRoop? <none> RMS AVG SDEV
	:CALCulate:MARKer:FUNCTion:DDEM:STATistic:CFERror? <none> RMS AVG SDEV TPEak
	:CALCulate:MARKer:FUNCTion:DDEM:STATistic:DTTStart? <none> RMS AVG SDEV
	:CALCulate:MARKer:FUNCTion:DDEM:STATistic:EVM? <none> PEAK ASYM RMS AVG SDEV PCTL TPEak
	:CALCulate:MARKer:FUNCTion:DDEM:STATistic:FSK:DERRor? <none> PEAK ASYM RMS AVG SDEV TPEak
	:CALCulate:MARKer:FUNCTion:DDEM:STATistic:FSK:MDEVIation? <none> RMS AVG SDEV
	:CALCulate:MARKer:FUNCTion:DDEM:STATistic:FSK:CFDRift? <none> RMS AVG SDEV
	:CALCulate:MARKer:FUNCTion:DDEM:STATistic:GIMBalance? <none> RMS AVG SDEV
	:CALCulate:MARKer:FUNCTion:DDEM:STATistic:IQIMBalance? <none> RMS AVG SDEV
	:CALCulate:MARKer:FUNCTion:DDEM:STATistic:MERRor? <none> PEAK ASYM RMS AVG SDEV TPEak
	:CALCulate:MARKer:FUNCTion:DDEM:STATistic:MPower? <none> PEAK ASYM RMS AVG SDEV TPEak
	:CALCulate:MARKer:FUNCTion:DDEM:STATistic:OOFFset? <none> RMS AVG SDEV
	:CALCulate:MARKer:FUNCTion:DDEM:STATistic:PERRor? <none> PEAK ASYM RMS AVG SDEV TPEak
	:CALCulate:MARKer:FUNCTion:DDEM:STATistic:QERRor? <none> RMS AVG SDEV
	:CALCulate:MARKer:FUNCTion:DDEM:STATistic:RHO? <none> RMS AVG SDEV
	:CALCulate:MARKer:FUNCTion:DDEM:STATistic:SNR? <none> RMS AVG SDEV
EQUALIZER	:CALCulate<1 2>:FEED `XTIM:DDEM:IMP` :CALCulate<1 2>:FEED `XFR:DDEM:RAT`
MAGNITUDE (REL/ABS)	:CALCulate<1 2>:FEED `XTIM:DDEM:IMP` :CALCulate<1 2>:FORMat MAGNitude :DISPlay[:WINDow<1 2>]:TRACe<1...4>:Y:SPACing LOGarithmic LINear

PHASE (WRAP/UNWR)	:CALCulate<1 2>:FEED `XTIM:DDEM:IMP' :CALCulate<1 2>:FORMat PHASe UPHase
REAL/IMAG	:CALCulate<1 2>:FEED `XTIM:DDEM:IMP' :CALCulate<1 2>:FORMat RIMag
GROUP DELAY	:CALCulate<1 2>:FEED `XFR:DDEM:RAT' :CALCulate<1 2>:FORMat GDELay
PHASE RESP (WRAP/UNWR)	:CALCulate<1 2>:FEED `XFR:DDEM:RAT' :CALCulate<1 2>:FORMat PHASe UPHase
FREQ RESP (LIN)	:CALCulate<1 2>:FEED `XFR:DDEM:RAT' :CALCulate<1 2>:FORMat MAGNitude :DISPlay[:WINDow<1 2>]:TRACe<1...4>:Y:SPACing LINear LOGarithmic
CHAN RESP (LIN)	:CALCulate<1 2>:FEED `XFR:DDEM:RAT' :CALCulate<1 2>:FORMat MAGNitude :DISPlay[:WINDow<1 2>]:TRACe<1...4>:Y:SPACing LINear LOGarithmic
RESULT LENGTH	:[SENSe<1 2>:]DDEMod:TIME <num_value>
NORMALIZE ON OFF	Normalize für PSK / MSK / QAM :[SENSe<1 2>:]DDEMod:NORMAlize ON OFF
POINTS /SYM (4)	: [SENSe<1 2>:]DDEMod:PRATE 1 2 4 8 16
EVM CALC (MAX)	: [SENSe<1 2>:]DDEMod:ECALc:OFFSet ON OFF
OFFSET EVM ON OFF	: [SENSe<1 2>:]DDEMod:ECALc:OFFSet ON OFF
HIGHLIGHT	ohne Funktion im IEC-Bus-Betrieb
EVM CALC 8 [MAX]	: [SENSe<1 2>:]DDEMod:ECALc SYMBol SIGNAL
REFDEVCOMP ON OFF	Normalize für FSK :CALCulate<1 2>:FSK:DEVIation:COMPensation ON OFF

Menü FIT TRACE

FIT TRACE	--
FIT TRIGGER	:CALCulate<1 2>:TRACe<1...3>:ADJust TRIGger
FIT BURST	:CALCulate<1 2>:TRACe<1...3>:ADJust BURSt
FIT PATTERN	:CALCulate<1 2>:TRACe:ADJust PATTern

FIT ALIGN LEFT	:CALCulate<1 2>:TRACe<1...3>:ADJust:ALIGNment LEFT
FIT ALIGN CENTER	:CALCulate<1 2>:TRACe<1...3>:ADJust:ALIGNment CENTER
FIT ALIGN RIGHT	:CALCulate<1 2>:TRACe<1...3>:ADJust:ALIGNment RIGHT
FIT ALIGN (20%)	:CALCulate<1 2>:TRACe<1...3>:ADJust:ALIGNment:VALue <num_value>
SET SYMB# 58SYM)	:DISPlay[:WINDow<1 2>]:TRACe<1...4>:X[:SCALE]:VOFFset <num_value>
RECORD LEN AUTO	:[SENSe<1 2>:]DDEMod:RENgth:AUTO ON OFF
RECORD LEN (800 SYM)	: [SENSe<1 2>:]DDEMod:RENgth <num_value> SYM
RECORD LEN (1.259 us)	: [SENSe<1 2>:]DDEMod:RENgth <num_value> S
PAT POS (123 SYM)	: [SENSe<1 2>:]DDEMod:STANdard:SYNC:OFFSet <num_value>
RESULT LEN (456SYM)	: [SENSe<1 2>:]DDEMod:TIME <num_value>
FIT OFFSET (-10SYM)	:CALCulate<1 2>:TRACe<1...3>:ADJust:ALIGNment:OFFSet <num_value>

Menü ZOOM

ZOOM START	--
ZOOM START	: [SENSe<1 2>:]DDEMod:SEARCh:MBURst:STARt <num_value>
ZOOM LENGTH	: [SENSe<1 2>:]DDEMod:SEARCh:MBURst:LENgth <num_value>
DEMODO NEXT RIGHT	: [SENSe<1 2>:]DDEMod:SEARCh:MBURst:FIND:NEXt
DEMODO RESTART	: [SENSe<1 2>:]DDEMod:SEARCh:MBURst:FIND:FIrSt
DEMODO @ ZOOM START	: [SENSe<1 2>:]DDEMod:SEARCh:MBURst:FIND:STARt
CAPTURE AUTO OFF	: [SENSe<1 2>:]DDEMod:SEARCh:MBURst:CAPture:AUTO ON OFF
MULTI ON OFF	: [SENSe<1 2>:]DDEMod:SEARCh:MBURst:STATe ON OFF

Menü RANGE

RANGE	--
X-AXIS QUANTIZE	:CALCulate:STATistics:SCALE:X:BCount <num_value>
X-AXIS /DIV	:DISPlay[:WINDow<1 2>]:TRACe<1..3>:X[:SCALE]:PDIVision <num_value>
X-AXIS REF VALUE	:DISPlay[:WINDow<1 2>]:TRACe<1..4>:X[:SCALE]:RVALue <num_value>
X-AXIS REF POS	:DISPlay[:WINDow<1 2>]:TRACe<1..4>:X[:SCALE]:RPOSITION 0..100PCT
Y-AXIS /DIV	:DISPlay[:WINDow<1 2>]:TRACe<1..3>:Y[:SCALE]:PDIVision <num_value>
Y-AXIS REF VALUE	:DISPlay[:WINDow<1 2>]:TRACe<1..4>:Y[:SCALE]:RVALue <num_value>
Y-AXIS REF POS	:DISPlay[:WINDow<1 2>]:TRACe<1..4>:Y[:SCALE]:RPOSITION 0..100PCT
DEFAULT SETTINGS	--
BIN	ohne Funktion im IEC-Bus-Betrieb
OCT	ohne Funktion im IEC-Bus-Betrieb
HEX	ohne Funktion im IEC-Bus-Betrieb
DEC	ohne Funktion im IEC-Bus-Betrieb

Menü FACTORY DEFAULTS

FACTORY DEFAULTS	
GENERIC STANDARDS	:[SENSe<1 2>:]DDEMod:FACTory GSTandards
STANDARDS	:[SENSe<1 2>:]DDEMod:FACTory STANdards
MAPPINGS	:[SENSe<1 2>:]DDEMod:FACTory MAPPings
PATTERN	:[SENSe<1 2>:]DDEMod:FACTory PATTerns
FILTERS	:[SENSe<1 2>:]DDEMod:FACTory FILTers

EQUALIZERS

:[SENSe<1|2>:]DDEMod:FACTory EQUalizer

ALL

:[SENSe<1|2>:]DDEMod:FACTory ALL

Menü IMPORT

IMPORT

GENERIC
STANDARDS

:[SENSe<1|2>:]DDEMod:IMPort:GStandard <name>,<path>

STANDARDS

:[SENSe<1|2>:]DDEMod:IMPort:STANDARD <name>,<path>

MAPPINGS

:[SENSe<1|2>:]DDEMod:IMPort:MAPPING <name>,<path>

PATTERN

:[SENSe<1|2>:]DDEMod:IMPort:PATtern <name>,<path>

FILTERS

:[SENSe<1|2>:]DDEMod:IMPort:FILTer <name>,<path>

EQUALIZERS

:[SENSe<1|2>:]DDEMod:IMPort:EQUalizer <name>,<path>

Menü EXPORT

EXPORT

GENERIC
STANDARDS

:[SENSe<1|2>:]DDEMod:EXPort:GStandard <name>,<path>

STANDARDS

:[SENSe<1|2>:]DDEMod:EXPort:STANDARD <name>,<path>

MAPPINGS

:[SENSe<1|2>:]DDEMod:EXPort:MAPPING <name>,<path>

PATTERN

:[SENSe<1|2>:]DDEMod:EXPort:PATtern <name>,<path>

FILTERS

:[SENSe<1|2>:]DDEMod:EXPort:FILTer <name>,<path>

EQUALIZERS

:[SENSe<1|2>:]DDEMod:EXPort:EQUalizer <name>,<path>

Taste **FREQ**

FREQ

CENTER

: [SENSe<1|2>:] FREQuency: CENTER <num_value>

CF STEP
AUTO MAN

: [SENSe<1|2>:] FREQuency: CENTER: STEP: AUTO ON|OFF

CF STEP
SIZE

: [SENSe<1|2>:] FREQuency: CENTER: STEP <num_value>

FREQUENCY
OFFSET

: [SENSe<1|2>:] FREQuency: OFFSet <num_value>

Taste **SPAN**

SPAN

Die Funktionen der Taste SPAN sind in der Betriebsart VSA ohne Bedeutung

Taste **AMPT**

AMPT

REF
LEVEL

DISPlay[:WINDow<1|2>]: TRACe<1...3>: Y[:SCALe]: RLEVel <num_value>

REF LEVEL
UNIT

: CALCulate<1|2>: UNIT: POWer DBM|DBMV|DBUV|DBUA|DBPW| VOLT|AMPere|WATT

RANGE

--

X-AXIS
QUANTIZE

CALCulate: STATistics: SCALe: X: BCOunt <num_value>

X-AXIS
/DIV

: DISPlay[:WINDow<1|2>]: TRACe<1...3>: X[:SCALe]: PDIVision <num_value>

X-AXIS
REF VALUE

: DISPlay[:WINDow<1|2>]: TRACe<1...4>: X[:SCALe]: RVALue <num_value>

X-AXIS
REF POS

: DISPlay[:WINDow<1|2>]: TRACe<1...4>: X[:SCALe]: RPOSITION 0..100PCT

Y-AXIS
/DIV

: DISPlay[:WINDow<1|2>]: TRACe<1...3>: Y[:SCALe]: PDIVision <num_value>

Y-AXIS
REF VALUE

: DISPlay[:WINDow<1|2>]: TRACe<1...4>: Y[:SCALe]: RVALue <num_value>

Y-AXIS
REF POS

: DISPlay[:WINDow<1|2>]: TRACe<1...4>: Y[:SCALe]: RPOSITION 0..100PCT

DEFAULT
SETTINGS

--

BIN	ohne Funktion im IEC-Bus-Betrieb
OCT	ohne Funktion im IEC-Bus-Betrieb
HEX	ohne Funktion im IEC-Bus-Betrieb
DEC	ohne Funktion im IEC-Bus-Betrieb
DISPLAY UNIT	--
Y UNIT LOG DB	:DISPlay:WINDow:TRACe:Y:SPACing LOG
Y UNIT LINEAR	:DISPlay:WINDow:TRACe:Y:SPACing LIN
Y UNIT DEG	:CALCulate<1 2>:UNIT:ANGLE DEG r.
Y UNIT RAD	:CALCulate<1 2>:UNIT:ANGLE RAD
X UNIT TIME	:CALCulate<1 2>:X:UNIT:TIME S
X UNIT SYMBOL	:CALCulate<1 2>:X:UNIT:TIME SYM
RF INPUT AC DC	:INPut<1 2>:COUPling AC DC
RF ATTEN MANUAL	:INPut<1 2>:ATTenuation:AUTO OFF :INPut<1 2>:ATTenuation <num_value>
RF ATTEN AUTO	:INPut<1 2>:ATTenuation:AUTO ON
ADJUST REF LEVEL	:SENSe:DDEMod:PRESet:RLEVel
REF LEVEL OFFSET	:DISP[:WIND<1 2>]:TRACe<1...3>:Y[:SCALe]:RLEVel:OFFSet <num_value>
Mixer	--
MIXER LVL AUTO	:INPut:MIXer:AUTO ON
MIXER LVL MANUAL	:INPut:MIXer:AUTO OFF :INPut:MIXer[:POWER] <num_value>

Taste MKR

MKR	
MARKER 1..4	CALCulate<1 2>:MARKer<1...4>[:STATe] ON OFF; CALCulate<1 2>:MARKer<1...4>:X <numeric value>; CALCulate<1 2>:MARKer<1...4>:Y? CALCulate<1 2>:DELTamarker1[:STATe] ON OFF; CALCulate<1 2>:DELTamarker<1...4>:X <numeric value>; CALCulate<1 2>:DELTamarker<1...4>:Y?
MARKER NORM DELTA	CALCulate<1 2>:DELTamarker<1...4>[:STATe] ON OFF;
ALL MARKER OFF	CALCulate<1 2>:MARKer<1...4>:AOFF CALCulate<1 2>:DELTamarker<1...4>:AOFF
MKR-> TRACE	CALCulate<1 2>:MARKer<1...4>:TRACe <num_value> CALCulate<1 2>:DELTamarker<1...4>:TRACe <num_value>

Taste MKR->

MKR->	
SELECT MARKER	--
MAX PEAK	:CALCulate<1 2>:MARKer<1..4>:MAXimum[:PEAK] :CALCulate<1 2>:DELTamarker<1..4>:MAXimum[:PEAK]
MIN PEAK	:CALCulate<1 2>:MARKer<1..4>:MINimum[:PEAK] :CALCulate<1 2>:DELTamarker<1..4>:MINimum[:PEAK]
MAX PEAK	:CALCulate<1 2>:MARKer<1..4>:MAXimum:APEak :CALCulate<1 2>:DELTamarker<1..4>:MAXimum:APEak
SEARCH LIMITS	--
LEFT LIMIT	:CALCulate<1 2>:MARKer<1..4>:X:SLIMits[:STATe] ON OFF :CALCulate<1 2>:MARKer<1..4>:X:SLIMits:LEFT <num_value>
RIGHT LIMIT	:CALCulate<1 2>:MARKer<1..4>:X:SLIMits[:STATe] ON OFF :CALCulate<1 2>:MARKer<1..4>:X:SLIMits:RIGHT <num_value>
THRESHOLD	:CALCulate<1 2>:THReshold[:STATe] ON OFF :CALCulate<1 2>:THReshold <num_value>
LIMITS = EVAL LINES	:CALCulate<1 2>:MARKer<1..4>:X:SLIMits[:STATe] ON :CALCulate<1 2>:MARKer<1..4>:X:SLIMits:LEFT <num_value> :CALCulate<1 2>:MARKer<1..4>:X:SLIMits:RIGHT <num_value>
SEARCH LIM OFF	:CALCulate<1 2>:MARKer<1..4>:X:SLIMits[:STATe] OFF :CALCulate<1 2>:THReshold[:STATe] ON OFF
PEAK EXCURSION	:CALCulate<1 2>:MARKer<1..4>:PEXCursion <num_value>
MKR -> TRACE	:CALCulate<1 2>:MARKer<1..4>:TRACe <num_value> :CALCulate<1 2>:DELTamarker <1..4>:TRACe <num_value>

Taste MKR FCTN

MKR FUNC	
PndB OUT ()	CALCulate<1 2>:MARKer<1..4>:FUNCTION:CPOint[:STATe] ON OFF CALCulate<1 2>:MARKer<1..4>:FUNCTION:CPOint:VALue <num_value> CALCulate<1 2>:MARKer<1..4>:FUNCTION:CPOint:PHDiff? CALCulate<1 2>:MARKer<1..4>:FUNCTION:CPOint:POWER?
SUMMARY MARKER	CALCulate<1 2>:MARKer<1..4>:FUNCTION:SUMMARY:MAXimum[:STATe] ON CALCulate<1 2>:MARKer<1..4>:FUNCTION:SUMMARY:MPEak[:STATe] ON CALCulate<1 2>:MARKer<1..4>:FUNCTION:SUMMARY:MIDDLE[:STATe] ON CALCulate<1 2>:MARKer<1..4>:FUNCTION:SUMMARY:RMS[:STATe] ON CALCulate<1 2>:MARKer<1..4>:FUNCTION:SUMMARY:PPEak[:STATe] ON CALCulate<1 2>:MARKer<1..4>:FUNCTION:SUMMARY:MEAN[:STATe] ON CALCulate<1 2>:MARKer<1..4>:FUNCTION:SUMMARY:SDEVIation[:STATe]ON
SUM MKR ON OFF	CALCulate<1 2>:MARKer<1..4>:FUNCTION:SUMMARY:MAXimum[:STATe] ON OFF CALCulate<1 2>:MARKer<1..4>:FUNCTION:SUMMARY:MPEak[:STATe] ON OFF CALCulate<1 2>:MARKer<1..4>:FUNCTION:SUMMARY:MIDDLE[:STATe] ON OFF CALCulate<1 2>:MARKer<1..4>:FUNCTION:SUMMARY:RMS[:STATe] ON OFF CALCulate<1 2>:MARKer<1..4>:FUNCTION:SUMMARY:PPEak[:STATe] ON OFF CALCulate<1 2>:MARKer<1..4>:FUNCTION:SUMMARY:MEAN[:STATe] ON OFF CALCulate<1 2>:MARKer<1..4>:FUNCTION:SUMMARY:SDEVIation[:STATe]ON OFF
MAX PEAK	CALCulate<1 2>:MARKer<1..4>:FUNCTION:SUMMARY:MAXimum[:STATe] ON OFF CALCulate<1 2>:MARKer<1..4>:FUNCTION:SUMMARY:MAXimum:RESult?
+ PEAK	CALCulate<1 2>:MARKer<1..4>:FUNCTION:SUMMARY:PPEak[:STATe] ON OFF CALCulate<1 2>:MARKer<1..4>:FUNCTION:SUMMARY:PPEak:RESult?
- PEAK	CALCulate<1 2>:MARKer<1..4>:FUNCTION:SUMMARY:MPEak[:STATe] ON OFF CALCulate<1 2>:MARKer<1..4>:FUNCTION:SUMMARY:MPEak:RESult?
-/- PEAK	CALCulate<1 2>:MARKer<1..4>:FUNCTION:SUMMARY:MIDDLE[:STATe] ON OFF CALCulate<1 2>:MARKer<1..4>:FUNCTION:SUMMARY:MIDDLE:RESult?
RMS	CALCulate<1 2>:MARKer<1..4>:FUNCTION:SUMMARY:RMS[:STATe] ON OFF CALCulate<1 2>:MARKer<1..4>:FUNCTION:SUMMARY:RMS:RESult?
MEAN	CALCulate<1 2>:MARKer<1..4>:FUNCTION:SUMMARY:MEAN[:STATe] ON OFF CALCulate<1 2>:MARKer<1..4>:FUNCTION:SUMMARY:MEAN:RESult?
STANDARD DEVIATION	CALCulate<1 2>:MARKer<1..4>:FUNCTION:SUMMARY:SDEVIation[:STATe] ON OFF CALCulate<1 2>:MARKer<1..4>:FUNCTION:SUMMARY:SDEVIation:RESult?
LIMITS ON OFF	CALCulate<1 2>:MARKer<1..4>:SLIMITs ON OFF
START LIMIT	CALCulate<1 2>:MARKer<1..4>:SLIMITs:LEFT <num_value>
STOP LIMIT	CALCulate<1 2>:MARKer<1..4>:SLIMITs:RIGHT <num_value>
MAX HOLD ON OFF	CALCulate<1 2>:MARKer<1..4>:FUNCTION:SUMMARY:PHOLD ON OFF CALCulate<1 2>:MARKer<1..4>:FUNCTION:SUMMARY:MAXimum:PHOLD:RESult? CALCulate<1 2>:MARKer<1..4>:FUNCTION:SUMMARY:MPEak:PHOLD:RESult? CALCulate<1 2>:MARKer<1..4>:FUNCTION:SUMMARY:MIDDLE:PHOLD:RESult? CALCulate<1 2>:MARKer<1..4>:FUNCTION:SUMMARY:PPEak:PHOLD:RESult? CALCulate<1 2>:MARKer<1..4>:FUNCTION:SUMMARY:RMS:PHOLD:RESult? CALCulate<1 2>:MARKer<1..4>:FUNCTION:SUMMARY:MEAN:PHOLD:RESult? CALCulate<1 2>:MARKer<1..4>:FUNCTION:SUMMARY:SDEVIation:PHOLD:RESult?

AVERAGE
ON OFF

CALCulate<1|2>:MARKer<1...4>:FUNction:SUMMary:AVErage ON | OFF
 CALCulate<1|2>:MARKer<1...4>:FUNction:SUMMary:MAXimum:AVErage:RESult?
 CALCulate<1|2>:MARKer<1...4>:FUNction:SUMMary:MPEak:AVErage:RESult?
 CALCulate<1|2>:MARKer<1...4>:FUNction:SUMMary:MIDDLE:AVErage:RESult?
 CALCulate<1|2>:MARKer<1...4>:FUNction:SUMMary:PPEak:AVErage:RESult?
 CALCulate<1|2>:MARKer<1...4>:FUNction:SUMMary:RMS:AVErage:RESult?
 CALCulate<1|2>:MARKer<1...4>:FUNction:SUMMary:MEAN:AVErage:RESult?
 CALCulate<1|2>:MARKer<1...4>:FUNction:SUMMary:SDEVIation:AVErage:RES?

NUMBER OF
SWEEPS

[SENSe:]SWEep:COUNT <num_value>

Taste BW

BW

RES BW
MANUAL

[SENSe:]BANDwidth|BWIDth[:RESolution]:AUTO OFF
 [SENSe:]BANDwidth|BWIDth[:RESolution] <num_value>

RES BW
AUTO

[SENSe:]BANDwidth|BWIDth[:RESolution]:AUTO ON

Taste SWEEP

SWEEP

CONTINUOUS
SWEEP

INITiate:CONTInuous ON

SINGLE
SWEEP

INITiate:CONTInuous OFF;
 INITiate:IMMediate

DEMOD
NEXT RIGHT

: [SENSe<1|2>:]DDEMod:SEARCh:MBURst:FIND:NEXT

DEMOD
RESTART

: [SENSe<1|2>:]DDEMod:SEARCh:MBURst:FIND:FIRSt

DEMOD @
ZOOM START

: [SENSe<1|2>:]DDEMod:SEARCh:MBURst:FIND:STARt

SWEEP
COUNT

[SENSe:]SWEep:COUNT <num_value>

CAPTURE
AUTO OFF

: [SENSe<1|2>:]DDEMod:SEARCh:MBURst:CAPTure ON | OFF

MULTI
ON OFF

: [SENSe<1|2>:]DDEMod:SEARCh:MBURst:STATe ON | OFF

Taste MEAS – steht nicht zur Verfügung

Taste TRIG

TRIG	
FREE RUN	TRIGger[:SEquence]:SOURce IMMEDIATE
EXTERN	TRIGger[:SEquence]:SOURce EXTERNAL TRIGger[:SEquence]:LEVel[EXTERNAL] <numeric_value> [SENSe:]SWEep:EGATE:SOURce EXTERNAL
TRIGGER OFFSET	TRIGger[:SEquence]:HOLDoff <num_value>
POLARITY POS/NEG	TRIGger[:SEquence]:SLOPe POSitive NEGative oder [SENSe:]SWEep:EGATE:POLarity POSitive NEGative
MEAS ONLY ON PATT	: [SENSe<1 2>:]DDEMod:SEARch:SYNC:MODE MEAS SYNC
MEAS ONLY ON BURST	: [SENSe<1 2>:]DDEMod:SEARch:BURSt:MODE MEAS BURSt

Taste TRACE

TRACE	
SELECT TRACE	--
CLEAR/ WRITE	:DISPlay[:WINDow<1 2>]:TRACe<1...3>:MODE WRITe
MAX HOLD	:DISPlay[:WINDow<1 2>]:TRACe<1...3>:MODE MAXHold oder :[SENSe<1 2>:]AVERAge:MODE MAX
AVERAGE	:DISPlay[:WINDow<1 2>]:TRACe<1...3>:MODE AVERAge
VIEW	:DISPlay[:WINDow<1 2>]:TRACe<1...3>:MODE VIEW
BLANK	:DISPlay[:WINDow<1 2>]:TRACe<1...3>[:STATE] OFF
SWEEP COUNT	: [SENSe<1 2>:]SWEep:COUNT <num_value>
RMS	:DISPlay[:WINDow<1 2>]:TRACe<1...3>:MODE RMS
MIN HOLD	:DISPlay[:WINDow<1 2>]:TRACe<1...3>:MODE MINHold
AVG MODE LIN LOG	: CALCulate<1 2>:MATH:MODE LINear LOGarithmic

FILE EXPORT	:FORMat:DATA ASCii :MMEMory:STORe:TRACe <numeric_value>, <file_name>
FILE IMPORT	:FORMat:DATA ASCii :MMEMory:LOAD:TRACe <numeric_value>, <file_name>
DATA RAW TRACE	:FORMat:DEXPort:MODE RAW TRACe
HEADER ON OFF	:FORMat:DEXPort:HEADer ON OFF
DECIM SEP . /	:FORMat:DEXPort:DSEParator POINT COMMa

Taste LINES

LINES	
SELECT LIMIT LINE	<p>Auswahl: CALCulate<1 2>:LIMit<1...8>:NAME <string>; CALCulate<1 2>:LIMit<1...8>:UPPer:STATe ON OFF CALCulate<1 2>:LIMit<1...8>:LOWer:STATe ON OFF</p> <p>Grenzwertprüfung: CALCulate<1 2>:LIMit<1...8>:STATe ON OFF INITiate[:IMMediate]; WAI* CALCulate<1 2>:LIMit<1...8>:FAIL?</p> <p>Zuordnung der Messkurve: CALCulate<1 2>:LIMit<1...8>:TRACe 1 2 3</p>
NEW LIMIT LINE	
NAME	<p>Name: CALCulate<1 2>:LIMit<1...8>:NAME <string>;</p> <p>Darstellungsbereich: CALCulate<1 2>:LIMit<1...8>:CONTRol:DOMain FREQuency TIME</p> <p>Skalierung: CALCulate<1 2>:LIMit<1...8>:CONTRol:MODE RELative ABSolute CALCulate<1 2>:LIMit<1...8>:UPPer:MODE RELative ABSolute CALCulate<1 2>:LIMit<1...8>:LOWer:MODE RELative ABSolute</p> <p>Einheit: CALCulate<1 2>:LIMit<1...8>:UNIT DBM DBPW WATT DBU VOLT DBUA AMPere DB DBU _MHZ DBUA _MHZ DEG RAD S HZ PCT</p> <p>Sicherheitsabstand (Margin): CALCulate<1 2>:LIMit<1...8>:UPPer:MARGin <num_value> CALCulate<1 2>:LIMit<1...8>:LOWer:MARGin <num_value></p> <p>Schwellenwert bei relativer Y-Skalierung: CALCulate<1 2>:LIMit<1...8>:UPPer:THReshold <num_value> CALCulate<1 2>:LIMit<1...8>:LOWer:THReshold <num_value></p> <p>Kommentar: CALCulate<1 2>:LIMit<1...8>:COMMeNt <string></p>
VALUES	CALCulate<1 2>:LIMit<1...8>:CONTRol[:DATA]<num_value>, <num_value>.. CALCulate<1 2>:LIMit<1...8>:UPPer[:DATA]<num_value>, <num_value>.. CALCulate<1 2>:LIMit<1...8>:LOWer[:DATA]<num_value>, <num_value>..
INSERT VALUE	ohne Funktion im IEC-Bus-Betrieb
DELETE VALUE	ohne Funktion im IEC-Bus-Betrieb
SHIFT X LIMIT LINE	CALCulate<1 2>:LIMit<1...8>:CONTRol:SHIFt <num_value>

SHIFT Y LIMIT LINE	CALCulate<1 2>:LIMit<1...8>:UPPer:SHIFt <num_value> CALCulate<1 2>:LIMit<1...8>:LOWer:SHIFt <num_value>
SAVE LIMIT LINE	erfolgt bei IEC-Bus automatisch
EDIT LIMIT LINE	s. EDIT LIMIT LINE
COPY LIMIT LINE	CALCulate<1 2>:LIMit<1...8>:COPY 1...8 <name>
DELETE LIMIT LINE	CALCulate<1 2>:LIMit<1...8>:DELeTe
X OFFSET	CALCulate<1 2>:LIMit<1...8>:CONTRol:OFFset <num_value>
Y OFFSET	CALCulate<1 2>:LIMit<1...8>:UPPer:OFFset <num_value> CALCulate<1 2>:LIMit<1...8>:LOWer:OFFset <num_value>

Taste DISP

DISP	
FULL SCREEN	DISPlay:FORmat SINGLE DISPlay[:WINDow<1 2>]:SElect
SPLIT SCREEN	DISPlay:FORmat SPLit
CONFIG DISPLAY	--
SCREEN TITLE	DISPlay[:WINDow<1 2>]:TEXT[:DATA] <string> DISPlay[:WINDow<1 2>]:TEXT:STATe ON OFF
TIME/DATE ON OFF	DISPlay[:WINDow<1 2>]:TIME ON OFF
LOGO ON/OFF	DISPlay:LOGO ON OFF
ANNOTATION ON/OFF	DISPlay:ANNotation:FREQuency ON OFF
DATAENTRY OPAQUE	ohne Funktion im IEC-Bus-Betrieb
DEFAULT COLORS 1	DISPlay:CMAp<1...13>:DEFault1
DEFAULT COLORS 2	DISPlay:CMAp<1...13>:DEFault2
DISPLAY PWR SAVE	DISPlay:PSAve[:STATe] ON OFF DISPlay:PSAve:HOLDoff <num_value>
SELECT OBJECT	--

BRIGHTNESS	DISPlay:CMAP:HSL <hue>,<sat>,<lum>
TINT	DISPlay:CMAP<1...13>:HSL <hue>,<sat>,<lum>
SATURATION	DISPlay:CMAP<1...13>:HSL <hue>,<sat>,<lum>
PREDEFINED COLORS	DISPlay:CMAP<1...13>:PDEFined BLACK BLUE BROWN GREEN CYAN RED MAGenta YELLOW WHITE DGRAY LGRAY LBLUE LGREEN LCYAN LRED MAGenta

Taste FILE

FILE	
SAVE	MMEemory:STORe:STATe 1,<file_name>
RECALL	MMEemory:LOAD:STATe 1,<file_name>
EDIT COMMENT	MMEemory:COMMeNt <string>
ITEMS TO SAVE/RCL	
SELECT ITEMS	MMEemory:SElect[:ITEM]:HWSettings ON OFF MMEemory:SElect[:ITEM]:TRAcE[:ACTive] ON OFF MMEemory:SElect[:ITEM]:LINES:ALL ON OFF MMEemory:SElect[:ITEM]:NONE
DEFAULT CONFIG	MMEemory:SElect[:ITEM]:DEFault
DISABLE ALL ITEMS	MMEemory:SElect[:ITEM]:NONE
ENABLE ALL ITEMS	MMEemory:SElect[:ITEM]:ALL
DATA SET LIST	--
STARTUP RECALL	MMEemory:LOAD:AUTO 1,<file_name>
FILE MANAGER	
EDIT PATH	MMEemory:MSIS <device> MMEemory:CDIRectory <directory_name>
MAKE DIRECTORY	MMEemory:MDIRectory <directory_name>
FORMAT DISK	MMEemory:INITialize <msus>
RENAME	MMEemory:MOVE <file_source>,<file_destination>
SORT MODE	ohne Funktion im IEC-Bus-Betrieb
COPY	MMEemory:COpy <file_source>,<file_destination>
DELETE	MMEemory:DELeTe <file_name> MMEemory:RDIRectory <directory_name>

Taste CAL

CAL	
CAL TOTAL	CALibration[:ALL]?
CAL ABORT	CALibration:ABORT
CAL CORR ON OFF	CALibration:STATE ON OFF
CAL RESULTS	CALibration:RESults?

Taste SETUP

REFERENCE INT/EXT	[SENSe:]ROSCillator:SOURce INTernal EXTernal
NOISE SCR ON OFF	DIAGnostic:SERvice:NSource ON OFF <num_value>
SIGNAL SOURCE	
YIG FILTER ON OFF	INPut<1 2>:FILTer:YIG[:STATE] ON OFF (Der Softkey ist nur beim R&S FSQ vorhanden)
RF PATH	INPut<1 2>:SElect RF Der Softkey ist nur bei einer Ausstattung mit Option FSQ-B71 (Basisbandeingang) vorhanden.
BASEBAND ANALOG	INPut<1 2>:SElect AIQ Der Softkey ist nur bei einer Ausstattung mit Option FSQ-B71 (Basisbandeingang) vorhanden.
IQ INPUT 50 1k	INPut<1 2>:IQ:IMPedance LOW HIGH Der Softkey ist nur bei einer Ausstattung mit Option FSQ-B71 (Basisbandeingang) vorhanden.
BALANCED ON OFF	INPut<1 2>:IQ:BALanced ON OFF Der Softkey ist nur bei einer Ausstattung mit Option FSQ-B71 (Basisbandeingang) vorhanden.
LOWPASS 36 MHZ	SENSe<1 2>:IQ:LPASs[:STATE] ON OFF Der Softkey ist nur bei einer Ausstattung mit Option FSQ-B71 (Basisbandeingang) vorhanden.
DITHER ON OFF	Der Softkey ist nur bei einer Ausstattung mit Option FSQ-B71 (Basisbandeingang) vorhanden.
PREAMP	INPut:GAIN:STATE ON OFF Dieser Softkey ist nur bei einer Ausstattung mit Option Electronic Attenuator, R&S FSU-B25 vorhanden.
GENERAL SETUP	--
GPIB ADDRESS	SYSTem:COMMunicate:GPIB[:SELF]:ADDRESS 0...30
COM INTERFACE	SYSTem:COMMunicate:SERial[:RECeive:]BAUD <num_value> SYSTem:COMMunicate:SERial[:RECeive]:BITS 7 8 SYSTem:COMMunicate:SERial:RECeive:PARity[:TYPE] EVEN ODD NONE SYSTem:COMMunicate:SERial[:RECeive]:SBITS 1 2 SYSTem:COMMunicate:SERial:CONTRol:DTR IBFull OFF SYSTem:COMMunicate:SERial:CONTRol:RTS IBFull OFF SYSTem:COMMunicate:SERial[:RECeive]:PACE XON NONE
TIME+DATE	SYSTem:TIME 0...23, 0...59, 0...59 SYSTem:DATE <num>,<num>,<num>

CONFIGURE NETWORK	--
NETWORK LOGIN	--
OPTIONS	--
SOFT FRONT PANEL	--
SYSTEM INFO	--
HARDWARE INFO	DIAGnostic:SERvice:HWInfo?
STATISTICS	--
SYSTEM MESSAGES	SYSTem:ERRor? SYSTem:ERRor:LIST?
CLEAR ALL MESSAGES	SYSTem:ERRor?
SAVE CHANGES	--
SERVICE	--
INPUT RF	DIAGnostic:SERvice:INPut[:SElect] RF
INPUT CAL	DIAGnostic:SERvice:INPut[:SElect] CALibration DIAGnostic:SERvice:CSource[:POWer] <num_value>
SELFTEST	*TST?
SELFTEST RESULTS	DIAGnostic:SERvice:STEST:RESult?
REFERENCE FREQUENCY	[SENSE<1 2>:]ROSCillator[:INTernal]:TUNe 0...4095
CAL SIGNAL POWER	--
SAVE CHANGES	[SENSE<1 2>:]ROSCillator[:INTernal]:TUNe:SAVE
ENTER PASSWORD	SYSTem:PASSword[:CENable] <string>
CAL GEN 128 MHz	DIAGnostic:SERvice:INPut:PULSed OFF
CAL GEN COMB	DIAGnostic:SERvice:INPut:PULSed ON DIAGnostic:SERvice:INPut:PULSed:PRATe 128 MHz
SERVICE FUNCTION	DIAGnostic:SERvice:SFUNction <string>
FIRMWARE UPDATE	--
RESTORE FIRMWARE	--

Taste HCOPI

HCOPI

PRINT
SCREEN

HCOPI:ITEM:ALL
HCOPI:IMMEDIATE

Bei Ausdruck in Datei zusätzlich MMEORY:NAME <file_name>

PRINT
TRACE

HCOPI:ITEM:WINDOW<1|2>:TRACE:STATE ON | OFF
HCOPI:IMMEDIATE

Bei Ausdruck in Datei zusätzlich MMEORY:NAME <file_name>

PRINT
TABLE

HCOPI:ITEM:WINDOW<1|2>:TABLE:STATE ON | OFF
HCOPI:IMMEDIATE

Bei Ausdruck in Datei zusätzlich MMEORY:NAME <file_name>

HARDCOPY
ABORT

HCOPI:ABORT

DEVICE1

SYSTEM:COMMUNICATE:PRINTER:ENUMERATE:FIRST?
SYSTEM:COMMUNICATE:PRINTER:ENUMERATE:NEXT?
SYSTEM:COMMUNICATE:PRINTER:SELECT <string>
HCOPI:DESTINATION <string>
HCOPI:DEVICE:LANGUAGE GDI | WMF | EWMF | BMP
HCOPI:PAGE:ORIENTATION<1|2> LANDSCAPE | PORTRAIT

DEVICE2

SYSTEM:COMMUNICATE:PRINTER:ENUMERATE:FIRST?
SYSTEM:COMMUNICATE:PRINTER:ENUMERATE:NEXT?
SYSTEM:COMMUNICATE:PRINTER:SELECT "string"
HCOPI:DESTINATION2 <string>
HCOPI:DEVICE:LANGUAGE GDI | WMF | EWMF | BMP
HCOPI:PAGE:ORIENTATION<1|2> LANDSCAPE | PORTRAIT

COLOR

HCOPI:DEVICE:COLOR ON | OFF
HCOPI:CMAP:DEFAULT1

COMMENT
SCREEN A/B

HCOPI:ITEM:WINDOW<1|2>:TEXT <string>

INSTALL
PRINTER

Hotkeyleiste

SPECTRUM

INSTRUMENT[:SELECT] SANALYZER
INSTRUMENT:NSELECT 1

NETWORK

Dieser Softkey ist nur mit einer Ausstattung mit Option Mittlaufgenerator R&S FSP-B9 oder Option ext. Generatorsteuerung R&S FSP-B10, siehe Beschreibung zum Grundgerät.

--

SCREEN A/B

FULL SCREEN: Auswahl des aktiven Fensters: DISPLAY[:WINDOW<1|2>]:SELECT
Die Auswahl des Fensters, für das die Einstellung gilt, erfolgt durch das numerische Suffix im Befehl, z.B. SENSE<1|2>

SPLIT SCREEN: Beide Messfenster sind aktiv.
Die Auswahl des Fensters, für das die Einstellung gilt, erfolgt durch das numerische Suffix im Befehl, z.B. SENSE<1|2>

STATus-QUEStionable:SYNC-Register

Dieses Register enthält Informationen über die Synchronisierungs- bzw. Burst-Suche in Verbindung mit der Option R&S FSQ-K70/FSMR-B73/FSU-B73 - Vektorsignalanalyse. Es kann mit den Befehlen "STATus:QUEStionable:SYNC:CONDition?" bzw. "STATus:QUEStionable:SYNC[:EVENT]?" abgefragt werden.

Tabelle 10 Bedeutung der Bits im STATus: QUEStionable:SYNC-Register

Bit-Nr	Bedeutung
0	BURSt not found Dieses Bit ist gesetzt, wenn ein Burst nicht eindeutig gefunden wurde.
1	SYNC not found Dieses Bit ist gesetzt, wenn die Synchronisierungssequenz der Midamble nicht gefunden wurde.
6	DEMod failed Dieses Bit ist gesetzt, wenn ein ungültiges Signal am Eingang des R&S FSQ/FSMR/FSU anliegt.
7	End of buffer reached Dieses Bit ist gesetzt, wenn das Ende des Capture Buffer erreicht ist und die Daten nicht mehr ausreichen.
15	Dieses Bit ist immer 0.

STATus-QUEStionable:POWer-Register

Dieses Register enthält Informationen über mögliche Übersteuerungen des Gerätes.

Es kann mit den Befehlen "STATus:QUEStionable:POWer:CONDition?" bzw. "STATus:QUEStionable:POWer[:EVENT]?" abgefragt werden. In der Betriebsart Vektorsignalanalyse sind nur die Bits 0 bis 2 belegt, das es in dieser Betriebsart nur einen Messkanal und damit nur FULL SCREEN gibt..

Tabelle 11 Bedeutung der Bits im STATus:QUEStionable:POWer-Register

Bit-Nr	Bedeutung
0	OVERload Dieses Bit ist gesetzt, wenn eine Übersteuerung des HF-Einganges vorliegt. Dies entspricht der Anzeige „OVLD“ im Display.
1	UNDerload Dieses Bit ist gesetzt, wenn die Aussteuerung des HF-Eingang nicht für die Messung ausreicht. Dies entspricht der Anzeige „UNLD“ im Display.
2	IF_OVERload Dieses Bit ist gesetzt, wenn eine Übersteuerung des ZF-Pfades vorliegt. Dies entspricht der Anzeige „IFOVLD“ im Display.
15	Dieses Bit ist immer 0.

7 Prüfen der Solleigenschaften

- Vor dem Herausziehen oder Einstecken von Baugruppen den R&S FSQ/FSMR/FSU ausschalten.
- Vor dem Einschalten des Gerätes die Stellung des Netzspannungswählers überprüfen (230 V!).
- Die Messung der Solleigenschaften erst nach mindestens 30 Minuten Einlaufzeit und danach erfolgter Eigenkalibrierung des R&S FSQ/FSMR/FSU und des R&S SMIQ durchführen. Nur dadurch ist sichergestellt, dass die garantierten Daten eingehalten werden.
- Wenn nicht anders angegeben, werden alle Einstellungen ausgehend von der PRESET-Einstellung durchgeführt.
- Für Einstellungen am R&S FSQ/FSMR/FSU bei der Messung gelten folgende Konventionen:

[<TASTE>] Drücken einer Taste an der Frontplatte, z.B. [SPAN]

[<SOFTKEY>] Drücken eines Softkeys, z.B. [MARKER -> PEAK]

[<nn Einheit>] Eingabe eines Wertes + Abschluss der Eingabe mit der Einheit, z.B. [12 kHz]

{<nn>} Eingabe von Werten, die in einer folgenden Tabelle angegeben sind.

- Aufeinanderfolgende Eingaben sind durch [:] getrennt, z.B. [**SPAN**: 15 kHz]
- Die in den folgenden Abschnitten vorkommenden Werte sind nicht garantiert; verbindlich sind nur die Technischen Daten im Datenblatt.

Messgeräte und Hilfsmittel

Tabelle 12 Messgeräte und Hilfsmittel

Pos.	Geräteart	Empfohlene Eigenschaften	Empfohlenes Gerät	R&S-Bestell-Nr.	Anwendung
1	Signagenerator	Verktorsignalgenerator für WCDMA-Signale	SMIQ mit Optionen: SMIQB45 SMIQB20 SMIQB11	1125.5555.03 1104.8232.02 1125.5190.02 1085.4502.04	

Prüfablauf

Der Performance Test bezieht sich ausschließlich auf Ergebnisse der Vektor-Signalanalyse.

Grundeinstellung am R&S **[PRESET]**
 SMIQ: **[LEVEL :** -30 dBm]
[FREQ: 2.0 GHz]
DIGITAL MODULATION
STANDARD WCDMA QPSK

STATE: ON

8 Utilities / externe Programme

Mapping Editor (MAPWIZ)

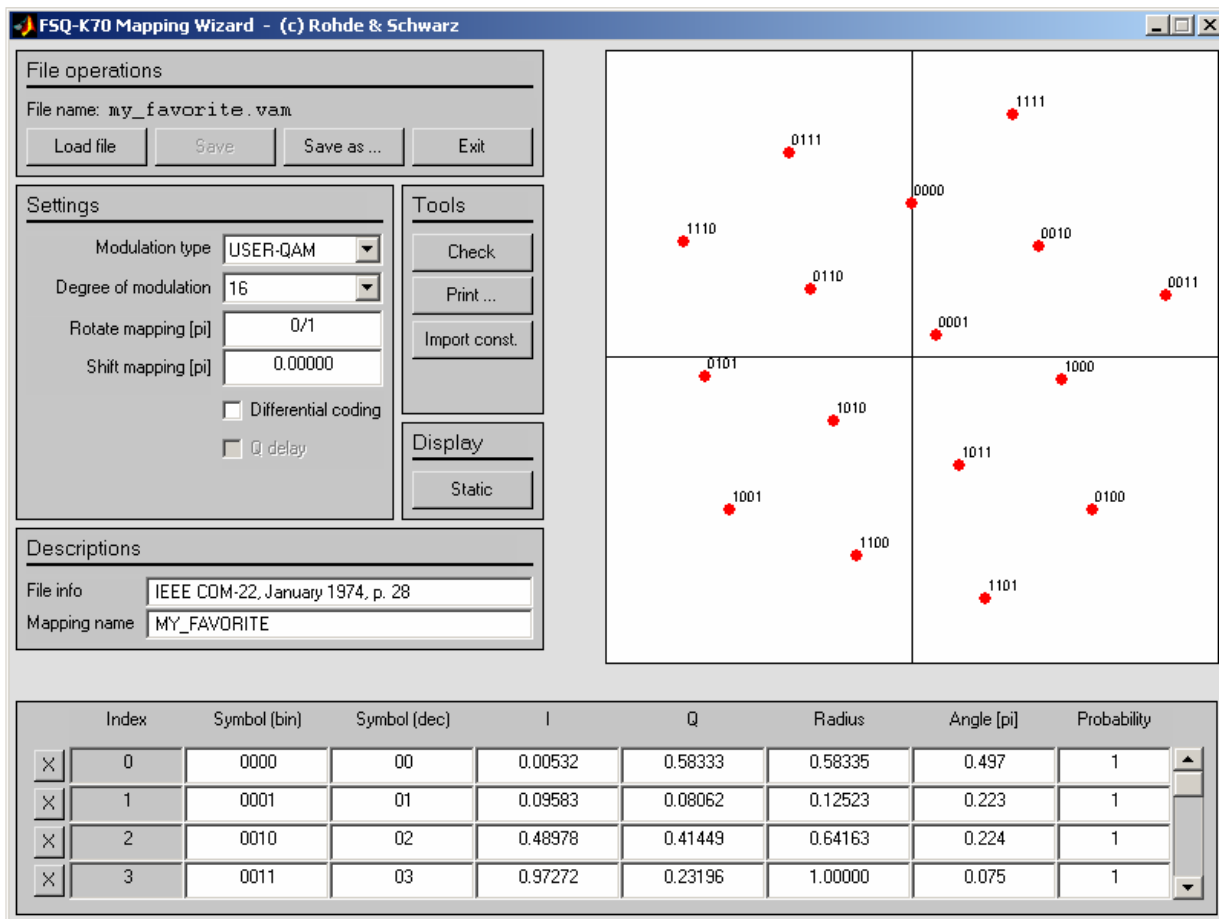


Bild 256 MAPWIZ, Mapping Editor für R&S FSQ-K70/FSMR-B73/FSU-B73

Zur Definition eigener Konstellationen (incl. Symbolmapping) bzw. zur Modifikation vorhandener Mapping Dateien wird das externe Programm „MAPWIZ“ angeboten. Dieses Programm erzeugt Mapping Dateien („.vam“), die in den Analyzer über die IMPORT Funktion mittels Diskette übertragen werden.

Das Programm wird zusammen mit einer ausführlichen Bedienanleitung als vorcompiliertes MATLAB®-File (MATLAB pcode) im Internet auf der Seite „<http://www.rohde-schwarz.com>“ zum Download angeboten (Suchbegriff „MAPWIZ“).

Filter Tool (FILTWIZ)

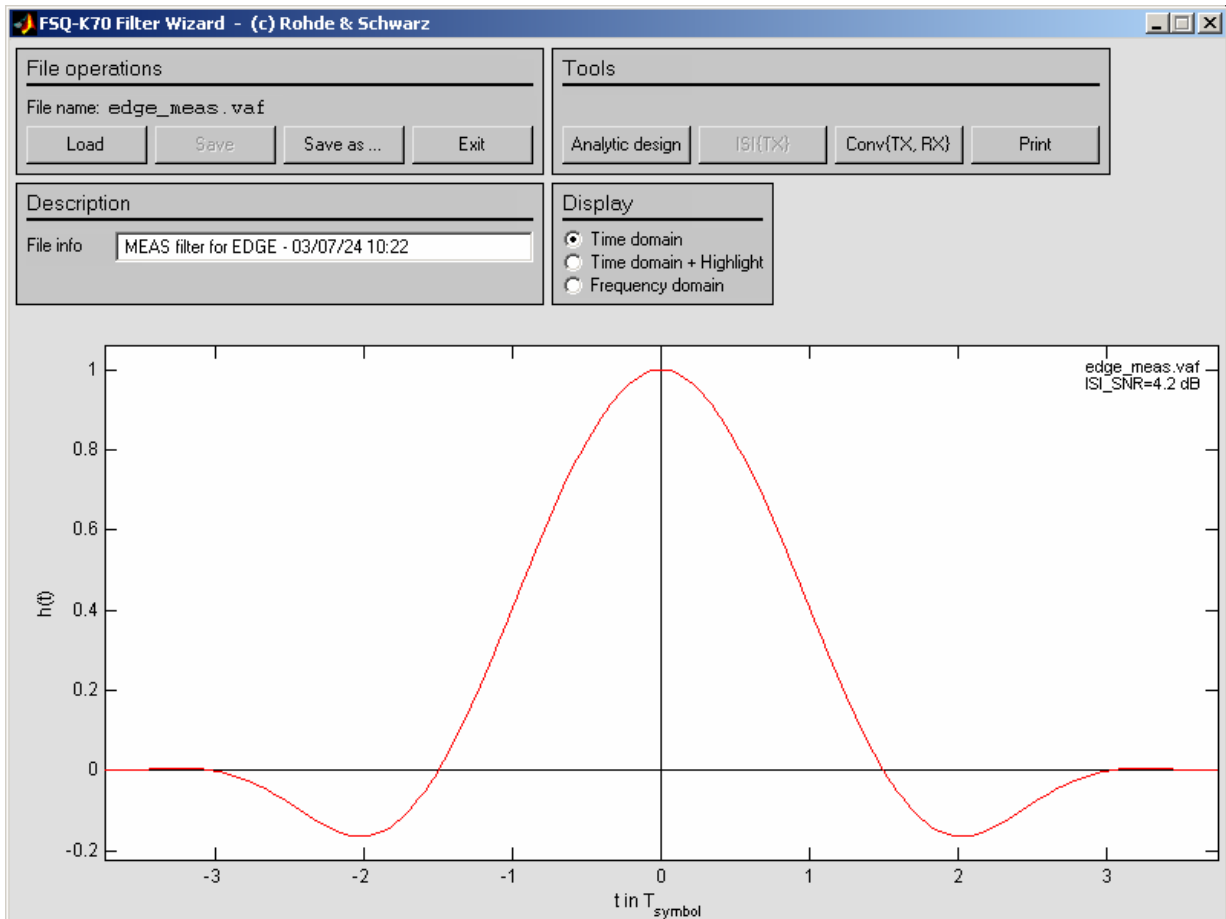


Bild 257 FILTWIZ, Filter Tool für R&S FSQ-K70/FSMR-B73/FSU-B73

Zum Konvertieren benutzerdefinierter Filter wird das externe Programm FILTWIZ angeboten. Dieses Programm erzeugt Filter Dateien (".vaf."), die in den Analyzer über die IMPORT Funktion mittels Diskette übertragen werden.

Das Programm wird zusammen mit einer ausführlichen Bedienanleitung als vorcompiliertes MATLAB®-File (MATLAB pcode) im Internet auf der Seite „<http://www.rohde-schwarz.com>“ zum Download angeboten (Suchbegriff "FILTWIZ").

9 Glossar und Formelsammlung

Trace-basierende Auswertungen

Messparameter	Berechnungsformel
Betrag (Magnitude)	$MAG_{MEAS}(t) = MEAS(t) ;$ $MAG_{REF}(t) = REF(t) ;$
Phase	$PHASE_{MEAS}(t) = \arg(MEAS(t));$ $PHASE_{REF}(t) = \arg(REF(t));$
Betragsfehler (Magnitude Error)	$MAG_ERR(t) = MEAS(t) - REF(t) ;$
Phasenfehler (Phase Error)	$PHASE_ERR(t) = \arg(MEAS(t) \cdot REF^*(t));$
Fehlervektor (Error Vector = EV)	$EV(t) = MEAS(t) - REF(t);$
Betrag des Fehlervektors (Error Vector Magnitude = EVM)	$EVM(t) = \frac{ EV(t) }{C};$ <p>Im Falle von Offset-QPSK den Einfluss des Softkeys Offset EVM ON/OFF auf Zähler und Nenner beachten.</p>
Frequenz (MSK) (Frequency)	$FREQ_{MEAS}(t) = \frac{d}{dt}(\text{unwrap}(\arg(MEAS(t))));$ $FREQ_{REF}(t) = \frac{d}{dt}(\text{unwrap}(\arg(REF(t))));$
Frequenzfehler (MSK, FSK) (Frequency Error)	$FREQ_ERR(t) = FREQ_{MEAS}(t) - FREQ_{REF}(t);$
	$t = n \cdot Ta; \text{ _mit _} Ta = \text{Abtastperiode}$

Summary Auswertungen

RHO (Korrelationskoeffizient)	$\rho = \frac{\left \sum_n REF^*(k) \cdot MEAS(k) \right ^2}{\sum_n REF(k) ^2 \cdot \sum_n MEAS(k) ^2} = \frac{KKF(MEAS, REF)}{AKF(REF) \cdot AKF(MEAS)}$
Normierungskonstante C (außer VSB)	$C = \sqrt{\frac{1}{K} \sum_K REF(k) ^2} = \text{sqr}t(\text{mittlere Leistung der Symbolentscheidungspunkte})$
Normierungskonstante C (nur VSB)	$C = \sqrt{\frac{1}{K} \sum_K \text{Re}\{REF(k)\} ^2} = \text{sqr}t(\text{mean power of the real parts of the symbol decision instants})$
RMS_Magnitude_Error (RMS-Wert des Betragsfehlers)	$RMS_MagErr = \sqrt{\frac{1}{K} \sum_K MAG_ERR(k) ^2};$
RMS_EVM (außer VSB)	$RMS_EVM = \sqrt{\frac{1}{K} \sum EVM(k)^2}$ Im Fall von Offset-QPSK den Einfluss des Softkeys "Offset EVM" auf die EVM-Messkurve beachten.
RMS_EVM (RMS-Wert der Beträge der Fehlervektoren) (nur VSB)	$RMS_EVM = \sqrt{\frac{\frac{1}{K} \sum_K \text{Re}\{EV(k)\} ^2}{C^2}}$
RMS_Phasenfehler (RMS-Wert der Phasenfehler)	$RMS_PhaseErr = \sqrt{\frac{1}{K} \sum_K PHASE_ERR(k) ^2};$
RMS_Frequenzfehler (RMS-Wert der Frequenzfehler)	$RMS_FreqErr = \sqrt{\frac{1}{K} \sum_K FREQ_ERR(k) ^2};$
Origin_Offset (logarithmisches Maß für I/Q_Offset)	$OriginOffset = 10 \log_{10} \left(\frac{ IQ_Offset ^2}{C^2} \right);$ <i>Hinweis: Bei Normierung von "Origin Offset" ist der Nenner C nicht abhängig von Softkey "EVM CALC" und "OFFSET EVM". Bei der Berechnung wird angenommen, dass diese auf "MEAN SIGNAL POWER" bzw. "OFFSET EVM OFF" eingestellt sind.</i>
Amplitude Droop (Maß für exp. Pegeländerungen innerhalb des Messbereichs)	$MEAS\left(\frac{t}{T_s}\right) = REF\left(\frac{t}{T_s}\right) \cdot e^{-\alpha \frac{t}{T_s}};$ $AMPT_DROOP = 20 \log_{10}(e^{-\alpha});$ α ist die Pegeländerung / Symbol (in [Neper]) AMPT_DROOP ist der äquivalente Wert in [dB]

<p>Gain Imbalance (unterschiedliche Verstärkungen im I und Q Modulationszweig).</p>	$GAIN_IMB = 20 \log_{10} \left(\frac{c_{1_q}}{c_{1_i}} \right) [dB]$ <p>c_{1_q} ist die Verstärkung im Q-Modulations-Zweig, c_{1_i} ist die Verstärkung im I-Modulations-Zweig (siehe Bild 96)</p>
<p>Pilot Level Error (nur VSB)</p>	$PilotLevelErr = -20 \log_{10} \left(\frac{reference_pilot_level - \text{Re}\{IQ_Offset\}}{reference_pilot_level} \right) [dB]$ <p>reference_pilot_level ist der Pilot laut Standard, z.B. 1.25/7 bei 8VSB (ATSC).</p>
<p>Mean Power (Mittlere Leistung des Empfangssignals).</p>	$MEAN_POWER = 10 \log_{10} \left(\frac{1}{M} \sum_m U_m^2 \right); [dBm]$ <p>Logarithmierter Wert der mittleren Leistung aller Abtastwerte. Falls ein Measurement-Filter eingeschaltet ist, wirkt es auch für die Berechnung der mittleren Leistung</p>
<p>SNR (MER) (Signal-Rausch-Verhältnis).</p>	$SNR = 10 \log_{10} \left(\frac{signal\ power}{noise\ power} \right) = \frac{\frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N-1} REF(n \cdot T_{symbol}) ^2}{\frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N-1} MEAS(n \cdot T_{symbol}) - REF(n \cdot T_{symbol}) ^2}$ <p>Der SNR (SNR = signal-to-noise ratio = Rauschabstand) ist der Quotient der Signalleistung des idealen Signals (REF-Signal) und der Rauschleistung (noise power). Die Signalleistung wird berechnet als die mittlere Leistung des idealen Signals (REF-Signal) an Symbolentscheidungszeitpunkten. Die Rauschleistung wird berechnet als die mittlere Leistung des Fehlersignals, d.h. die Differenz des gemessenen Signals und des entsprechenden idealen Signals (MEAS-REF-Signal), an Symbolentscheidungszeitpunkten. Für VSB (Restseitenband) wird nur die Leistung des Realteils betrachtet. Die Definition des SNR (Rauschabstand) wurde mit der Firmware Version 4.20 geändert. In früheren Versionen wurde der SNR (Rauschabstand) wie die EVM (EVM = error vector magnitude = Fehlervektorbetrag) berechnet und war abhängig vom Softkey "EVM CALC". Der Parameter "EVM calc" hat immer Einfluss auf die Berechnung der EVM.</p>
<p>Normierungskonstante C (außer VSB)</p>	$C = \sqrt{\frac{1}{K} \sum_k REF(k) ^2} = \text{sqrt}(\text{mittlere Leistung der Symbolentscheidungszeitpunkte})$ <p>Ist der Softkey "EVM CALC" jedoch auf "MAX SYMBOL POWER" eingestellt, wird Faktor C nicht wie oben beschrieben berechnet, sondern auf den konstanten Idealwert des maximalen Symbolbetrags eingestellt. Im Fall von Offset-QPSK den zusätzlichen Einfluss des Softkeys "OFFSET EVM ON/OFF" auf die Bestimmung der Symbolpunkte in den I- und Q-Anteilen des REF-Signals beachten.</p>
<p>FSK-Verfahren</p>	$\text{Min} \left\{ MEAS(t) - (a \cdot REF(t) + b \cdot t + c) \right\}^2$ $FSK_Meas_Dev = reference_deviation \cdot a; [Hz]$ $Carrier_Freq_Drift = b; [Hz]$ $Carrier_Freq_Err = c; [Hz]$

	$FSK_Dev_Error = MEAS(t) - (a \cdot REF(t) + b \cdot t + c); [Hz]$
	$RMS_FSK_DEV_Error = \sqrt{\frac{1}{M} \sum_m FSK_Dev_Error_m^2}; [Hz]$
	k = Symbolentscheidungszeitpunkt (symbol decision instant) Ts = Symboldauer

Statistische Auswertungen

MEAN (Average, AVG)	Spannung, %, ° (linear)	$MEAN_U = \frac{\sum U_m}{M};$
	Leistung (logarithmisch)	$MEAN_IP = 20 * \log_{10} \left(\frac{1}{M} \sum_{10}^{IP_m} \right);$
STD_DEV	Linear	$STDDEV_R = \sqrt{\frac{1}{M} \sum (R_m - MEAN(R_m))^2};$
95 pctl	95 pctl	$x_{.95} = \{x w_n(x) = 0.95\};$
Total Peak (Extremwert Peakwerte)	Total Peak der (Extremwert der Peak-Werte)	$TOTAL_Pk = \begin{cases} \max\{Pk1 & Pk2 & \dots & Pkn\} & \text{falls max} \geq -\min \\ \min\{Pk1 & Pk2 & \dots & Pkn\} & \text{falls max} < -\min \end{cases};$

Trace Averaging und Markerfunktionen

Lineare Ausgangswerte	Spannung, % °	$RMS_U_m = \sqrt{\frac{M-1}{M} RMS_U_{m-1}^2 + \frac{1}{M} U_m^2};$
	Leistung W	$RMS_P_m = \frac{M-1}{M} RMS_P_{m-1} + \frac{1}{M} P_m;$
Logarithmische Ausgangswerte	Spannung Origin Offset dBV,	$RMS_IU_m = 20 * \log \left(\frac{M-1}{M} 10^{\frac{RMS_IU_{m-1}}{20}} + \frac{1}{M} 10^{\frac{IU_m}{20}} \right);$
	Leistung dBm	$RMS_IP_m = 10 * \log \left(\frac{M-1}{M} 10^{\frac{RMS_IP_{m-1}}{10}} + \frac{1}{M} 10^{\frac{IP_m}{10}} \right);$

Mittelung von RMS Größen

RMS	Spannung, %, ° (linear)	$RMS_U = \sqrt{\frac{1}{M} \sum U_m^2}$
RMS	Leistung (W, mW ...) linear	$RMS_P = \frac{1}{M} \sum P_m$
RMS	Leistung (logarithmisch)	$RMS_IP = 10 * \log_{10} \left(\frac{1}{M} \sum_{10}^{IP_m} \right)$

Analytische berechnete Filter

Die folgenden Filter werden zur Laufzeit im Gerät in Abhängigkeit des Bedienparameters ALFA bzw. BT errechnet.

Cosinus-Filter (Raised Cosine)	RC Einstellparameter = ALFA	$H(f) = \begin{cases} T & , \text{für } 0 \leq f \leq \frac{1-\alpha}{2T} \\ \frac{T}{2} \left[1 + \cos\left(\frac{\pi T}{\alpha} \left(f - \frac{1-\alpha}{2T}\right)\right) \right] & , \text{für } \frac{1-\alpha}{2T} \leq f \leq \frac{1+\alpha}{2T} \\ 0 & , \text{für } \frac{1+\alpha}{2T} \leq f \end{cases}$ $h(t) = \operatorname{sinc}\left(\frac{\pi t}{T}\right) \frac{\cos\left(\frac{\pi \alpha t}{T}\right)}{1 - 4\left(\frac{\alpha t}{T}\right)^2}; \text{ mit } \operatorname{sinc}(x) = \frac{\sin(x)}{x};$ <p>{T} entspricht der Symbolperiode.</p>
Wurzel-Cosinus-Filter (Root Raised Cosine)	RRC Einstellparameter = ALFA	$H(f) = \begin{cases} T & , \text{für } 0 \leq f \leq \frac{1-\alpha}{2T} \\ T \sqrt{\frac{1}{2} \left[1 - \sin\left(\frac{\pi T}{\alpha} \left(f - \frac{1-\alpha}{2T}\right)\right) \right]} & , \text{für } \frac{1-\alpha}{2T} \leq f \leq \frac{1+\alpha}{2T} \\ 0 & , \text{für } \frac{1+\alpha}{2T} \leq f \end{cases}$ $h(t) = \frac{1}{c} \frac{\sin\left(\pi \cdot (1-\alpha) \cdot \frac{t}{T}\right) + 4\alpha \frac{t}{T} \cdot \cos\left(\pi \cdot (1+\alpha) \cdot \frac{t}{T}\right)}{\pi \cdot \frac{t}{T} \cdot \left(1 - \left(4\alpha \frac{t}{T}\right)^2\right)};$ <p>mit $c = 1 - \alpha + \frac{4\alpha}{\pi}$</p>
Gauss-Filter ETSI TS 100 959 (V8.3.0)	GAUSS Einstellparameter = BT	$h(t) = \frac{\exp\left(\frac{-t^2}{2s^2 T^2}\right)}{\sqrt{(2\pi)} \cdot sT}; \text{ mit } s = \frac{\sqrt{\ln 2}}{2\pi BT};$ $H(f) = \exp\left(\frac{\ln 2}{2B^2} f^2\right);$

H(f) gibt den Frequenzgang an, h(t) die Koeffizienten im Zeitbereich. Bei Bestimmung der Filterkoeffizienten sind an den Nennernullstellen Grenzwertbetrachtungen erforderlich. Die Filterkoeffizienten im Zeitbereich werden im Analysator ggf. noch normiert, damit die Beziehung $h(t=0) = 1$; erfüllt ist

Standardspezifische Filter

EDGE-TX-Filter ETSI TS 300 959 (V8.1.2)	EDGE TX	$c_0(t) = \begin{cases} \prod_{i=0}^3 S(t+iT) & \text{for } 0 \leq t \leq 5T \\ 0 & \text{else} \end{cases};$ $S(t) = \begin{cases} \sin(\pi \int_0^t g(t') dt') & \text{for } 0 \leq t \leq 4T \\ \sin\left(\frac{\pi}{2} - \pi \int_0^{t-4T} g(t') dt'\right) & \text{for } 4T < t \leq 8T \\ 0 & \text{else} \end{cases};$ $g(t) = \frac{1}{2T} \left(Q\left(2\pi * 0.3 \frac{t-5T/2}{T\sqrt{\ln(2)}}\right) - Q\left(2\pi * 0.3 \frac{t-3T/2}{T\sqrt{\ln(2)}}\right) \right);$ $Q(t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_t^\infty e^{-\frac{\tau^2}{2}} d\tau;$ <p>$c_0(t)$ ist die Impulsantwort des EDGE Sendefilters</p>
EDGE Measurement-Filter GSM 05.06 (V8.2.0)	EDGE MEAS	<p>RC filter, ALFA = 0.25, single-side-band 6 dB bandwidth = 90 kHz Fensterung durch Multiplikation der Impulsantwort mit:</p> $w(t) = \begin{cases} 1, & 0 \leq t \leq 1.5T \\ 0.5(1 + \cos[\pi(t - 1.5T)/2.25T]), & 1.5T \leq t \leq 3.75T \\ 0, & t \geq 3.75T \end{cases}$ <p>(T = Symbol-Intervall)</p>
CDMA-TX-Filter	Cdma_one_TX	

Verwendete Abkürzungen

Abkürzung	Bedeutung	Siehe Abschnitt
VSA	Vektor Signal Analyse Messungen an komplexwertig modulierten HF-Trägern.	
TX-Filter	Transmitter Filter Digitales Pulsformungsfilter in der Signalaufbereitung des Senders.	Systemtheoretische Modulations- und Demodulationsfilter
ISI-freie Demodulation	Demodulationstruktur, bei der nach einer signalangepassten Filterung das Signal an den Entscheidungszeitpunkten nicht mehr von Nachbarsymbolen beeinflusst ist.	Vektorsignalanalyse kurz erklärt (wie funktioniert das?)
ISI-Filter	Inter-Symbol-Interference - Filter Basisbandfilter im Analysator zur signalangepassten Filterung.	Systemtheoretische Modulations- und Demodulationsfilter
MEAS-Filter	Measurement Filter Bewertungsfilter für die Messung	Systemtheoretische Modulations- und Demodulationsfilter
PSK	Phase Shift Keying Modulationsart, bei der die Information in der Phase oder in den Phasenübergängen liegt.	Phase Shift Keying (PSK)
FSK	Frequency Shift Keying Modulationsart, bei der die Information in der Frequenz liegt.	Frequency Shift Keying (FSK)
MSK	Minimum Shift Keying Modulationsart, bei der die Information in den Phasenübergängen liegt. Sonderfall einer 2FSK.	Minimum Shift Keying (MSK)
QAM	Quadrature Amplitude Modulation Modulationsart, bei der die Information sowohl in der Amplitude als auch in der Phasenlage liegt.	Quadrature Amplitude Modulation (QAM)
USER-QAM	User-defined Quadrature Amplitude Modulation Verallgemeinerung der Modulationsart QAM, wobei nahezu beliebige Konstellationen vom Benutzer vorgebar sind.	Benutzerdefinierte Konstellationen (USER-QAM)
VSB	Vestigial Sideband Modulation Modulationsart, bei der ein Seitenband fast komplett unterdrückt wird.	Vestigial Sideband Modulation (VSB)
NDA Demodulator	Non Data Aided Demodulator Demodulation ohne Vorkenntnisse über den gesendeten Dateninhalt.	Demodulation und Algorithmen
RMS	Root Mean Square Quadratischer Mittelwert	Mittelung von RMS Größen
Average (Mean)	Linearer Mittelwert	Trace Averaging und Markerfunktionen

10 Index

- +**
+/-PEAK/2 250
- A**
Aktivieren der Option 19
Analoge RBW-Vorfilter 37
- B**
Befehl
 Beschreibung 258
Blockschaltbild 35
BURST NOT FOUND 98
Burst Search 70
Burst Suchparameter 124
Burstsuche 128
- C**
Capture Buffer-Darstellung 194
- D**
Demodulationsbandbreite 39
Demodulator 1 72
Differential PSK (DPSK) 52
- E**
Effektivwert 251
Einschalten der Option 19
- F**
Fehlerdarstellung 177
Fehlermodell 83
Fehlerursachen 254
Filter, benutzerdefinierte 356
Filtermodelle 43
FILTWIZ 356
Freischalten der Option 17
Frequency Shift Keying (FSK) 56
- G**
Grenzwert
 Leistungsmessung im Zeitbereich 252
- H**
Hotkey
 EXIT VSA 19
 HOME VSA 19, 106
 PRESET VSA 105
 SETTINGS 105
 VSA 19, 23, 293
- I**
IQ-Bandbreite 38
ISI = Inter-Symbol-Interference 40
ISI-Filter 41
- K**
Konstellation, benutzerdefiniert 355
- M**
Mapping 48
MAPWIZ 355
Matched Filter 40
Matching 76
Maximalwertbildung 252
Mean power (GSM-Burst) 251
MEAS-Filter 41
Menü-Übersicht 99
Messbandbreite 39
Messbildschirm 97
Messergebnis-Darstellung 162
Minimum Shift Keying (MSK) 57
Mittelwert 251
Modulationsfehler 84
Modulationsfehler (FSK) 92
- O**
Offset QPSK 54
- P**
Pattern 125, 131
PATTERN NOT FOUND 98
Pattern Search 78
Pegelschwellwert 129
Performance Test 353
Phase & Frequency Recovery 72
Phase Offset PSK 50
Phase Shift Keying (PSK) 48
Phasenmehrdeutigkeit des Demodulators 74
Prüfen der Solleigenschaften 353
PSK Mischformen 53
- R**
RBW-Filter 37
Receive-Filter 41
Referenz-Filter 41
Result & Error Calculation 80
RRC-Filter 40
- S**
Schlüsselwort für Freischaltung 17
Softkey
 +/-PEAK/2 250
 +PEAK 250
 ADD PAT TO STD 134, 315
 ADJUST REF LVL 220
 ADJUST REF LVL 307
 ALFA/BT 146, 303
 AM & PM CONVERSION 180, 261
 AMPERE 288
 AVERAGE ON/OFF 253, 278, 281, 283, 284
 BURST & PATTERN 127
 BURST SRCH ON/OFF 128, 311
 CANCEL 116, 137
 CAPTURE AUTO / OFF 311
 CAPTURE AUTO/OFF 217
 CAPTURE BUFFER 194

CHAN RESP	211	GROUP DELAY	208
COMP PT	247	HEADER ON/OFF	240, 292
DATA RAW	240	HIGHLIGHT	161
dBm	288	HYSTERESIS MAN	130, 309
dBmV	288	IMPORT	222
dBpW	288	INSERT	137
dB μ A	288	INSERT STANDARD	116
dB μ V	288	INSTALL OPTION	17
DECIM SEP	240, 291	IQ (CONST/VECTOR)	183
DELETE	137	IQ ERROR	260
DELETE GENERIC STD	114	IQ VECT / CONST	168, 261
DELETE PATTERN	134, 314	LIMIT ON/OFF	252
DELETE STANDARD	113, 317	MAG CAP BUFFER	195, 201, 202, 260
DELETE USER SET	145	MAGNITUDE	144, 163, 205, 261
DEMOD @ ZOOM START	217, 312	MAGNITUDE ERROR	177, 261
DEMOD NEXT RIGHT	217, 312	MAPPINGS	223, 226, 301, 304
DEMOD RESTART	217, 312	MARKER 1 ... 4	285
DEMOD SETTINGS	147	MAX PEAK 	250
DIGITAL STANDARDS	112	MAX HOLD ON/OFF	252, 279, 282, 283, 285
DISPLAY UNIT	234	MEAN	251, 282
EDIT	137	MEAS ONLY ON BURST	131, 310
EDIT GENERIC STD	115	MEAS ONLY ON PATT	132, 315
EDIT PATTERN	135, 313, 315, 316	MEAS RESULT	155, 260
EQUALIZER	204	MEAS SIGNAL	162, 260
EQUALIZER DELETE	300	MKR ->	247
EQUALIZER FREEZE	143, 299	MKR FCT	247
EQUALIZER LENGTH	144, 300	MODE RAW/TRACE	292
EQUALIZER LOAD	300	MODULATION & MAPPING 140, 303, 305, 307, 308, 319, 320	
EQUALIZER ON/OFF	143, 299	MODULATION FILTER	142, 303
EQUALIZER RESET	143, 300	MODULATION SETTINGS	139
EQUALIZER SAVE	144	MULTI ON/OFF	217, 313
EQUALIZER SETTINGS	143	NEW GENERIC STD	115
EQUALIZER STEP	144, 299	NEW PATTERN	135
EQUALIZER TRAIN	143, 299	NEW USER SET	145
EQUALIZERS	223, 226, 301, 304	NORMALIZE ON/OFF	149, 305
ERROR SIGNAL	177, 260	NUMBER OF SWEEPS	253
ERROR SPECTRUM	184	OFFSET EVM ON/OFF	159, 299
ERROR SPECTRUM / EVM	188	OPTIONS	17
ERROR SPECTRUM / FREQ ERROR	187	PAT POS	216, 319
ERROR SPECTRUM / MAGNITUDE ERROR	185	PAT SRCH ON/OFF	131, 314, 316
ERROR SPECTRUM / PHASE ERROR	186	PATH	224, 227
ERROR SPECTRUM / REAL/IMAG	189	PATTERN	302, 304
ERROR STATISTIC	189, 286	PATTERN LIST	133, 313
ERROR STATISTIC / EVM	193	PATTERN SELECT	131, 316
ERROR STATISTIC / FREQ ERROR	192	PATTERN SETTINGS	133, 314
ERROR STATISTIC / MAGNITUDE ERROR	190	PATTERNS	223, 227
ERROR STATISTIC / PHASE ERROR	191	PEAK	277, 278
EVAL LINES	150, 263	-PEAK	250
EVM	182	PHASE	164, 206, 261
EVM CALC	161, 298	PHASE ERROR	178, 261
EXPAND PAT LIST	134	PHASE RESPONSE	209
EXPERT SETTINGS	130, 309, 310, 311	PndB OUT	266
EXPORT	225	POINTS/SYM	146, 149, 306
EYE I/Q	167, 261	POWER ON/OFF	277, 281, 282, 284
FACTORY DEFAULTS	221, 302	RANGE	218
FILE EXPORT	240, 291	REAL/IMAG	166, 180, 197, 203, 207, 261
FILTERS	223, 226, 304	RECORD LEN	147, 308
FIT ALIGN	216, 287	RECORD LEN (AUTO)	147, 309
FIT ALIGN CENTER	216, 287	RECORD LEN (x sec)	148, 309
FIT ALIGN LEFT	216, 287	RECORD LEN (x SYM)	148, 309
FIT ALIGN RIGHT	216, 287	REF SIGNAL	162, 260
FIT BURST	216, 287	REFDEVCOMP ON/OFF	161, 262
FIT OFFSET	216, 287	REMOVE ALL FROM STD	134, 316
FIT PATTERN	216, 287	REMOVE PAT FROM STD	134, 316
FIT TRACE	216	REMOVE STANDARD	116
FIT TRIGGER	216, 287	RESULT LEN	148, 319
FORCE WB PATH	148, 320	RESULTRAWFLT	156, 302
FREQ ERROR (RELATIVE)	261	RMS	251, 281
FREQ RESP	210	SAVE	114, 137
FREQUENCY	179	SAVE AS STANDARD	113, 317, 318
FREQUENCY	165, 196, 261	SAVE USER SET	145
FSK DEV	146, 262	SET SYMB #	216, 290
GENERIC LIST	113		

SHOW ALL STANDARDS	115
SHRINK PAT LIST	134
SIDEBAND NORM/INV	149, 309
SIGNAL SOURCE	230
SIGNAL STATISTIC	173, 286
SIGNAL STATISTIC / FREQUENCY	176
SIGNAL STATISTIC / MAGNITUDE	174
SIGNAL STATISTIC / PHASE	175
SPECTRUM	169, 197, 259
SPECTRUM / FREQUENCY	199
SPECTRUM / MAG CAP BUFFER	198
SPECTRUM / MAGNITUDE	170
SPECTRUM / PHASE	171
SPECTRUM / REAL/IMAG	173, 200
STANDARD DEFAULTS	113, 318
STANDARD DEVIATION	251, 284
STANDARD LIST	113, 306
STANDARDS	222, 225, 301, 305
START LIMIT	252
STATISTIC	200
STD PAT LIST	133
STOP LIMIT	252
SUM MKR ON/OFF	249
SYM RATE	139, 316
SYMBOLS & MOD ACC	157, 260, 268, 290
THRESHOLD	129
THRESHOLD ABSOLUTE	130, 311
THRESHOLD AUTO	129, 311
THRESHOLD RELATIVE	129, 311
TIME DOM POWER	277, 281, 282, 284
UNIT	288
VIEW OFFSET	216
VOLT	288
WATT	288
X UNIT SYMBOL	288
X UNIT TIME	288
X-AXIS /DIV	218, 289
X-AXIS LIN / LOG	218
X-AXIS QUANTIZE	218, 286
X-AXIS REF POS	218, 289
X-AXIS REF VALUE	218, 289
Y UNIT DEG	288
Y UNIT RAD	288
Y-AXIS /DIV	218
Y-AXIS REF POS	218
Y-AXIS REF VALUE	218
ZOOM	194, 217
ZOOM LENGTH	217, 312
ZOOM START	217, 312
Solleigenschaften	353

Standard	
benutzerdefiniert	113
Einführung	107
Liste	109
STATus:QUEStionable-Register	
POWER	352
Statusregister	
STATus-QUEStionable	
POWER	352
STATus-QUEStionable-SYNC	352
Symbolmapping	48
Symbolmuster	125
Synchronisationsmuster	117, 125, 131

T

Tabelle PATTERN SETTINGS	135, 313, 315, 316
Taste	
AMPT	233
BW	235
CAL	228
DISP	244
FILE	245
FREQUENCY	232
HCOPY	231
PRESET	228
SETUP	229
SWEEP	236
TRACE	239
TRIGGER	238
Timing Recovery	72
Trägerleistung, mittlere	251
Transmit-Filter	41

U

Übersteuerung	257
Untersteuerung	256
USER-QAM	64
USER-QAM	355

V

Verlassen der Option	19
Vorfilter	37
VSB - Vestigial Sideband Modulation	65

Z

ZF-Filter	37
-----------	----