



**ROHDE & SCHWARZ**

Geschäftsbereich  
Meßtechnik

## **Betriebshandbuch**

# **OPTION: SIGNAL-VEKTORANALYSE FÜR SPEKTRUMANALYSATOR FSE**

## **FSE-B7**

**1066.4317.02**

Printed in the Federal  
Republic of Germany



# Inhaltsverzeichnis

Index

Datenblatt

<b>1 Betriebsvorbereitung .....</b>	<b>1.1-1</b>
<b>1.1 Einführung .....</b>	<b>1.1-1</b>
<b>2.2 Menüübersicht .....</b>	<b>2.1-1</b>
2.2.1 Tastengruppe System.....	2.1-1
2.2.2 Tastengruppe Configuration .....	2.1-4
2.2.3 Tastengruppe Hardcopy .....	2.1-6
2.2.4 Tastengruppe Frequency.....	2.1-7
2.2.5 Tastengruppe Level, Taste Input.....	2.1-8
2.2.6 Tastengruppe Marker .....	2.1-10
2.2.7 Tastengruppe Lines .....	2.1-11
2.2.8 Tastengruppe Trace .....	2.1-12
2.2.9 Tastengruppe Sweep.....	2.1-13
2.2.10 Tastengruppe Memory.....	2.1-14
2.2.11 Tastengruppe User.....	2.1-14
<b>2.4 Vektor-Signalanalyse .....</b>	<b>2.4-1</b>
2.4.1 Wählen der Betriebsart.....	2.4-2
2.4.3 Digitale Modulationsverfahren .....	2.4-29
2.4.4 Einstellung der Frequenz - Tastengruppe FREQUENCY .....	2.4-63
2.4.5 Einstellung des Frequenz-Darstellbereichs (Span).....	2.4-64
2.4.6 Einstellung der Pegelanzeige und Konfigurieren des HF-Eingangs.....	2.4-65
2.4.7 Tastengruppe MARKER .....	2.4-67
2.4.8 Einstellen der Auswerte- und Grenzwertlinien – Tastenfeld <i>LINES</i> .....	2.4-77
2.4.9 Auswahl und Einstellung der der Meßkurven - Tastengruppe TRACE.....	2.4-86
2.4.10 Tastengruppe SWEEP.....	2.4-89

Die Beschreibung der Fernbedienung befindet sich im jeweiligen Grundgerätehandbuch

<b>5</b>	<b>Prüfen der Solleigenschaften.....</b>	<b>5.1</b>
5.1	Vorbemerkung: .....	5.1
5.2	Meßgeräte und Hilfsmittel.....	5.2
5.3	Prüfablauf .....	5.3
5.3.1	Digitale Demodulation.....	5.3
5.3.2	Analoge Demodulation.....	5.10
5.4	Performance Test-Protokoll .....	5.18

# Index

## A

Abtastpunkte (Anzahl)..... 2.4-60  
 AF COUPL'G AC/DC ..... 2.4-10  
 AF-Ausgang skalieren ..... 2.4-24  
 AF-Signal  
   Pegel ..... 2.4-22  
 ALPHA/BT ..... 2.4-42  
 AM-demoduliertes Zeitsignal ..... 2.4-13  
 Amplitudenabfall  
   Summenfehler ..... 2.4-57  
 Amplitudenmodulation ..... 2.4-28  
 Analoge Demodulation ..... 2.4-6  
 Anzahl der Symbole (eye length) ..... 2.4-49, 2.4-52  
 Anzeige  
   Betrag/Phase ..... 2.4-68  
   Real/Imaginärteil ..... 2.4-68  
 Anzeigebereich ..... 2.4-23, 2.4-67  
 Audiosignal ..... 2.4-13  
 Auflösesebandbreite ..... 2.4-89  
 Augendiagramm  
   Darstellbreite ..... 2.4-49  
 Augendiagramm ..... 2.4-51  
 Augendiagramm für das Inphasesignal ..... 2.4-48  
 Augendiagramm für das Quadratursignal ..... 2.4-48  
 Auswertelinie ..... 2.4-78  
 Average ..... siehe Meßkurve; Mittelung

## B

Bandbreite  
   analog ..... 2.4-89  
   Auflöse ..... 2.4-89  
   Demodulation ..... 2.4-6  
   ZF-Filter ..... 2.4-7  
 Betrag ..... 2.4-55  
 Betrag des Meßwertspeichers ..... 2.4-45  
 Betragfehler ..... 2.4-54, 2.4-55  
 Betragsfehler  
   Summenfehler ..... 2.4-57, 2.4-59  
 Bezug  
   Hub bei FSK-Demodulation ..... 2.4-43  
   Modulation ..... 2.4-18

## C

Capture Buffer ..... 2.4-45  
 CCITT P.53 ..... 2.4-9  
 CCITT-Filter ..... 2.4-9  
 C-Message-Filter ..... 2.4-9  
 Constellation-Diagramm ..... 2.4-49  
 Cosinus-Filter ..... 2.4-39, 2.4-41

## D

Deemphasis ..... 2.4-12  
 Demodulation  
   Bandbreite ..... 2.4-6  
 Demodulatoren  
   digital ..... 2.4-35  
   Standard ..... 2.4-36  
 Digitale Standards ..... 2.4-36

## E

Echtzeitdemodulation ..... 2.4-4  
 Einheit  
   Phasenwert ..... 2.4-68  
   X-/Y-Achse ..... 2.4-69  
   Y-Achse ..... 2.4-25  
 Empfangsfilter ..... 2.4-39, 2.4-40  
 Entscheidungspunkt ..... 2.4-62  
 Entscheidungspunkte  
   Hervorhebung ..... 2.4-50  
 Eye length (Anzahl der Symbole) ..... 2.4-49, 2.4-52

## F

Fehler  
   Betrag ..... 2.4-54, 2.4-55  
   Betrag des Fehlervektors ..... 2.4-54  
   Constellationdiagramm ..... 2.4-55  
   Frequenz ..... 2.4-54, 2.4-55  
   Messung (Vektoranalyse) ..... 2.4-53  
   Phase ..... 2.4-54  
   Realteil und Imaginärteil ..... 2.4-54  
   Vektordiagramm ..... 2.4-55  
 Find Sync ..... 2.4-94  
 Flanke  
   Trigger ..... 2.4-22  
 FM-demoduliertes Zeitsignal ..... 2.4-14  
 FRAME LENGTH ..... 2.4-61  
 FREQUENCY ..... 0-63  
 Frequenz  
   Darstellbereich ..... 2.4-64  
   Einstellung ..... 0-63  
   Offset ..... 0-63  
 Frequenzfehler ..... 2.4-54, 2.4-55  
   Summenfehler ..... 2.4-57, 2.4-59  
 Frequenzverlauf des Meßsignals ..... 2.4-47  
**FSK**  
   **Demodulation** ..... **2.4-55**  
   Hub (Summenfehler) ..... 2.4-59  
   Hubfehler ..... 2.4-59  
   Hubfehler (Summenfehler) ..... 2.4-59

## G

Gaußfilter ..... 2.4-39, 2.4-41  
 Gleichspannungskopplung ..... 2.4-10  
 Grenzwertlinie ..... 2.4-80

## H

HF-Eingang  
   Konfiguration ..... 2.4-70  
 HIGHPASS AF FILTER ..... 2.4-9

## I

I/Q  
   Diagramm ..... 2.4-49  
   Imbalance, Summenfehler ..... 2.4-58  
   Offset, Summenfehler ..... 2.4-58

**K**

Kopfhörerausgang ..... 2.4-20, 2.4-24

**L**

Lautsprecher ..... 2.4-20  
 Lautstärke ..... 2.4-24  
 Limits  
     Neueingabe von Limit Lines ..... 2.4-83  
 LOW PASS AF FILTER ..... 2.4-9

**M**

Marker ..... 2.4-67  
     Coupled ..... 2.4-68  
     Delta ..... 2.4-70  
     Marker -> ..... 2.4-76  
     Min ..... 2.4-72  
     Peak ..... 2.4-72, 2.4-76  
     Polardarstellung ..... 2.4-68  
     Search ..... 2.4-71  
     Search Limit ..... 2.4-72  
     Select ..... 2.4-72  
     Suchbereich ..... 2.4-72  
 MARKER INFO ..... 2.4-69  
 Max Hold ..... siehe Spitzenwertbildung  
 Meßergebnis  
     Augendiagramm ..... 2.4-48  
     Betrag des Meßsignals ..... 2.4-46  
     Betrag des Meßwertspeichers ..... 2.4-45  
     Constellation-Diagramm ..... 2.4-49  
     Darstellung des Real- und Imaginärteils ..... 2.4-47  
     Frequenzverlauf des Meßsignals ..... 2.4-47  
     I/Q-Diagramm ..... 2.4-49  
     Phasenverlauf des Meßsignals ..... 2.4-46  
     Vektor-Diagramm ..... 2.4-49  
 Meßergebnis Vektoranalyse  
     Auswahl ..... 2.4-44  
 Meßsignal ..... 2.4-39, 2.4-41  
 Meßsignal Vektoranalyse ..... 2.4-46  
 Messung des Frequenzhubs ..... 2.4-47  
 Meßwert  
     Update-Rate ..... 2.4-19  
 Meßwertanzeige  
     abs/rel ..... 2.4-18  
     Deemphasis ..... 2.4-12  
     Einheit ..... 2.4-17  
 Meßwertspeicher ..... 2.4-60  
 Meßwertspeicher (Capture Buffer) ..... 2.4-45  
 Meßzeit ..... 2.4-19  
 Min Hold ..... siehe Minimalwertbildung  
 Mittelung ..... 2.4-17  
 MODULATION PARAMETER ..... 2.4-8  
 Modulation summary ..... 2.4-15  
 Modulationsfehler ..... 2.4-53  
 Modulationsfehler ..... 2.4-53  
 Modulationsparameter ..... 2.4-38

**N**

Normalisierung ..... 2.4-43  
 Nyquist-Filter ..... 2.4-42  
  
 Offline-Demodulation ..... 2.4-4  
 Offset  
     Sync ..... 2.4-95

**P**

Pattern ..... 2.4-99  
 Pegel  
     AF-Signal ..... 2.4-22  
 Phase Shift Keying (PSK) ..... 2.4-30  
 Phasenfehler ..... 2.4-54  
     Summenfehler ..... 2.4-57  
 Phasenverlauf des Meßsignals ..... 2.4-46  
 PM-demoduliertes Zeitsignal ..... 2.4-14  
 POINTS PER SYMBOL ..... 2.4-62  
 Polardiagramm ..... 2.4-49  
 Positionen des Referenzwertes ..... 2.4-69  
 Power Ramping ..... 2.4-45  
 PRE DISP OFF ..... 2.4-12  
 PRE DISP ON ..... 2.4-12

**R**

Raised Cosine-Filter ..... 2.4-39, 2.4-41  
 Range ..... 2.4-67  
**REAL TIME ON/OFF** ..... **2.4-4**  
 REFERENCE SIGNAL ..... 2.4-46  
 Referenzhub ..... 2.4-56  
 Referenzpegel ..... 2.4-65  
 Referenzsignal ..... 2.4-39, 2.4-41  
 Referenzwert ..... 2.4-67  
     Position ..... 2.4-23, 2.4-69  
     Y-Achse ..... 2.4-23  
 Result Length ..... 2.4-90  
 RHO-Faktor  
     Summenfehler ..... 2.4-59  
 Root Raised Cosine Filter ..... 2.4-39, 2.4-41

**S**

Scale Unit ..... 2.4-69  
 SIDEBAND INV ..... 2.4-11  
 SIDEBAND NORM ..... 2.4-11  
 SINAD 1 kHz ON ..... 2.4-18  
 SINAD-Messung ..... 2.4-18  
 Skalierung  
     AF-Ausgang ..... 2.4-24  
     Y-Achse ..... 2.4-23  
 Skalierung AF-Ausgang ..... 2.4-19  
 Softkey  
     +PEAK ..... 2.4-74  
     50us ..... 2.4-12  
     750us ..... 2.4-12  
     75us ..... 2.4-12  
     ACTIVE MKR / DELTA ..... 2.4-72  
     AF COUPL'G AC/DC ..... 2.4-10  
     AF SIGNAL ..... 2.4-22  
     AM SIGNAL ..... 2.4-13  
     AM/FM DEEMPH ..... 2.4-12  
     ANALOG DEMOD ..... 2.4-6  
     AVERAGE ON/OFF ..... 2.4-75  
     AVERAGE/HOLD ON ..... 2.4-17  
     COMMENT (SYNC PATTERN) ..... 2.4-100  
     CONTINOUS SWEEP ..... 2.4-26  
     CONTINOUS WRITE ..... 2.4-87  
     DELETE PATTERN ..... 2.4-99  
     DELTA 1/2 ..... 2.4-70  
     DEMOD BANDWIDTH ..... 2.4-6  
     DIGITAL DEMOD ..... 2.4-35  
     DIGITAL STANDARDS ..... 2.4-36  
     DISPLAY LINE 1/2 ..... 2.4-78  
     EDIT SYNC PATTERN ..... 2.4-100  
     ERROR SIGNAL ..... 2.4-54, **2.4-55**  
     ERROR VECT MAGNITUDE ..... 2.4-54  
     EXTERN ..... 2.4-22, 2.4-92

EYE DIAG [FREQ] .....	2.4-51	SET REFERENCE .....	2.4-18
EYE DIAG [I] .....	2.4-48	SIDE BAND NORM / INV .....	2.4-38
EYE DIAG [Q] .....	2.4-48	SIDEBAND INV .....	2.4-11
EYE DIAGTRELLIS .....	2.4-48	SIDEBAND NORM .....	2.4-11
EYE LENGTH .....	2.4-49, 2.4-52	SINAD 1 kHz ON .....	2.4-18
FIND BURST ON/OFF .....	2.4-93	SINGLE SWEEP .....	2.4-26
FIND SYNC ON .....	2.4-94	SLOPE POS/NEG .....	2.4-22
FM SIGNAL .....	2.4-14	SQUELCH LEVEL .....	2.4-11
FREE RUN .....	2.4-21, 2.4-91	SQUELCH ON .....	2.4-11
FREQUENCY .....	2.4-51, 2.4-54, 2.4-55	SUMMARY MARKER .....	2.4-73
FREQUENCY .....	2.4-47	SUMMARY MEAS TIME .....	2.4-19
FREQUENCY OFFSET .....	0-63	SUMMARY SETTINGS .....	2.4-17
FSK REF DEVIATION .....	2.4-43	SWEEP COUNT .....	2.4-17, 2.4-27
HIGHPASS AF FILTER .....	2.4-9	SWEEP TIME .....	2.4-26, 2.4-27
IF BANDWIDTH .....	2.4-7	SYMB LINE 1/2 .....	2.4-78
IF BW AUTO .....	2.4-7, 2.4-89	SYMB TABLE / ERRORS .....	2.4-56
IF BW MANUAL .....	2.4-7, 2.4-89	SYMBOL DISPLAY .....	2.4-50, 2.4-52
INDICATION ABS REL .....	2.4-18	SYNC OFFSET .....	2.4-95
LOW PASS AF FILTER .....	2.4-9	SYNC PATTERN .....	2.4-99
MAGNITUDE .....	2.4-46, 2.4-51, 2.4-54, 2.4-55	THRESHOLD LINE .....	2.4-78
MAGNITUDE CAP BUFFER .....	2.4-45	TIME LINE 1/2 .....	2.4-78
MAX  PEAK  .....	2.4-74	TRIGGER .....	2.4-21
MAX  PEAK  .....	2.4-72	TRIGGER OFFSET .....	2.4-22
MEAN .....	2.4-75	VALUE (SYNC PATTERN) .....	2.4-101
MEAS FILTER .....	2.4-39, 2.4-40	VECTOR ANALYZER .....	2.4-2
MEAS ONLY IF SYNC'D .....	2.4-92	VIDEO .....	2.4-21, 2.4-91
MEAS RESULT .....	2.4-13, 2.4-44	VOLUME .....	2.4-20, 2.4-24
MEAS SIGNAL .....	2.4-46	WEIGHTING AF FILTER .....	2.4-9
MEAS→REF .....	2.4-18	Y PER DIV .....	2.4-23
MEMORY SIZE .....	2.4-60	Softkey	
MIN (Vektoreanalyse) .....	2.4-72	TRIGGER OFFSET .....	2.4-92
MODULATION PARAMETER .....	2.4-8, 2.4-38	SQUELCH LEVEL .....	2.4-11
MODULATION SUMMARY .....	2.4-15	SQUELCH ON .....	2.4-11
NAME (SYNC PATTERN) .....	2.4-100	Suchen	
NEW SYNC PATTERN .....	2.4-100	Bereich .....	2.4-72
NORMALIZE ON/OFF .....	2.4-43	Summary Marker .....	2.4-73
PEAK .....	2.4-72	Summenfehler	
-PEAK .....	2.4-74	Amplitudenabfall .....	2.4-57
PEAK HOLD ON/OFF .....	2.4-75	Betragsfehler .....	2.4-57, 2.4-59
PHASE .....	2.4-46, 2.4-54	Frequenzfehler .....	2.4-57, 2.4-59
PHASE WRAPON/OFF .....	2.4-47	FSK-Hub .....	2.4-59
PM SIGNAL .....	2.4-14	FSK-Hubfehler .....	2.4-59
POLAR [IQ] CONSTELL .....	2.4-55	I/Q-Imbalance .....	2.4-58
POLAR [IQ] CONSTELLATION .....	2.4-49	I/Q-Offset .....	2.4-58
POLAR [IQ] VECTOR .....	2.4-49, 2.4-55	Phasenfehler .....	2.4-57
POLAR MKR DEG/RAD .....	2.4-68	Referenzhub .....	2.4-56
POLAR MKR R/I / MA/PH .....	2.4-68	RHO-Faktor .....	2.4-59
PRE DISP OFF .....	2.4-12	Vektorfehler .....	2.4-57
PRE DISP ON .....	2.4-12	SWEEP .....	2.4-89
PRE DISPL ON/OFF .....	2.4-12	SWEEP COUNT .....	siehe Meßkurve; Sweepanzahl
RANGE .....	2.4-23	Sweep-Menü .....	2.4-90
REAL TIME ON/OFF .....	2.4-19	Symbol	
REAL/IMAG PART .....	2.4-47, 2.4-54	Abtastwert .....	2.4-62
REF LEVEL .....	2.4-66	Anzahl .....	2.4-49, 2.4-52, 2.4-90
REF LEVEL OFFSET .....	2.4-66	Anzahl der dargestellten .....	2.4-61
REF VALUE POSITION .....	2.4-23, 2.4-69	Kennzeichnung der Entscheidungspunkte .....	2.4-50, 2.4-52
Ref Value X-/Y-Axis .....	2.4-67	Tabelle .....	2.4-56
REF VALUE Y AXIS .....	2.4-23	SYMBOL RATE .....	2.4-38
REFERENCE FILTER .....	2.4-39, 2.4-40	Symbolrate .....	2.4-38
REFERENCE LINE .....	2.4-78	Sync Offset .....	2.4-95
REFERENCE SIGNAL .....	2.4-46	Sync Pattern	
REL UNIT .....	2.4-17	Editieren .....	2.4-100
Result Length .....	2.4-90	Synchronisationsfolge .....	2.4-94
RESULT LENGTH .....	2.4-61	Synchronisationsmuster .....	2.4-99
RMS .....	2.4-74		
SAVE PATTERN .....	2.4-101		
SCALE UNIT .....	2.4-25, 2.4-69		
SEARCH LIMIT ON/OFF .....	2.4-72		
SELECT LIMIT LINE .....	2.4-80		
SELECT MARKER .....	2.4-72		
SELECT PATTERN .....	2.4-99		
SENSITIV AF OUTPUT .....	2.4-19, 2.4-24		

**T**

*Taste*

- CENTER ..... 0-63
- COUPLING (Vektroanalyse) ..... 2.4-89
- D Lines ..... 2.4-78
- LIMITS ..... 2.4-80
- MODE ..... 2.4-2
- NORMAL ..... 2.4-67
- Range ..... 2.4-67
- RANGE ..... 2.4-23
- SWEEP ..... 2.4-26, 2.4-90
- TRACE 1...4 ..... 2.4-86
- TRIGGER ..... 2.4-21, 2.4-91

*Taste*

- DELTA ..... 2.4-70
- SEARCH ..... 2.4-71

*Taste MKR ->* ..... 2.4-76

*TDMA-Burst* ..... 2.4-45

*Trellisdiagramm* ..... 2.4-48

*Trigger* ..... 2.4-21, 2.4-91

- AF-Signal ..... 2.4-22
- Flanke ..... 2.4-22
- Offset ..... 2.4-22, 2.4-92

*Triggerflanke* ..... 2.4-92

**V**

*Vektoranalyse*

- analoge Demodulation ..... 2.4-6

*Vektor-Diagramm* ..... 2.4-49

*Vektorfehler*

- Summenfehler ..... 2.4-57

*Videotriggerung* ..... 2.4-91

**W**

- Wechselspannungskopplung ..... 2.4-10
- Weighting-Filter ..... 2.4-9
- Wurzel-Cosinus-Filter ..... 2.4-39, 2.4-41

**Y**

- Y per Div ..... 2.4-67

*Y-Achse*

- Einheit ..... 2.4-25
- Referenzwert ..... 2.4-23
- Skalierung ..... 2.4-23

**Z**

*Zeitsignal*

- AM-demoduliert ..... 2.4-13
- FM-demoduliert ..... 2.4-14
- PM-demoduliert ..... 2.4-14

*Zeitverlauf von Meßergebnissen* ..... 2.4-50

*ZF-Bandbreite* ..... 2.4-7

*ZF-Filter*

- Bandbreite ..... 2.4-7



# 1 Betriebsvorbereitung

## 1.1 Einführung

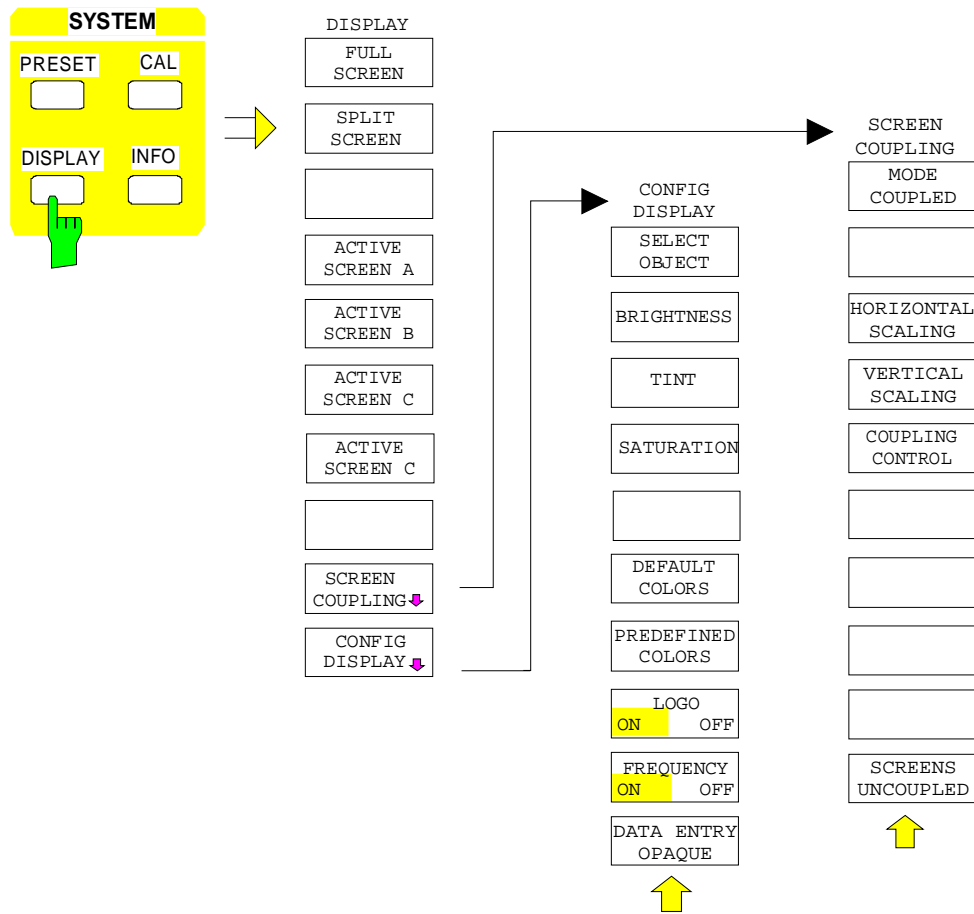
Dieses Handbuch ist eine Ergänzung des FSE-Betriebshandbuchs. In ihm sind ausschließlich Funktionen der Vektor-Signalanalyse beschrieben. Alle übrigen Funktionsbeschreibungen entnehmen Sie bitte dem FSE-Betriebshandbuch. Die folgende Tabelle (alphabetisch geordnet) soll Ihnen dabei als Orientierungshilfe dienen.

Thema	Kapitelnummer im FSE-Handbuch
Allgemeine Geräteeinstellungen	2.4
Anzeigen für die Fernbedienung bzw. Wechsel zur manuellen Bedienung	2.5
Dokumentation der Meßergebnisse	2.6
Einstellen der Auswerte- und Grenzwertlinien	2.9.4
Emulationen, Tastatur und Maus	Anhang E
Fehlermeldungen	Anhang B
Fernbedienung Befehlsbearbeitung und Statusregister	3.7 bis 3.8
Fernbedienung Einführung	3.1 bis 3.5
Firmware-Update	1.8
Grundlegende Bedienschritte	2.3
Programmierbeispiele	Anhang D
Schnittstellenbeschreibung	Anhang A
Speichern und Laden von Gerätedaten	2.7
Tastaturmakros	2.8

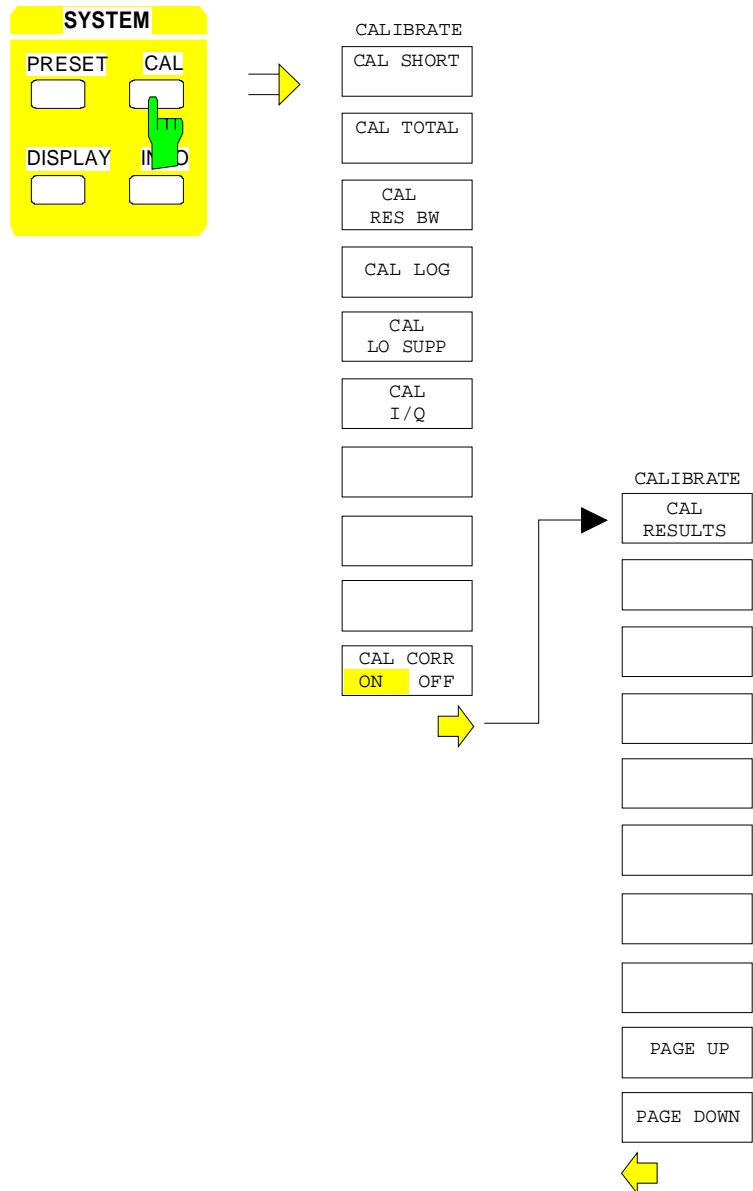
Diese Seite ist absichtlich frei.

## 2.2 Menüübersicht

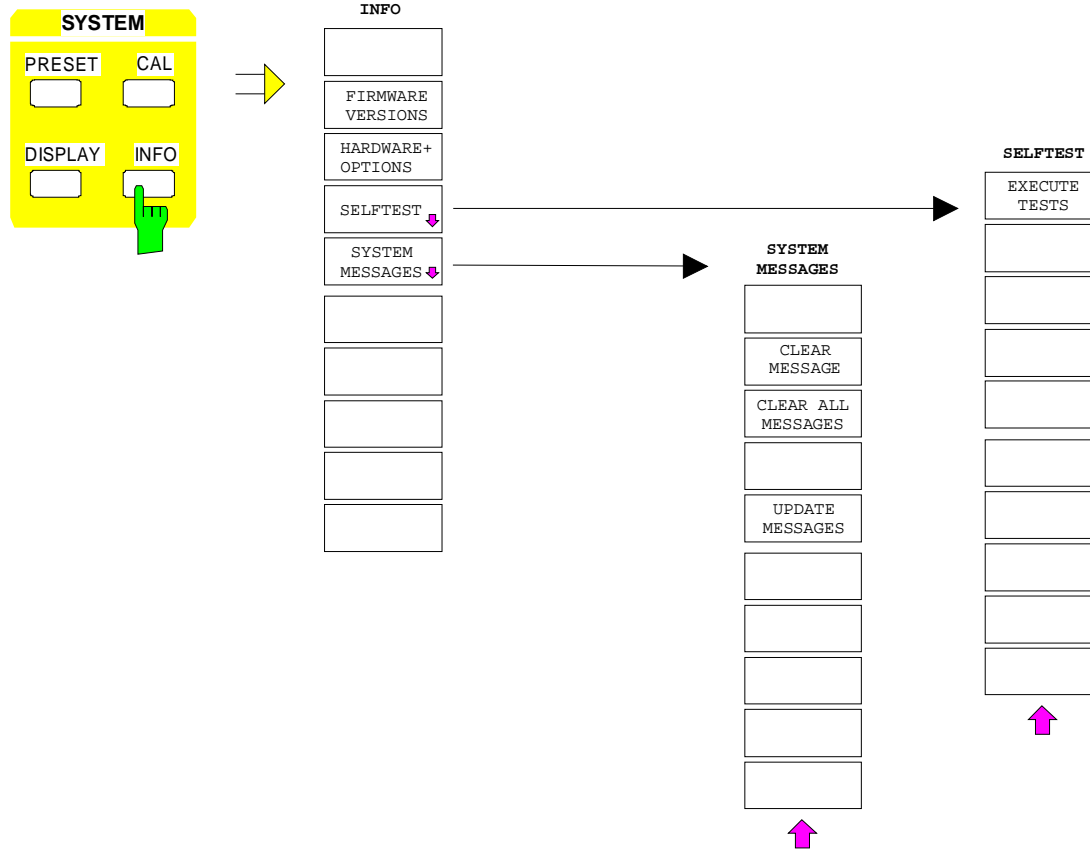
### 2.2.1 Tastengruppe System



- Menü wie in der Betriebsart Analysator!



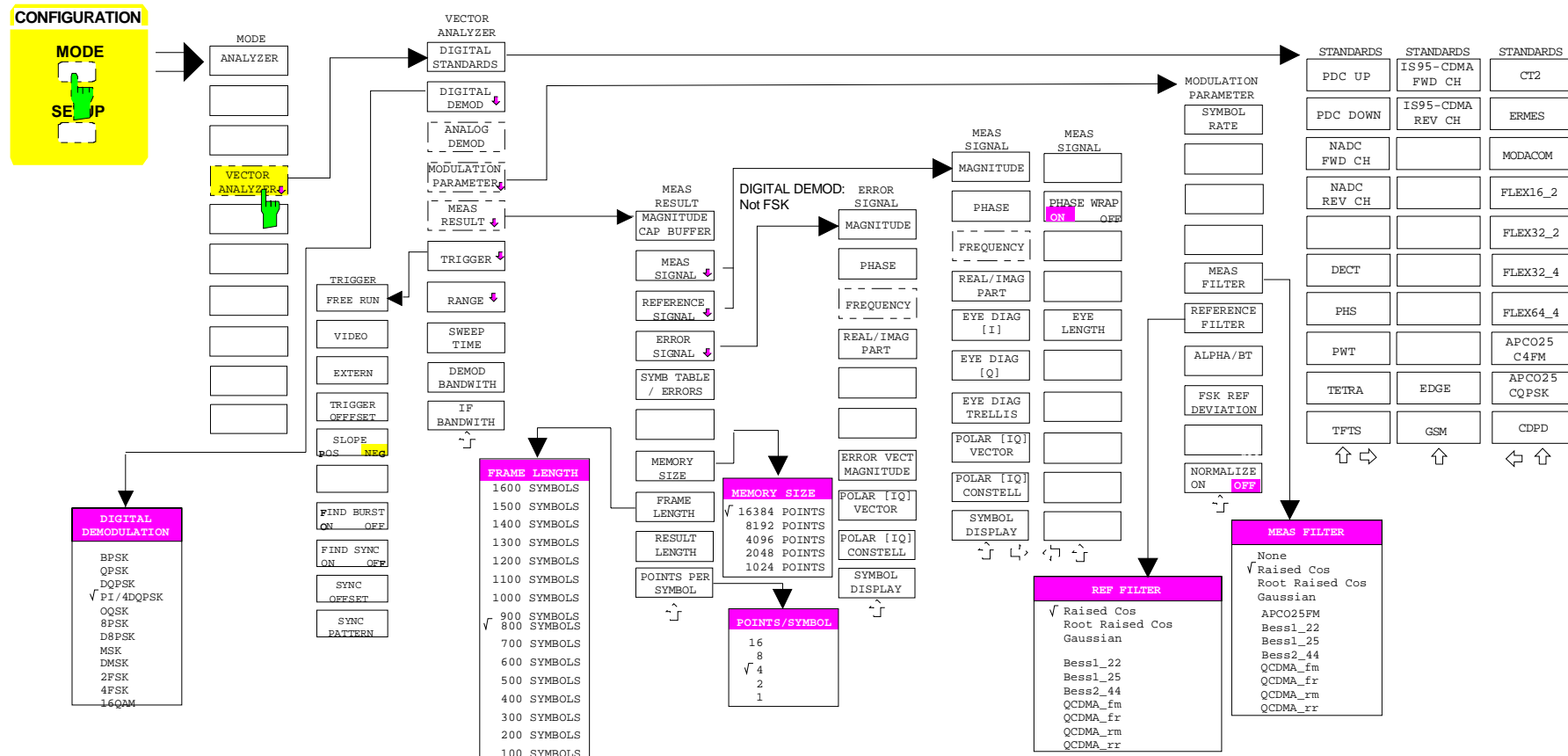
-Menü wie in der Betriebsart Analysator!  
2.2-2



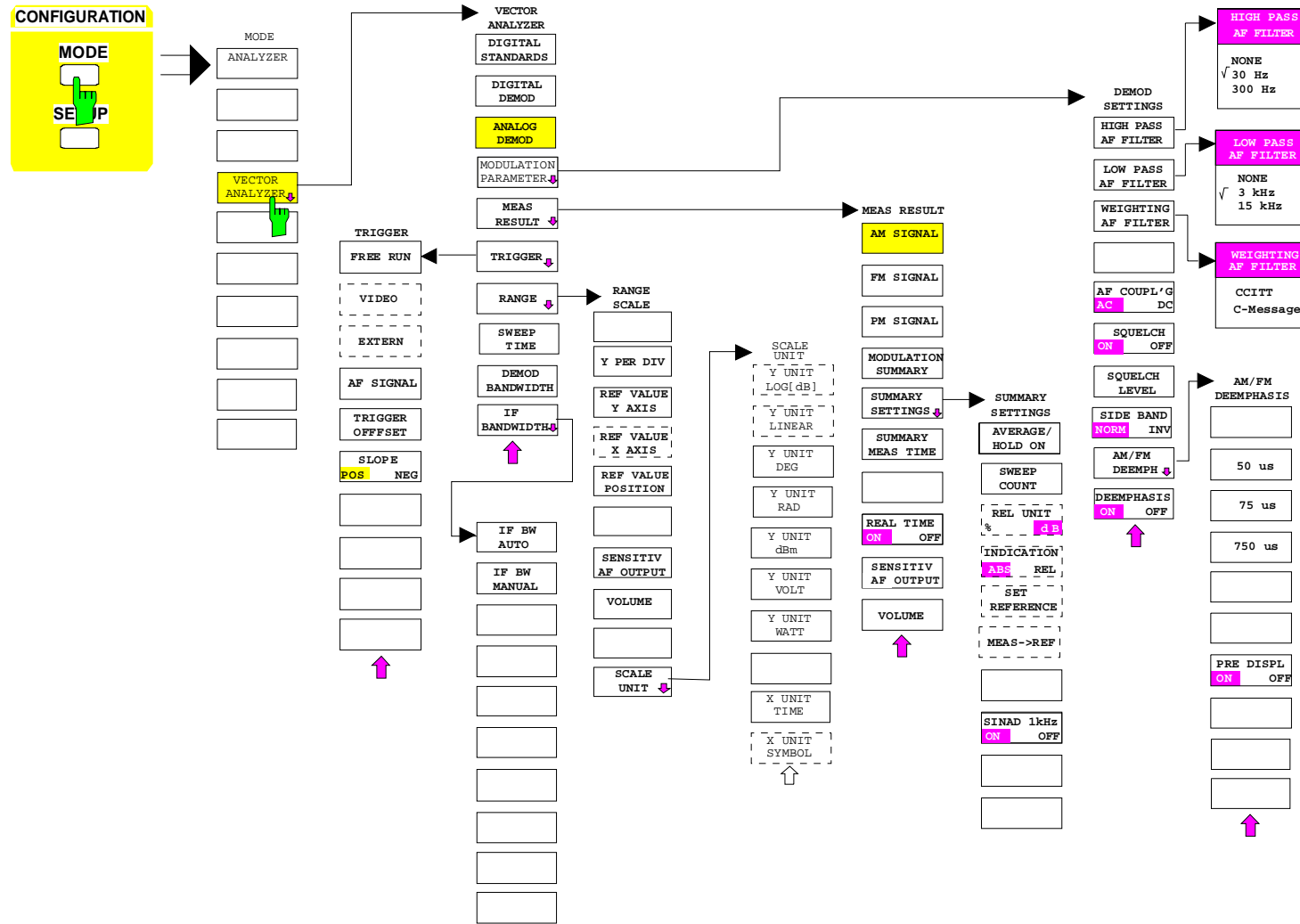
--Menü wie in der Betriebsart Analysator!

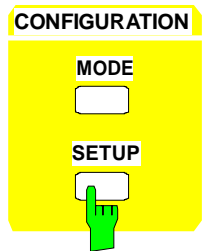
## 2.2.2 Tastengruppe Configuration

### a) In der Betriebsart Digitale Demodulation (keine FSK-Demodulation)



b) In der Betriebsart Analoge Demodulation (Echtzeitdemodulation, REAL TIME ON)





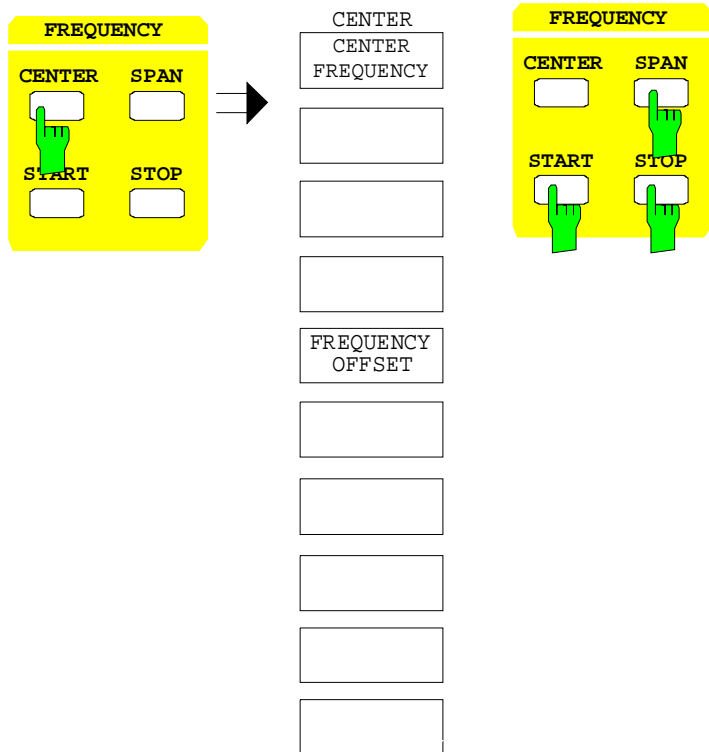
Menü wie in der Betriebsart Analysator

### 2.2.3 Tastengruppe Hardcopy

Menü wie in der Betriebsart Analysator!

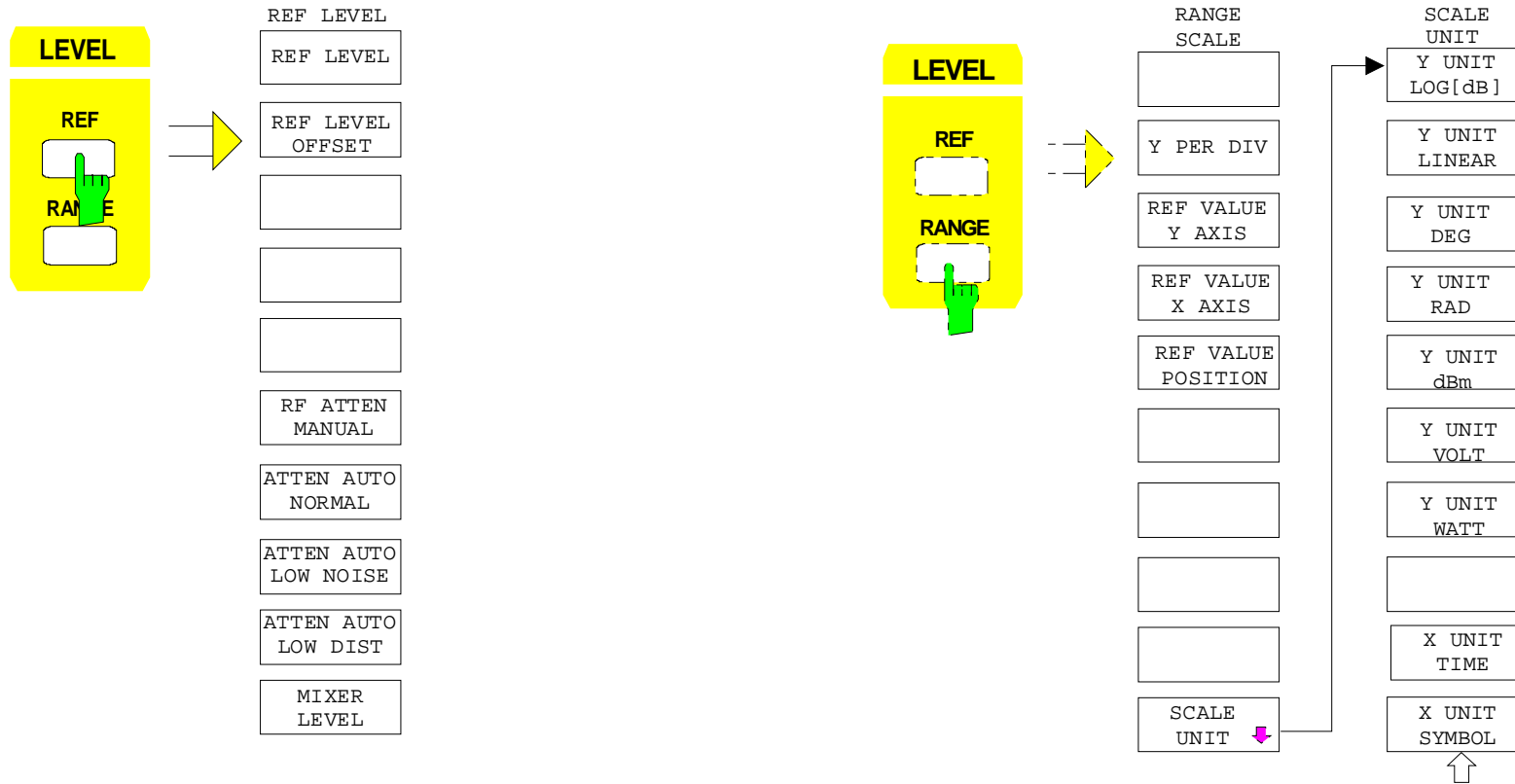


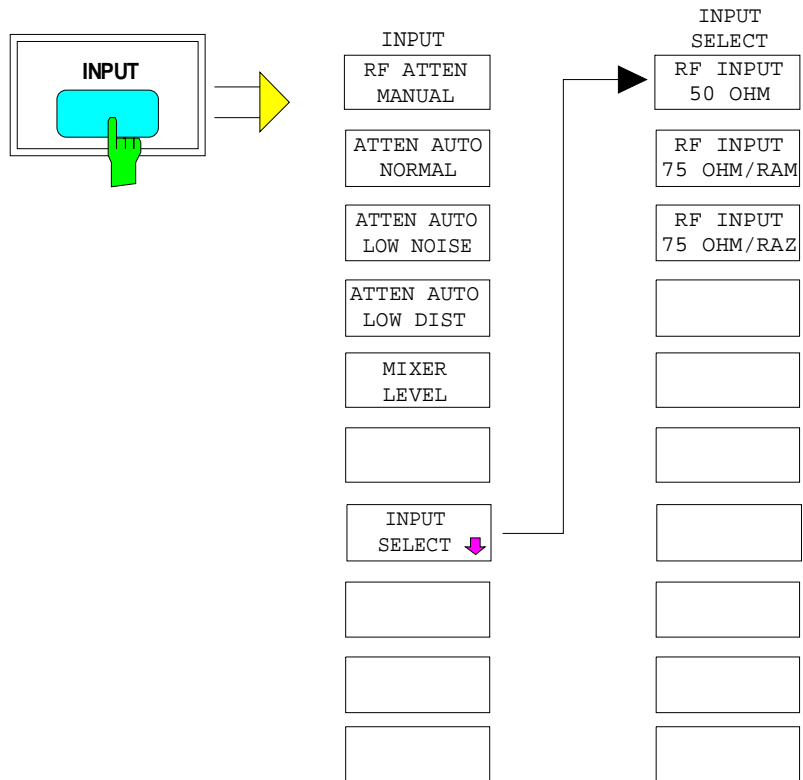
### 2.2.4 Tastengruppe Frequency



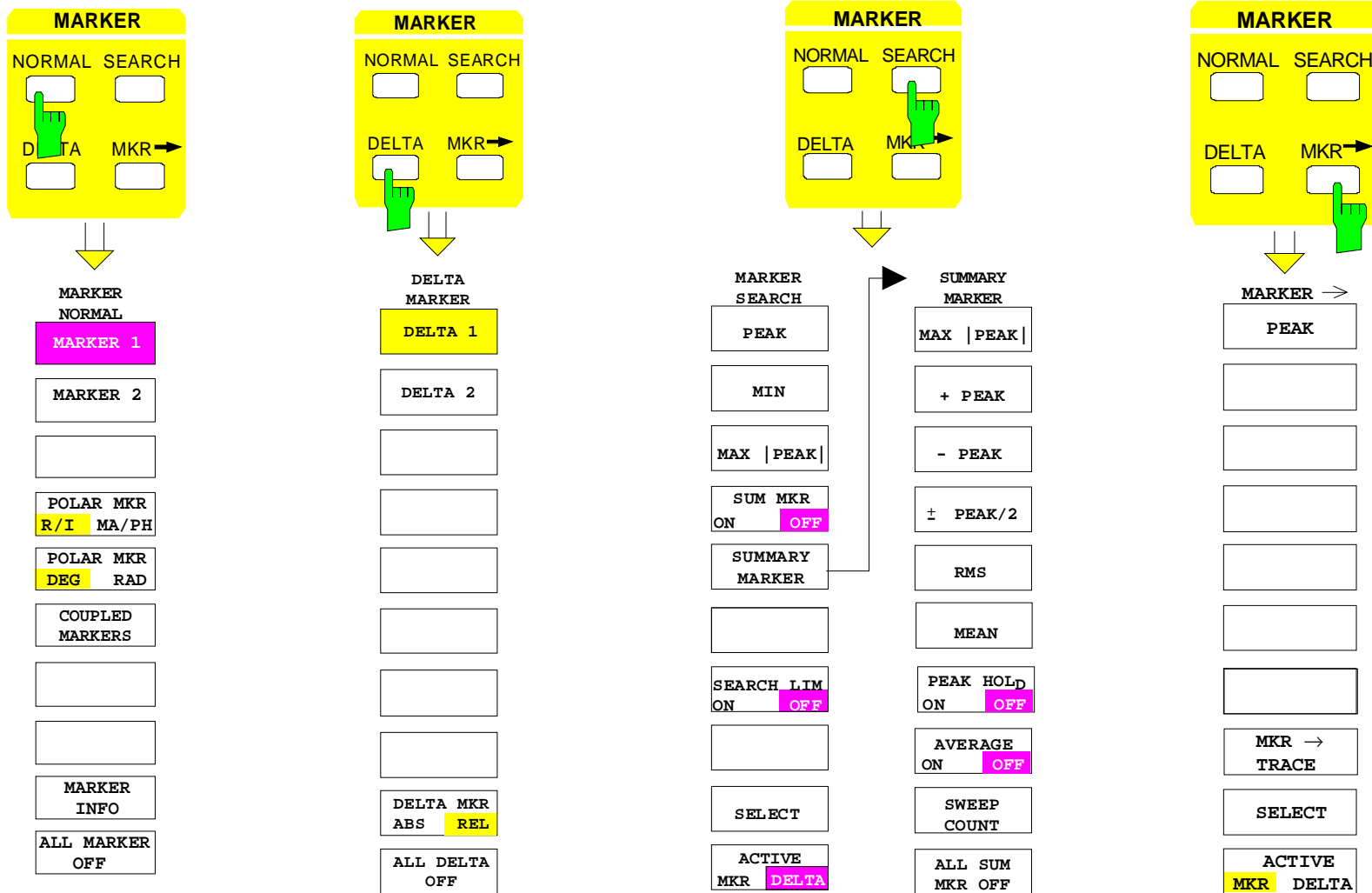
Die Tasten SPAN, START und STOP haben in der Betriebsart Vektor-Signalanalyse keine Funktion!

### 2.2.5 Tastengruppe Level, Taste Input

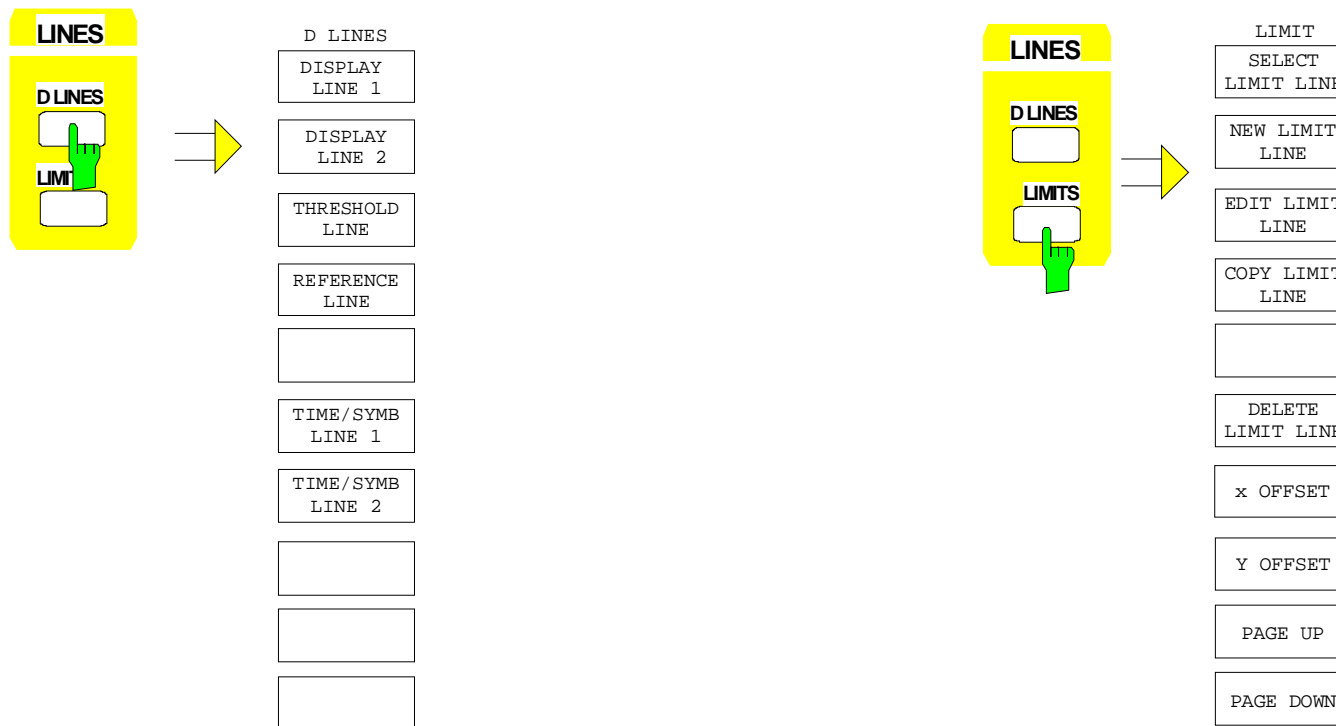




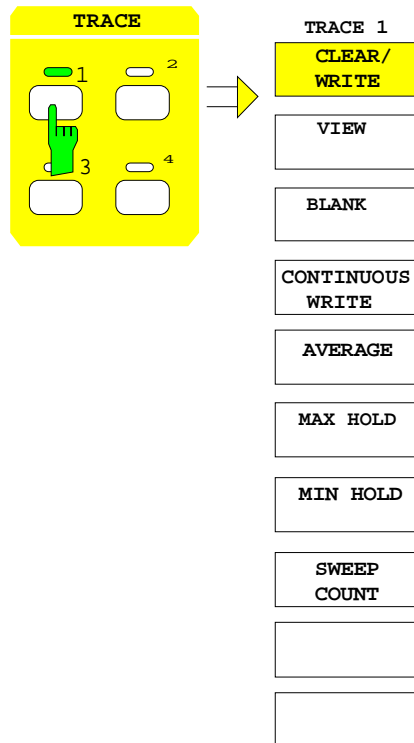
### 2.2.6 Tastengruppe Marker



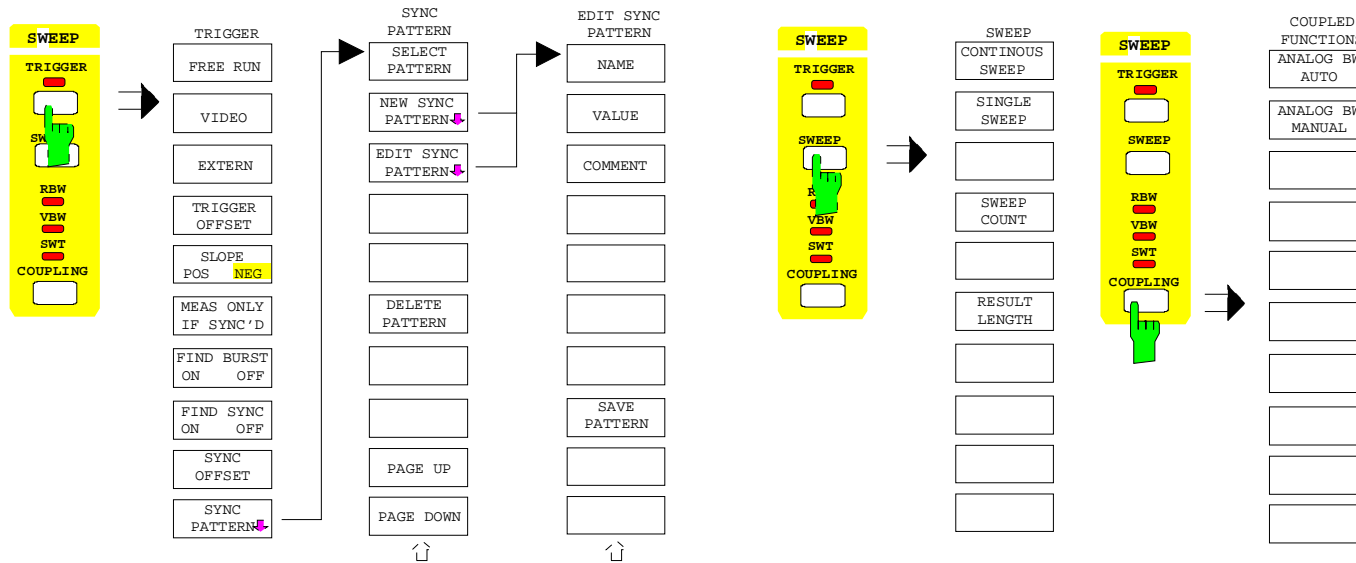
## 2.2.7 Tastengruppe Lines



## 2.2.8 Tastengruppe Trace



## 2.2.9 Tastengruppe Sweep



## **2.2.10 Tastengruppe Memory**

-Menü wie in der Betriebsart Analysator!

## **2.2.11 Tastengruppe User**

-Menü wie in der Betriebsart Analysator!



## 2.4 Vektor-Signalanalyse

Die Option Vektor-Signalanalyse im FSE ermöglicht die Analyse analoger und digitaler Modulationen. Der FSE tastet dazu das mit der Auflösungsbreite (RBW) bandbegrenzte ZF-Signal ab und mischt es ins komplexe Basisband. Der Real- und der Imaginärteil des Signals werden anschließend digital gefiltert und weiter in digitalen Signalprozessoren verarbeitet. Das komplexe Basisbandsignal enthält die gesamte Signalinformation, die nach den verschiedenen Kriterien ausgewertet werden kann.

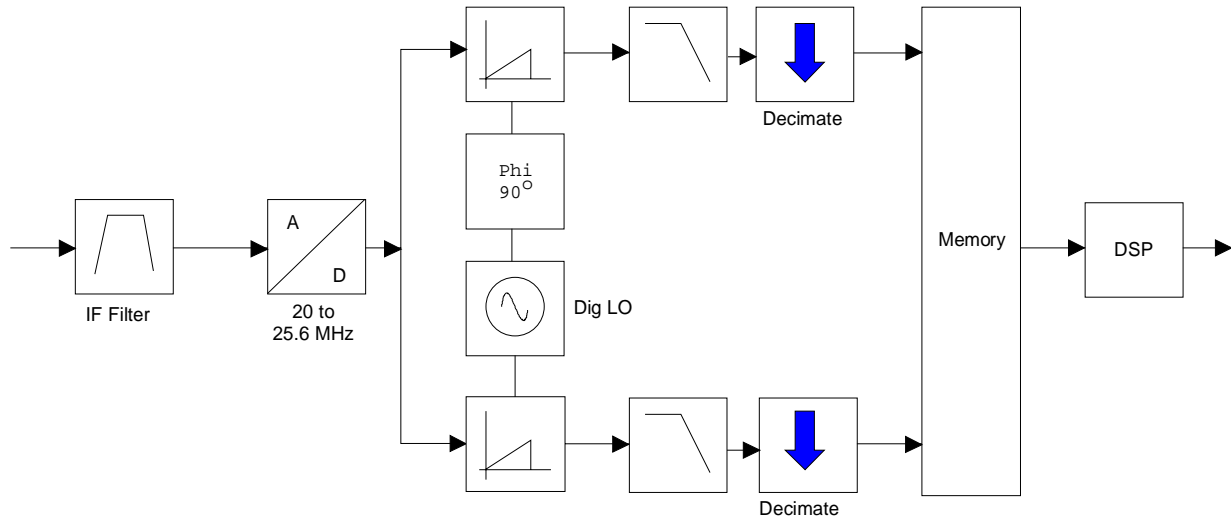


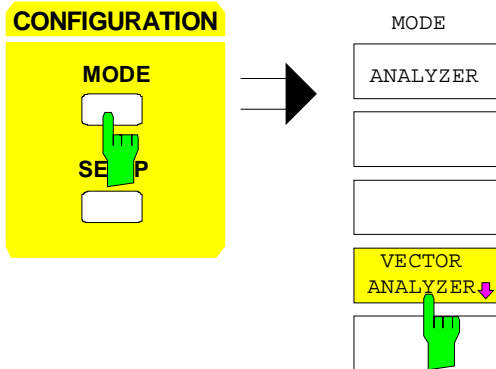
Bild 2.4-1 Prinzipschaltbild des FSE-Vektor-Signalanalysators

Der Vektor-Signalanalysator unterscheidet drei Analysearten:

- Bei analoger Demodulation wird die Zeitfunktion des amplituden-, frequenz-, oder phasendemodulierten Signals dargestellt. Alternativ kann auf die Darstellung der Tabelle der numerischen Demodulationsparameter umgeschaltet werden (*RESULT DISPLAY*).
- Bei digitaler Demodulation stehen für digital modulierte Signale die gebräuchlichsten Demodulatoren zur Verfügung, um deren Modulationsparameter auszuwerten.
- Bei digitaler Demodulation kann auch der Betrag (magnitude) des nicht demodulierten Signals zur Anzeige gebracht werden (*MAGNITUDE CAP BUFFER*).

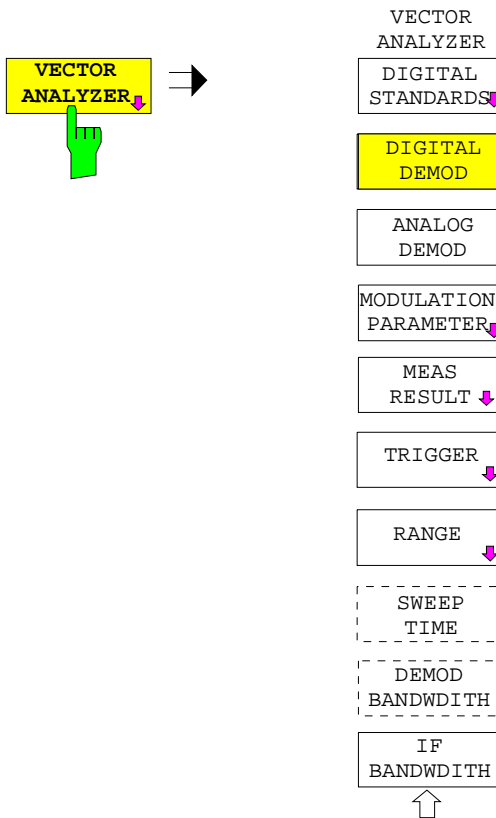
Die Auswahl der Betriebsart Vektor-Signalanalyse erfolgt im Menü *CONFIGURATION MODE* (siehe auch Abschnitt 'Wählen der Betriebsart - Taste *MODE*')

2.4.1 Wählen der Betriebsart



Die Taste *MODE* ruft das Menü zur Wahl der Betriebsart auf.

Die Auswahl der Analyseart im Vector-Analyzer-Modus erfolgt im Menü *CONFIGURATION MODE VECTOR ANALYZER*.



Der Softkey *VECTOR ANALYZER* aktiviert die Vektor-Signalanalyse und ruft ein Untermenü auf, in dem die Einstellungen zur Vektor-Signalanalyse erfolgen. Die Menüs unter den Tasten für die Meßparameter-einstellungen (*FREQUENCY, LEVEL, MARKER, TRACE, COUPLING, TRIGGER*) werden an die spezifischen Möglichkeiten des Vektor-Signalanalysators angepaßt.

Die Softkeys *DIGITAL STANDARDS, DIGITAL DEMOD* und *ANALOG DEMOD* sind Auswahlschalter, sie stellen die gewünschte Analyseart ein.

Der Softkey *MODULATION PARAMETER* ruft ein Untermenü zum Einstellen der für die Demodulation analog oder digital modulierter Signale notwendigen Modulationsparameter auf.

Der Softkey *MEAS RESULT* ruft ein Untermenü auf, in dem die gewünschte Auswertung in der gewählten Analyseart eingestellt werden. Dies ist z. B. bei *DIGITAL DEMODULATION* die Auswertung des Meß- oder des Referenzsignals, I/Q- oder Vektorfehler usw.

Der Softkey *TRIGGER* ruft das gleiche Menü auf wie die Taste *TRIGGER* im Tastenfeld *SWEEP*.

Der Softkey *RANGE* ruft das gleiche Menü auf wie die Taste *RANGE* im Tastenfeld *LEVEL*.

Der Softkey *IF BANDWIDTH* ruft ein Untermenü auf, in dem die analoge ZF-Bandbreite (ZF-Filter) eingestellt wird.

**Hinweis:** Wenn zwei Meßfenster (Screen A und Screen B) beim Einschalten der Vektor-Signalanalyse geöffnet sind, wird die Betriebsart Vektor-Signalanalyse nur für das zur Eingabe aktivierte Fenster eingestellt (gekennzeichnet an der oberen rechten Ecke des Diagramms). Für das andere Fenster bleiben die bisherigen Einstellungen gültig. Die Aufnahme und Darstellung der Meßwerte erfolgt dann sequentiell, erst im oberen dann im unteren Meßfenster.

Die Konfiguration der Vektor-Signalanalyse erfolgt in vier Schritten:

1. Analyseart einstellen: Einstellung nach festgelegten Übertragungsverfahren (*DIGITAL STANDARDS*, in diesem Fall erübrigt sich Schritt Nr. 2), allgemeine Demodulation digital modulierter Signale (*DIGITAL DEMOD*) oder analoge Demodulation der Signale (*ANALOG DEMOD*).
2. Modulationsparameter wählen (*MODULATION PARAMETER*).
3. Gewünschte Meßergebnisse wählen (*MEAS RESULT*).
4. Gewünschtes Ausgabeformat der Meßergebnisse wählen (*RESULT DISPLAY*).

## 2.4.2 Analoge Demodulationsverfahren

Mit der Amplituden-, der Frequenz- und der Phasendemodulation stellt der FSE alle Verfahren zur Demodulation zur Verfügung, mit denen analog eine Information auf einen HF-Träger moduliert werden oder durch die ein Träger gestört sein kann. Die Bandbreite, mit der demoduliert wird, hängt von der gewählten Demodulationsbandbreite ab. Dabei ist darauf zu achten, daß das gesamte Modulationsspektrum in der Demodulationsbandbreite enthalten ist. Andernfalls treten durch die analoge Vorfilterung mit den ZF-Filtern des FSE und die digitale Filterung zur Unterdrückung von Aliasprodukten aufgrund der Abtastung oder der Datenreduktion Signalverzerrungen auf, die die Modulation verfälschen. Eine korrekte Messung der Modulationsparameter ist damit nicht mehr möglich.

Für eine korrekte Demodulation ist auch darauf zu achten, daß nur das zu analysierende Signal sich innerhalb der Demodulationsbandbreite (*DEMOD BANDWIDTH*) des FSE befindet. Die Demodulation würde sonst durch die Nachbarsignale verfälscht werden. Spektralanteile von Nachbarsignalen sollten mindestens 1,285mal die (Demodulationsbandbreite)/2 von der Mittenfrequenz (= Trägerfrequenz) entfernt sein.

Abhängig von der eingestellten Demodulationsbandbreite (*DEMOD BANDWIDTH*) gibt es zwei Modi der Demodulation:

Bei *DEMOD BANDWIDTH* ≤ 200 kHz wahlweise in Echtzeit (*REAL TIME ON*) oder Offline (*REAL TIME OFF*), bei *DEMOD BANDWIDTH* > 200 kHz nur Offline-Demodulation.

Echtzeit- und Offline Demodulation unterscheidet sich wie folgt:

- Echtzeitdemodulation (***REAL TIME ON***)
  - ◆ Die Bandbreite des demodulierten Signals kann NF-seitig mit zuschaltbaren Hochpaß-, Tiefpaß- oder Bewertungsfiltren (CCITT- bzw. C-Message-Filter) reduziert werden, um normgerechte Störmodulationsmessungen für analoge Funkssysteme zu ermöglichen, außerdem sind auch für FM (und AM) Deemphasen einschaltbar. Eine eingeschaltete Deemphasis wirkt wahlweise auf das (über Lautsprecher bzw. Kopfhöreranschluß wiedergegebene) Audio-Signal **und** auf die Meßwertanzeige, oder nur auf das Audio-Signal. Die zuschaltbaren Filter wirken dagegen immer auf die Anzeige und AF-/Lautsprecherausgang.
  - ◆ Über den eingebauten Lautsprecher oder über den Kopfhöreranschluß kann das demodulierte Signal mitgehört werden.
  - ◆ Zusätzlich kann das demodulierte Signal (ausschnittsweise) oder eine Zusammenfassung numerischer Modulationsparameter am Bildschirm dargestellt werden. Mit Hilfe der Split Screen-Darstellung kann auch gleichzeitig das demodulierte Signal und die Zusammenfassung der numerischen Modulationsparameter dargestellt werden.
- Offline-Demodulation (***REAL TIME OFF***)
  - ◆ Die Demodulation erfolgt nicht kontinuierlich, sondern blockweise, d.h., es wird ein Datenblock in den Speicher geschrieben, dann demoduliert und zur Anzeige gebracht:
  - ◆ Als Meßergebnis wird die Zeitfunktion der demodulierten NF (AF-Signal) oder/und eine Zusammenfassung numerischer Modulationsparameter am Bildschirm dargestellt.
  - ◆ Der interne Lautsprecher sowie der Kopfhörerausgang ist abgeschaltet.
  - ◆ Es sind keine Hochpaßfilter und keine Weighting-Filter zuschaltbar. Deemphasen können nicht aktiviert werden.
  - ◆ Zur Einschränkung der Rauschbandbreite sind AF-Tiefpaßfilter normiert auf die Demodulationsbandbreite zuschaltbar (Grenzfrequenz = 5, 10 oder 25 % der Demodulationsbandbreite)

Die beiden vorhandenen Modi der Demodulation sind für folgende Hauptapplikationen ausgelegt:

- Echtzeitdemodulation (*REAL TIME ON*) für Demodulationsbandbreiten bis zu max. 200 kHz für normgerechte Modulationsmessungen an analogen Funksystemen und auch zu Hörzwecken
- Offline Demodulation (*REAL TIME OFF*) vor allem zur Messung von Einschwingvorgängen (z.B. Frequenzeinschwingen von Oszillatoren und Synthesizern)

Das folgende Bild zeigt die Menüs, in denen die Parameter und die Ergebnisdarstellung bei analoger Demodulation eingestellt werden.

Menü: CONFIGURATION MODE - VECTOR ANALYZER - ANALOG DEMOD (bei REAL TIME ON)

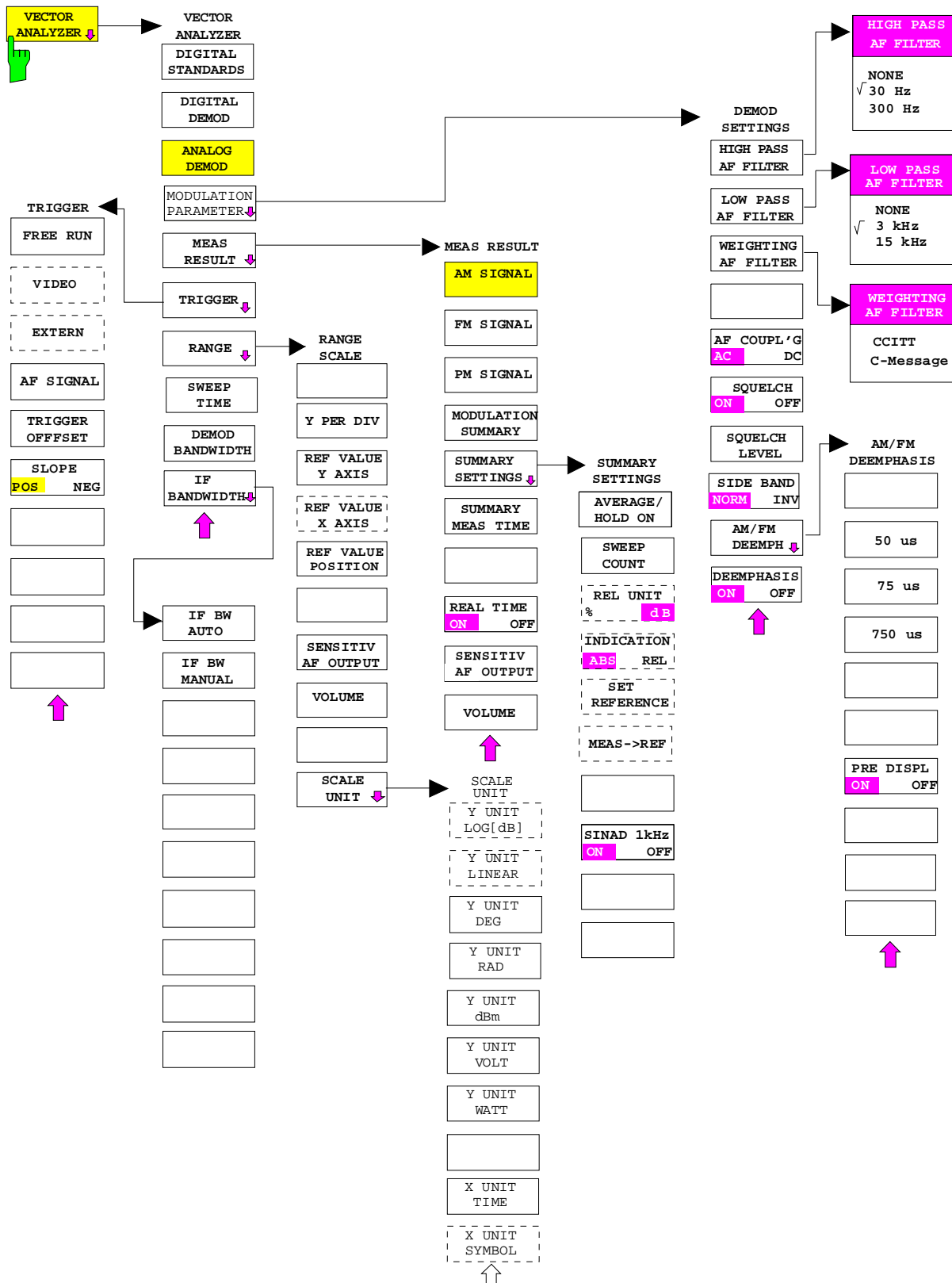
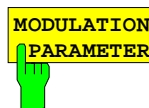


Bild 2.4-2 Menüstruktur zur Einstellung der Demodulation bei analog modulierten Signalen



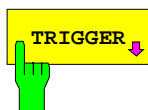
Der Softkey *ANALOG DEMOD* aktiviert die Betriebsart analoge Demodulation. Die Demodulation (AM, FM und PM-Demodulation) wird parallel ausgeführt. Die Art der Demodulation bzw. der Darstellung (AM, FM oder PM oder numerische Anzeige) wird unter *MEAS RESULT* eingestellt.



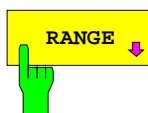
Siehe Abschnitt "Auswählen der Modulationsparameter"



Siehe Abschnitt "Auswählen des Audiosignal"



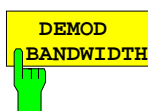
Siehe Abschnitt "Triggerung bei analoger Demodulation - Softkey *TRIGGER* bzw. Taste *TRIGGER*"



Siehe Abschnitt "Einstellen des Anzeigebereichs und der Skalierung - Softkey *RANGE* bzw. Taste *RANGE*"



Siehe Abschnitt "Sweep-Menü bei analoger Demodulation - Softkey *SWEEP TIME* bzw. Taste *SWEEP*"



Der Softkey *DEMOD BANDWIDTH* aktiviert die Eingabe der Demodulationsbandbreite.

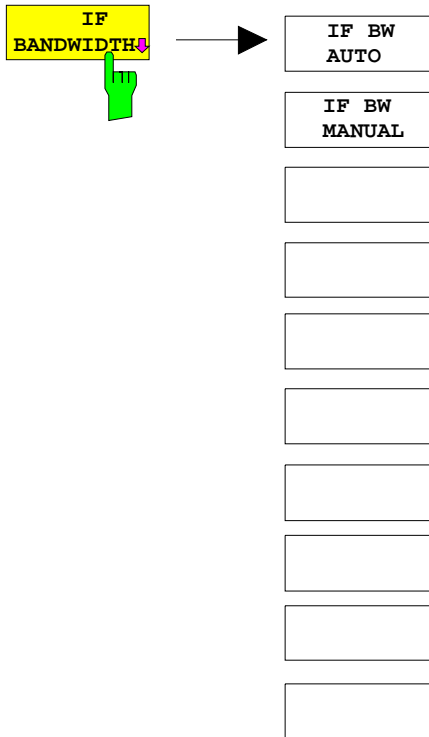
Das zu demodulierende Spektrum sollte möglichst komplett innerhalb dieser Bandbreite liegen (das kann in der Betriebsart Spektrumanalysator überprüft werden), damit keine Demodulationsverzerrungen auftreten.

Störsignale außerhalb des zu demodulierenden Spektrums verursachen dann keine Demodulationsfehler, wenn der Frequenzabstand zur Abstimmfrequenz (*CENTER FREQUENCY*)  $\Delta f \geq 1.28 \times (\text{DEMOD BANDWIDTH})/2$  ist.

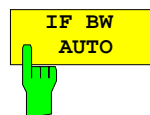
Die Demodulationsbandbreite ist im Bereich 5 kHz - 5 MHz in 1, 2, 3, 5-Stufung einstellbar bzw. wird bei davon abweichende Eingaben auf die nächstgelegene mögliche Stufe gerundet.

Bei FM-Demodulation ist der maximal meßbare Hub beschränkt auf  $(0,4 \times \text{DEMOD BANDWIDTH})$ .

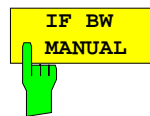
Menü: CONFIGURATION MODE - VECTOR ANALYZER - ANALOG DEMOD



Der Softkey *IF BANDWIDTH* öffnet ein Untermenü, in dem die Bandbreite der analogen ZF-Filter eingestellt wird (entspricht der Auflösebandbreite in der Betriebsart Spektrumanalyse).



Der Softkey *IF BW AUTO* setzt die ZF-Bandbreite auf den maximal möglichen Wert von 10 MHz (unabhängig von der Demodulationsbandbreite).



Der Softkey *IF BW MANUAL* schränkt die analoge ZF-Bandbreite gezielt ein.

Zur Vermeidung von Modulationsverzerrungen und -fehlern empfiehlt es sich, die ZF-Bandbreite möglichst groß einzustellen:

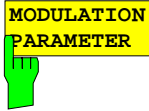
$(IF\ BANDWIDTH \geq 5 \times DEMOD\ BANDWIDTH)$ .

Sollen Störsignale außerhalb des Spektrums der Nutzmodulation unterdrückt werden, so kann mit *IF BW MANUAL* die ZF-Bandbreite bis auf einen Wert gleich der Demodulationsbandbreite reduziert werden.

Mögliche Eingabewerte:  $\geq DEMOD\ BANDWIDTH$ , 5 kHz - 10 MHz.

### 2.4.2.1 Auswählen der Modulationsparameter

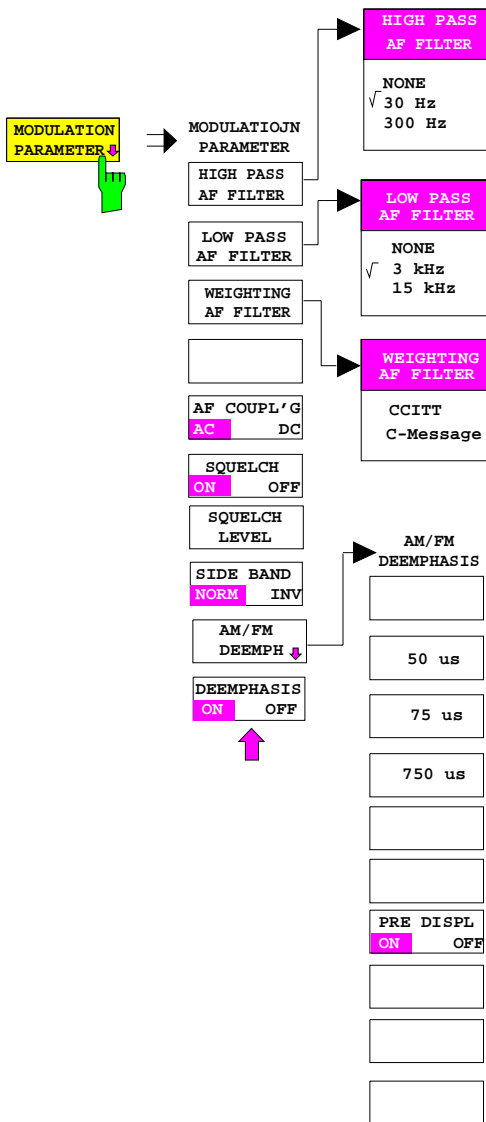
Untermenü: *CONFIGURATION MODE - VECTOR ANALYZER - ANALOG DEMOD - MODULATION PARAMETER*



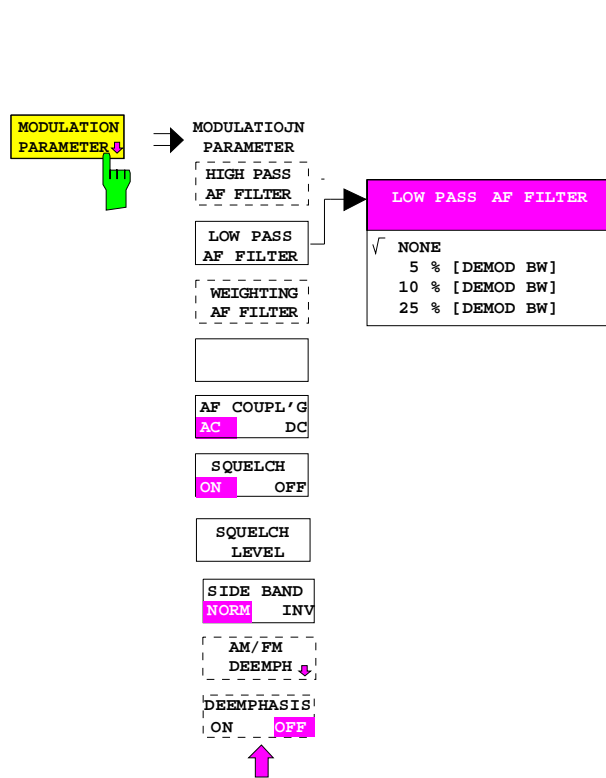
Der Softkey *MODULATION PARAMETER* ruft ein Untermenü auf. In diesem werden die Modulationsparameter bei analoger Demodulation ausgewählt.

Das erscheinende Menü sowie die Auswahlmöglichkeiten sind abhängig davon ob Echtzeitdemodulation aktiv ist (**REAL TIME ON**) oder nicht (**REAL TIME OFF**).

Menü bei **REAL TIME ON**:



Menü bei **REAL TIME OFF**:



**Hinweis:** Die gestrichelt dargestellten Softkeys sind in der jeweiligen Betriebsart nicht aktivierbar



Die mögliche Filterauswahl hängt davon ab, ob in Echtzeit demoduliert wird oder nicht (*REAL TIME ON/OFF*).

HIGH PASS  
AF FILTER



LOW PASS  
AF FILTER



**REAL TIME ON:**

Die Softkeys *HIGHPASS AF FILTER* und *LOW PASS AF FILTER* rufen entsprechende Eingabefelder auf, in denen Hoch- bzw. Tiefpaßfilter zur Einschränkung der NF-Bandbreite ausgewählt werden können.

HIGH PASS  
AF FILTER

NONE  
√ 30 Hz  
300 Hz

LOW PASS  
AF FILTER

NONE  
√ 3 kHz  
15 kHz

Bei *REAL TIME ON* sind nebenstehende Hochpaß- und Tiefpaßfilter sowie normgemäße Bewertungsfilter [WEIGHTING AF FILTER] wählbar.

Eingeschaltete AF-Filter wirken für die Anzeige und auf den AF-Ausgang bzw. Lautsprecherausgang.

Bei den Hoch- und Tiefpaßfiltern sind jeweils die -3-dB-Grenzfrequenzen angegeben.

Die Hochpaßfilter sind 1. Ordnung (6 dB/Oktave Flankensteilheit), die Tiefpaßfilter 2. Ordnung (12 dB/Oktave Flankensteilheit).

WEIGHTING  
AF FILTER



Als Weighting-Filter stehen das CCITT-Filter (CCITT P.53) sowie das C-Message-Filter nach US-Norm zur Verfügung.

WEIGHTING  
AF FILTER

CCITT  
C-Message

Bei Aktivierung eines der beiden Weighting-Filter wird die Demodulationsbandbreite automatisch auf 30 kHz geschaltet. Wird bei aktivem Weighting-Filter die Demodulationsbandbreite anschließend verändert, wird das aktive Weighting-Filter abgeschaltet.

**REAL TIME OFF:**

Bei *REAL TIME OFF* können lediglich Tiefpaßfilter zur Einschränkung der Rauschbandbreite aktiviert werden.

LOW PASS AF FILTER

√ NONE  
5 % [DEMODO BW]  
10 % [DEMODO BW]  
25 % [DEMODO BW]

Die Filterbandbreite (-3 dB) kann in % der Demodulationsbandbreite gewählt werden.

Möglich sind 5, 10 oder 25 % der Demodulationsbandbreite.

Die Filter sind als Butterworth-Filter 2. Ordnung (12 dB/Oktave Flankensteilheit ausgelegt).



Der Softkey *AF COUPL'G AC/DC* schaltet die auf die Demodulatoren folgenden AF-Auswertestufen auf Gleich- oder Wechselspannungskopplung.

FM:

Die Wechselspannungskopplung (*AF COUPL'G AC*) wird bei FM erzielt, indem die Mittenfrequenz des zu messenden Signals bestimmt und das demodulierte Signal entsprechend korrigiert wird.

Bei *AF COUPL'G DC* wird die Mittenfrequenz des FSE als Trägerfrequenz angenommen und es erfolgt keine Frequenzkorrektur. Das AF-Signal ist gleichspannungsgekoppelt.

PM:

Die Wechselspannungskopplung (*AF COUPL'G AC*) wird bei PM erzielt, indem sowohl die Frequenzablage wie auch die Phasenablage geschätzt und zu Null gesetzt wird.

Nur bei **REAL TIME OFF**:

Bei *AF COUPL'G DC* läuft die Phase bei abweichender Mittenfrequenz des zu messenden Signals mit einer Periodizität, die der Differenz zwischen anliegender und eingestellter Mittenfrequenz entspricht durch (0 bis 360°). Bei übereinstimmender Frequenz (z.B. bei Synchronisation über eine gemeinsame Referenzfrequenz) steht die Phase konstant auf einem Offset im Bereich 0 bis 360°. Der PM-Demodulator ist gleichspannungsgekoppelt.

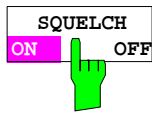
AM:

Der AM-Demodulator ist als reiner Hüllkurvendemodulator unempfindlich gegen Frequenzfehler solange Träger und Seitenbänder im eingestellten Frequenzdarstellbereich enthalten sind.

Bei Wechselspannungskopplung (*AF COUPL'G AC*) wird das demodulierte NF-Signal auf die Gleichspannung (entspricht dem Trägermittelwert) normiert und der Gleichanteil entfernt.

Die Amplitude des NF-Signals ist direkt proportional dem AM-Modulationsgrad.

Bei Gleichspannungskopplung (*AF COUPL'G DC*) ist die Amplitude des demodulierten NF-Signals proportional sowohl dem AM-Grad wie auch dem Pegel, es erfolgt keine Normierung auf den Trägermittelwert. Die Meßwertanzeige erfolgt in absoluten Pegelheiten.

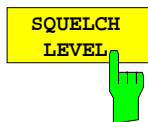
**REAL TIME ON:**

Der Softkey *SQUELCH ON* schaltet den Lautsprecher bzw. Kopfhörerausgang stumm, sofern der Pegel eine unter *SQUELCH LEVEL* eingebare Schwelle unterschreitet. Der Trace des demodulierten Signals wird ebenfalls zu diesem Zeitpunkt zu Null gesetzt. Die Stummschaltung spricht mit einer Verzögerung an, die so bemessen ist, daß ein mit  $\geq 30$  Hz AM modulierte Signal nicht in den Modulationstälern zum Ansprechen führt.

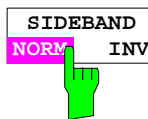
**REAL TIME OFF:**

Bei *MEAS RESULT: AM SIGNAL*, *FM SIGNAL* oder *PM SIGNAL* wird bei Unterschreiten des Squelch der Frequenz- bzw. Phasenhub zu Null gesetzt. Die Stummschaltung spricht ohne Verzögerung an und ist daher speziell für Einschwingmessungen geeignet.

Lautsprecher bzw. Kopfhörerausgang sind nur bei Echtzeitdemodulation aktiv (*REAL TIME DEMOD ON*).



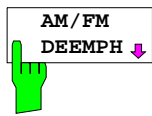
Über *SQUELCH LEVEL* ist ein absoluter Pegel in der Einheit dBm eingebbar unterhalb dessen die *SQUELCH*-Funktion aktiv wird (nur bei *SQUELCH ON*).



Der Softkey *SIDE BAND INV (INVERTED)* demoduliert das empfangene Signal in Kehrlage.

Dies bedeutet bei FM- oder PM-Demodulation, daß ein in der Frequenz ansteigendes Empfangssignal am FSE-Eingang zu einem fallenden NF-Signal führt.

Grundzustand ist *SIDE BAND NORM (NORMAL, Regellage)*: Ein in der Frequenz ansteigendes Empfangssignal am FSE-Eingang führt zu einem ansteigenden NF-Signal.



AM/FM DEEMPHASIS

50 us

75 us

750 us

PRE DISPL ON OFF

Dieser Softkey ist nur im **REAL TIME ON**-Modus bedienbar.

Zugang zum Untermenü, in dem eine Deemphasis bei FM- (oder AM-)Demodulation auswählbar ist (Eine AM-Deemphasis ist in einigen Vorschriften zur Messung der synchronen Amplitudenmodulation an FM-Sendern vorgeschrieben).

Zur Verfügung stehen Deemphasen mit den Zeitkonstanten 50 µs, 75 µs (werden im Rundfunkbereich verwendet) und 750 µs, die im Sprechfunkbereich verwendet wird.

Grundzustand ist 50 µs.

Eine eingeschaltete Deemphasis wirkt in jedem Fall für den Hör-Ausgang.

Über die Funktion *PRE DISP ON* (*PRE DISPLAY ON*) kann die Wirkung der Demphasis auch auf die Meßwertanzeige ausgedehnt werden, um normgerechte Störmodulationsmessungen durchführen zu können.

Um trotz korrekt entzerrtem Hör-Signal den richtigen Hub am anliegenden Signal messen zu können, ist über *PRE DISP OFF* die aktive Deemphasis für die Meßwertanzeige abschaltbar.

50 us

75 us

750 us

Nur **REAL TIME ON**

Die Softkeys *50us*, *75 us* und *750 us* wählen die Deemphasis aus.

Grundzustand ist 50 µs.

PRE DISPL ON OFF

Nur **REAL TIME ON**

Der Softkey *PRE DISPL ON/OFF* schaltet die aktive Deemphasis für die Meßwertanzeige aus bzw. ein.

Bei *PRE DISPL ON* wird die Wirkung der Deemphasis auch auf die Meßwertanzeige ausgedehnt, damit können normgerechte Störmodulationsmessungen durchgeführt werden.

Um trotz korrekt entzerrtem Hör-Signal den richtigen Hub am anliegenden Signal messen zu können, ist über *PRE DISP OFF* die aktive Deemphasis für die Meßwertanzeige abschaltbar.



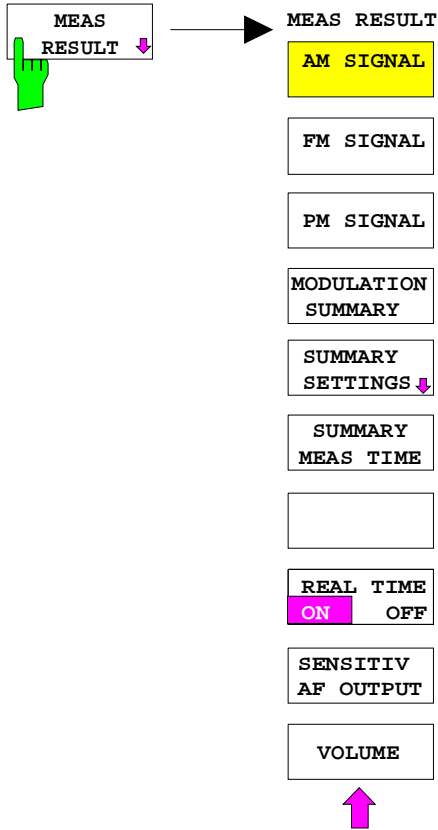
Dieser Softkey ist nur im **REAL TIME ON**-Modus bedienbar.

Dieser Softkey schaltet für die unter *DEEMPHASIS* gewählte Deemphasis ein bzw. aus.

Im Grundzustand ist die Deemphasis ausgeschaltet.

### 2.4.2.2 Auswählen des Audiosignals

Untermenü: *CONFIGURATION: MODE - VECTOR ANALYZER - ANALOG DEMOD*

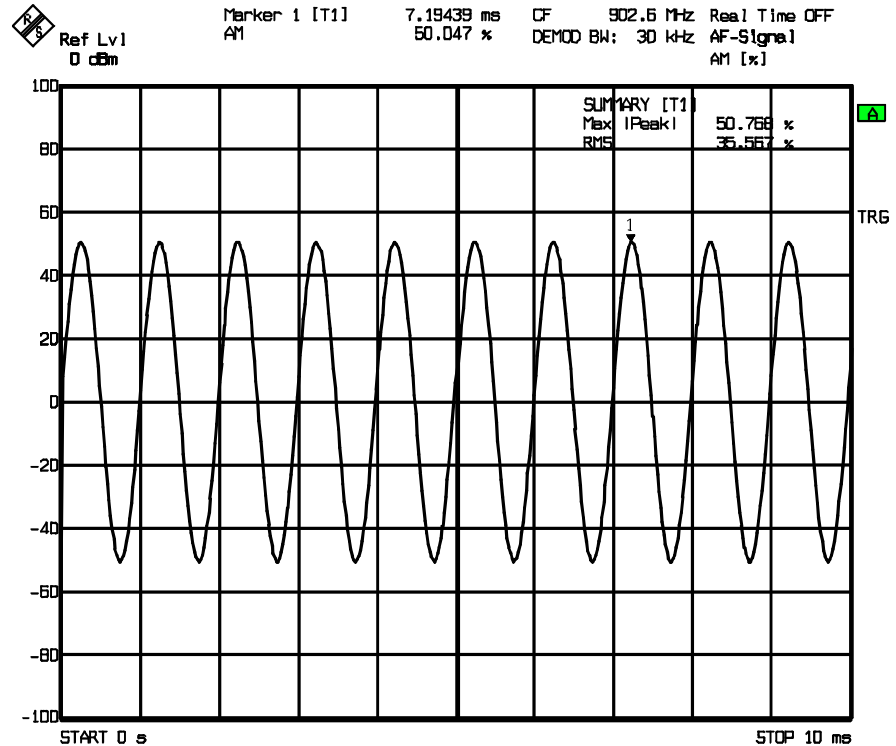


Der Softkey *MEAS RESULT* öffnet ein Untermenü in dem das AM-, FM-, oder PM-demodulierte Audio-Signal ausgewählt werden kann (Anzeige und Hörausgang).



Der Softkey *AM SIGNAL* stellt das AM-demodulierte Zeitsignal dar, falls *MODULATION SUMMARY* nicht aktiv ist. Ist *MODULATION SUMMARY* aktiv, werden die Modulationsparameter mit Hauptsignal AM (siehe *MODULATON SUMMARY*) numerisch angezeigt.

Am Hörausgang liegt das AM-demodulierte Signal an (falls **REAL TIME ON**).



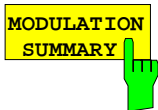
Der Softkey *FM SIGNAL* stellt das FM-demodulierte Zeitsignal dar, falls *MODULATION SUMMARY* nicht aktiv ist. Ist *MODULATION SUMMARY* aktiv, wird der Modulationsparameter mit Hauptsignal FM (siehe *MODULATION SUMMARY*) numerisch angezeigt.

Am Hörausgang liegt das FM-demodulierte Signal an (falls **REAL TIME ON**).



Der Softkey *PM SIGNAL* stellt das PM-demodulierte Zeitsignal dar, falls *MODULATION SUMMARY* nicht aktiv ist. Ist *MODULATION SUMMARY* aktiv, wird der Modulationsparameter mit Hauptsignal PM (siehe *MODULATION SUMMARY*) numerisch angezeigt.

Bei **REAL TIME ON** liegt am Hörausgang das PM-demodulierte Signal an.



Der Softkey *MODULATION SUMMARY* (Ein-/Ausschalter) schaltet von der Darstellung des Audiosignals über der Zeit auf die Zusammenfassung der numerischen Modulationsparameter um.

Vom jeweiligen Hauptsignal werden bei absoluter Darstellung (siehe *SUMMARY SETTING*) der positive und negative Spitzenwert der Modulation, der Spitze-Spitze- sowie der Effektivwert angezeigt. (Ausnahme ist AM DC: hier zeigt der  $+Pk/2$  Detektor nicht den Spitze-Spitzwert an, sondern den Mittelwert von positivem und negativem Spitzenwert).

Parallel zum Hauptsignal werden auch die Parameter der restlichen Demodulatoren angezeigt und zwar der betragsmäßige, arithmetische Mittelwert aus positivem und negativem Spitzenwert.

Folgende Parameter des Demodulations-Hauptsignals sind zusätzlich anzeigbar:

- SINAD-Wert (1kHz Modulationsfrequenz fest)
- Audio-Frequenz

Zusätzlich erfolgt die Anzeige des Frequenzfehlers sowie die Trägerleistung (genauer: Leistung des unmodulierten Trägers) und die Konfiguration der aktiven NF-Filter und der Deemphasis.

#### Beispiel: AM-Signal/REAL TIME ON:

```

                                CF          978.3 MHz      REAL TIME ON
                                DEMOD BW: 100 kHz         MOD SUMMARY AM
Ref Lvl
10 dBm

```

MODULATION SUMMARY AM			
AM:	54.20 % +Pk	54.68 -Pk	
	54.44 % $\pm$ PK/2	33.3 % RMS	
SINAD 1 kHz:	35.1 dB		
AUDIO FREQ:	1.001 kHz		
FREQ ERROR:	101.1 Hz		
CARR PWR:	7.88 dBm		
FILTER:	HP 30 Hz	LP 3 kHz	DEEMPH OFF
FM:	1.031 kHz $\pm$ PK/2		
PM	1.011 rad $\pm$ PK/2		

#### Beispiel: AM-Signal/REAL TIME OFF:

```

                                CF          978.3 MHz      REAL TIME OFF
                                DEMOD BW: 100 kHz         MOD SUMMARY AM
Ref Lvl
10 dBm

```

MODULATION SUMMARY AM			
AM:	54.20 % +Pk	54.68 -Pk	
	54.44 % $\pm$ PK/2	33.3 % RMS	
SINAD 1 kHz:	--		
AUDIO FREQ:	1.001 kHz		
FREQ ERROR:	101.1 Hz		
CARR PWR:	7.88 dBm		
FILTER:	HP --	LP 10 % [DEMOD BW]	DEEMPH OFF
FM:	1.031 kHz $\pm$ PK/2		
PM	1.011 rad $\pm$ PK/2		

**Beispiel: FM Signal, relative Messung:**

Bei relativer Messung werden auch vom Hauptsignal der betragsmäßige arithmetische Mittelwert aus positivem und negativem Spitzenwert sowie der Effektivwert angezeigt. Die getrennte Anzeige von positivem und negativem Spitzenwert entfällt. Statt dessen wird zusätzlich die der Referenzwert als Spitzen- und Effektivwert angezeigt.

ref Lvl 10 dBm  
 CF 978.3 MHz REAL TIME ON  
 DEMOD BW: 100 kHz MOD SUMMARY FM  
 ANALOG DEMOD

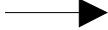
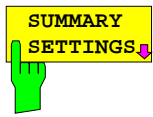
MODULATION SUMMARY FM		
FM RELATIV:	-45.21 dB $\pm$ PK/2	-58 dB RMS
REF Deviation:	10.00 kHz Pk	7.07 kHz RMS
SINAD 1 kHz:	OFF	
AUDIO FREQ:	1.001 kHz	
FREQ ERROR:	101.1 Hz	
CARR PWR:	7.88 dBm	
FILTER:	CCITT	DEEMPH 50us PRE DISP ON
AM:	1.031 % $\pm$ PK/2	
PM	1.011 rad $\pm$ PK/2	

**Beispiel: AVERAGE/ HOLD ON:**

ref Lvl 10 dBm  
 CF 978.3 MHz REAL TIME ON  
 DEMOD BW: 100 kHz MOD SUMMARY FM  
 ANALOG DEMOD

MODULATION SUMMARY FM		
FM RELATIV:	-45.21 dB $\pm$ PK/2 HLD	-58 dB RMS AV
REF Deviation:	10.00 kHz Pk HLD	7.07 kHz RMS AV
SINAD 1 kHz:	OFF	
AUDIO FREQ:	1.001 kHz AV	
FREQ ERROR:	101.1 Hz AV	
CARR PWR:	7.88 dBm	
FILTER:	CCITT	DEEMPH 50us PRE DISP ON
AM:	1.031 % $\pm$ PK/2	
PM	1.011 rad $\pm$ PK/2	





SUMMARY SETTINGS

AVERAGE/  
HOLD ON

SWEEP  
COUNT

REL UNIT  
% dB

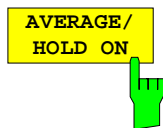
INDICATION  
ABS REL

SET  
REFERENCE

MEAS->REF

SINAD 1kHz  
ON OFF

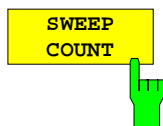
Der Softkey *SUMMARY SETTINGS* öffnet das Untermenü zur Konfiguration der Zusammenfassung aller numerischen Meßwerte.



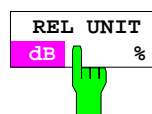
Der Softkey *AVERAGE/HOLD ON* mittelt alle Anzeigewerte außer den Pk-Werten bei Single Sweep über die unter Sweep Count angegebene Anzahl (Anzeige *No of Measurements* erscheint in der Modulation Summary, hinter den jeweiligen Einheiten wird AV angezeigt).

Die Pk-Werte werden im Pk Hold-Modus angezeigt (Anzeige *Hold* hinter den Pk-Einheiten).

Ein Rücksetzen der Pk-Werte und AV-Werte erfolgt bei Neustart durch Single Sweep oder durch Aus- und Einschalten von *TRACE AVERAGE/HOLD ON* zurück.



Der Softkey *SWEEP COUNT* stellt die Anzahl der Durchläufe ein, über die Mittelwerte gebildet werden bzw. PK Hold-Werte bestimmt werden (siehe auch entsprechenden Softkey im Analyzer-Modus)



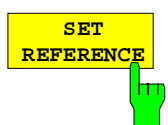
Der Softkey *REL UNIT* schaltet bei relativer Meßwertanzeige (*INDICATION REL*) zwischen der Einheit % und dB um.



Der Softkey *INDICATION ABS REL* schaltet zwischen absoluter (*ABS*, Grundeinstellung) und relativer Meßwertanzeige (*REL*) um. Der Bezugswert für die relative Darstellung ist eingebbar mit *SET REFERENCE* oder *MEAS→REF*.

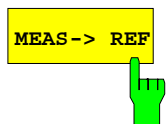
Lediglich das Hauptsignal kann relativ angezeigt werden, die Nebensignale werden in jedem Fall absolut angezeigt.

Die Einheit bei relativer Darstellung ist im Grundzustand dB und über den Softkey *REL UNIT%* von dB auf % änderbar.

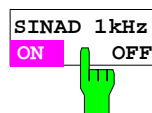


Der Softkey *SET REFERENCE* öffnet ein Feld zur Eingabe einer Bezugsmodulation (jeweils für das Hauptsignal).

Einzugeben ist jeweils der Spitzenwert der Modulation. Der RMS-Bezugswert ist dann der Spitzenwert/ $\sqrt{2}$ .



Der Softkey *MEAS→REF* stellt die aktuellen absoluten Meßwerte des Modulationshauptsignals (+PK/2 und RMS) als Bezugswerte für die relative Anzeige dar.



Nur **REAL TIME ON**

Der Softkey *SINAD 1 kHz ON* aktiviert die SINAD-Messung für das Modulations-Hauptsignal.

Unabhängig vom anliegenden Signal wird dabei das Modulations-Hauptsignal ins Verhältnis zu dem durch ein 1-kHz-Notchfilter gefilterte Modulations-Hauptsignal gesetzt. Die Anzeige erfolgt in dB.

Bei Anlegen eines mit 1 kHz modulierten Signals erfolgt so die korrekte Anzeige des Sinad-Werts. Grundeinstellung ist *SINAD 1 kHz OFF*.



Nur **REAL TIME ON**

Der Softkey *SUMMARY MEAS TIME* öffnet ein Feld, in dem die Meßzeit (und auch die Meßwert-Update-Rate) für die numerischen Meßwerte der Modulation Summary eingegeben wird.

Grundzustand ist 100 ms

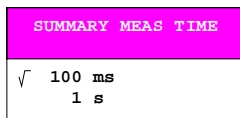
Damit können bei einer stationären Modulationsfrequenz von 30 (typ. 20) Hz Spitzenwerte und Effektivwert korrekt bestimmt werden.

Ein Update der Meßwerte erfolgt minimal alle 100 ms, d.h. max. 10x/s.

Bei 1 s Meßzeit können entsprechend bei einer stationären Modulationsfrequenz von bis zu minimal 5-Hz-Spitzenwerte und Effektivwerte korrekt bestimmt werden.

Ein Update der Meßwerte erfolgt alle Sekunden, d.h. max. 1x/sec.

Die Spitzenwerte werden dabei in beiden Fällen lückenlos erfaßt, die Zeitkonstante des Effektivwertgleichrichters entsprechend angepaßt.



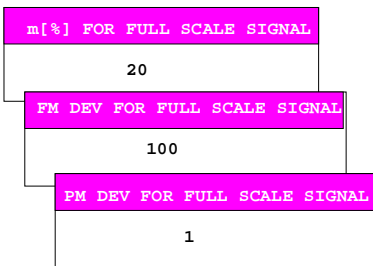
Der Softkey *REAL TIME ON/OFF* schaltet für Demodulationsbandbreiten (DEMOD BANDWIDTH)  $\leq 200$  kHz die Echtzeitdemodulation ein- oder aus. (Grundzustand ist ausgeschaltet).

Für Demodulationsbandbreiten  $> 200$  kHz ist keine Echtzeitdemodulation möglich.

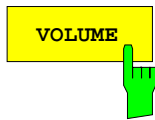
Nur **REAL TIME ON**



Der Softkey *SENSITIV AF OUTPUT* (SENSITIVITY AF OUTPUT) stellt bei Echtzeitdemodulation die Skalierung des AF-Ausgangs ein. Es erscheint abhängig von *MEAS RESULT* (AM-, FM-, oder PM-Signal) ein Eingabefeld in dem die Höhe der Modulation einzugeben ist, bei der Vollaussteuerung des AF-Ausgangs erreicht ist (Spitzenspannung 1V):



*SENSITIV AF OUTPUT* beeinflusst auch die Lautstärke des Lautsprechers und des Kopfhörerausgangs.

**Nur REAL TIME ON**

Der Softkey *VOLUME* stellt bei Echtzeitdemodulation die Lautstärke des demodulierten Signals (Lautsprecher und Kopfhörerausgang) entsprechend der Steilheit des AF-Ausgangs ein.

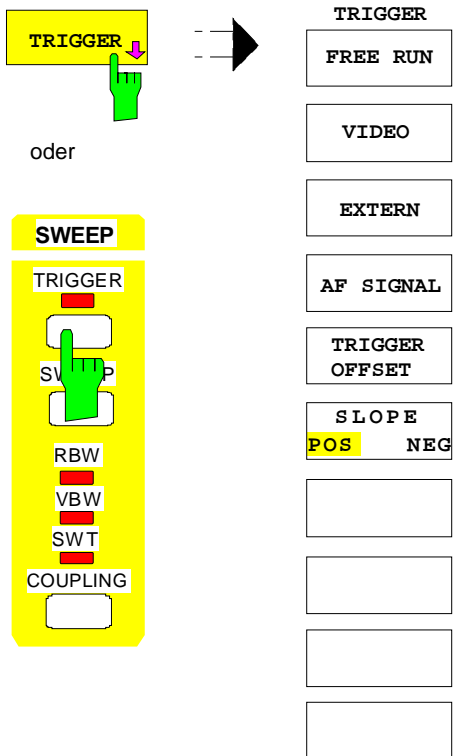
Bei *REAL TIME OFF* (keine Echtzeitdemodulation) sind die Ausgänge abgeschaltet.

**Hinweis:** Bei sehr kleinem Modulationsgrad bzw. Hub muß die Skalierung des AF-Ausgangs (Softkey *SENSITIV AF OUTPUT*) angepaßt werden um eine brauchbare Lautstärke zu erzielen.

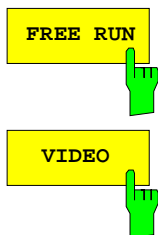
Andererseits darf der Modulationsgrad bzw. Hub nicht größer sein als die Full Scale-Einstellung unter *SENSITIV AF OUTPUT*, sonst erhält man auch bei reduzierter Lautstärke (Volume) ein verzerrtes Signal am Lautsprecher-/Kopfhörerausgang.

### 2.4.2.3 Triggerung bei analoger Demodulation - Softkey TRIGGER bzw. Taste TRIGGER

Untermenü: CONFIGURATION MODE - VECTOR ANALYZER - ANALOG DEMOD



Der Softkey *TRIGGER* sowie die Taste *TRIGGER* rufen in gleicher Weise das Menü zur Einstellung des Triggers auf.



Der Softkey *FREE RUN* aktiviert die Messung ohne Trigger. Nach einer abgelaufenen Messung findet sofort die Meßwertaufnahme für eine neue Messung statt.

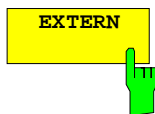
Nur **REAL TIME OFF**

Der Softkey *VIDEO* startet die Messung durch die Videospannung des analogen Zweiges des Spektrumanalysators. Dazu wird parallel zum Vektor-Signalanalysator die analoge Videospannung des Spektrumanalysators ausgewertet.

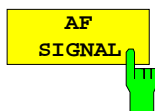
Die Videotriggerung ist vor allem sinnvoll für Frequenzeinschwingmessungen an Synthesizern.

Die Videotriggerung erfordert die Eingabe der Triggerschwelle. Sie ist identisch zur Triggerschwelle des Spektrumanalysators. Die Eingabe der Triggerschwelle erfolgt numerisch in das Dateneingabefeld in % des Grids das zuletzt in der Betriebsart Spektralanalyse aktiv war.

Der geeignete Wert für die Triggerschwelle, kann in der Betriebsart Spektralanalyse ermittelt werden (ZERO SPAN).

Nur **REAL TIME OFF**

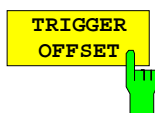
Der Softkey *EXTERN* aktiviert die Triggerung durch eine externe Spannung im Bereich von - 5 V bis + 5 V an der BNC-Buchse EXT TRIGGER / GATE (Rückwand). In das Dateneingabefeld ist der gewünschte Wert einzugeben.



Der Softkey *AF SIGNAL* aktiviert die Eingabe des Pegels des AF-Signals, auf den für die Darstellung des Zeitsignals getriggert werden soll eingegeben wird.

Die Eingabe des AF Trigger Levels erfolgt entsprechend der aktuellen Demodulation AM, FM oder PM in %, Hz, deg oder rad, (bei AM DC in der jeweils aktuellen absoluten Pegelheit).

Die Triggerung auf das AF-Signal ist bei **REAL TIME ON/OFF** in gleicher Weise möglich.

Nur **REAL TIME OFF**, nicht AF SIGNAL

Der Softkey *TRIGGER OFFSET* öffnet bei Videotrigger oder Extern-Trigger ein Eingabefenster, in das der gewünschte Offset eingegeben wird.

Mit *TRIGGER OFFSET* wird der Startzeitpunkt für die Meßwertaufnahme relativ zum Triggerereignis festgelegt. Dabei sind sowohl positive Werte für eine Triggerverzögerung (Trigger Delay), als auch negative Werte für einen Pretrigger zugelassen.

Die Eingabe erfolgt in absoluter Zeit unabhängig davon wie die Skalierung für die X-Achse gewählt ist.

Für positive Werte des Trigger-Offsets (Triggerverzögerung) sind, abhängig von der Demod BW, Werte von 1µs bis mindestens 10 ms zugelassen. Der Wertebereich für negative Trigger-Offset-Werte (Pretrigger) hängt von der *SWEEP TIME* ab und beträgt maximal die halbe *SWEEP TIME*.

Bei **REAL TIME ON** ist der Softkey nicht bedienbar, ebenso bei **REAL TIME OFF** in Verbindung mit AF-Trigger.



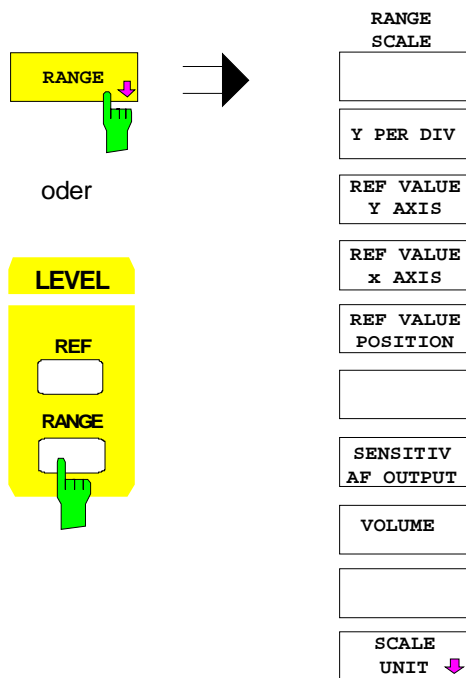
Der Softkey *SLOPE POS/NEG* legt die Triggerflanke bei Triggerung durch das Videosignal, AF-Signal oder externem Trigger fest.

Der Meßablauf startet nach einer positiven oder negativen Flanke des Triggersignals. Bei freilaufendem Trigger (*FREE RUN*) ist die Einstellung ohne Bedeutung.

### 2.4.2.4 Einstellen des Anzeigebereichs und der Skalierung - Softkey RANGE bzw. Taste RANGE

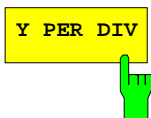
Das Menü zur Einstellung des Anzeigebereichs ist unterschiedlich zu dem in der Betriebsart Signalanalyse.

Untermenü: *CONFIGURATION MODE - VECTOR ANALYZER - ANALOG DEMOD*



Der Softkey *RANGE* sowie die Taste *RANGE* rufen in gleicher Weise ein Menü auf, in dem sich alle für die Vertikalachse (y-Achse) und Horizontalachse der Bildschirmdarstellung des AF-Signals wichtigen Parameter wie Referenzwerte, Skalierung usw. befinden.

Zusätzlich kann hier bei Echtzeitdemodulation die Steilheit des AF-Ausgangs sowie die Lautstärke des Lautsprechers bzw. des Kopfhöreranschlusses eingestellt werden.



Der Softkey *Y PER DIV* aktiviert die Eingabe der Vertikal-Skalierung in der aktuellen Einheit.

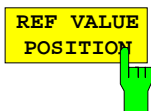
Bei AM und FM sind fest auf Hz bzw. % eingestellt, bei PM kann man zwischen den Einheiten deg und rad auswählen (Grundeinstellung: rad).

Für die Relativwertdarstellung der Modulation Summary kann zwischen % und dB ausgewählt werden (Grundeinstellung dB).



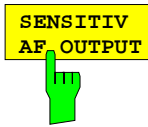
Der Softkey *REF VALUE Y AXIS* aktiviert die Eingabe des Referenzwerts für die Y-Achse des Meßdiagramms auf.

Die Eingabe des Referenzwerts erfolgt in der für die Darstellung maßgeblichen Einheit (siehe *UNIT*).



Der Softkey *REF VALUE POSITION* öffnet ein Eingabefenster, in dem von der Grundeinstellung abweichende Positionen des Referenzwerts eingestellt werden.

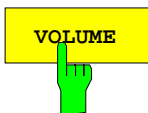
*REF VALUE POSITION* legt die Position des Referenzwerts fest. Sie liegt bei Darstellung des AF-Signals normalerweise bei 50 %.



Der Softkey *SENSITIV AF OUTPUT* (SENSITIVITY AF OUTPUT) stellt bei Echtzeitdemodulation die Skalierung des AF-Ausgangs ein. Es erscheint abhängig von *MEAS RESULT* (AM-, FM-, oder PM-Signal ) ein Eingabefeld in dem die Höhe der Modulation einzugeben ist, bei der Vollaussteuerung des AF-Ausgangs erreicht ist. (Spitzenspannung 1V):

m[%] FOR FULL SCALE SIGNAL
20
FM DEV FOR FULL SCALE SIGNAL
100
PM DEV FOR FULL SCALE SIGNAL
1

*SENSITIV AF OUTPUT* beeinflusst auch die Lautstärke des Lautsprechers und des Kopfhörerausgangs.



#### Nur *REAL TIME ON*

Der Softkey *VOLUME* stellt bei Echtzeitdemodulation die Lautstärke des demodulierten Signals (Lautsprecher und Kopfhörerausgang) entsprechend der Steilheit des AF-Ausgangs ein.

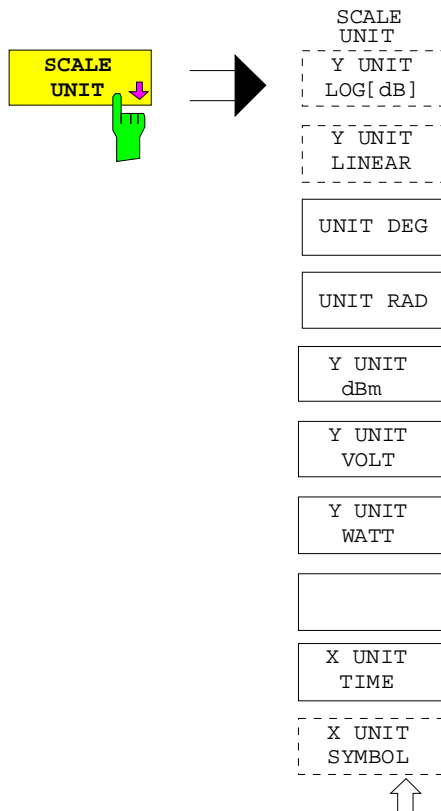
Bei *REAL TIME OFF* (keine Echtzeitdemodulation) sind die Ausgänge abgeschaltet.

**Hinweis:** Bei sehr kleinem Modulationsgrad bzw. Hub muß die Skalierung des AF-Ausgangs (Softkey *SENSITIV AF OUTPUT*) angepaßt werden um eine brauchbare Lautstärke zu erzielen.

Andererseits darf der Modulationsgrad bzw. Hub nicht größer sein als die Full Scale Einstellung unter *SENSITIV AF OUTPUT*, sonst erhält man auch bei reduzierter Lautstärke (Volume) ein verzerrtes Signal am Lautsprecher-/Kopfhörerausgang.



Untermenü: CONFIGURATION MODE - VECTOR ANALYZER - ANALOG DEMOD - RANGE



Der Softkey *SCALE UNIT* ruft ein Untermenü auf, in dem die Einheit der Y-Achse eingestellt werden.

Die angebotenen Einheiten sind vom dargestellten Signal abhängig.

Ist ein Marker eingeschaltet, so werden die Markermeßwerte in den aktuellen Skaleneinheiten ausgegeben.

Bei *ANALOG DEMODULATION* sind die möglichen Y-Einheiten entsprechend der Modulationsart

AM: AM[%],

FM: Hz,

PM: rad (Grundeinstellung) oder deg.

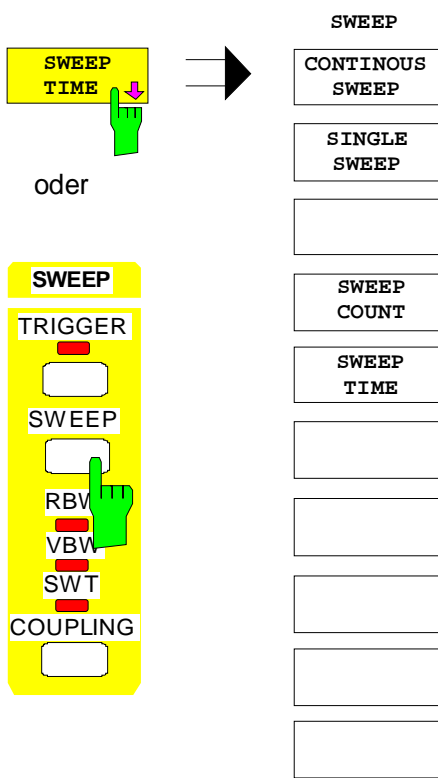
(Die Einheiten bei AM und FM sind nicht wählbar).

Bei Zeitdarstellung des AM-Signals und Wahl *AF COUPL'G DC* wird das AM-demodulierte Signal nicht normiert sondern in Absolutpegeln skaliert.

Mögliche Einheiten sind dBm, V und W. Grundeinheit ist dBm.

### 2.4.2.5 Sweep-Menü bei analoger Demodulation - Softkey SWEEP TIME bzw. Taste SWEEP

Untermenü: *CONFIGURATION MODE - VECTOR ANALYZER - ANALOG DEMOD*

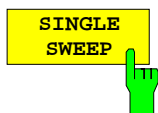


Der Softkey *SWEEP TIME* sowie die Taste *SWEEP* rufen in gleicher Weise ein Menü auf, in dem die Art der Messung - Einzelmessung oder kontinuierliche Messung - und die darzustellende Länge der Meßergebnisse in Zeit festgelegt werden.

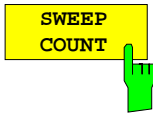


Der Softkey *CONTINUOUS SWEEP* startet eine kontinuierliche Messung nach Maßgabe der Triggerbedingung und der gewählten Meßeinstellungen. Nach der Triggerung erfolgt zuerst die Meßwertannahme und dann die Auswertung und Darstellung am Bildschirm.

Wenn bei Split-Screen-Darstellung in beiden Meßfenstern im Vektoranalyse-Modus gemessen wird, werden die Daten im Meß-RAM für beide Auswertungen benutzt.



Der Softkey *SINGLE SWEEP* startet n Messungen unter Maßgabe der Triggereinstellungen. Die Anzahl der Meßdurchläufe n wird mit *SWEEP COUNT* festgelegt. Nach n Messungen wird die Messung gestoppt. Sie ist durch erneutes Drücken des Softkeys *SINGLE SWEEP* oder durch *CONTINUOUS SWEEP* wieder zu starten.



Der Softkey *SWEEP COUNT* öffnet ein Eingabefenster, in dem die Anzahl der Messungen für den *SINGLE SWEEP* festgelegt wird.

Die Anzahl der Messungen kann zwischen 0 und 32767 gewählt werden.

Wenn eine Mittelung der Meßwerte eingestellt ist (*AVG/HOLD ON*, *MODULATION MARKER: RMS* zu finden im *MARKER SEARCH* Menü), bestimmt *SWEEP COUNT* auch die Anzahl der zur Mittelung herangezogenen Messungen.

Bei *SWEEP COUNT* = 0 werden immer 10 Meßwerte für eine gleitende Mittelung herangezogen.

Bei *SWEEP COUNT* = 1 findet keine Mittelung statt.

Bei *SWEEP COUNT* >1 findet eine Mittelung über die eingestellte Anzahl der Meßwerte statt.



Der Softkey *SWEEP TIME* aktiviert die Eingabe der Zeit, über die das demodulierte Signal dargestellt wird.

Die maximale Zeit ist dabei bestimmt durch die eingestellte Demodulationsbandbreite und die Pufferlänge für das demodulierte Signal, die bei Analogdemodulation 5000 Punkte beträgt.

Die einstellbare Maximalzeit errechnet sich damit zu:

$$\text{SWEEP TIME}_{\max} = \frac{5000}{0.8 * (\text{DEMOD\_BW})} \text{ [s]}$$

Minimal können 10 Punkte dargestellt werden, dies bedeutet für die minimal einstellbare Zeit:

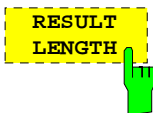
$$\text{SWEEP TIME}_{\min} = \frac{10}{0.8 * (\text{DEMOD\_BW})}$$

Beispiel:

Bei Demod BW 1kHz errechnen sich maximale und minimale Zeitskalierung zu:

$$\text{TIME/DIV}_{\max} = 6.25 \text{ s}$$

$$\text{TIME/DIV}_{\min} = 12.5 \text{ ms}$$

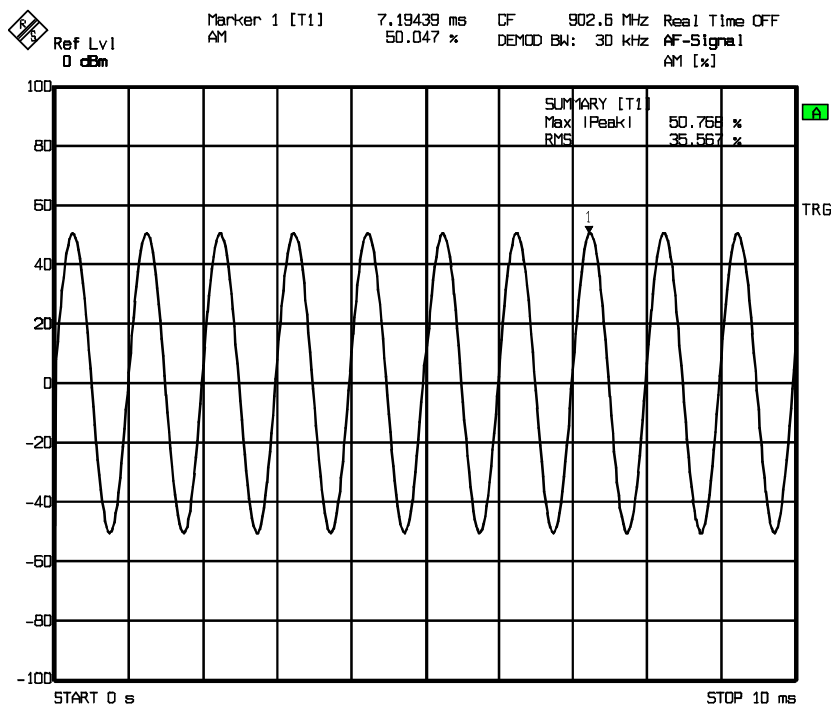


Der Softkey *RESULT LENGTH* ist bei analoger Demodulation nicht bedienbar.

**Beispiel: Messung der Amplitudenmodulation**

Messung eines mit 1 kHz, 50 % modulierten Trägers bei 100 MHz, Pegel 0 dBm

- |                              |  |
|------------------------------|--|
| 1. [PRESET]                  | Grundeinstellung   |
| 2. [CENTER: 100 MHz]         | Einstellen der Frequenz  |
| 3. [REF: REF LEVEL: +6 dBm]  | Einstellen des Pegels. Dder max. Pegel bei AM-modulierten-Signalen liegt bei 100 % AM 6 dB über dem nominellen Pegel.  |
| 4. [MODE: VECTOR ANALYSIS]   | Wahl der Betriebsart Vektor-Signalanalyse. Die Grundeinstellung ist digitale Demodulation.   |
| 5. [ANALOG DEMODULATION]     | Auf analoge Demodulation umschalten. Am Display erscheint das AM-modulierte Signal (Darstellung im Zeitbereich, Die Grundeinstellung für analoge Demodulation ist AM-SIGNAL).  |
| 6. [DEMODO BW: 30 kHz]       | Einstellen der Demodulationsbandbreite auf 30 kHz. Die Demodulationsbandbreite (Analysebandbreite) ist auf 100 kHz in der Grundeinstellung eingestellt, d.h. Audiosignale bis max. 0,4* Demodulationsbandbreite können demoduliert werden.   |
| 7. [TRIGGER:AF SIGNAL 0%]    | Einstellen des Triggers zum Erzielen einer stabilen Darstellung. Die Darstellung des AF-Signals am linken Bildschirmrand beginnt bei 0 %.  |
| 8. [SWEEP: SWEEPTIME 100 ms] | Einstellen der Zeitablenkung (Sweeptime) auf 100 ms. Die Sweeptime ist abhängig von der Demodulationsbandbreite und den zur Verfügung stehenden Abtastpunkten (=5000 bei analoger Demodulation). Bei Demodulationsbandbreite 30 kHz ist die Sweeptime im Grundzustand maximal 208 ms lang. |
| 9. [SEARCH: SUM MKR ON]      | Aktivieren der Summary Marker zur numerischen Auswertung der Meßkurven.  |



## 2.4.3 Digitale Modulationsverfahren

### 2.4.3.1 Signalverarbeitung

Moderne Übertragungsverfahren im Mobilfunkbereich sind digital, um die Nachteile des Übertragungskanal bei mobilem Betrieb zu umgehen und um mehr Teilnehmer bei verfügbarem Frequenzspektrum bedienen zu können. Der FSE bietet alle gebräuchlichen Demodulatoren für digital modulierte Signale an. Für genormte Übertragungsverfahren nach bestehenden Standards können alle Modulationsparameter anwenderspezifisch geladen werden. Der FSE ermittelt alle relevanten Modulationsparameter wie Frequenzfehler, Phasenfehler, Amplitudenfehler, Vektorfehler, usw. Messungen sind an zeitkontinuierlichen und an gepulsten Signalen wie TDMA-Signalen möglich. Um auf bekannte Bitfolgen wie Pre- oder Midambles zu triggern, können Bitmuster definiert werden. Der Demodulator benötigt zur Demodulation keinen kohärenten Träger und keinen Symboltakt. Er enthält signalangepaßte Filter (matched filter) und synchronisiert selbst auf den Träger und auf den Symboltakt. Ferner kann er aus dem demodulierten Bitstrom wieder das ideale I/Q-Signal erzeugen, um damit Fehler im gemessenen Signal zu bestimmen.

Bei den digitalen Demodulatoren sind neben der Demodulationsart weitere Modulationsparameter für das zu analysierende Signal anzugeben, um eine korrekte Demodulation zu ermöglichen. Die wichtigsten davon sind die Symbolrate und das Empfangsfilter. Zusätzlich muß die Frequenz des FSE genau (ca. 2 % der Symbolrate) auf die Frequenz des zu analysierenden Signals abgestimmt sein, damit die Demodulation möglich ist.

Die Bandbreite zur Demodulation ist durch die Symbolrate und die gewählte Überabtastung (*POINTS PER SYMBOL*) bestimmt. Es wird mindestens 4fach überabgetastet, werden weniger *POINTS PER SYMBOL* eingestellt, so werden lediglich für die Darstellung entsprechend weniger Punkte verwendet. Die Demodulationsbandbreite beträgt bei 1, 2 und 4 Abtastpunkten pro Symbol das 3,125-fache der Symbolrate, bei 8 Abtastpunkten pro Symbol das 6,5fache und bei 16 Abtastpunkten pro Symbol das 13fache. Bei der Demodulation ist darauf zu achten, daß das Modulationsspektrum von Nachbarsignalen nicht in die Darstellbreite fällt, da sonst Fehler bei der Messung der Modulationsparameter auftreten. Die korrekte Einstellung ist gegebenenfalls im Analysatorbetrieb zu überprüfen. Das folgende Prinzipschaltbild zeigt den digitalen Demodulator und dessen Meßmöglichkeiten:

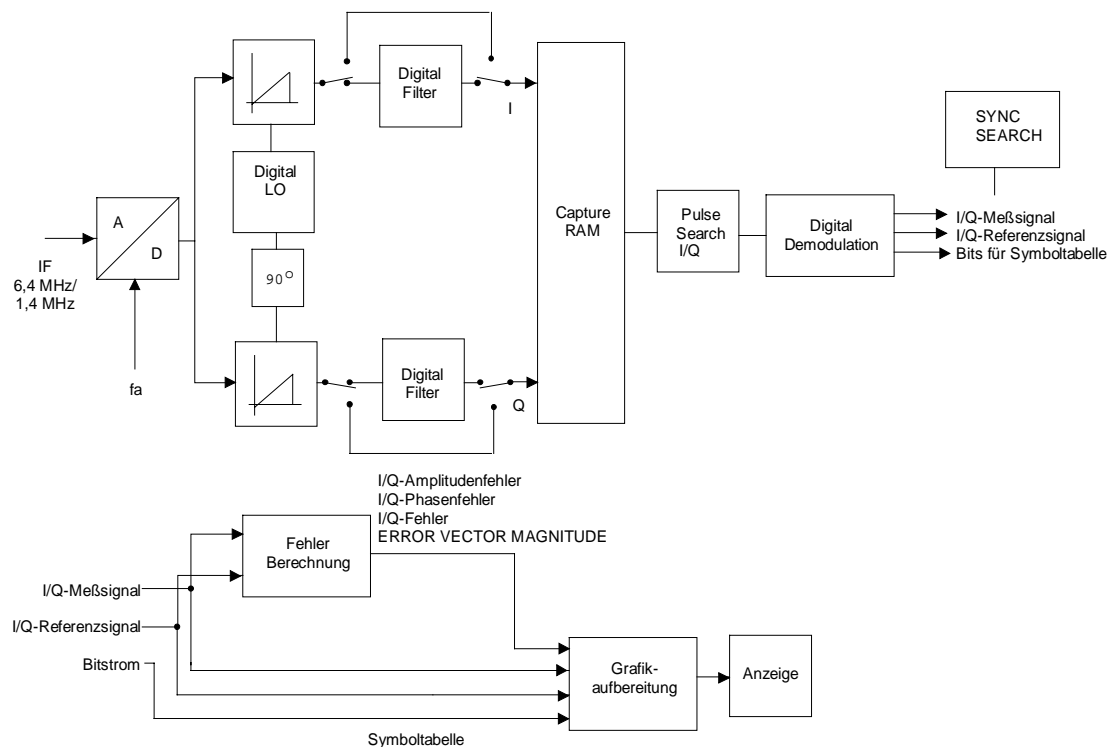


Bild 2.4-4 Blockschaubild der Signalverarbeitung bei Demodulation digital modulierter Signale

### 2.4.3.2 Symbolmapping

Zur Darstellung der Ergebnisse in den Vektor- bzw. Konstellationsdiagrammen (PSK, MSK, QAM) bzw. den entsprechenden Frequenz-/Zeitdarstellungen bei FSK-Modulationen werden die folgenden Symbolmappings verwendet. Die Symbole sind stets in binärer Form angegeben (das MSB steht links).

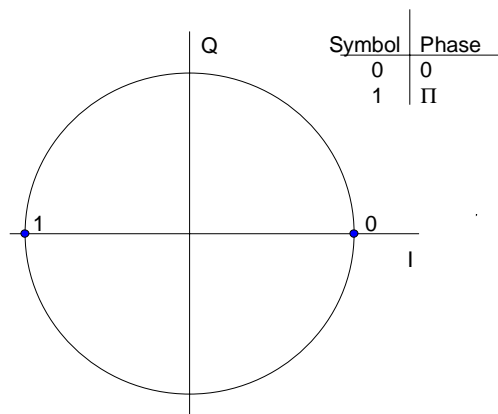
#### 2.4.3.2.1 Phase Shift Keying (PSK)

Bei diesen Modulationsarten entspricht die absolute Phasenlage des Empfangssignales im Entscheidungszeitpunkt dem Symbol. Angegeben sind jeweils

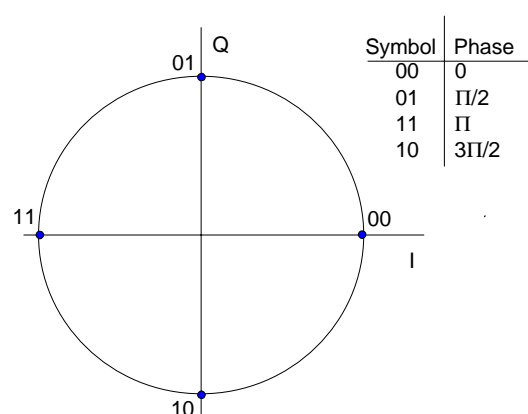
- ein Konstellationsdiagramm, in dem alle Symbole eingezeichnet sind,
- eine Tabelle mit der Symbolbezeichnung und der dazugehörigen Referenzphase

Bei dieser Art von PSK-Modulation sind Übergänge von jedem Symbol auf jedes Symbol im Konstellations-Diagramm erlaubt.

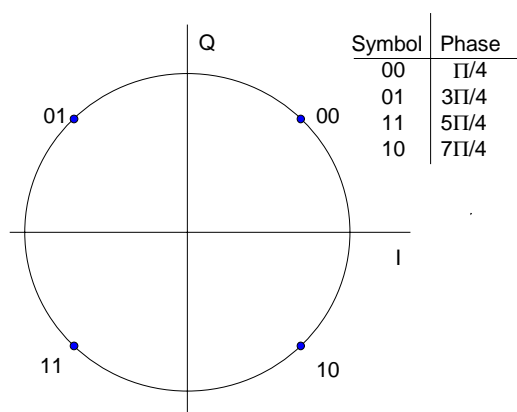
#### BPSK



#### QPSK (WCDMA)



#### QPSK (QCDMA FWD; APCO25) OQPSK (QCDMA REV)



#### 8PSK

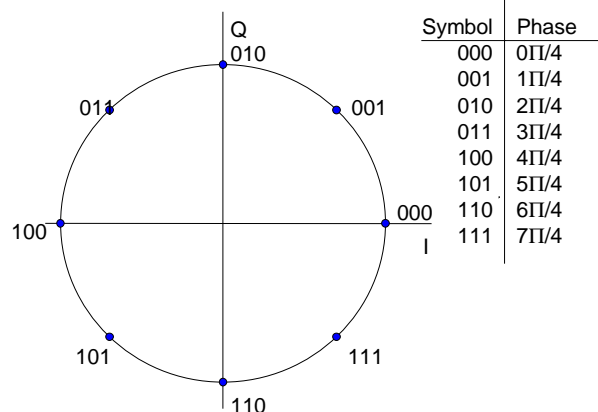


Bild 2.4-5 Symbolmapping - Phase Shift Keying

**3PI/8-8PSK (EDGE)**

Bei diesem Modulationsverfahren ist die digitale Information **NICHT** in den Phasenübergängen codiert, sondern in der absoluten Lage im Constellation-Diagramm. Das Constellationendiagramm besteht aus 16 Punkten. Bei jedem Symbolübergang ist ein Offset von  $3\pi/8$  gegen den Uhrzeigersinn eingefügt. Die Symbolzuordnung im Constellationendiagramm ist damit nur für das erste Symbol des Datensatzes gültig.

Eingezeichnet sind beispielhaft 5 Symbolübergänge mit jeweils  $3\pi/8$  Offset, wobei das modulierende Symbol „111“ konstant bleibt.

Bei der Decodierung und Anzeige der Symbole wird dieser Phasenoffset automatisch berücksichtigt

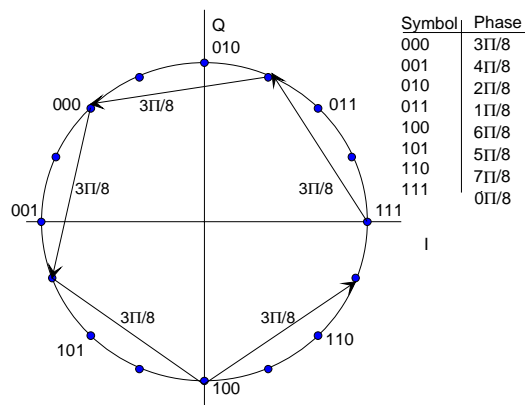


Bild 2.4-6 Symbolmapping - Phase Shift Keying - EDGE

### 2.4.3.2.2 Differential PSK

Bei der differentiellen PSK ergibt sich das Symbol aus der Phasendifferenz zwischen dem aktuellen und dem vorangehenden Entscheidungspunkt. Die absolute Lage des Drehzeigers zum Entscheidungszeitpunkt ist daher nicht entscheidend. In den folgenden Diagrammen sind die Phasenübergänge jeweils exemplarisch mit einem Start-Konstellationspunkt im 1. Quadranten eingezeichnet, die Zielpunkte der Zeiger zeigen auf den Konstellationspunkt der dem aktuellen Entscheidungszeitpunkt entspricht. Das Signal wird so demoduliert, daß die Entscheidungszeitpunkte auf entsprechenden Konstellationspunkten zu liegen kommen.

Angegeben sind jeweils:

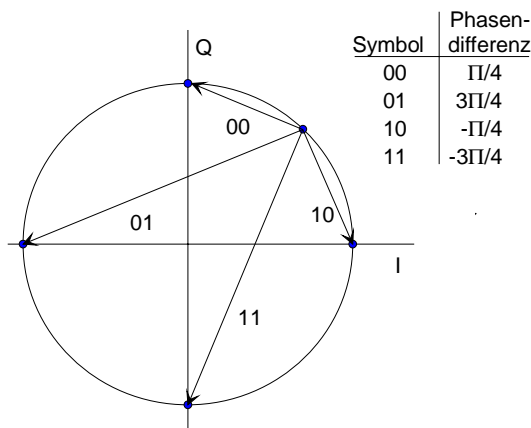
- ein Konstellationsdiagramm, in dem alle zulässigen Symbolübergänge eingezeichnet sind
- eine Tabelle mit der Symbolbezeichnung und der dazugehörigen Differenzphase

Die absolute Phasenlage des Signales spielt für die Symbolentscheidung keine Rolle.

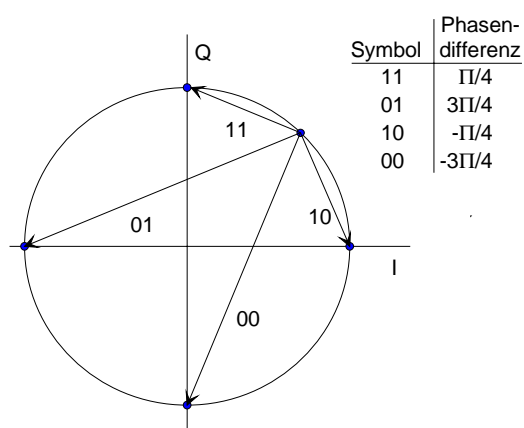
#### $\pi/4$ DQPSK

Die Lage der zulässigen Konstellations-Punkte entspricht der einer 8PSK. Bei diesem Verfahren sind nur die in der Tabellen angegebenen Phasenübergänge erlaubt.

NADC, PDC, PHS, TETRA, APCO25, PWT



TFTS



#### D8PSK

Die Lage der zulässigen Konstellations-Punkte entspricht der einer 8PSK. Bei diesem Verfahren sind Übergänge auf alle 8 möglichen Konstellationspunkte erlaubt.

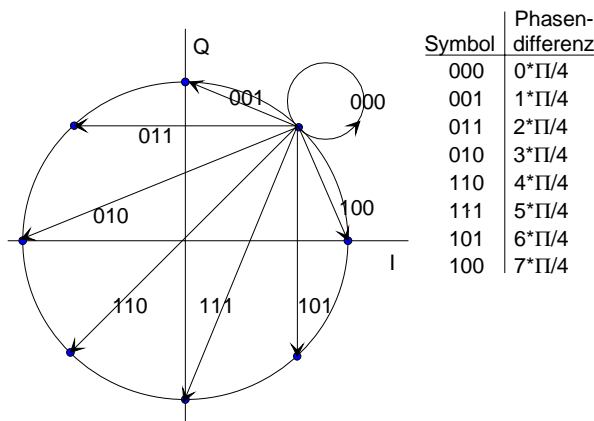


Bild 2.4-7 Symbolmapping - Differentielle PSK



### 2.4.3.2.3 Frequency Shift Keying (FSK)

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

#### 2-FSK (DECT, CT2; FLEX16\_2; FLEX32\_2)

Bei 2-FSK erfolgt die Symbolentscheidung durch einen einfachen Frequenzdiskriminator mit der Entscheidungsschwelle:

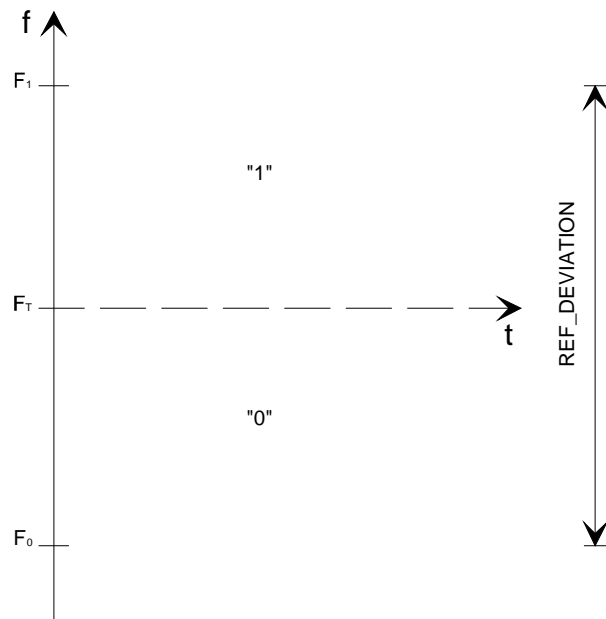
$$f_T = f_{mid}$$

$$\text{Symbol} = \begin{cases} "1" & \text{für } f_E \geq f_T \\ "0" & \text{für } f_E < f_T \end{cases}$$

$f_E$  = Augenblicksfrequenz

$f_T$  = Entscheidungsschwelle

$f_{MID}$  = Mittenfrequenz des Analysators



#### 4-FSK (ERMES; MODACOM; APCO25; FLEX32\_4; FLEX64\_4)

Bei 4-FSK erfolgt die Symbolentscheidung durch einen Frequenzdiskriminator mit 3 Entscheidungsschwellen, die von dem Bedien-Parameter REF\_DEVIATION abgeleitet werden:

$$f_{T1} = f_{MID} - \frac{1}{3} \cdot \text{REF\_DEVIATION}$$

$$f_{T2} = f_{MID}$$

$$f_{T3} = f_{MID} + \frac{1}{3} \cdot \text{REF\_DEVIATION}$$

$$\text{Symbol} = \begin{cases} "11" & \text{für } f_E \geq f_{T3} \\ "10" & \text{für } f_{T2} \leq f_E < f_{T3} \\ "01" & \text{für } f_{T1} \leq f_E < f_{T2} \\ "00" & \text{für } f_E < f_{T1} \end{cases}$$

$f_E$  = Augenblicksfrequenz

$f_{T1}, f_{T2}, f_{T3}$  = Entscheidungsschwellen

$f_{MID}$  = Mittenfrequenz des Analysators

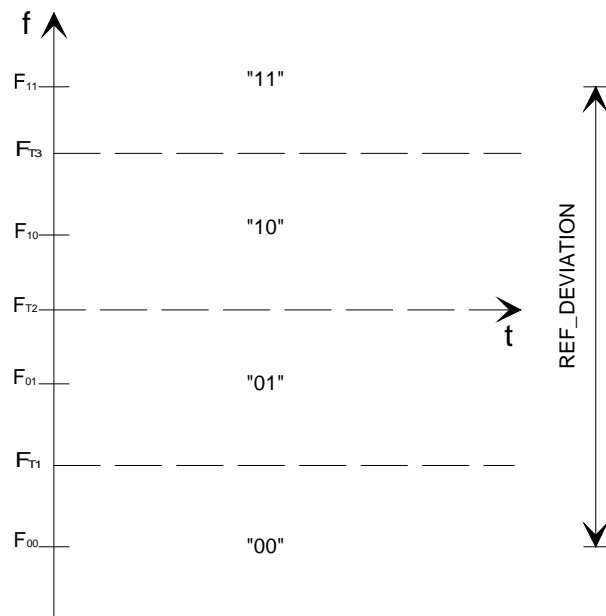


Bild 2.4-8 Symbolmapping - FSK-Demodulation

2.4.3.2.4 Minimum Shift Keying (MSK, CDPD)

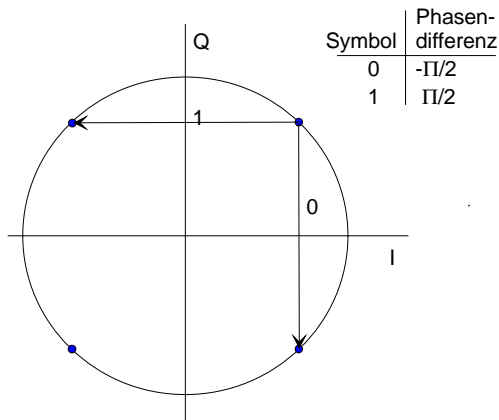


Bild 2.4-9 Symbolmapping - Minimum Shift Keying (MSK)

DMSK (und davon abgeleitet GSMK) verwendet eine zusätzliche Differenzcodierung zweier aufeinanderfolgender Symbole. Ein statisches Symbolmapping existiert daher nicht.

2.4.3.2.5 Quadrature Amplitude Modulation (QAM)

Beim QAM-Verfahren werden die Symbole von rechts nach links bzw. von oben nach unten linear durchgezählt (lineares Mapping).

**Hinweis:** Für eine zuverlässige Demodulation ist darauf zu achten, daß die zur Verfügung stehende Symbolmenge auch besetzt wird. Sind nur einzelne Symbole oder nur die Symbolmenge eines einzelnen Quadranten besetzt, können Demodulationsfehler auftreten.

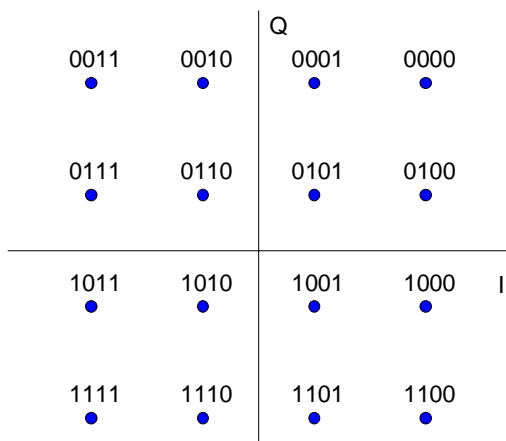
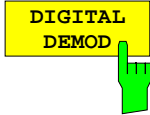


Bild 2.4-10 Symbolmapping - 16QAM

### 2.4.3.3 Wahl der digitalen Demodulatoren

Untermenü: *CONFIGURATION MODE - VECTOR ANALYZER*



Der Softkey *DIGITAL DEMOD* ruft eine Tabelle auf, die alle verfügbaren Demodulatoren zur Auswahl anbietet.

DIGITAL DEMULATION
BPSK
QPSK
DQPSK
$\sqrt{PI/4}$ DQPSK
OQSK
8PSK
D8PSK
$3\pi/8$ -8PSK
MSK
DMSK
2FSK
4FSK
16QAM

Demodulatoren stehen für die zwei-, vier- und achtwertigen PSK-Modulationen BPSK, QPSK und 8PSK zur Verfügung. Für die QPSK- und 8PSK Demodulation sind zusätzlich die Demodulatoren für differenzkodierte Signale DQPSK und D8PSK wählbar.

Für die Sonderformen von QPSK Modulation wie differentiell codierte QPSK mit  $\pi/4$ -Phasenoffset ( $\pi/4$ -DQPSK) und Offset-QPSK (OQSPK) stehen ebenfalls Demodulatoren zur Verfügung.

QPSK-Modulation wird z.B. beim IS95-CDMA als Modulationsform von der Basisstation zur Mobilstation verwendet, OQPSK von der Mobilstation zur Basisstation. Das amerikanische TDMA-System NADC (IS54) verwendet  $\pi/4$ -DQPSK als Modulation für die digitale Übertragung.

Für noch höherwertige Modulationsformen wird der Demodulator für 16 QAM angeboten.

In die Gruppe der phasenkontinuierlichen Demodulatoren fallen die MSK-Demodulatoren (Minimum Shift Keying). Die MSK-Modulation mit gaußförmiger Filterung (GMSK = Gaussian Minimum Shift Keying) verwenden die europäischen Mobilfunksysteme GSM und DCS1800 bzw. PCS1900 in den USA. Zur korrekten Bitdetektion ist bei GSM, DCS 1800 und PCS 1900 der MSK Demodulator mit zusätzlicher differentieller Decodierung zu aktivieren (DMSK).

Für FSK-Modulation (Frequency Shift Keying) sind zweiwertige (2-FSK) und vierwertige (4-FSK) Demodulatoren wählbar.

2-FSK-Modulationsverfahren wird beispielsweise beim digitalen schnurlosen Telefon nach DECT-Standard verwendet, 4-FSK beim Paging System nach ERMES Standard.

### 2.4.3.4 Verwendung von Standardeinstellungen

Für genormte Übertragungsverfahren bietet der FSE Standardeinstellungen an, um die Wahl der dort genormten Modulationsparameter möglichst einfach zu gestalten. Alle Modulationsparameter und die Länge des Darstellbereichs werden automatisch eingestellt.

In der Tabelle 2.4-1 sind die verfügbaren Standards mit den zugehörigen Einstellungen aufgelistet. Bei den Standards GSM, DCS1800, PCS 1900 ist zusätzlich das Sync Pattern GSM\_BTS0 mit dem zugehörigen Synchronisations Offset von 61 Symbolen voreingestellt. Bei Wahl des NADC FORWARD CH Standards wird das Gerät auf das ungeburtete Signal der Basisstation mit Slotlänge 162 Symbole eingestellt. Für den Burst des Mobilfunkgerätes ist die Standardeinstellung NADC REVERSE CH zu wählen.

Beim DECT Standard wird das Sync Pattern der Feststation (Fixed Part) DECT\_FP voreingestellt, der Sync Offset wird zu 0 gesetzt.

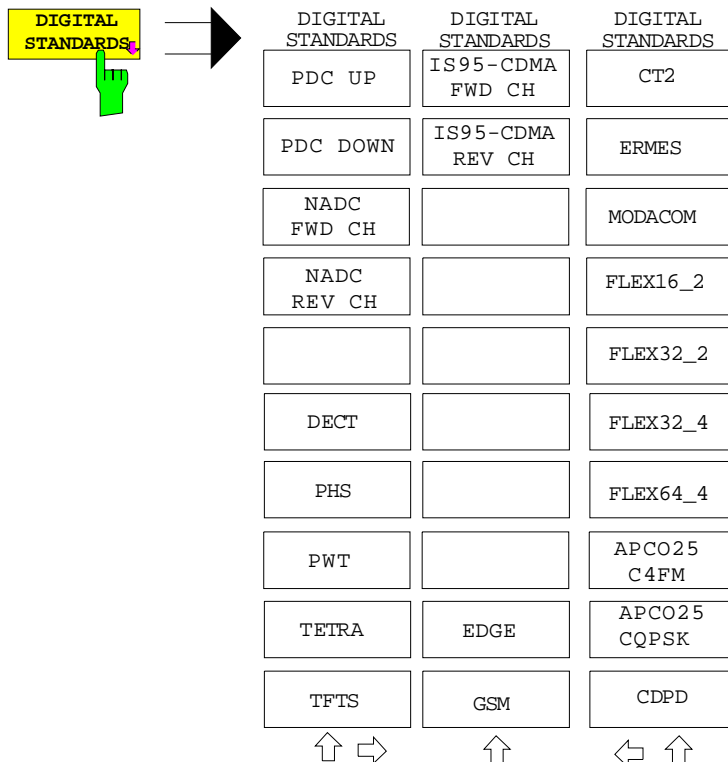
Bei Wahl des TETRA Standards wird das Sync Pattern Tetra\_1 voreingestellt, der Sync Offset wird auf 122 voreingestellt

Durch Einschalten von *FIND SYNC* (*SWEEP TRIGGER*-Menü) werden Sync Pattern und Sync Offset aktiv.

**Anmerkung:** Die Pager Standards *ERMES* und *FLEX* (2- und 4-FSK-Modulation) haben Modulationsfilter mit erhöhter Bandbreite ( $B \cdot T > 1$ ). Dies bedeutet, daß bei normaler Überabtastung (4 Abtastpunkte pro Symbol) eine unzulässige Bandbreiteneinschränkung auftritt, die deutlich erhöhte Demodulationsfehler bewirkt. Die Zahl der Abtastpunkte pro Symbol wird deshalb bei Wahl des *ERMES*-Standards auf 8 voreingestellt, bei Wahl eines der *FLEX*-Standards auf 16.

**Achtung:** Bei Abweichen vom voreingestellten Wert (kann automatisch passieren bei Erhöhung der *FRAME LENGTH* oder *RESULT LENGTH*) treten erhöhte Systemfehler auf.

Untermenü: *CONFIGURATION MODE - VECTOR ANALYZER*



Der Softkey *DIGITAL STANDARDS* öffnet ein Untermenü, in dem die verfügbaren Standardeinstellungen angeboten werden.

Bei Veränderung eines der folgenden Modulationsparameter wird ein eingeschalteter *DIGITAL STANDARD* automatisch abgeschaltet:

- Symbolrate
- Meßfilter
- Reference Filter
- $\alpha$ /BT

Tabelle 2.4-1 Standardeinstellungen

Modulation/ Standard	Symbol-rate	Filter		Alpha BT	Synchronisation	Sync Pattern	SYNC Offset	Abtast- punkte/ Symbol
		Meßfilter	Referenzfilter					
IS95-CDMA FWD CH QPSK	1.2288 MHz	IS95_FM	IS95_FR	--	--	--	--	4
IS95-CDMA REV CH OQPSK	1.2288 MHz	IS95_FR	IS95_RR	--	--	--	--	4
EDGE 8 $\pi$ /8-8PSK	270.833 kHz	EDGE_MES	EDGE_REF	--	BURST SEARCH	EDGE_BT0 0	61	4
GSM, (DCS1800, PCS 1900) MSK	270.833 kHz	NONE	GAUSSIAN	0,3	BURST SEARCH	GSM_BTS0	61	4
NADC FWD CH*) $\pi$ /4 DQPSK	24.3 kHz	ROOT RAISED COS	RAISED COS	0,35	SYNC SEARCH	NADC_S1	0	4
NADC REV CH $\pi$ /4 DQPSK	24.3 kHz	ROOT RAISED COS	RAISED COS	0,35	BURST SEARCH	NADC_S1	8	4
PDC DOWN $\pi$ /4 DQPSK	21 kHz	ROOT RAISED COS	RAISED COS	0,5	SYNC SEARCH	PDC_S1	57	4
PDC UP $\pi$ /4 DQPSK	21 kHz	ROOT RAISED COS	RAISED COS	0,5	BURST SEARCH	PDC_S1	57	4
PHS $\pi$ /4 DQPSK	192 kHz	ROOT RAISED COS	RAISED COS	0,5	BURST SEARCH	PHS_DO1	32	4
CDPD MSK	19.2 kHz	NONE	GAUSSIAN	0,5	--	--	--	4
DECT 2-FSK	1152 kHz	NONE	GAUSSIAN	0,5	VIDEO TRIGGER + BURST SEARCH	DECT_FP	0	4
TETRA $\pi$ /4-DQPSK	18 kHz	ROOT RAISED COS	RAISED COS	0,35	BURST SEARCH	TETRA_1	122	4
CT2 2-FSK	72 kHz	NONE	GAUSSIAN	0,5	BURST SEARCH	CT2_CFP	0	4
ERMES 4-FSK	3.125 kHz	NONE	BESSEL 1_25	--	--	--	--	8
MODACOM 4-FSK	4.8 kHz	ROOT RAISED COS	RAISED COS	0,2	--	--	--	4
FLEX 16_2 (FLEX 1600) 2-FSK	1.6 kHz	NONE	BESSEL 2_44	--	--	--	--	16
FLEX 32_2 (FLEX 3200) 2-FSK	3.2 kHz	NONE	BESSEL 1_22	--	--	--	--	16
FLEX 32_4 (FLEX 3200 4-FSK	1.6 kHz	NONE	BESSEL 2_44	--	--	--	--	16
FLEX 64_4 (FLEX 6400) 4-FSK	3.2 kHz	NONE	BESSEL 1_22	--	--	--	--	16
PWT WCPE $\pi$ /4 DQPSK	562.5 kHz	ROOT RAISED COS	RAISED COS	0,5	BURST SEARCH	WCPE_FP1	0	4
TFTS $\pi$ /4 DQPSK**)	22.1 kHz	ROOT RAISED COS	RAISED COS	0,4	BURST SEARCH	TFTS_G1	0	
APCO25 C4FM	4.8 kHz	NONE	RAISED COS	0,2	--	--	--	8
APCO25 CQPSK	4.8 kHz	APCO25FM	RAISED COS	0,2	--	--	--	4

\*) Die Standard Einstellung ist dem Slot der NADC Base-Station angepaßt.

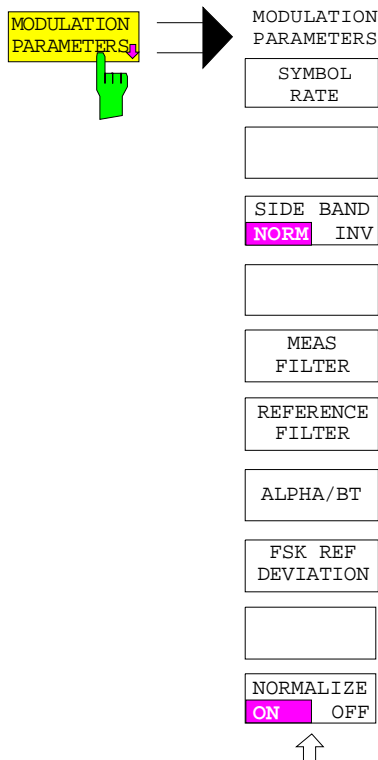
Da die Basisstation nicht burstet, ist die FIND BURST-Funktion ausgeschaltet.

\*\*\*) Bei Wahl des TFTS Standards wird die spezielle Bitdecodierung nach TFTS Standard durchgeführt

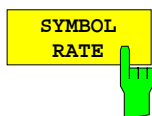
Die Standardeinstellungen werden mit dem Softkey *DIGITAL STANDARDS* aufgerufen.

### 2.4.3.5 Wahl der Modulationsparameter bei digitaler Demodulation

Untermenü: *CONFIGURATION MODE VECTOR ANALYZER MODULATION PARAMETER*



Der Softkey *MODULATION PARAMETER* öffnet ein Untermenü zum Einstellen der Modulationsparameter

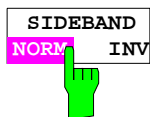


Der Softkey *SYMBOL RATE* öffnet ein Eingabefenster, in das die Symbolrate des digital modulierten Meßsignals einzugeben ist.

Die Symbolrate hängt über die Wertigkeit der Modulation mit der Bitrate zusammen und entspricht der Baudrate. Bei QPSK z.B. ist die Symbolrate die Hälfte der Bitrate (= 2 bits pro Symbol). Symbole sind nur zu den Zeitpunkten gültig, bei denen der Empfänger das Signal auswertet. Der Zeitpunkt der Auswertung ist der Entscheidungspunkt. Der Demodulator des FSE verwendet die eingestellte Symbolrate, um die Entscheidungspunkte zu finden.

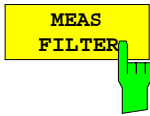
Die Symbolrate muß daher exakt eingegeben werden, damit die Entscheidung für die richtigen Symbole getroffen werden kann. Je komplexer (höherwertiger) das Modulationsverfahren ist, desto kritischer ist die exakte Angabe der Symbolrate. Eine nicht genau angegebene Symbolrate verursacht Fehler in der Demodulation. Folgende weitere Einstellungen sind bei der Wahl der Symbolrate zu beachten:

- Die maximal mögliche Symbolrate ist 2,133 MHz.
- Die Anzahl der Abtastpunkte pro Symbol (points per symbol) ist für Symbolraten > 200 kHz auf max. 8 sowie für Symbolraten >400 kHz auf max. 4 beschränkt.



Der Softkey *SIDE BAND NORM/ INV (INVERTED)* kann das Empfangssignal in die umgekehrte Stellung demodulieren.

Für den FSK bedeutet es, daß die Frequenzzustände invertiert sind. Andernfalls (nicht FSK Demodulation) sind I und Q invertiert. Der Grundzustand ist *SIDE BAND NORM (NORMAL, normal position)*.



Der Softkey *MEAS FILTER* aktiviert die Tabelle zur Auswahl des Empfangsfilters für das Meßsignal.

MEAS FILTER
None
√ Raised Cos
Root Raised Cos
Gaussian
apco25fm
edge_mes
edge_ref
bess1_22
bess1_25
bess2_44
is95_fm
is95_fr
is95_rm
is95_rr

Alle weiteren Hinweise sind beim Softkey *REFERENCE FILTER* beschrieben.



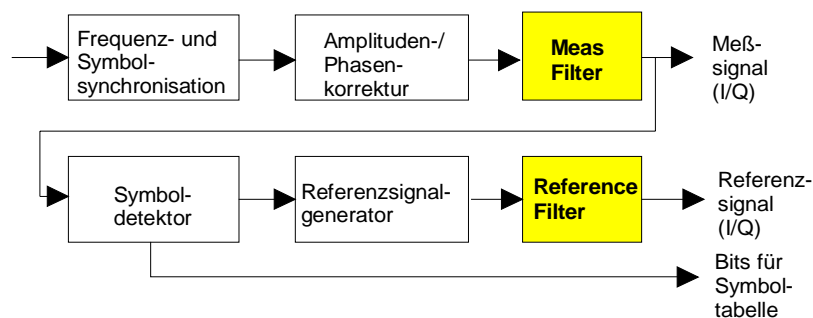
Der Softkey *REFERENCE FILTER* aktiviert eine Tabelle zur Auswahl des Filters für das ideale Vergleichssignal zur Ermittlung der Modulationsfehler in der Basisbandebene:

REFERENCE FILTER
√ Raised Cos
Root Raised Cos
Gaussian
apco25fm
edge_mes
edge_ref
bess1_22
bess1_25
bess2_44
IS95_fm
IS95_fr
IS95_rm
IS95_rr

Als vordefinierte Filter werden das Rechteckfilter (nur bei Einstellung *MEAS FILTER: NONE*), das Cosinus -Filter (Raised Cos), das Wurzel-Cosinus-Filter (Root Raised Cos) und das Gaußfilter angeboten. Die Cosinus-Filter werden üblicherweise bei den PSK-Modulationen, die Gaußfilter bei den MSK- und FSK-Modulatoren verwendet.

Die Filterparameter werden mit Softkey *ALPHA/BT* eingestellt.

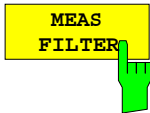
Der digitale Demodulator des FSE erzeugt zwei Signale in der I/Q-Ebene, das Meßsignal (*MEAS SIGNAL*) und das Referenzsignal (*REFERENCE SIGNAL*).



Das Meßsignal ist das Signal, das durch Demodulation des am HF-Eingang anliegenden Signals entsteht. Das Referenzsignal ist das Signal, das nach der Demodulation entstehen würde, wenn das HF-Signal ideal wäre. Für das Meßsignal und das Referenzsignal ist je ein Filter vorgesehen.

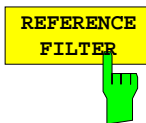
Bei digitaler Übertragung kann die Filterung am Sender oder am Empfänger erfolgen oder auf beide verteilt sein. Das Meßfilter ist das Filter am Empfänger. Das Referenzfilter ist das Filter für das Gesamtsystem. Je nach Verteilung der Filterung bei der Übertragung sind folgende Kombinationen sinnvoll zu verwenden:

Der Softkey *MEAS FILTER* aktiviert die Tabelle zur Auswahl des Empfangsfilters für das Meßsignal.



MEAS FILTER
None
<input checked="" type="checkbox"/> Raised Cos
Root Raised Cos
Gaussian
apco25fm
edge_mes
edge_ref
bess1_22
bess1_25
bess2_44
is95_fm
is95_fr
is95_rm
is95_rr

Alle weiteren Hinweise sind beim Softkey *REFERENCE FILTER* beschrieben.



Der Softkey *REFERENCE FILTER* aktiviert eine Tabelle zur Auswahl des Filters für das ideale Vergleichssignal zur Ermittlung der Modulationsfehler in der Basisbandebene:

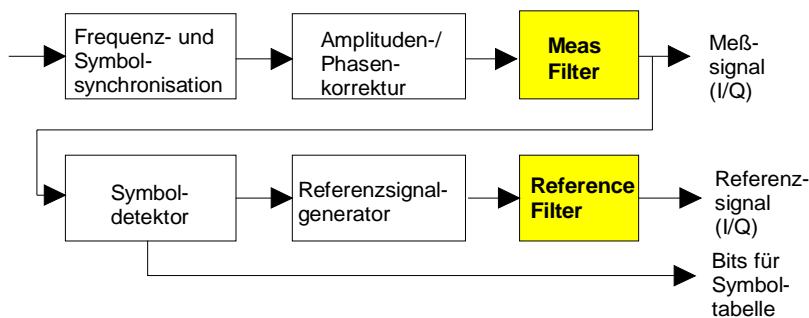
REFERENCE FILTER
<input checked="" type="checkbox"/> Raised Cos
Root Raised Cos
Gaussian
apco25fm
edge_mes
edge_ref
bess1_22
bess1_25
bess2_44
IS95_fm
IS95_fr
IS95_rm
IS95_rr



Als vordefinierte Filter werden das Rechteckfilter (nur bei Einstellung *MEAS FILTER: NONE*), das Cosinus -Filter (Raised Cos), das Wurzel-Cosinus-Filter (Root Raised Cos) und das Gaußfilter angeboten. Die Cosinus-Filter werden üblicherweise bei den PSK-Modulationen, die Gaußfilter bei den MSK- und FSK-Modulatoren verwendet.

Die Filterparameter werden mit Softkey *ALPHA/BT* eingestellt.

Der digitale Demodulator des FSE erzeugt zwei Signale in der I/Q-Ebene, das Meßsignal (*MEAS SIGNAL*) und das Referenzsignal (*REFERENCE SIGNAL*).



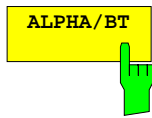
Das Meßsignal ist das Signal, das durch Demodulation des am HF-Eingang anliegenden Signals entsteht. Das Referenzsignal ist das Signal, das nach der Demodulation entstehen würde, wenn das HF-Signal ideal wäre. Für das Meßsignal und das Referenzsignal ist je ein Filter vorgesehen.

Bei digitaler Übertragung kann die Filterung am Sender oder am Empfänger erfolgen oder auf beide verteilt sein. Das Meßfilter ist das Filter am Empfänger. Das Referenzfilter ist das Filter für das Gesamtsystem. Je nach Verteilung der Filterung bei der Übertragung sind folgende Kombinationen sinnvoll zu verwenden:

Filter des Übertragungssystems		Auswahl der Filter	
Sender	Empfänger	MEAS FILTER	REFERENCE FILTER
Root Raised Cos	Root Raised Cos	Root Raised Cos	Raised Cos
Raised Cos	none	none	Raised Cos
Gaussian	none	none	Gaussian

Es kann auch sinnvoll sein, als Meßfilter ein RAISED COS oder GAUSSIAN zu verwenden, falls am Sender kein Modulationsfilter wirksam ist.

Eine fehlende Bandbegrenzung am FSE-Eingang kann in der Betriebsart Vektoranalyse aber dann zur Bildung von unerwünschten Aliasing-Produkten führen, die die Messung verfälschen können. Eine Messung ohne Referenzfilter ist nicht möglich!



Wenn ein Empfangsfilter zur Demodulation oder ein Filter zur Generierung des Referenzsignals benutzt wird, muß mit *ALPHA/BT* die Filtercharakteristik bestimmt werden. Bei Nyquist-Filtern ist das *ALPHA* zu spezifizieren, bei gaußförmigen Filtern das Produkt aus Symboldauer *T* und Bandbreite *B* (*BT*).

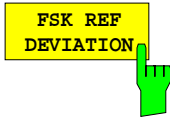
Der Softkey *ALPHA/BT* öffnet ein Eingabefenster, in das der Roll-Off-Faktor (*ALPHA*) für die Kosinusfilter bzw. das Bandbreiten-Symboldauerprodukt *BT* für die gaußförmigen Filter einzugeben ist. Alle Filter werden bis zu einer Länge von 16 Symbolen berechnet.

ALPHA / BT
0.35

Die zugelassenen Eingabewerte sind 0,2 bis 3 in Stufen von 0,05. Der Wert für *ALPHA/BT* gilt für das Meßfilter und das Referenzfilter gleichermaßen. Die Werte für *ALPHA* bzw. *BT* sind durch das digitale Übertragungssystem vorgegeben. Für die Messung mit dem FSE sollten diese Werte benutzt werden, da sonst erhöhte Demodulationsfehler auftreten.

Für *ALPHA/BT* > 1 ist die Demodulationsbandbreite bei Abtastung mit 4 Punkten pro Symbol in der Regel nicht ausreichend. In diesen Fällen ist es empfehlenswert, die Anzahl der Abtastpunkte pro Symbol auf 8 oder 16 zu stellen. Siehe dazu auch die Anmerkung unter DIGITAL STANDARDS.

*ALPHA* beschreibt das Übertragungsverhalten eines Nyquistfilters (Cosinus-Filter). Es wird auch mit Roll-Off-Faktor oder Bandbreitenfaktor bezeichnet. Je größer *ALPHA* ist, desto mehr Bandbreite belegt das digital modulierte Signal über das theoretische Minimum hinaus. Typischerweise werden in digitalen Übertragungssystemen Bandbreitenfaktoren von 0,25 bis 0,5 benutzt, d.h., die belegte Bandbreite ist um 25 % bis 50 % größer als das theoretische Minimum. Das Bandbreiten-Zeit-Produkt *BT* beschreibt die Form oder den Bandbreitenfaktor von Gaußfiltern.

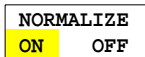


Der Softkey *FSK REF DEVIATION* aktiviert die Eingabe des Bezugshubs bei FSK-Demodulation.

Der FSK-Hub ist definiert als die (einseitige) Abweichung von der Mittenfrequenz die bei Modulation mit konstanten 0- oder 1 Folgen auftritt, also der stationäre Wert.

Bei 4FSK ist es entsprechend die Abweichung von der Mittenfrequenz bei denjenigen Bitfolgen, die zur maximalen Frequenzauslenkung führt.

Der Bezugshub wird bei der Hubfehlerberechnung bei *NORMALIZE ON* verwendet.



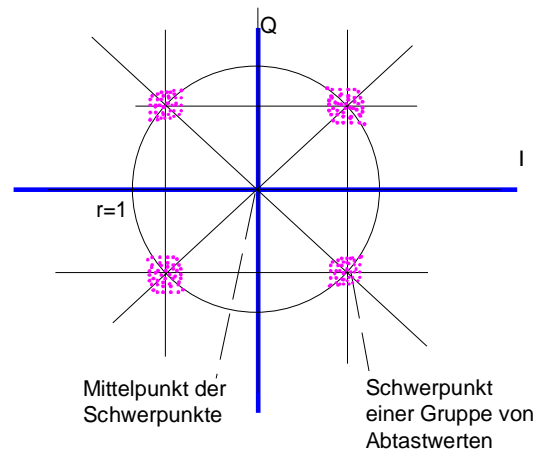
Der Softkey *NORMALIZE ON/OFF* bewirkt folgendes:

In der Darstellung Vektor- oder Konstellation-Diagramm wird das Meßergebnis grundsätzlich auf einen Kreis um den Mittelpunkt der Schwerpunkte normiert, mit einem Radius, der dem mittleren Abstand aller Schwerpunkte (einer Gruppe von Abtastwerten) entspricht.

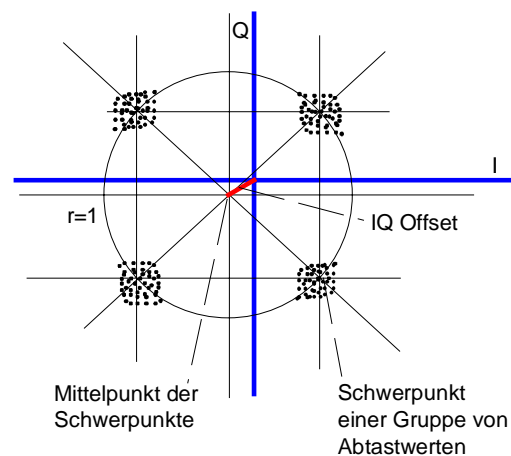
Dieser Kreis ist definiert als Einheitskreis mit Radius 1.

Der Softkey *NORMALIZE ON* verschiebt den Mittelpunkt des Einheitskreises um den IQ-Offset auf den Mittelpunkt der Schwerpunkte:

Grundzustand ist *NORMALIZE ON*:



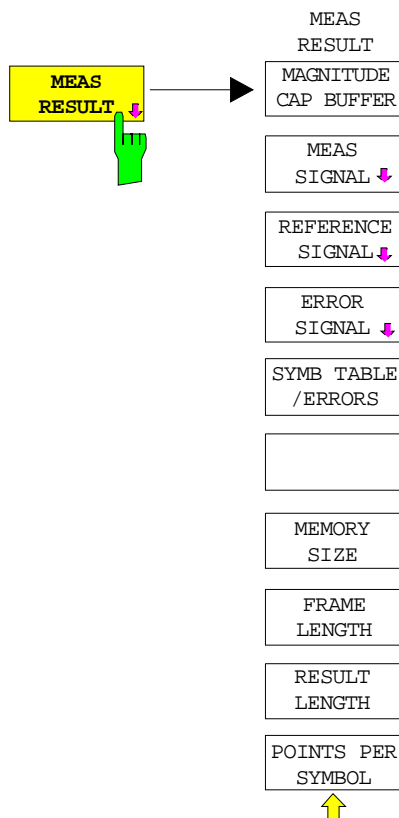
Darstellung *NORMALIZE OFF*:



### 2.4.3.4 Wahl des Meßergebnisses bei digitaler Demodulation

Nach der kompletten Eingabe der Modulationsparameter ist die gewünschte Messung mit dem Softkey *MEAS RESULT* auszuwählen. Als Meßergebnis kann der Inhalt des Meßwertspeichers (Betrag), das demodulierte Meßsignal, das Referenzsignal - das aus dem Meßsignal gewonnene ideale Signal - oder das Fehlersignal angezeigt werden. Als Fehlersignale sind der I/Q-Fehler oder der Vektorfehler möglich. Als Zusammenfassung aller Fehler steht eine Fehlertabelle zusammen mit den demodulierten Bits zur Auswahl.

Untermenü: *CONFIGURATION MODE - VECTOR ANALYZER*



Der Softkey *MEAS RESULT* führt in ein Untermenü, in dem die verschiedenen Darstellmöglichkeiten für das gemessene Signal auszuwählen sind.

Die Softkeys *MAGNITUDE CAP BUFFER*, *MEAS SIGNAL*, *REFERENCE SIGNAL*, *ERROR SIGNAL* und *SYMB TABLE / ERRORS* sind Auswahlshalter, d. h., nur eines der angebotenen Meßergebnisse kann pro Meßfenster ausgewählt werden. Bei zwei Meßfenstern (Split-Screen-Darstellung) kann in jedem Meßfenster ein unterschiedliches Meßergebnis angezeigt werden.

Bei Darstellung des Meßsignals, des Referenzsignals und der Fehlersignale rufen die entsprechenden Softkeys Untermenüs auf, in denen der interessierende Parameter einzustellen ist.

Zusätzlich werden Softkeys zur Einstellung der Speichergröße, der Anzahl der zu demodulierenden und der darzustellenden Bits angeboten.

### 2.4.3.4.1 Betrag des Meßwertspeichers

Der Meßwertspeicher (Capture Buffer) ist der Speicher, in den die Abtastwerte bei der Meßwertaufnahme geschrieben werden. Diese Abtastwerte werden zur Demodulation benutzt, bleiben jedoch bei der gesamten Messung erhalten. Der Grund dafür ist der Dynamikverlust bei der Synchronisation und Demodulation des Signals. Bei der Synchronisation muß z.B. zwischen den Abtastwerten interpoliert werden, um den exakten Symbol-Entscheidungszeitpunkt zu finden. Interpolation ist immer gleichbedeutend mit Verlust an Amplitudendynamik. Bei der Demodulation muß das Signal normiert werden. Die Normierung ist ebenfalls mit Dynamikverlust verbunden.

Bei der Messung des Leistungsverlaufs eines TDMA-Bursts ist jedoch maximale Dynamik erwünscht. Diese ist bei Verwendung des Speichers für die Abtastwerte gegeben.

Untermenü: *CONFIGURATION MODE - VECTOR ANALYZER - MEAS RESULT*

MAGNITUDE  
CAP. BUFFER



Der Softkey *MAGNITUDE CAP BUFFER* zeigt den Betrag des im Meßwertspeicher befindlichen Signals in der Zeitebene an.

Die Darstellart *MAGNITUDE CAP BUFFER* ist daher dann zu empfehlen, wenn Power Ramping von TDMA-Bursts gemessen werden soll. Der Zeitbezug ist dabei bis auf maximal eine halbe Taktperiode des Abtasters exakt.

**Beispiel:**

*Ein Signal wird mit 8 Werten pro Symbol abgetastet. Der maximale Fehler für den Zeitbezug des TDMA-Bursts bei Synchronisation auf eine Bitfolge beträgt 1/16, d.h., 6,25 % der Symboldauer.*

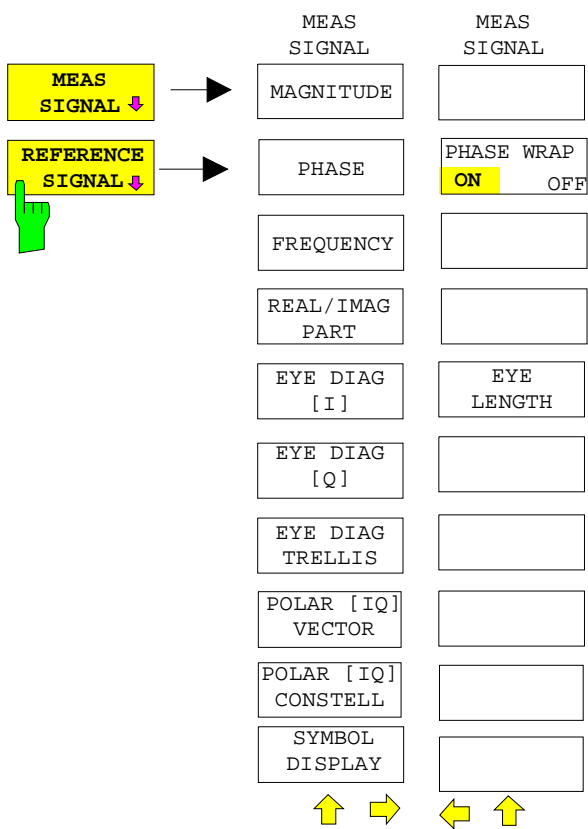
### 2.4.3.4.2 Meß- oder Referenzsignal

Der FSE kann sowohl die Kurvenformen des Meßsignals abgeleitet aus den Abtastwerten im Basisband als auch die des Referenzsignals darstellen. Das Meßsignal wird dazu gefiltert und auf den Träger und den Symboltakt synchronisiert. Der I/Q-Offset und der Amplitudenabfall des Signals wird vor der Darstellung kompensiert. Das Referenzsignal wird aus den demodulierten Bits durch Modulation bis auf Basisbandebene erzeugt. Es ist gleichbedeutend mit dem von den Modulationsfehlern und Rauschen befreiten Meßsignal.

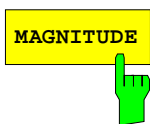
Die Darstellformen für das Meßsignal und das Referenzsignal sind identisch. Die Darstellungsformen sind unterschiedlich bei FSK-Demodulation und den anderen Demodulationsarten.

**Darstellungsformen wenn keine FSK-Demodulation gewählt wurde:**

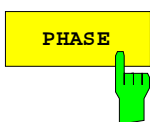
Untermenü: *CONFIGURATION MODE - VECTOR ANALYZER - MEAS RESULT*



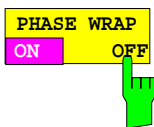
Die Softkeys *MEAS SIGNAL* und *REFERENCE SIGNAL* führen in identische Untermenüs, in denen die Darstellform der beiden Signale ausgewählt werden kann.



Der Softkey *MAGNITUDE* stellt zeit- oder symbolabhängig den auf 1 normierten Betrag des demodulierten Meß- oder Referenzsignals dar.



Der Softkey *PHASE* stellt den Phasenverlauf des Meß- oder Referenzsignals dar.

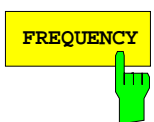


Der Softkey *PHASE WRAP ON/OFF* aktiviert/deaktiviert einen Phasenumbruch.

Die Phase eines Signals kann modulationsabhängig sehr große Werte annehmen. Die Skalierung müßte daher sehr grob sein, damit der Phasenverlauf über viele Bits dargestellt werden kann. Der FSE bietet daher über den Softkey *PHASE WRAP ON/OFF* die Möglichkeit des Phasenumbruchs an.

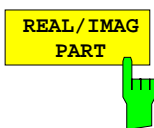
**ON** Die Phase wird im Bereich  $\pm 180^\circ$  dargestellt. Wenn die Phase z.B.  $+180^\circ$  übersteigt werden  $360^\circ$  vom Phasenwert abgezogen, so daß die Anzeige  $> -180^\circ$  wird. Damit wird vermieden, daß sehr große Phasenwerte dargestellt werden müssen, die die Ablesegenauigkeit beeinträchtigen.

**OFF** Die Phase wird nicht umgebrochen. Sie wird in dem eingestellten Darstellbereich der Y-Achse gezeichnet. Darüber- oder darunterliegende Phasenwerte werden durch die Diagrammgrenzen abgeschnitten.



Der Softkey *FREQUENCY* stellt den zeit- oder symbolabhängigen Frequenzverlauf des Signals dar, d.h. das frequenzdemodulierte Signal. Der Softkey wird nur bei MSK-Demodulation angeboten.

Die Frequenzdarstellung eignet sich zur Messung des Frequenzhubs mit den Markern.



Der Softkey *REAL/IMAG PART* ruft die Darstellung des Realteils und des Imaginärteils des Meß- oder Referenzsignals in getrennten Meßdiagrammen auf.

Das Diagramm wird hierfür vertikal aufgespalten und im oberen Diagramm der Realteil und im unteren Teil der Imaginärteil dargestellt. Die X-Achse (skaliert in Zeiteinheiten oder Symbolen) ist für beide Diagramme gleich.

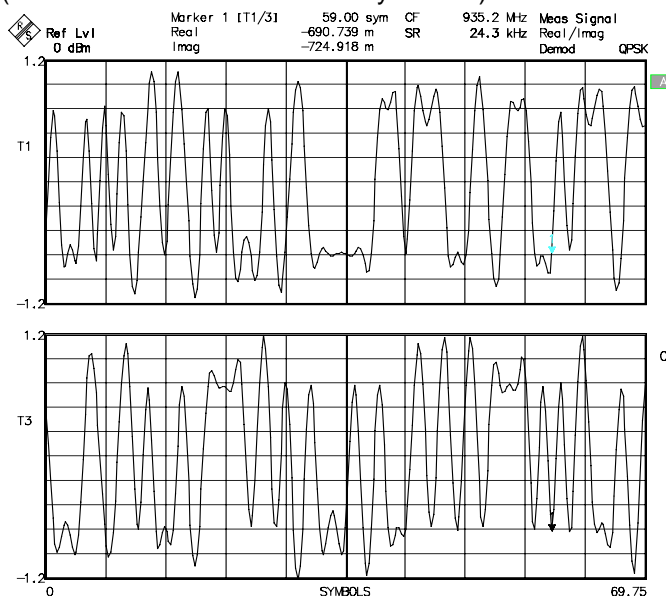
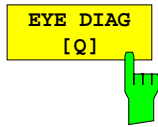


Bild 2.4-11 Gleichzeitige Darstellung der Inphase- und Quadraturkomponente in einem Meßwertdiagramm (hier Screen A bei Split-Screen)



Mit den Softkeys *EYE DIAG [I]*, *EYE DIAG [Q]* und *EYE DIAG TRELLIS* werden die verschiedenen Augendiagrammdarstellungen ausgewählt:

- das Augendiagramm für das Inphasesignal,
- das Augendiagramm für das Quadratursignal und
- das Trellisdiagramm.

Das Augendiagramm ist die zeitliche Darstellung der Inphase- oder Quadratursignale (*EYE DIAG [I]* oder *EYE DIAG [Q]*), die durch den Symboltakt an den Entscheidungspunkten getriggert wird. Die Darstellbreite des Augendiagramms (Anzahl der Zustände auf der Zeitachse) wird durch *EYE LENGTH* bestimmt.

Die einzelnen Kurven des Augendiagramms werden übereinandergeschrieben bis die mit Softkey *RESULT LENGTH* spezifizierte Anzahl von Symbolen erreicht ist. Folgende Meßkurven sind die Fortsetzung der letzten geschriebenen Kurve, d.h., die gesamte Meßkurve wird übereinandergefaltet gezeichnet. Um ein komplettes Augendiagramm zu erhalten, müssen alle Zustände eines Signals mindestens einmal durchlaufen werden. Die Anzahl der Augen vertikal ist gleich der Anzahl der Zustände der Modulation minus 1. Die Augenöffnung ist ein Maß für die Unterscheidbarkeit zwischen zwei Entscheidungsschwellen. Große Augenöffnungen deuten auf eine geringe, kleine Augenöffnungen auf eine hohe Bitfehlerrate hin.

Das Trellis-Diagramm wird zur Darstellung der Zustände von phasenkontinuierlichen Modulationsverfahren (z.B. MSK) benutzt. Es stellt den Verlauf der Phase über der Zeit dar, wobei auch die Phasen über  $\pm 180^\circ$  zugelassen werden. Das Trellisdiagramm ist einem Augendiagramm in sofern ähnlich, als daß die Meßkurven übereinander geschrieben werden, bis die durch *RESULT LENGTH* definierte Anzahl von Symbolen erreicht ist.

Beim FSE ist das Trellisdiagramm speziell zur Untersuchung der MSK- und GMSK-Modulation nützlich. Die Symbole befinden sich im  $90^\circ$ -Abstand. Eine  $+90^\circ$ -Phasenänderung stellt eine logische 1 dar, eine  $-90^\circ$ -Phasenänderung eine logische 0. Eine ansteigende Phasenrampe bedeutet daher eine 1, eine fallende eine 0. Wie beim Augendiagramm wird die Breite des Trellisdiagramms durch die *EYE LENGTH* definiert. Für eine übersichtliche Darstellung sollten mindestens 5 Symbole als Darstellbreite gewählt werden.

Grundsätzlich sollte die Anzahl der Abtastwerte pro Symbol (*POINTS PER SYMBOL*) möglichst hoch gewählt werden, damit im Augendiagramm ein kontinuierlicher Kurvenzug zustande kommt. Zu empfehlen sind 8 oder 16 Abtastwerte (soweit möglich).



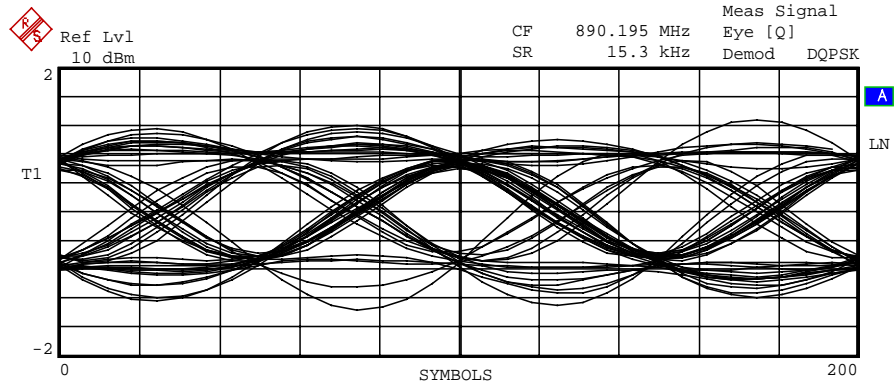
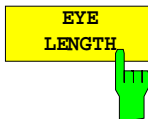


Bild 2.4-12 Augendiagramm über 200 Symbole eines DQPSK-modulierten Signal. Die Darstellbreite ist fünf Symbole.

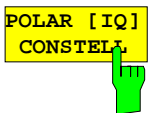


Der Softkey *EYE LENGTH* bestimmt die Darstellbreite des Augendiagramms in Symbolen. In das Eingabefenster wird die Anzahl der Symbole eingegeben.

Mindestens ist eine Symbollänge oder zwei Zustände für ein komplettes Auge notwendig. Sinnvoll sind jedoch zwei bis fünf Symbole, um die Fehler vor allem in den Nulldurchgängen zu erkennen. Die maximale Anzahl ist durch *RESULT LENGTH* begrenzt. Mit *EYE LENGTH = RESULT LENGTH* wird jedoch nur der Zeitverlauf des Signals dargestellt, die Augenöffnungen sind nicht mehr erkennbar.



Die Softkeys *POLAR [IQ] VECTOR* und *POLAR [IQ] CONSTELL* stellen die Meßkurve als Polardiagramm dar.



Der FSE stellt im I/Q-Diagramm die Inphase-Komponente des Signals auf der X-Achse, die Quadraturkomponente auf der Y-Achse dar. Jeder Meßpunkt stellt dabei einen Vektor dar. Der Betrag des Vektors ist der Abstand vom Nullpunkt, die Phase ist der Winkel zwischen der positiven X-Achse und dem Vektor gegen den Uhrzeigersinn gemessen.

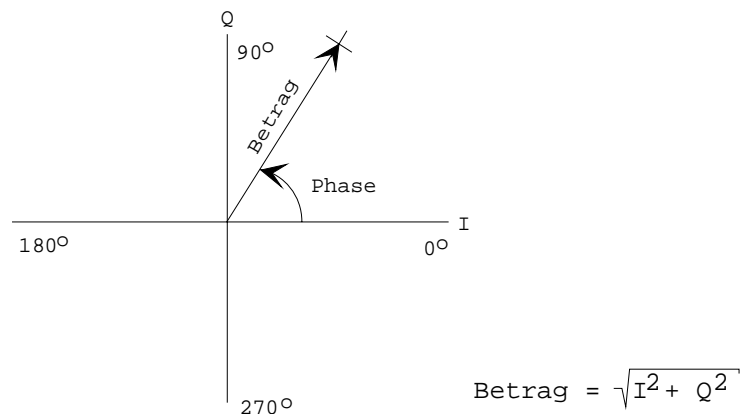


Bild 2.4-13 Lage eines Vektors in der I/Q-Ebene

In der Vektor-Darstellung werden alle Meßpunkte geschrieben. Die Anzahl der Meßpunkte zwischen den Entscheidungspunkten ist durch die Anzahl *POINTS PER SYMBOL* vorgegeben. Wenn z.B. 5 Meßpunkte pro Symbol gewählt sind, stellt jeder fünfte Meßpunkt ein Symbol am Entscheidungspunkt dar. Die übrigen vier Meßwerte sind Zwischenwerte. Die Entscheidungspunkte können hervorgehoben werden durch die Wahl von *DOTS* beim Softkey *SYMBOL DISPLAY*.

In der Constellation-Darstellung werden nur die Meßwerte an den Entscheidungspunkten geschrieben.

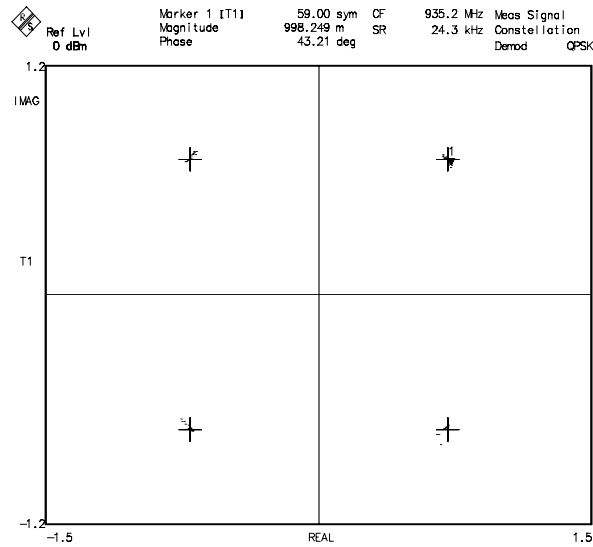
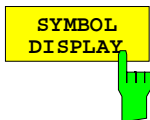
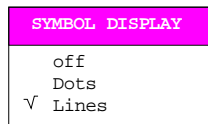


Bild 2.4-14 Constellation-Diagramm (Beispiel QPSK)



Der Softkey *SYMBOL DISPLAY* stellt die Kennzeichnung der Symbolentscheidungsstellen auf der dargestellten Meßkurve ein. In der Tabelle kann die gewünschte Form der Hervorhebung ausgewählt werden. Möglich sind senkrechte Linien oder Punkte auf der Meßkurve.



Bei *off* erfolgt keine Hervorhebung der Entscheidungsstellen, mit *Dots* werden Punkte auf der Meßkurve gezeichnet und mit *Lines* werden (außer bei Vektor- und Constellationdiagrammen) senkrechte Linien beginnend bei der X-Achse bis zur Meßkurve gezeichnet.

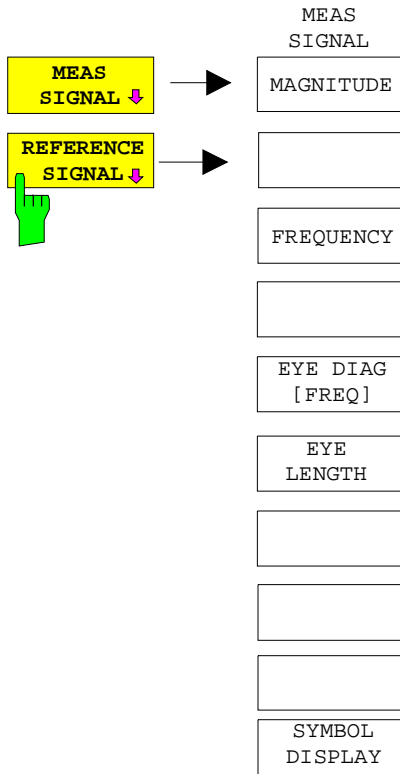
Bei Vektor- und Constellationdiagrammen werden bei *Dots* **und** *Lines* Punkte gezeichnet.

Beim Constellation-Diagramm werden auch bei *off* Punkte dargestellt.

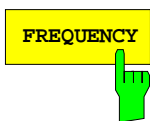
Diese Funktion wird bei Darstellung des Zeitverlaufs von Meßergebnissen angewandt., z.B. als I/Q-Verlauf oder als Fehlersignal.

**Darstellungsformen bei FSK-Demodulation:**

Untermenü: *CONFIGURATION MODE - VECTOR ANALYZER - MEAS RESULT*



Der Softkey *MAGNITUDE* stellt zeit- oder symbolabhängig den Betrag des demodulierten Meß- oder Referenzsignals dar.



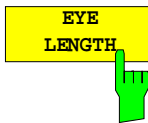
Der Softkey *FREQUENCY* stellt zeit- oder symbolabhängig den Frequenzverlauf des Signals dar, d.h. das frequenzdemodulierte Signal.

Die Frequenzdarstellung ist z.B. zur Messung des Frequenzhubs mit den Markern geeignet.



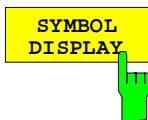
Der Softkey *EYE DIAG [FREQ]*, stellt das frequenzdemodulierte Signal dar, das durch den Symboltakt an den Entscheidungspunkten getriggert wird. Die Darstellbreite des Augendiagramms (Anzahl der Zustände auf der Zeitachse) wird durch *EYE LENGTH* bestimmt.

Die einzelnen Kurven des Augendiagramms werden übereinandergeschrieben, bis die mit Softkey *RESULT LENGTH* spezifizierte Anzahl von Symbolen erreicht ist. Folgende Meßkurven sind die Fortsetzung der letzten geschriebenen Kurve, d.h., die gesamte Meßkurve wird übereinandergefaltet gezeichnet. Um ein komplettes Augendiagramm zu erhalten, müssen alle Zustände eines Signals mindestens einmal durchlaufen werden. Die Anzahl der Augen ist gleich der Anzahl der Zustände der Modulation minus 1. Die Augenöffnung ist ein Maß für die Unterscheidbarkeit zwischen zwei Entscheidungsschwellen. Kleine Augenöffnungen deuten auf eine hohe, große Augenöffnungen auf eine geringe Bitfehlerrate hin.



Der Softkey *EYE LENGTH* bestimmt die Darstellbreite des Augendiagramms in Symbolen. In das Eingabefenster wird die Anzahl der Symbole eingegeben.

Es sind mindestens eine Symbollänge oder zwei Zustände für ein komplettes Auge notwendig. Sinnvoll sind jedoch zwei bis fünf Symbole, um die Fehler vor allem in den Nulldurchgängen zu erkennen. Die maximale Anzahl ist durch *RESULT LENGTH* begrenzt. Mit *EYE LENGTH = RESULT LENGTH* wird jedoch nur der Zeitverlauf des Signals dargestellt, die Augenöffnungen sind nicht mehr erkennbar.



Der Softkey *SYMBOL DISPLAY* stellt die Kennzeichnung der Symbolentscheidungspunkte auf der dargestellten Meßkurve ein. In der Tabelle kann die gewünschte Form der Hervorhebung ausgewählt werden. Möglich sind senkrechte Linien oder Punkte auf der Meßkurve.

SYMBOL DISPLAY	
<input type="radio"/>	off
<input type="radio"/>	Dots
<input checked="" type="radio"/>	Lines

Bei *off* erfolgt keine Hervorhebung der Entscheidungspunkte, mit *Dots* werden Punkte auf der Meßkurve gezeichnet und mit *Lines* werden (außer bei Vektor- und Constellationendiagrammen) senkrechte Linien beginnend bei der X-Achse bis zur Meßkurve gezeichnet.

### 2.4.3.4.3 Messung der Modulationsfehler

Der FSE ermittelt die Modulationsfehler durch Vergleich des Meßsignals mit dem intern erzeugten idealen Referenzsignal. Die verschiedenen Darstellarten des Fehlers werden mit den Softkey *ERROR SIGNAL* ausgewählt. Je nachdem, ob eine FSK-Demodulation gewählt wurde oder nicht, unterscheiden sich die Darstellungsarten für die Modulationsfehler.

#### Alle Demodulationsarten außer FSK-Demodulation:

Der Modulationsfehler des Meßsignals kann getrennt nach Betrag und Phase, als I- und Q-Fehler, Vektorfehlerbetrag oder in polarer Darstellung als Vektor- oder Constellationdiagramm angezeigt werden.

Der Betrags- und Phasenfehler werden nach folgenden Formeln bestimmt:

$$\text{Error Signal Betrag} = \sqrt{I^2 + Q^2} - \sqrt{I_{\text{ref}}^2 + Q_{\text{ref}}^2} \text{ und}$$

$$\text{Error Signal Phase} = \arctan \frac{Q}{I} - \arctan \frac{Q_{\text{ref}}}{I_{\text{ref}}}$$

Der Real- und Imaginärteil des Fehlersignals ergeben sich zu

$$\text{Error Signal Real Part} = I - I_{\text{ref}} \text{ und}$$

$$\text{Error Signal Imag Part} = Q - Q_{\text{ref}}$$

Der Betrag des Fehlervektors (Error Vector Magnitude) ist

$$\text{EVM} = \sqrt{(I - I_{\text{ref}})^2 + (Q - Q_{\text{ref}})^2}$$

I, Q = gemessene I/Q-Komponenten

$I_{\text{ref}}$ ,  $Q_{\text{ref}}$  = aus der Bitfolge ideal errechnete I/Q-Komponenten.

Das folgende Vektordiagramm zeigt die Bildung der verschiedenen Fehler aus dem Meßsignal und dem Referenzsignal:

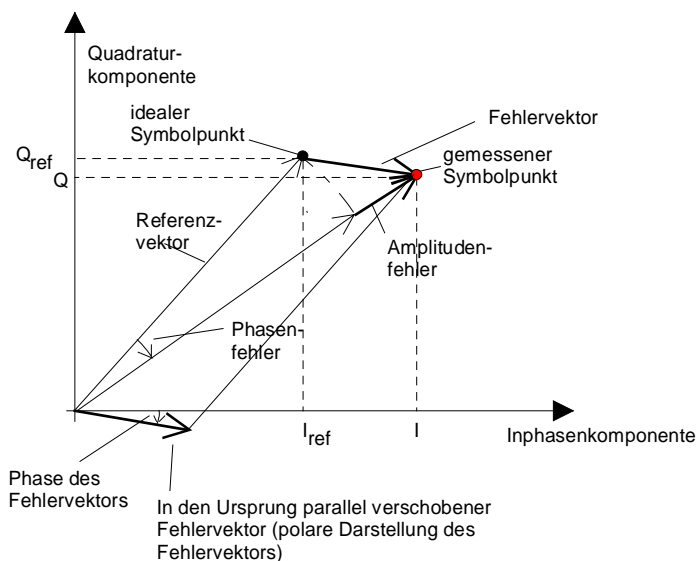
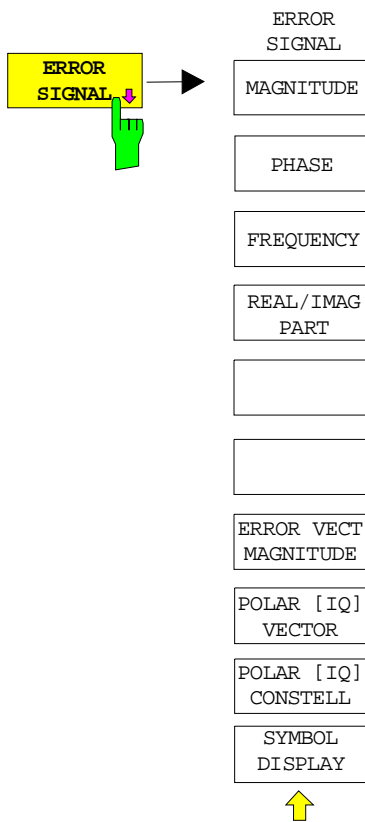


Bild 2.4-15 Graphische Darstellung der Modulationsfehler anhand eines Symbolentscheidungspunktes

Untermenü: CONFIGURATION MODE - VECTOR ANALYZER - MEAS RESULT



Der Softkey *ERROR SIGNAL* öffnet das Untermenü zur Wahl der Art des darzustellenden Fehlers.

Folgende Darstellungen stehen zur Wahl:

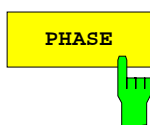
- Amplitudenfehler (Magnitude)
- Phasenfehler (Phase)
- Frequenzfehler (Frequency)
- Fehler des Realteils (Real Part) und
- Fehler des Imaginärteils (Imag Part)
- Betragsfehler (Error Vector Magnitude)

Zur Fehlerdarstellung vergleicht der FSE alle Meßpunkte des Meß- und Referenzsignals und stellt sie im Fehlerdiagramm dar (außer bei *POLAR [IQ] CONSTELL*), d.h., die Anzahl der Meßergebnisse hängt von der Anzahl der Abtastwerte pro Symbol ab. Wenn nur die Fehler an den Entscheidungspunkten ermittelt werden sollen, muß die Anzahl der Meßpunkte pro Symbol (*POINTS PER SYMBOL*) auf eins gestellt werden.

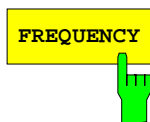
Um bei diskontinuierlicher Übertragung, z.B. bei TDMA-Verfahren, den korrekten Fehler zu erhalten, ist darauf zu achten, daß nur gültige Symbole dargestellt werden. Die Länge der Darstellung (*RESULT LENGTH*) und die Triggerbedingungen sind dazu geeignet einzustellen.



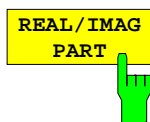
Der Softkey *MAGNITUDE* startet den Vergleich des Betrags des Meßsignals mit dem Betrag des idealen Signals, der Meßpunkt für Meßpunkt durchgeführt wird. Angezeigt wird die Differenz aus beiden Beträgen.



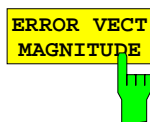
Der Softkey *PHASE* startet den Vergleich der Phase des Meßsignals mit der Phase des idealen Signals. Angezeigt wird als Phasenfehler die Differenz aus beiden Phasen.



Der Softkey *FREQUENCY* stellt den Frequenzfehler dar. Der Frequenzverlauf des Meßsignals wird mit dem Frequenzverlauf des idealen Referenzsignals verglichen und die Differenz aus beiden zeit- oder symbolabhängig dargestellt. Der Softkey ist nur bei MSK-Demodulation verfügbar.



Der Softkey *REAL/IMAG PART* stellt den Fehler des Realteils und des Imaginärteils in getrennten Diagrammen dar. Das Meßdiagramm wird hierzu vertikal aufgespalten und im oberen Teil der Realteil, im unteren Teil der Imaginärteil dargestellt. Die X-Achse (Zeit oder Symbole) ist für beide Diagramme gleich.



Der Softkey *ERROR VECT MAGNITUDE* stellt den Betrag des Fehlervektors über der Zeit oder den Symbolen dar.

POLAR [IQ]  
VECTOR



POLAR [IQ]  
CONSTELL



Die Softkeys *POLAR [IQ] VECTOR* und *POLAR [IQ] CONSTELL* stellen den Fehlervektor im Polardiagramm dar. Es stehen das Fehler-Vektordiagramm und das Fehler-Constellationsdiagramm zur Verfügung.

Bei diesen Darstellformen werden die Entscheidungspunkte alle in den Ursprung verschoben und übereinandergelegt. Die Fehler an allen Entscheidungspunkten sind damit auf einen Blick sichtbar.

**FSK-Demodulation:**

Untermenü: *CONFIGURATION MODE - VECTOR ANALYZER - MEAS RESULT*

ERROR  
SIGNAL



ERROR  
SIGNAL

MAGNITUDE

FREQUENCY



Der Softkey *ERROR SIGNAL* führt in das Untermenü zur Wahl der Art des darzustellenden Fehlers.

Folgende Darstellungen stehen zur Wahl:

- Amplitudenfehler (Magnitude)
- Frequenzfehler (Frequency)

MAGNITUDE



FREQUENCY



Der Softkey *MAGNITUDE* startet den Vergleich des Betrags des Meßsignals mit dem Betrag des idealen Signals, der Meßpunkt für Meßpunkt durchgeführt wird. Anzeigt wird die Differenz aus beiden Beträgen.

Der Softkey *FREQUENCY* stellt den Frequenzfehler dar. Der Frequenzverlauf des Meßsignals wird mit dem Frequenzverlauf des idealen Referenzsignals verglichen und die Differenz aus beiden zeit- oder symbolabhängig dargestellt.

#### 2.4.3.4.4 Symboltabelle und Tabelle der Modulationsfehler

Die Symboltabelle und die Tabelle mit den numerischen Modulationsfehlern werden in der Ausgabe zusammengefaßt. Beide Tabellen sind dabei einem Trace zugeordnet. Wie bei der Darstellung von Meßkurven kann der entsprechende Trace eingefroren (VIEW) oder ausgeblendet werden (BLANK). Der Bereich für die Fehlerberechnung kann durch die Zeitlinien (*TIME LINE 1/2*) eingeschränkt werden (Menü *MARKER SEARCH*, Softkey *SEARCH LIM ON/OFF*).

Wenn nur ein Meßfenster dargestellt wird, ist die Symboltabelle Trace1 und die Fehlertabelle Trace 2 zugeordnet.

Untermenü: *CONFIGURATION MODE - VECTOR ANALYZER - MEAS RESULT*

SYMB TABLE  
/ERRORS



Der Softkey *SYMB TABLE / ERRORS* zeigt eine Tabelle mit den demodulierten Bits und eine Tabelle mit den Modulationsfehlern des gemessenen Signals an.

Die Symboltabelle enthält die demodulierten Bits des Signals. Die Anzahl der Bits wird mit Softkey *RESULT LENGTH* im gleichen Menü definiert. Die Verbindung der Symbole zu Meßkurven bei geteiltem Bildschirm (Split Screen) kann durch Kopplung der Marker hergestellt werden. Der Marker auf der Meßkurve und das zugehörige Symbol werden gleichzeitig markiert.

Die angezeigten Fehler der Modulation unterscheiden sich, je nachdem, ob FSK-Signale demoduliert werden oder einer der anderen digitalen Demodulatoren aktiv ist.

Als Summenfehler der Modulation werden folgende Parameter angezeigt (außer bei FSK-Demodulation):

- Frequenzfehler (Frequency Error)
- Betragsfehler (Magnitude Error)
- Phasenfehler (Phase Error)
- Vektorfehler (Error Vector Magnitude)
- I/Q-Offset
- I/Q-Imbalance
- Amplitudenabfall (Amplitude Droop) und
- RHO-Faktor.

Diese Fehler ermittelt der FSE innerhalb der Result Length oder in einem durch die vertikalen Displaylinien eingeschränkten Bereich innerhalb der Result Length.

Bei FSK-Demodulation werden als Summenfehler der Modulation folgende Parameter angezeigt:

- Frequenzfehler (Frequency Error)
- Betragsfehler (Magnitude Error)
- FSK-Hub (FSK-Deviation)
- FSK-Hubfehler (FSK-Deviation Error)

Zusätzlich wird auch der eingegebene Referenzhub angezeigt. (*FSK REF DEVIATION*).



Alle Demodulationsarten außer FSK-Demodulation:

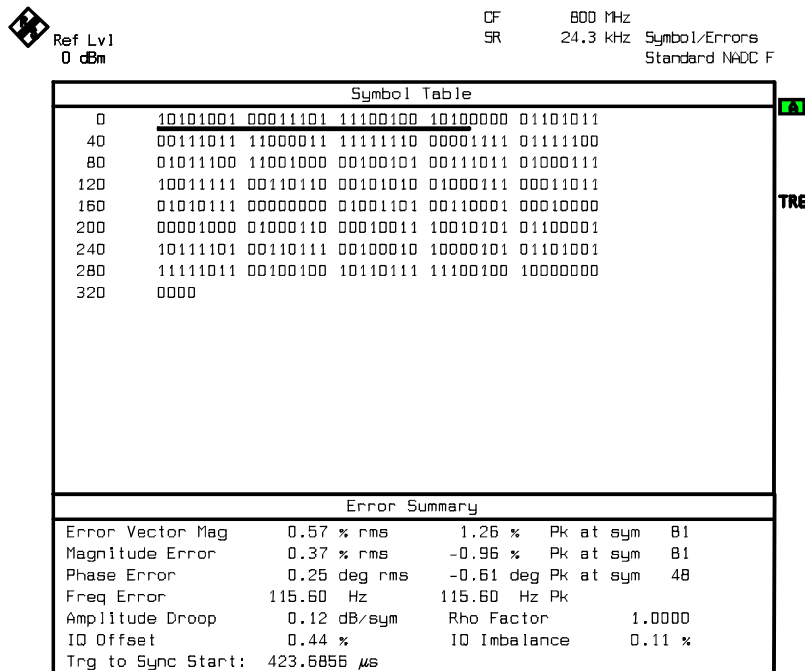


Bild 2.4-16 Symboltabelle und Tabelle der Summenfehler (nicht bei FSK-Demodulation)

Die Bedeutung der verschiedenen Fehler ist wie folgt (nicht FSK-Signale):

**Betragsfehler :** Der Betragsfehler ist die Amplitudendifferenz zwischen den I/Q-Komponenten des Meßsignals und des Referenzsignals an den Entscheidungspunkten. Bei den MSK-Modulationen werden alle Meßpunkte zur Berechnung herangezogen. Er ist ein Maß für die Qualität der Amplituden-Komponente des modulierten Signals.

**Phasenfehler :** Der Phasenfehler ist die Phasendifferenz zwischen den I/Q-Komponenten des Meßsignals und des Referenzsignals an den Entscheidungspunkten. Bei den MSK-Modulationen werden alle Meßpunkte zur Berechnung herangezogen.

**Vektorfehler :** Der Vektorfehler (Error Vector Magnitude) ist der Betrag des Fehlervektors, der den gemessenen I- und Q-Wert in der komplexen Ebene mit dem idealen I- und Q-Wert an den Entscheidungspunkten verbindet. Der Fehler wird nach folgender Formel berechnet:

$$\text{Betragsfehler (EVM)} = \sqrt{I_{\text{err}}^2 + Q_{\text{err}}^2}, \text{ wobei}$$

$I_{\text{err}}$  = Fehler des Inphase-Signals und  $Q_{\text{err}}$  = Fehler des Quadratursignals

**Frequenzfehler :** Der Frequenzfehler (Frequency Error) gibt die Abweichung der Mittenfrequenz des FSE von der gemessenen Trägerfrequenz an. Er wird aus der Frequenzverschiebung abgeleitet, die zur Synchronisation auf den Träger durchgeführt werden muß. Auch Fehler der Referenz des FSE erscheinen im Frequenzfehler.

**Amplitudenabfall :** Der Amplitudenabfall (Amplitude Droop) zeigt die Änderung der Amplitude des Signals zwischen zwei Symbolen an den Entscheidungspunkten in dB an. Dieser Parameter ist sehr wichtig bei TDMA-Signalen und ist ein Maß für die Qualität der Pulsmodulation.

**I/Q-Offset :** Der I/Q-Offset ist ein Maß für den Oszillator-Durchschlag bei analogen I/Q-Modulatoren. Er macht sich in einer Verschiebung des Nullpunkts im Constellation-Diagramm bemerkbar. Wenn kein LO-Durchschlag vorhanden ist (LO 100 % unterdrückt), ist der I/Q-Offset null. Er wird an den Entscheidungspunkten gemessen.

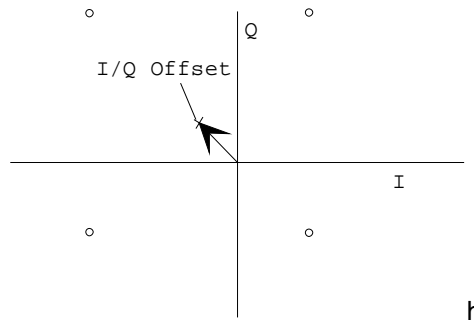


Bild 2.4-17 Constellation-Diagramm mit I/Q-Offset

Amplituden-, und Vektorfehler werden in % angegeben, Phasenfehler in Grad (deg) bzw. Radian (rad). Vor der Berechnung wird das Meßergebnis in der Darstellung Vektor- oder Constellation-Diagramm normiert auf einen Kreis um den Mittelpunkt der Schwerpunkte, mit einem Radius, der dem mittleren Abstand aller Schwerpunkte (einer Gruppe von Abtastwerten) entspricht. Dieser Kreis ist definiert als Einheitskreis mit Radius 1 (siehe *NORMALIZE*-Funktion im Menü *MODULATION PARAMETER*).

Dann werden die Fehler an den Entscheidungspunkten bestimmt. Schließlich wird der quadratische Mittelwert aus den einzelnen Fehlerwerten gebildet. Da das Constellation-Diagramm normiert wurde, ist das Ergebnis direkt der Effektivwert des Fehlers in %.

**I/Q-Imbalance:** Die I/Q-Imbalance ist ein Maß für die Symmetrie des zu messenden I/Q Modulators. Der I/Q-Verstärkungsfehler entsteht durch ungleiche Verstärkungsfaktoren im I- bzw.Q-Zweig im Sender.

Die I/Q-Imbalance berechnet sich aus der Wurzel des Quotienten der Beträge der Nutz- und Störvektoren gemittelt über alle Entscheidungspunkte:

$$I/Q\text{-Imbalance} = 100 * \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n |\text{Störvektor}_i|^2}{|\text{Nutzvektor}_i|^2}} \text{ [%]}$$

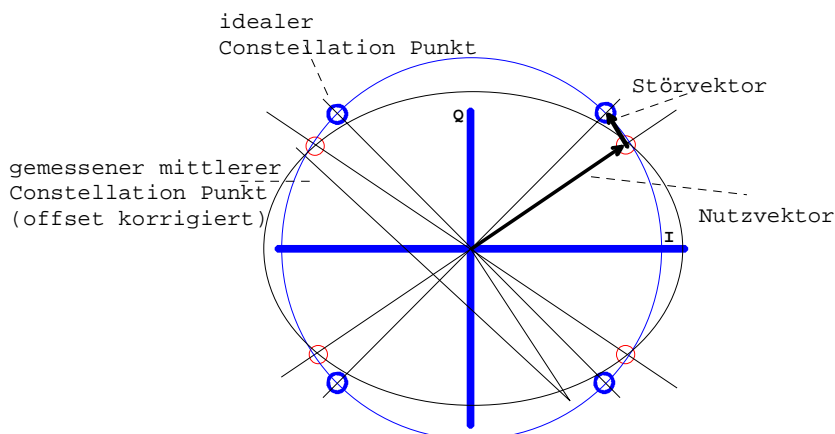


Bild 2.4-18 Constellationdiagramm mit I/Q-Imbalance

**Rho-Faktor :** Der Rho-Faktor ist ähnlich wie z.B. der Error Vektor Magnitude ein Maß für die Qualität einer digitalen Modulation. Er wird bestimmt durch Messung der normalisierten korrelierten Leistung zwischen der gemessenenem Signal und Referenzsignal (IS95-CDMA nach US-Norm IS-98) und wird als "waveform quality faktor" bezeichnet. Der Rho-Faktor kann einen Maximalwert von 1.0 annehmen (Meßsignal und Referenzsignal sind 100% identisch).

**FSK-Demodulation:**

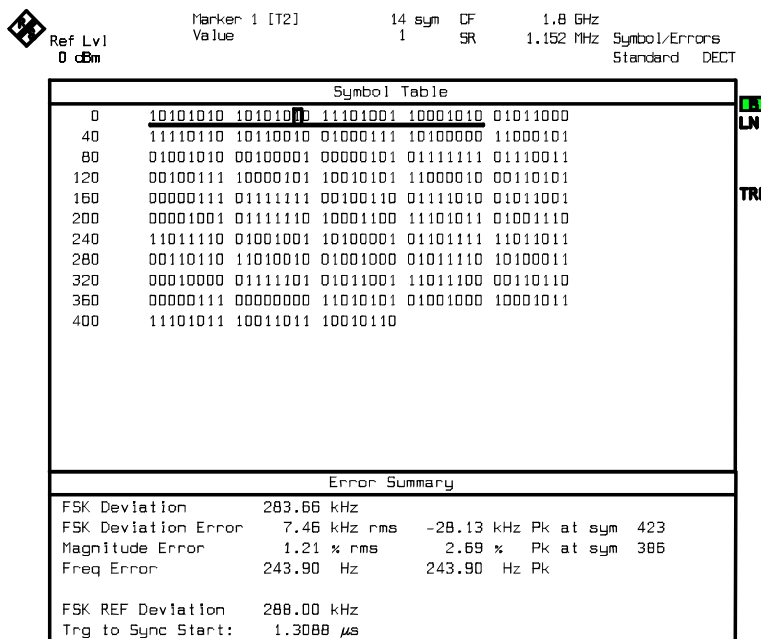


Bild 2.4-19 Symboltabelle und Tabelle der Summenfehler (FSK-Demodulation)

Die Bedeutung der verschiedenen Fehler bzw. Meßwerte ist wie folgt (FSK-Signale):

**FSK-Hub:** Der FSK-Hub (FSK deviation) wird so ermittelt, daß die quadratische Abweichung zwischen Meß- und Referenzsignal minimal ist. Das Referenzsignal wird unter Kenntnis der demodulierten Bits und der Modulationsparameter gebildet. Der Frequenzfehler (Frequenzoffset) wird dabei separat ermittelt und unter Freq Error angezeigt. In die Anzeige der FSK Deviation geht der Frequenzfehler nicht ein.

**FSK-Hubfehler:** Der FSK-Hubfehler ist die Hubabweichung des gemessenen Signals zum Referenzsignal als Effektivwert und als Spitzenwert gebildet über alle Symbole. Fre (Frequenzoffset) gehen in die FSK Hubfehleranzeige ein. Bei der Einstellung NORMALIZE ON wird zur Skalierung des Referenzsignals die eingegebene FSK Reference Deviation benutzt. Bei der Einstellung NORMALIZE OFF wird das Referenzsignal unter Kenntnis der demodulierten Symbole und der Modulationsparameter aus dem Meßsignal automatisch so erzeugt, daß die bestmögliche Übereinstimmung zwischen Meß- und Referenzsignal gegeben ist.

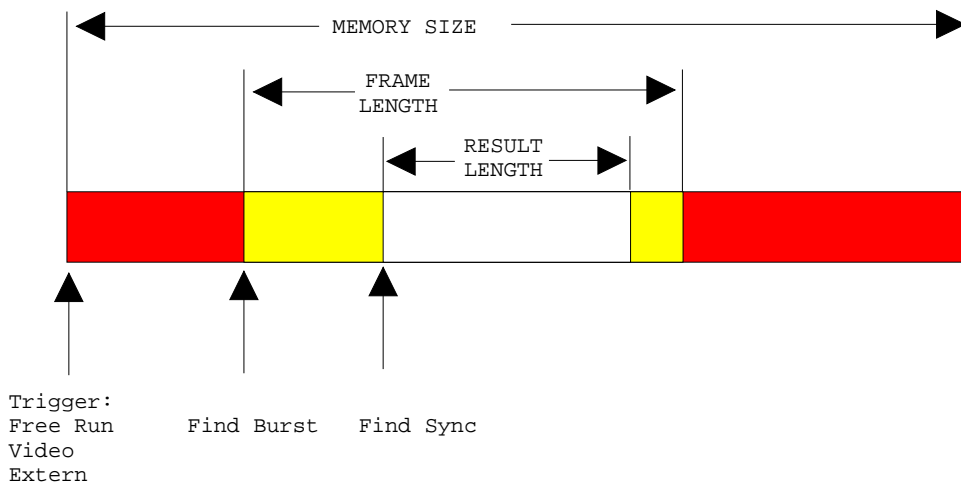
**Betragsfehler :** Bei FSK ist der Betragsfehler die Abweichung der Einzelamplituden der AM-Hüllkurve von der mittleren (rms) Trägeramplitude als Effektivwert über alle dargestellten Symbole und als Spitzenwert normiert auf die mittlere Trägeramplitude in %.

**Frequenzfehler :** Der Frequenzfehler (Frequency Error) gibt die Abweichung der Mittenfrequenz des FSE von der gemessenen Trägerfrequenz an. Er wird aus der Frequenzverschiebung abgeleitet, die zur Synchronisation auf den Träger durchgeführt werden muß. Auch Fehler der Referenz des FSE erscheinen im Frequenzfehler.

### 2.4.3.5 Wahl der Speichergröße, der Demodulationslänge und des Darstellbereichs

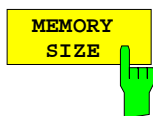
Die Größe des Meßwertspeichers, in den bei der Datenaufnahme die Abtastwerte geschrieben werden, die Länge des Signalausschnitts, der demoduliert wird, die Länge des Signalausschnitts, der am Bildschirm dargestellt wird, und die Anzahl der Abtastwerte pro Symbol sind einstellbar, um eine Anpassung an das Meßproblem zu ermöglichen oder die Meßgeschwindigkeit zu optimieren.

Zu Beginn einer Messung schreibt der FSE Abtastwerte in den Meßwertspeicher. Dieser kann zwischen 1 kSymbolen und 16 kSymbolen gewählt werden. Anschließend sucht er nach Maßgabe der Triggerbedingung (*FIND BURST*) den geeigneten Signalausschnitt (*FRAME LENGTH*) zur Weiterverarbeitung aus. Der innerhalb der *FRAME LENGTH* am Bildschirm darzustellende oder für die Fehlerberechnung heranzuziehende Signalausschnitt wird mit *RESULT LENGTH* definiert. Dieser kann innerhalb der *FRAME LENGTH* durch Triggerung auf Synchronisationsfolgen (*FIND SYNC*) positioniert werden (siehe Abschnitt "Triggerung der Meßwertaufnahme").



Schließlich kann noch die Anzahl der Abtastpunkte pro Symbol festgelegt werden. Durch sie wird die maximale Anzahl der Symbole bestimmt, die in der *FRAME LENGTH* verarbeitet werden können.

Untermenü: *CONFIGURATION MODE - VECTOR ANALYZER - MEAS RESULT:*

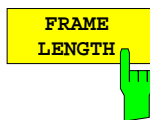


Der Softkey *MEMORY SIZE* ruft eine Tabelle auf, in der die Anzahl der Abtastpunkte bestimmt wird, die pro Messung in den Meßwertspeicher geschrieben wird. Innerhalb der *MEMORY SIZE* kann nach einem Burst z.B. bei einem TDMA-Signal gesucht werden (Funktion *FIND BURST*).

MEMORY SIZE	
	16384 POINTS
√	8192 POINTS
	4096 POINTS
	2048 POINTS
	1024 POINTS

Zur Demodulation werden jedoch nur die mit Softkey *FRAME LENGTH* eingegebenen Symbole herangezogen.

Für Symbolraten > 1 MHz werden die Daten ohne vorherige Filterung und Reduktion in den Speicher geschrieben. Die maximale Memory Size reduziert sich deshalb auf 4096 Punkte.



Der Softkey *FRAME LENGTH* ruft eine Tabelle auf, in der die Anzahl der Symbole definiert wird, die insgesamt demoduliert oder ausgewertet werden.

FRAME LENGTH	
1600	SYMBOLS
1500	SYMBOLS
1400	SYMBOLS
1300	SYMBOLS
1200	SYMBOLS
1100	SYMBOLS
1000	SYMBOLS
900	SYMBOLS
√ 800	SYMBOLS
700	SYMBOLS
600	SYMBOLS
500	SYMBOLS
400	SYMBOLS
300	SYMBOLS
200	SYMBOLS
100	SYMBOLS

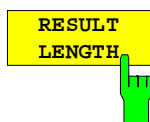
Bei bis zu 4 Abtastwerten pro Symbol (*POINTS PER SYMBOL*) können pro Messung bis zu 1600 Symbole demoduliert und deren Modulationsparameter gemessen werden, bei 8 Abtastwerten pro Symbol sind bis zu 800 Symbole, bei 16 Abtastwerten pro Symbol sind bis zu 400 Symbole möglich.

Bei Symbolraten  $> 1\text{MHz}$  bis  $\leq 1.28\text{ MHz}$  sind maximal 600 Symbole möglich. Dies ist darin begründet, daß die Daten ohne vorherige Reduzierung in den Speicher geschrieben werden. Die anschließende Reduzierung beschränkt in dem angegebenen Frequenzbereich die *FRAME LENGTH*.

Die *FRAME LENGTH* beeinflusst wesentlich die Zeit die zur Auswertung des Meßsignals benötigt wird. Deshalb ist zu empfehlen, die *FRAME LENGTH* so kurz wie möglich zu wählen. Zur Bestimmung des Phasenfehlers eines GSM-Bursts reichen zum Beispiel 400 Symbole aus, da nur 147 Symbole auszuwerten sind. Mit den Triggerfunktion *FIND BURST* und *FIND SYNC* sucht der FSE automatisch den richtigen Zeitausschnitt.

Durch die Wahl der *FRAME LENGTH* wird die maximale Anzahl der Abtastwerte pro Symbol beeinflusst. Bei bis zu 400 Symbolen sind maximal 16 Abtastwerte (*POINTS PER SYMBOL*), bei  $> 400$  bis zu 800 Symbolen maximal 8 Abtastwerte,  $> 800$  max. 4 Abtastwerte.

**Bei Symbolraten  $> 1\text{MHz}$  bis  $\leq 1.28\text{ MHz}$  sind maximal 600 Symbole möglich!**

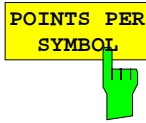


Der Softkey *RESULT LENGTH* aktiviert die Eingabe der Anzahl der Symbole, die am Bildschirm dargestellt werden.

RESULT LENGTH
80 Symbols

Die maximale *RESULT LENGTH* ist gleich der *FRAME LENGTH*.

Bei eingeschalteter Funktion *FIND SYNC* (Synchronisation auf Bitfolgen im Signal) kann sich die maximale *RESULT LENGTH* reduzieren (bzw. ist die *FRAME LENGTH* zu erhöhen.)



Der Softkey *POINTS PER SYMBOL* legt die Anzahl der Abtastwerte pro Symbol fest.

Möglich sind 1, 2, 4, 8 und 16 Abtastwerte pro Symbol. Bei einem Abtastwert pro Symbol entspricht jeder Anzeigepunkt im Display einem Symbol, das zum Zeitpunkt der Entscheidung abgetastet wird. Bei  $n$  Abtastwerten pro Symbol ist jeder  $n$ -te Abtastwert ein Entscheidungspunkt. Bei 1 und 2 Abtastwerten pro Symbol demoduliert der FSE aus Genauigkeitsgründen mit 4 Abtastwerten pro Symbol. Ausgegeben werden jedoch nur ein oder zwei Abtastwerte.

Bei bis zu 4 Abtastwerten pro Symbol ist eine maximale *FRAME LENGTH* von 1600 Symbolen, bei 8 Abtastwerten pro Symbol ist eine maximale *FRAME LENGTH* von 800 Symbolen bei 16 Abtastwerten pro Symbol von 400 Symbolen möglich.

Bei MSK-Demodulation beeinflusst die Zahl der Abtastwerte das Ergebnis der Fehlermessung, da alle Abtastwerte zur Berechnung herangezogen werden. Bei den übrigen Demodulatoren werden nur die Meßwerte an den Entscheidungszeitpunkten herangezogen. Für GSM (DCS1800, PCS1900) sollten 4 Meßpunkte pro Symbol nicht unterschritten werden.

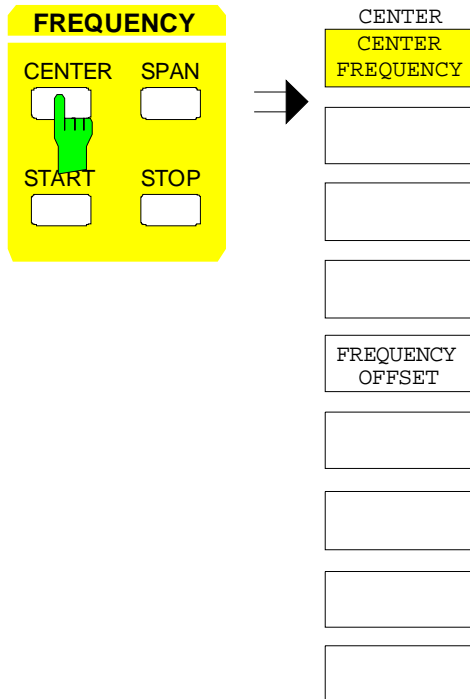
Die Anzahl der Meßpunkte pro Symbol beeinflusst wesentlich die Meßgeschwindigkeit, die bei der Auswertung des Signals erreicht wird. Wenn eine möglichst hohe Meßrate, zum Beispiel bei automatischen Tests, erreicht werden soll, ist eine möglichst geringe Anzahl von Meßpunkten pro Symbol empfehlenswert.

### 2.4.4 Einstellung der Frequenz - Tastengruppe FREQUENCY

In der Betriebsart Vektor-Signalanalyse steht der FSE immer auf einer festen Frequenz. Die Analyse des HF-Signals erfolgt durch Umsetzung des Signals in das komplexe Basisband.

Die Einstellung der Frequenz des FSE erfolgt, wie im Spektrumanalyse-Mode, mit der Taste *CENTER* im Eingabefeld *FREQUENCY*.

Menü: *FREQUENCY CENTER*



Die Taste *CENTER* ruft das Feld für die numerische Die Taste *CENTER* aktiviert die Eingabe der Mittenfrequenz.

Bei der Demodulation digital modulierter Signale ist die Frequenz des FSE genau auf die Signalfrequenz (Träger) des zu messenden Signals einzustellen, damit die Synchronisation auf den Träger möglich wird. Die notwendige Einstellgenauigkeit hängt von der Symbolrate ab und darf 2 % der Symbolrate nicht überschreiten.



Der Softkey *FREQUENCY OFFSET* aktiviert die Eingabe eines rechnerischen Frequenzoffset zur Frequenzachsenbeschriftung. Die eingestellte Frequenz ist um den Frequenzoffset von der angezeigten verschoben. Der Wertebereich für den Offset ist -100 GHz bis +100 GHz.

### **2.4.5 Einstellung des Frequenz-Darstellbereichs (Span)**

Die Tasten *SPAN*, *START* und *STOP* haben in der Betriebsart Vektor-Signalanalyse bei der Demodulation digital modulierter Signale keine Funktion, da der FSE immer auf eine feste Frequenz eingestellt ist und die Anzeige der Meßergebnisse grundsätzlich im Zeitbereich erfolgt. Die Analysebandbreite, mit der die Demodulation erfolgt, ist durch die Symbolrate und die Anzahl der Abtastpunkte fest vorgegeben.



## 2.4.6 Einstellung der Pegelanzeige und Konfigurieren des HF-Eingangs

### 2.4.6.1 Einstellung des Referenzpegels

In der Betriebsart Signalanalyse des FSE (*MODE: ANALYZER*) wird der am HF-Eingang anliegende Pegel immer am Display angezeigt, so daß ein direkter Zusammenhang besteht zwischen der Einstellung des Referenzpegels und den am Bildschirm sichtbaren Meßergebnissen.

In der Betriebsart Vektor-Signalanalyse (*MODE: VECTOR ANALYZER*) ist dies nur in der Betriebsart *DIGITAL DEMODULATION, MAG CAP BUFFER* der Fall. In der Betriebsart *DIGITAL DEMODULATION* bei eingeschalteter Demodulation, z. B. bei Darstellung des demodulierten Signal, ist dieser Zusammenhang nicht offensichtlich. Daher muß zwischen der Einstellung des zur Meßwertdarstellung als Bezugspunkt wichtigen **Referenzwerts** und dem **Referenzpegel**, der sich auf den HF-Eingang bezieht, streng unterschieden werden.

Zur Erzielung der maximalen Dynamik ist es wichtig, daß der Signalpegel am A/D-Wandler dem maximalen Aussteuerpegel des Wandlers möglichst nahe kommt. Der maximale Aussteuerpegel des Wandlers entspricht dem Referenzpegel (*REF LEVEL*) in der Betriebsart Analysator. Das heißt, ein Signal, dessen Amplitude in der Betriebsart Analysator den Referenzpegel erreicht, ist optimal für die Vektor-Signalanalyse. Maßgebend ist dabei der **Summenpegel** innerhalb der ZF-Bandbreite (=ANALOG BANDWIDTH) in der Betriebsart Vektor-Signalanalyse.

Der Referenzpegel kann manuell eingestellt werden, indem man den Signalpegel in der Betriebsart Signalanalyse auf der eingestellten Frequenz kontrolliert (bei gleicher ZF-Bandbreite!) und dann den Vektor-Analyzer bei gleicher Einstellung betreibt.

Eine Kontrolle des Aussteuerpegels in Betriebsart Vektor-Signalanalyse ist durch die beiden Über-Untersteuerungsmeldungen IF OVLD bzw. UNLD im linken oberen Eck des Displays jederzeit möglich.

Bestimmte Einstellungen in der Betriebsart Analysator wie Mittenfrequenz, Referenzpegel und Attenuation Mode werden in der Betriebsart Vektor-Signalanalyse übernommen.

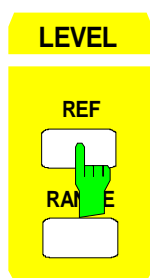
Nicht beeinflusste Parameter sind: Span (der Frequenzdarstellbereich hat in der Betriebsart Vektor-Signalanalyse eine andere Bedeutung: er entspricht der Analysebandbreite und ist deshalb unabhängig in den beiden Betriebsarten), die Auflösebandbreite, Ref Level Offset sowie Trace- und Trigger-Einstellungen.

Der **Referenzwert** (*REF VALUE*) dient in der Betriebsart Vektor-Signalanalyse als Bezugspunkt für die Skalierung der Meßwertausgabe. Er ist außer bei *DIGITAL DEMODULATION: RESULT DISPLAY: MAGNITUDE CAP BUFFER* von der Einstellung des Referenzpegels entkoppelt, d.h. es ist kein direkter Zusammenhang herstellbar.

Die Taste **REF** stellt den **Referenzpegel** wie in der Betriebsart Signalanalyse ein.

Die Taste **RANGE** ruft ein Menü auf, das alle für die Skalierung der Meßwertausgabe nötigen Einstellungen wie AUTO-Skalierfunktion (*AUTO SCALE*), Skalierung (Y per Div), Bezugswerte in x- und y-Richtung (*X/Y\_REF VALUE*) und die relative Position des Referenzwertes auf dem Diagramm (*REF VALUE POSITION*) enthält.

Menü: LEVEL REF



REF LEVEL  
REF LEVEL

Die Taste REF öffnet das Menü zum Einstellen des Referenzpegels und gleichzeitig das Eingabefeld für den Referenzpegel.

REF LEVEL  
OFFSET

Die Bedienung und Funktion der Softkeys  
Die Bedienung und Funktion der Softkeys

ATTEN STEP 1dB/10dB

ATTEN STEP 1dB/10dB

RF ATTEN MANUAL

RF ATTEN MANUAL

ATTEN AUTO NORMAL

ATTEN AUTO NORMAL

RF ATTEN MANUAL

ATTEN AUTO LOW NOISE

ATTEN AUTO LOW DIST

ATTEN AUTO NORMAL

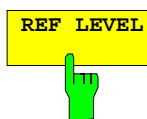
ist identisch zum Analyzer-Mode.

ATTEN AUTO LOW NOISE

Der Softkey ATTEN STEP 1dB/10dB steht nur bei einer Ausstattung mit der Option FSE-B13, 1-dB-Eichleitung, zur Verfügung.

ATTEN AUTO LOW DIST

MIXER LEVEL



Der Softkey REF LEVEL aktiviert die Eingabe der manuellen Verstärkung des FSE. Damit die Meßdynamik maximal wird, ist darauf zu achten, daß der A/D-Wandler möglichst voll ausgesteuert, aber nicht übersteuert wird.

In der Vektor-Signalanalyse dienen dazu die Meldungen IF OVLD (IF Overload) bzw. UNLD (Underrange), die Hinweise über die Aussteuerverhältnisse während der jeweiligen Meßdatenaufnahme geben.

Bei Anzeige von IF OVLD war das Gerät bzw. der A/D-Wandler während der Meßdatenaufnahme übersteuert, die angezeigten Meßwerte sind ungültig.

Bei Anzeige von UNL, war der A/D-Wandler während der Meßdatenaufnahme nicht ausreichend ausgesteuert (Aussteuerpegel < -6 dB der Vollaussteuerung).

Angezeigte Meßwerte können ungenügende Dynamik aufweisen bzw. mit erhöhten Fehlern behaftet sein.

Zur korrekten PegelEinstellung ist der REF LEVEL (Continuous Sweep Modus) bei IF OVLD in ausreichend kleinen Schritten (z.B. 2 dB) zu reduzieren, bis die Meldung verschwindet.

Entsprechend ist bei Meldung von UNLD der REF LEVEL zu erhöhen, bis die Meldung verschwindet.

Maximale Meßdynamik wird knapp (ca. 1 dB) unterhalb der Übersteuerungsmeldung IF OVLD erreicht.

Es besteht außerdem die Möglichkeit, den Referenzpegel in Betriebsart Analysator bei gleicher ZF-Bandbreite wie in Betriebsart Vektor-Analyse auf das Meßsignal einzustellen (bei COUPLED: ANALOG BW AUTO, also 10 MHz) und dann auf Betriebsart Vektor-Analyse zurückzuschalten.



Der Softkey REF LEVEL OFFSET aktiviert die Eingabe eines rechnerischen Pegeloffsets.

Dieser wird zum gemessenen Pegel unabhängig von der gewählten Einheit addiert. Die Skalierung der Y-Achse wird entsprechend geändert.

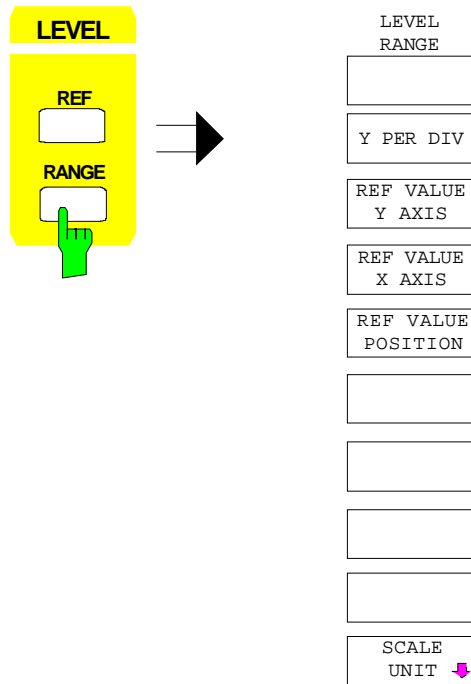
Damit kann der Einfluß eines vorgeschalteten Dämpfungsgliedes für die Anzeige berücksichtigt werden.

Einstellbereich ist ± 200 dB in 0,1-dB-Schritten.

### 2.4.6.2 Einstellen des Anzeigebereichs und der Skalierung - Taste RANGE

Das Menü zur Einstellung des Anzeigebereichs ist unterschiedlich zu dem in der Betriebsart Signalanalyse.

Menü: *LEVEL RANGE*



Die Taste *RANGE* ruft ein Menü auf, in dem sich alle für Bildschirmdarstellung wichtigen Parameter wie Referenzwerte, Skalierung usw. befinden.



Der Softkey *Y PER DIV* gibt die Vertikal-Skalierung in der aktuellen Einheit ein.

Bei Darstellung des Vektor- oder Constellationsdiagramms steht die entsprechende X-Skalierung in einem festen Zusammenhang mit der Y-Skalierung:

$$X \text{ PER DIV} = 5/4 * (Y \text{ PER DIV})$$

Grund: Das Diagramm hat 400 x 500 Punkte. Bei freier X-Skalierung würden Kreise als Ellipsen abgebildet werden.



Die Softkeys *REF VALUE Y AXIS* und *REF VALUE X AXIS* aktivieren die Eingabe des Referenzwertes für die Y-Achse bzw. die X-Achse des Meßdiagramms. Der Softkey *REF VALUE X AXIS* erscheint nur, wenn eine Polardarstellung für die Meßkurve gewählt ist.



Die Eingabe des Referenzwertes erfolgt in der für die Darstellung maßgeblichen Einheit (siehe *UNIT*).

**Beispiel 1:** Constellation-Diagramm: y-Reference Value: +1.20; x-Reference Value: - 0,35  
(Reference Position: 50%)

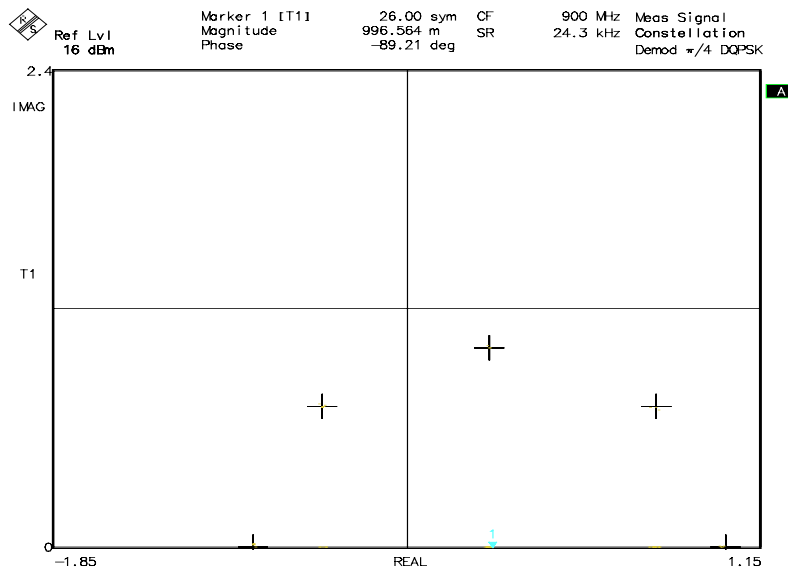


Bild 2.4-20 Darstellung der Referenzwerte im Constellation-Diagramm

**Beispiel 2** Darstellung von I - und Q - Signal: Y-Reference-Value: -0.2; REF-Position: 50 %

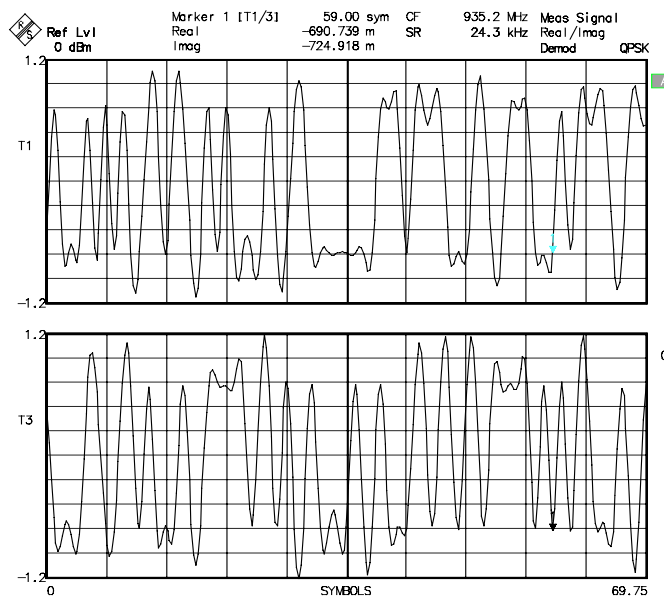


Bild 2.4-21 Darstellung von I - und Q - Signal

REF VALUE  
POSITION

Der Softkey *REF VALUE POSITION* aktiviert die Eingabe der von der Grundeinstellung abweichenden Positionen des Referenzwertes.

Er legt die Position des Referenzwertes fest. Sie liegt normalerweise bei 100 %, d.h., der maximal darstellbare Y-Wert ist auch der Referenzwert. Diese Einstellung ist bei Betragsdarstellung immer zu bevorzugen und deshalb dann Grundeinstellung.

Bei der Zeitdarstellung z.B. von I/Q-Signalen oder bei der Darstellung des Phasenverlaufs kann es jedoch wünschenswert sein, den Referenzwert auf die Mitte zu legen. Die Grundeinstellung ist deshalb dann (auch bei Polar-Diagrammen) 50 %.

Untermenü: *LEVEL RANGE*

SCALE  
UNITSCALE  
UNITY UNIT  
LOG [dB]Y UNIT  
LINEAR

UNIT DEG

UNIT RAD

Y UNIT  
dBmY UNIT  
VOLTY UNIT  
WATTX UNIT  
TIMEX UNIT  
SYMBOL

Der Softkey *SCALE UNIT* ruft ein Untermenü auf, in dem die Einheit der Y-Achse und der X-Achse eingestellt werden.

Die angebotenen Einheiten sind abhängig von der Einstellung *RESULT DISPLAY* und *MEAS RESULT*.

Für die Y-Achse sind die logarithmische Einheit dB (*Y UNIT LOG [dB]*) oder dimensionslose lineare Einheiten (*Y UNIT LINEAR*) zugelassen.

Bei Fehlerdarstellung und bei *MAGNITUDE* ist die Einheit bei

*Y UNIT LOG [dB]*: dB und  
*Y UNIT LINEAR*: % .

Fehler von *REAL/IMAG PART* werden immer in % angezeigt. Phasenfehler werden in DEG oder RAD, Frequenzfehler in Hz angezeigt.

In der aktuellen Betriebsart nicht zugelassene Einheiten sind nicht bedienbar.

Bei Polardarstellung ist die Einheit der X-Achse gleich der Einheit für die Y-Achse. Die Softkeys *X UNIT* werden dann ausgeblendet.

Bei Zeitdarstellung sind für die X-Achse die Zeit (*X UNIT TIME*) oder Symbole (*X UNIT SYMBOL*) als Einheit möglich. Die Softkeys für die Einheit der X-Achse sind nur bei Zeitdarstellung eingeblendet.

Ist ein Marker eingeschaltet, so werden die Markermeßwerte in den aktuellen Skaleneinheiten ausgegeben.

Nur bei **MEAS RESULT: MAG CAP BUFFER:**

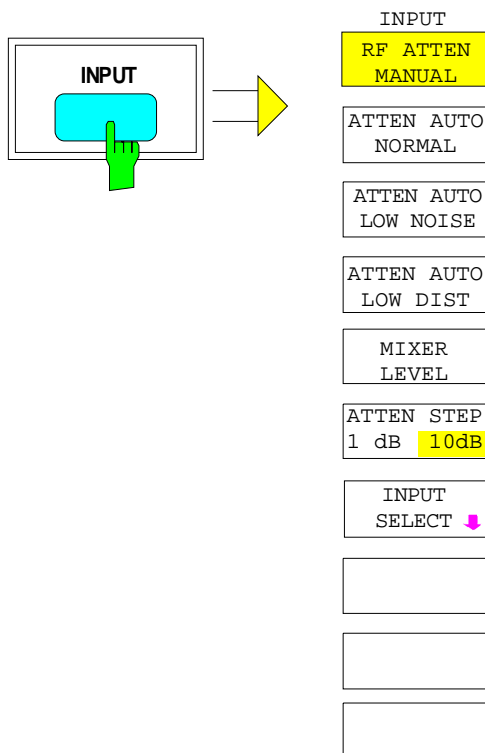
Mögliche Anzeigeeinheiten: *Y-UNIT LOG [dB]*, *Y-UNIT LINEAR*, *dBm*, *Volt* und *Watt*

Tabelle 2.4-2 Zuordnungstabelle der wählbaren Einheiten bzw. bei Fehlerdarstellung der angezeigten Einheiten in Betriebsart DIGITAL DEMODULATION abhängig von RESULT DISPLAY sowie MEAS RESULT

DISPLAY ----- MEAS RESULT	MAGNITUDE CAP BUFFER	MAGNI- TUDE	PHASE	FREQUENCY [nur bei FSK und MSK]	REAL/ IMAG PART	I/Q EYE DIAG	TRELLIS DIAG	POLAR [IQ] VECTOR	POLAR [IQ] CONSTELL
MEAS SIGNAL	Y-UNIT LOG[dB] dBm VOLT WATT	Y_UNIT LINEAR  Y-UNIT LOG[dB]	DEG/RAD	Hz	Y_UNIT LINEAR	Y_UNIT LINEAR	DEG/RAD	Y_UNIT LINEAR	Y_UNIT LINEAR
REFERENCE SIGNAL	--	wie MEAS SIGNAL	wie MEAS SIGNAL	wie MEAS SIGNAL	wie MEAS SIGNAL	wie MEAS SIGNAL	wie MEAS SIGNAL	wie MEAS SIGNAL	wie MEAS SIGNAL
ERROR SIGNAL	--	[%] [dB]	DEG/ RAD	Hz	--	-	-	-	-
VECTOR ERROR	--	[%] [dB]	DEG/ RAD	--	[%]	-	-	[%]	[%]

### 2.4.6.3 Konfiguration des HF-Eingangs in der Betriebsart Vektor-Signalanalyse

Das Kapitel Konfiguration des HF-Eingangs in der Betriebsart Vektor-Signalanalyse ist identisch mit der Betriebsart Signalanalyse (s. FSE-Betriebshandbuch).



**Hinweis:** Die empfohlene Betriebsart für den Vector Analyzer Eingang ist ATTEN AUTO NORMAL. Bei ATTEN AUTO LOW NOISE (bzw. bei MIXER LEVEL  $\geq -30\text{dBm}$ ) führt die höhere Signalaussteuerung, die innerhalb der ZF-Bandbreite auftritt, zu nichtlinearem Verhalten im ZF-Zweig. Insbesondere bei Modulationsformen mit nicht konstantem Pegel (z. B. PSK) treten erhöhte Meßfehler auf.

## 2.4.7 Tastengruppe MARKER

In Betriebsart Vektor-Signalanalyse können Marker zur Markierung von Punkten auf Meßkurven und zum Auslesen der Meßwerte verwendet werden.

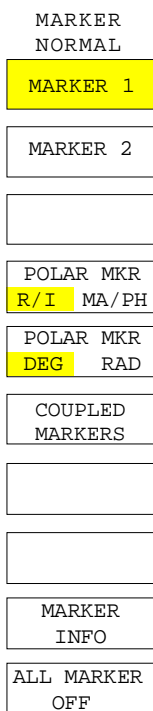
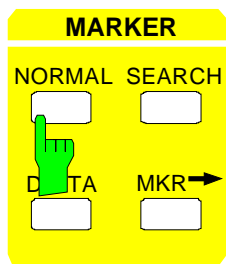
Die Grundbedienung der Marker ist ausführlich in Abschnitt zur Betriebsart Analysator beschrieben.

Die Marker-Softkeys richten sich bei Vektor-Signalanalyse nach der gewählten Messung.

### 2.4.7.1 Hauptmarker - Taste NORMAL

Die Hauptmarker und deren Funktion werden mit der Taste *NORMAL* ausgewählt.

Menü: *MARKER NORMAL*



Die Taste *NORMAL* ruft ein Menü auf, das alle Marker-Standardfunktionen enthält.

Der aktuelle Zustand der Marker wird durch Hinterlegen der Softkeys angezeigt. Ist vor dem Betätigen der Taste *NORMAL* kein Marker eingeschaltet, wird MARKER 1 als Referenzmarker eingeschaltet und dieser auf den Maximalwert der Meßkurve gesetzt. (Automatische Ausführung der Peak Search-Funktion, Voraussetzung: mindestens ein Trace aktiv; nicht bei polarer Darstellung). Andernfalls wird nur die Eingabe des Referenzmarkers aktiviert, die automatische Ausführung der Peak Search-Funktion unterbleibt.

Im Markerfeld wird die Markerposition (Zeit), der Meßwert bzw. die Meßwerte (bei komplexer Darstellung) und der für den Marker gültige Trace (hier [T1]) angezeigt.

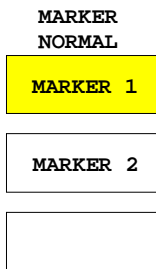
Beispiel:  
Markeranzeige bei digitaler Demodulation und I/Q-Darstellung:

```

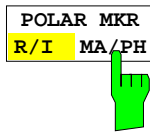
Marker 1 [T1/3] 22.3 µs
Real          0.998
Imag          -0.124
    
```

Bei Darstellung der Symboltabelle (Softkey *SYMB TABLE/ ERRORS* unter *MEAS RESULT*) bewegt sich der Marker von Symbol zu Symbol innerhalb der Tabelle. Die Position des Markers wird durch Hinterlegung und inverse Zahlendarstellung gekennzeichnet.

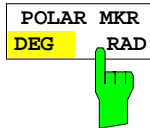
Im Marker-Funktionsfeld wird die Markerposition und der dezimale Wert des Symbols angezeigt.



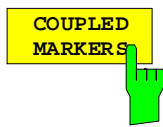
Die Softkeys *MARKER 1* und *MARKER 2* schalten den betreffende Marker ein bzw. aus oder definieren ihn als Eingabemarker (Referenzmarker).



Der Softkey *POLAR MKR R/I / MA/PH* schaltet zwischen numerische Anzeige des Meßwerts von Betrag und Phase (*MA/PH*) und Real- und Imaginärteil (*R/I*) bei Polardarstellung der Meßergebnisse um. Bei Ausgabe der Meßwerte über der Zeit ist der Softkey ohne Funktion.



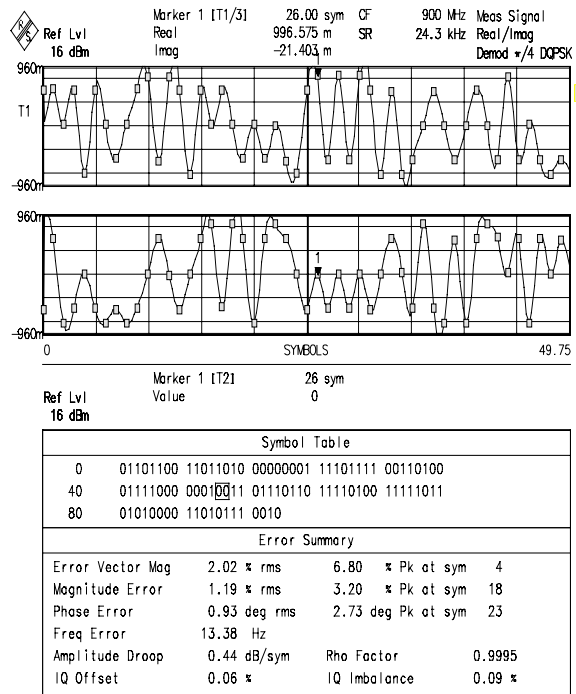
Der Softkey *POLAR MKR DEG/RAD* schaltet zwischen Einheit Grad (*DEG*) oder Radiant (*RAD*) für den Phasenwert des Markers bei den betreffenden Meßwertdiagrammen um.



Der Softkey *COUPLED MARKERS* koppelt bei der kombinierten Darstellung *REAL/IMAG PART* die den jeweiligen Meßkurven (Traces) zugeordneten Marker (und Deltamarker), die x-Position der jeweiligen Marker ist dann identisch. Dies ermöglicht eine der polaren Darstellung entsprechende komplexwertige Markerausgabe:

Marker 1 6.75 SYM [T1/3]  
 RE 0.895  
 IM 1.002

Werden mehrere Fenster dargestellt, so sind bei aktiver Funktion *COUPLED MARKERS* die Marker *in allen* Fenstern gekoppelt

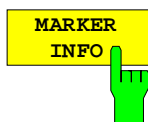






Der Softkey *ALL MARKER OFF* schaltet alle Marker inklusive des Referenzmarkers und der Deltamarker aus. Zusätzlich wird das Marker-Eingabefenster geschlossen.

Die Liste *MARKER INFO* wird bei *ALL MARKER OFF* automatisch mit abgeschaltet.



Der Softkey *MARKER INFO* bietet neben der Anzeige der Markerinformation im Markerfeld zusätzlich die Möglichkeit, die Anzeige mehrerer Marker innerhalb des Grids einzublenden. Im Bereich der rechten oberen Ecke des Grids werden die 2 Marker oder Deltamarker mit Markersymbol  $\nabla/\Delta$ , Markernummer (1, 2), Position und Meßwert (kann komplex sein) aufgelistet. Für die Angabe der Markerposition wird gegebenenfalls die Anzahl der dargestellten Zeichen begrenzt.

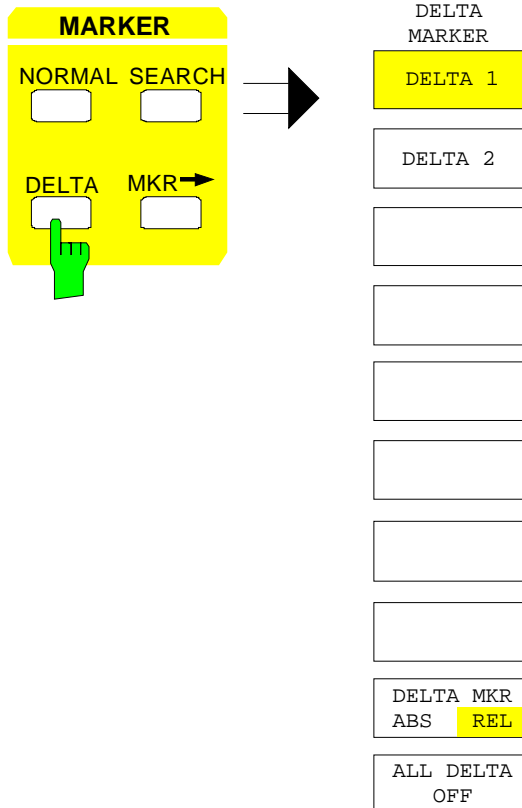
Stehen nicht genügend Zeilen für alle eingeschalteten Marker und Deltamarker zur Verfügung, werden zuerst die Marker, dann die Deltamarker in die Info-Liste eingetragen.

In der Darstellung *SPLIT SCREEN* teilt sich diese Liste in zwei Teillisten für die entsprechenden Meßfenster (*SCREEN A* und *SCREEN B*) auf.

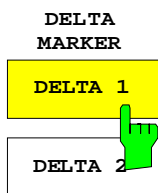
### 2.4.7.2 Deltamarker - Taste DELTA

Die Taste *DELTA* im MARKER-Tastenfeld ruft das Menü zur Auswahl der Deltamarker auf.

Menü: *MARKER DELTA*



Die Deltamarker sind immer auf den aktiven Referenzmarker bezogen. Wenn kein Marker eingeschaltet ist, wird mit dem Einschalten eines Deltamarkers automatisch der Marker 1 mit aktiviert. Die Deltamarker werden als nicht ausgefülltes Symbol  $\nabla$  dargestellt. Beim für die Eingabe aktiven Deltamarker wird das Symbol  $\blacktriangledown$  ausgefüllt.



Die Softkeys *DELTA 1* und *DELTA 2* schalten die Deltamarker 1 und 2 ein.

Die Bedienung der Deltamarker erfolgt analog zur Bedienung der Marker. Mit dem Einschalten eines Deltamarkers gelten alle Eingaben für diesen, der Hauptmarker muß erst wieder neu aktiviert werden, wenn seine Position verändert werden soll. Die angezeigten Differenzen beziehen sich in der Regel auf den aktuellen Referenzmarker.

Im Deltamarker-Feld erfolgt die Angabe der Deltamarker-Nummer, der Differenz-Zeit des Deltamarkers zum Referenzmarker und der Meßwertdifferenz (bei polarer Darstellung die Meßwertdifferenzen) zwischen aktiven Deltamarker und Referenzmarker.



Der Softkey *DELTA ABS REL* schaltet zwischen absoluter (*ABS*) und relativer Eingabe (*REL*) der Zeit des Deltamarkers um.

Grundeinstellung ist REL (Eingabe relativ zum Referenzmarker)



Der Softkey *ALL DELTA OFF* schaltet alle aktiven Deltamarker und die damit verknüpften Funktionen aus.

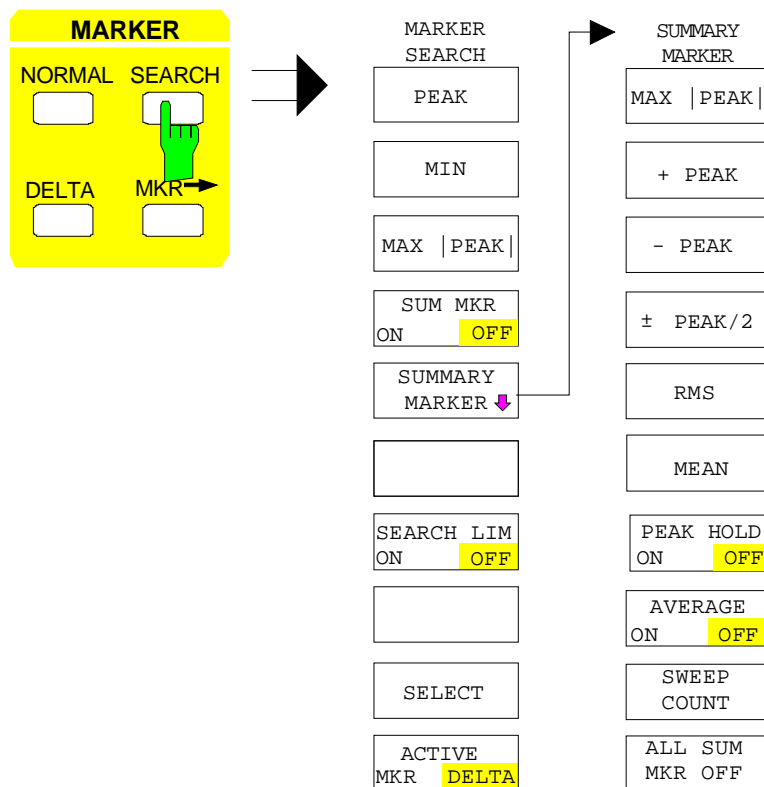
### 2.4.7.3 Die Suchfunktionen (Marker Search-Menü) - Taste SEARCH

Die mit Taste *SEARCH* aufgerufenen Menüs bieten Funktionen zur Peak/Min-Peak-Suche und universelle Markerfunktionen zur Gesamtauswertung von Meßkurven (SUMMARY MARKER). Die Suchfunktionen lassen sich sowohl für Marker als auch für Deltamarker nutzen.

**Hinweis:** Bei polaren Darstellungen bezieht sich Peak/Min-Peak auf die Vektorlänge (bezogen auf den Ursprung), in allen anderen Fällen auf die y-Auslenkung. Die Summary Marker sind bei polaren Darstellungen nicht einschaltbar bzw. werden nicht angezeigt.

Wird die Taste *SEARCH* gedrückt, während die Markereingabe aktiv ist, beziehen sich alle Suchfunktionen auf den aktuellen Referenzmarker. War die Eingabe eines Deltamarkers aktiv, werden die Funktionen auf den entsprechenden Deltamarker angewandt. Sollte noch kein Marker aktiv sein, wird automatisch Marker 1 eingeschaltet (mit Peak Search) und zum Referenzmarker erklärt. Die Suchfunktionen werden dann mit Marker 1 durchgeführt.

Menü: *MARKER SEARCH*

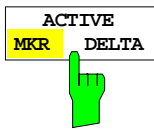


Der Suchbereich kann durch die Zeitlinien (TIME LINE 1/2) eingeschränkt werden (Softkey *SEARCH LIM ON/OFF*). Die Einschränkung des Suchbereichs gilt für alle Marker Search-Funktionen inklusive der *SUMMARY MARKER* sowie auch für die Fehlerberechnung bei *SYMB TABLE/ERRORS*.

Die Zeitlinien sind nur sichtbar bei Darstellungen über der Zeit, also nicht bei polaren Darstellungen und bei Darstellung von *SYMB TABLE/ERRORS*. Die Einschränkung des Suchbereichs gilt bei *SEARCH LIMITS ON* bei allen Darstellungen, unabhängig davon ob die Zeitlinien sichtbar sind oder nicht.

Die Funktionen im Menü *MARKER SEARCH* beziehen sich auf den derzeit für die Eingabe aktiven Marker bzw. Deltamarker. Mit dem Softkey *ACTIVE MKR DELTA* kann zwischen dem aktiven Marker und dem aktiven Deltamarker umgeschaltet werden.

Ist vor dem Drücken der Taste *SEARCH* kein Marker eingeschaltet, wird Marker 1 als Referenzmarker aktiviert (mit Peak Search).



Der Softkey *ACTIVE MKR / DELTA* schaltet zwischen dem aktiven Marker und dem aktiven Deltamarker um.

Ist der Bereich *DELTA* hinterlegt, werden die folgenden Search-Funktionen mit dem aktiven Deltamarker durchgeführt.

**Hinweis:** Das Umschalten zwischen Marker- und Deltamarkereingabe kann auch mit den Tasten *NORMAL* und *DELTA* durchgeführt werden.

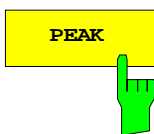


Der Softkey *SELECT MARKER* aktiviert eine Tabelle zur Auswahl der Marker bzw. Deltamarker.

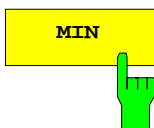


Der Softkey *MAX / PEAK* setzt den aktiven Marker bzw. Deltamarker auf den im Betrag größten dargestellten Wert (*PEAK* oder *MIN*) der zugehörigen Meßkurve.

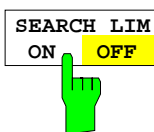
Die Funktion sucht z. B. den maximalen Phasenfehler eines Signals, der sowohl positiv als auch negativ sein kann.



Der Softkey *PEAK* setzt den aktiven Marker bzw. Deltamarker auf den größten dargestellten Wert der zugehörigen Meßkurve.



Der Softkey *MIN* setzt den Referenzmarker auf den kleinsten dargestellten Wert der zugehörigen Meßkurve.



Der Softkey *SEARCH LIMIT ON/OFF* schaltet zwischen eingeschränktem (*ON*) und nicht-eingeschränktem (*OFF*) Suchbereich um.

Für Peak- und Min-Search-Funktionen sowie für die Summary Marker kann der Suchbereich durch die Zeitlinien (*TIME LINE 1/2*) eingeschränkt werden.

Ist *SEARCH LIMIT ON*, wird nur zwischen den beiden Linien nach den entsprechenden Signalen gesucht.

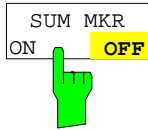
Ist nur eine Linie eingeschaltet, so gilt *TIME LINE 1* als untere Grenze (die obere Grenze ist dann die Stoppfrequenz), *TIME LINE 2* legt den oberen Grenzwert fest.

Ist keine Linie aktiv, werden die Linien 1 und 2 automatisch eingeschaltet und auf 20 % und 80 % des Grids positioniert.

Beim Ausschalten der Funktion bleiben die Linien eingeschaltet. Die Grundeinstellung ist *SEARCH LIMIT = OFF*.

### 2.4.7.3.1 Die Übersichtsmarker

Menü: *MARKER SEARCH*



Der Softkey *SUM MKR ON/OFF* schaltet die Anzeige der Summary Marker-Meßwerte im Marker-Infofeld ein- und aus. Die Meßwerte werden (bei *AVG/HOLD OFF*) nach jedem Sweepende aktualisiert.

Falls eine Meßkurve in Betriebsart *AVERAGE*, *MAX HOLD* oder *MIN HOLD* ist, können die *SUMMARY MARKER* für diese Meßkurve nicht eingeschaltet werden. Umgekehrt werden die Summary Marker bei Aktivieren einer der *TRACE*-Funktionen: *AVERAGE*, *MAX HOLD* oder *MIN HOLD* abgeschaltet (nur bei gleichem Trace).

Mit Hilfe der Funktion *HOLD ON/OFF* bzw. *AVERAGE ON/OFF* können für alle Summary Marker bei Sweep Count > 0 die Maximalwerte gehalten sowie die Mittelwerte angezeigt werden.

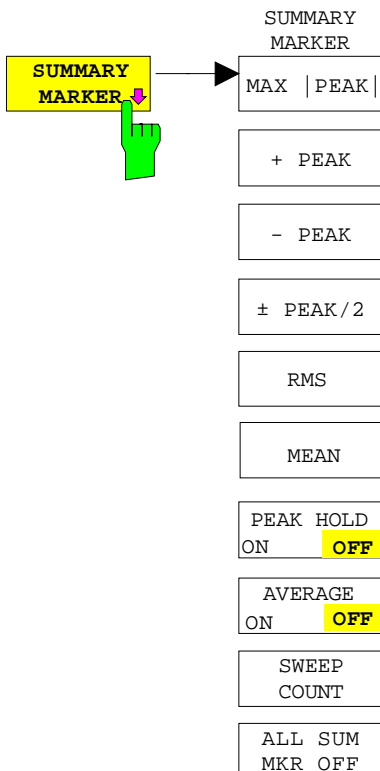
Beispiel:

Marker Info-Feld bei :

Summary Marker: + Peak und MEAN eingeschaltet, *PEAK HOLD ON* und *AVERAGE ON*:

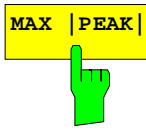
▼1	63. sym
MAGN CAP	2.40 Watt
+PEAK HOLD	2.55 Watt
+PEAK AV	2.39 Watt
MEAN HOLD	2.33 Watt
MEAN AV	2.29 Watt

Mit der Funktion *SEARCH LIMITS ON* und den Zeitlinien (*TIME LINE1,2*) kann der Auswertebereich eingeschränkt werden.



Der Softkey *SUMMARY MARKER* ruft das Untermenü zur Auswahl der Übersichtsmessungen auf.

Die Meßwerte werden bei jedem Sweep aktualisiert. (Bei Einstellung *SYMB TABLE/ERRORS* erfolgt keine Anzeige des Marker-Infofelds!)



Der Softkey *MAX |PEAK|* wählt die Messung des im Betrag größeren der beiden Spitzenwerte *+PEAK* und *-PEAK* pro Sweep.

Der Suchbereich kann mit der Funktion *SEARCH LIMITS ON* eingeschränkt werden.

Bei Maximalwertbildung wird der seit der Aktivierung von *PEAK HOLD ON* bisher im Betrag größte Spitzenwert angezeigt.

Bei *AVERAGE ON* werden die im Betrag größten Spitzenwerte gemittelt und angezeigt.



Der Softkey *+ PEAK* wählt die Messung des positiven Spitzenwertes pro Sweep.

Der Suchbereich kann mit der Funktion *SEARCH LIMITS ON* eingeschränkt werden.

Bei Maximalwertbildung wird der seit der Aktivierung von *PEAK HOLD ON* bisher größte positive Spitzenwert angezeigt.

Bei *AVERAGE ON* werden die positiven Spitzenwerte gemittelt und angezeigt.

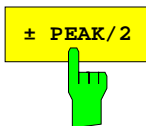


Der Softkey *- PEAK* wählt die Messung des negativen Spitzenwertes pro Sweep.

Der Suchbereich kann mit der Funktion *SEARCH LIMITS ON* eingeschränkt werden.

Bei Maximalwertbildung wird der seit der Aktivierung von *PEAK HOLD ON* bisher größte negative Spitzenwert angezeigt.

Bei *AVERAGE ON* werden die negativen Spitzenwerte gemittelt und angezeigt.

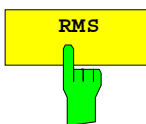


Der Softkey *±PEAK/2* wählt die Messung der arithmetischen Mittelwerte der Beträge des positiven und negativen Spitzenwertes pro Sweep.

Der Suchbereich kann mit der Funktion *SEARCH LIMITS ON* eingeschränkt werden.

Bei Maximalwertbildung wird der seit der Aktivierung von *PEAK HOLD ON* bisher größte arithmetische Mittelwert angezeigt.

Bei *AVERAGE ON* werden die arithmetischen Mittelwerte der Beträge des positiven und negativen Spitzenwertes (über der Zeit) gemittelt und angezeigt.

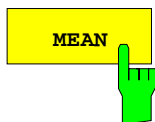


Der Softkey *RMS* wählt die Messung des Effektivwertes des Signals pro Sweep.

Der Suchbereich kann mit der Funktion *SEARCH LIMITS ON* eingeschränkt werden.

Bei Maximalwertbildung wird der seit der Aktivierung von *PEAK HOLD ON* bisher größte Effektivwert angezeigt.

Bei *AVERAGE ON* werden die Effektivwerte über der Zeit gemittelt und angezeigt.



Der Softkey *MEAN* wählt die Messung des Mittelwertes des Signals pro Sweep.

Damit kann beispielsweise die mittlere Trägerleistung (Mean Power) während eines GSM-Bursts gemessen werden (bei Anzeige von *MAGNITUDE CAP BUFFER*).

Bei Maximalwertbildung wird der seit der Aktivierung von *PEAK HOLD ON* bisher größte Mittelwert angezeigt.

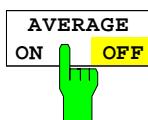
Bei *AVERAGE ON* werden die Mittelwerte einer Meßkurve über mehrere Sweepabläufe gemittelt und angezeigt.



Der Softkey *PEAK HOLD ON/OFF* schaltet die Maximalwertbildung ein- und aus.

Bei allen aktiven Übersichtsmarkern werden die Anzeigen nach jedem Sweep nur aktualisiert, wenn größere Werte aufgetreten sind.

Ein Rücksetzen der Meßwerte ist durch Aus- und Wiedereinschalten des Softkeys *PEAK HOLD ON / OFF* möglich.



Der Softkey *AVERAGE ON/OFF* schaltet die Mittelwertbildung der Übersichtsmarker ein- und aus.

Ein Rücksetzen der Meßwerte ist durch Aus- und Wiedereinschalten des Softkeys *AVERAGE HOLD ON / OFF* möglich.



Der Softkey *SWEEP COUNT* aktiviert in der Betriebsart *SINGLE SWEEP* die Eingabe der Anzahl der Sweeps.

Der zulässige Wertebereich ist 0 bis 32767.

Bei *AVERAGE ON*:

Wenn eine Mittelung der Meßwerte eingestellt ist, bestimmt *SWEEP COUNT* auch die Anzahl der zur Mittelung herangezogenen Messungen.

*SWEEP COUNT* = 0      10 Meßwerte werden für eine gleitende Mittelung herangezogen.

*SWEEP COUNT* = 1      Es findet keine Mittelung statt.

*SWEEP COUNT* > 1      Es findet eine Mittelung über die eingestellte Anzahl der Meßwerte statt.

In der Betriebsart *CONTINOUS SWEEP* erfolgt die Mittelwertbildung bis zum Erreichen der unter *SWEEP COUNT* eingestellten Anzahl von Sweeps und geht dann in eine gleitende Mittelwertbildung über.

Die Maximalwertbildung erfolgt unabhängig von der Eingabe unter *SWEEP COUNT* endlos.

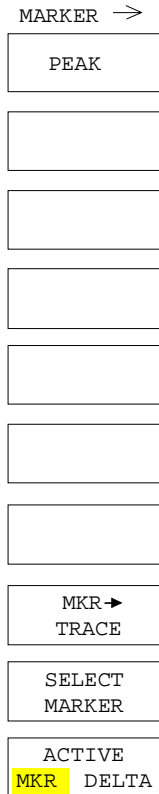
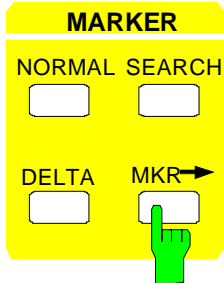
**Hinweis:** Diese Einstellung ist äquivalent zu den Einstellungen in den Menüs *TRACE* und *SWEEP-SWEEP*



Der Softkey *ALL SUM MKR OFF* schaltet alle Übersichtsmarker ab.

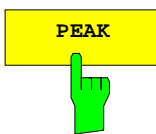
### 2.4.7.4 Verändern von Geräteeinstellungen mit Markern - Taste MKR →

Menü: *MARKER MKR* →



Die Taste *MKR* -> aktiviert das Menü mit Funktionen, mit denen Geräteparameter mit Hilfe des gerade aktiven Markers verändert werden können. Genau wie im Menü *SEARCH* können die Funktionen auch auf die Deltamarker angewandt werden.

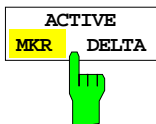
Die Auswahl zwischen Marker und Deltamarker richtet sich nach der gerade aktiven Frequenzeingabe für Marker bzw. Deltamarker. Ist keine Eingabe aktiviert, wird der Marker mit der kleinsten Nummer als Referenzmarker aktiviert.



Die Softkey *PEAK* ist zur Vereinfachung der Bedienung auch im Menü *Marker* → enthalten.



Der Softkey *MKR* → *TRACE* öffnet ein Fenster, mit dem der Marker auf eine neue Meßkurve umgesetzt werden kann. Im Fenster erscheinen nur die Meßkurven (Traces), die zur Auswahl zur Verfügung stehen.



Der Softkeys *ACTIVE MKR / DELTA* schaltet zwischen dem aktiven Marker und dem aktiven Deltamarker um.

Ist der Bereich *DELTA* hinterlegt, werden die folgenden Markerfunktionen mit dem aktiven Deltamarker durchgeführt.

**Hinweis:** Das Umschalten zwischen Marker- und Deltamarker-Eingabe kann auch mit den Tasten *NORMAL* und *DELTA* durchgeführt werden.



## 2.4.8 Einstellen der Auswerte- und Grenzwertlinien – Tastenfeld *LINES*

### 2.4.8.1 Auswertelinien – Taste *D LINES*

Auswertelinien sind Hilfsmittel, die – ähnlich wie Marker – die Auswertung einer Meßkurve erleichtern. Die Funktion einer Auswertelinie ist mit der eines Lineals vergleichbar, das zum Abmessen von Absolutwerten und Differenzen auf der Meßkurve verschoben werden kann. Zusätzlich können Auswertelinien zur Einschränkung des Suchbereich bei Markerfunktionen verwendet werden.

Der FSE bietet vier verschiedene Typen von Auswertelinien an:

- zwei horizontale Pegellinien zum Markieren von Meßwerten oder zum Festlegen von Meßwertsuchbereichen - Display Line 1/2,
- zwei vertikale Zeitlinien zum Kennzeichnen von Zeiten oder zum Festlegen von Zeitsuchbereichen – Time Line 1/2,
- eine Schwellenlinie, die die Schwelle zum Beispiel bei der Suche von Maximalwerten (Peak Search) festlegt – Threshold Line
- eine Referenzlinie

Jede Linie wird am rechten Diagrammrand zur leichteren Unterscheidbarkeit mit folgenden Abkürzungen gekennzeichnet:

D1	Display Line 1	D2	Display Line 2
T1	Time Line 1	T2	Time Line 2
TH	Threshold Line	REF	Reference Line

Die Pegellinien, die Schwellenlinie und die Referenzlinie verlaufen als durchgezogene Linien horizontal über die gesamte Breite eines Diagramms und können in y-Richtung verschoben werden. Die Zeitlinien verlaufen als durchgezogene Linien vertikal über die gesamte Höhe des Diagramms und können in x-Richtung verschoben werden.

Beim Betrieb mit zwei Meßfenstern (Split Screen-Modus) sind die Auswertelinien in beiden Fenstern unabhängig voneinander verfügbar. Die Linien können im aktiven Fenster eingeschaltet bzw. verschoben werden. Eingegebene Linien bleiben aber auch im nicht aktiven Meßfenster erhalten.

**Hinweis:** Die Softkeys zum Einstellen und Ein-/Ausschalten der Auswertelinien wirken wie Dreifachschalter:

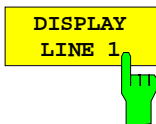
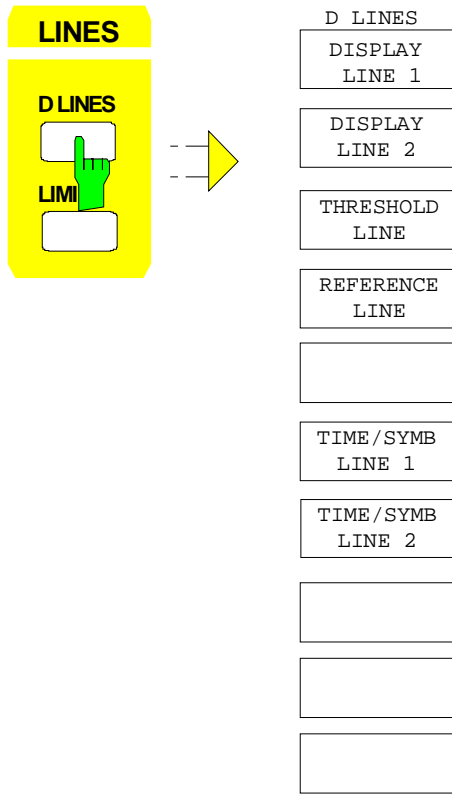
*Ausgangssituation: Die Linie ist ausgeschaltet (grau hinterlegter Softkey)*

1. Drücken: Die Linie wird eingeschaltet (Softkey wird rot hinterlegt) und die Dateneingabe aktiviert. Die Position der Auswertelinie kann durch den Drehknopf, die Step-Tasten oder durch direkte numerische Eingabe in das Eingabefeld eingestellt werden. Beim Aufruf einer beliebigen anderen Funktion wird die Dateneingabe deaktiviert. Die Linie bleibt jedoch eingeschaltet (grün hinterlegter Softkey).
2. Drücken. Die Auswertelinie wird ausgeschaltet (grau hinterlegter Softkey).

*Ausgangssituation: Linie eingeschaltet (grün hinterlegter Softkey)*

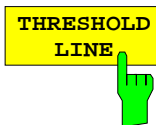
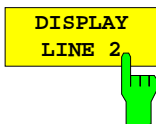
1. Drücken: Die Dateneingabe wird aktiviert (Softkey wird rot hinterlegt). Die Position der Auswertelinie kann durch den Drehknopf, die Step-Tasten oder durch direkte numerische Eingabe in das Eingabefeld eingestellt werden. Beim Aufruf einer beliebigen anderen Funktion wird die Dateneingabe deaktiviert. Die Linie bleibt jedoch eingeschaltet (grün hinterlegter Softkey).
2. Drücken. Die Auswertelinie wird ausgeschaltet (grau hinterlegter Softkey).

Menü: *LINES-D-LINES*



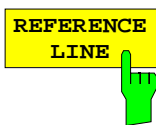
Die Softkeys *DISPLAY LINE 1/2* schaltet die Pegellinien ein bzw. aus und aktiviert die Eingabe der Position der Linien.

Die Pegellinien markieren den gewählten Pegel im Meßfenster.

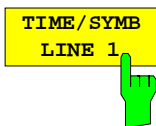


Der Softkey *THRESHOLD LINE* schaltet die Schwellenlinie ein bzw. aus und aktiviert die Eingabe der Position der Linie.

Die Schwellenlinie ist eine Pegellinie, die einen Schwellenwert definiert. Dieser Schwellenwert dient bei Markerfunktionen (*MAX PEAK*, *MIN PEAK*, *NEXT PEAK* etc.) als untere Grenze der Maxima- bzw. Minima-Suche.

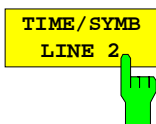


Der Softkey *REFERENCE LINE* schaltet die Referenz-Line ein bzw. aus und aktiviert die Eingabe der Position der Linie .



Die Softkeys *TIME/SYMB LINE 1/2* schalten die Zeitlinien 1/2 ein bzw. aus und aktivieren die Eingabe der Position der Linien.

Die Zeitlinien markieren die gewählten Zeiten oder legen Suchbereiche fest (siehe Abschnitt "Markerfunktionen").



### 2.4.8.2 Grenzwertlinien – Taste *LIMITS*

Grenzwertlinien werden verwendet, um am Bildschirm Pegelverläufe oder Fehlergrenzen zu markieren, die nicht unter- bzw. überschritten werden dürfen. Sie kennzeichnen z. B. die Obergrenzen von Modulationsfehlern, die für ein Meßobjekt zulässig sind. Bei der Nachrichtenübertragung im TDMA-Verfahren (z.B. GSM) müssen die Bursts eines Zeitschlitzes einen vorgeschriebenen Pegelverlauf einhalten. Dieser ist durch einen Toleranzschlauch vorgegeben. Der untere und der obere Grenzwert kann durch je eine Grenzwertlinie vorgegeben werden. Der Pegelverlauf kann damit entweder visuell oder durch automatische Prüfung auf Unter- bzw. Überschreitung (Go-/Nogo-Test) kontrolliert werden.

Im FSE können bis zu 300 Grenzwertlinien mit je maximal 50 Stützpunkten definiert werden. Für eine Grenzwertlinie sind folgende Eigenschaften anzugeben:

- Der Name der Grenzwertlinie. Unter dem Namen wird die Grenzwertlinie abgespeichert und ist in der Tabelle *LIMIT LINES* wieder auffindbar.
- Der Bezug der Stützwerte zur X-Achse. Die Grenzwertlinie kann für Zeiteinheiten oder Symbole spezifiziert werden. Die Zeiteinheiten können als absolute Zeit oder als Zeiten relativ zur eingestellten Bezugszeit eingegeben werden. Die Symbole können als absolute Symbole oder als Symbole relativ zum eingestellten Bezugssymbol eingegeben werden
- Der Bezug der Stützwerte zur Y-Achse. Die Grenzwertlinie kann entweder für absolute Pegel oder Spannungen bzw. Fehler oder relativ zum eingestellten Maximalpegel (Ref Lvl) gewählt werden. Bei eingeschalteter Referenzlinie dient diese bei relativer Einstellung als Bezug.
- Die Art der Grenzwertlinie, oberer oder unterer Grenzwert. Mit dieser Definition und eingeschalteter Grenzwertüberprüfung (Softkey *LIMIT CHECK*) überprüft der FSE die Einhaltung des Grenzwertes.
- Die Einheit, bei der der Grenzwert verwendet werden soll. Bei Verwendung des Grenzwertes muß diese Einheit mit der Einheit der Vertikalachse des aktiven Meßfensters kompatibel sein.
- Die Meßkurve (Trace), der die Grenzwertlinie zugeordnet ist. Damit weiß der FSE bei gleichzeitiger Darstellung mehrerer Meßkurven, mit welcher der Grenzwert zu vergleichen ist.
- Für jede Grenzwertlinie kann ein Sicherheitsabstand (Margin) definiert werden, der dann bei automatischer Überprüfung als Schwelle dient.
- Zusätzlich kann zu jeder Grenzwertlinie ein Kommentar eingegeben werden, um z. B. die Verwendung zu beschreiben.

Im Menü *LINES-LIMITS* können in der Tabelle *LIMIT LINES* die kompatiblen Grenzwertlinien eingeschaltet werden. Das Anzeigefeld *SELECTED LIMIT LINE* informiert über die Eigenschaften der markierten Grenzwertlinie. Neue Grenzwertlinien können in den Untermenüs *EDIT LIMIT LINE* und *NEW LIMIT LINE* erzeugt und editiert werden.

Menü *LINES-LIMIT*

**SELECTED LIMIT LINE**

Name: GSM22UP      Limit: LOWER  
 Domain: TIME      X-Axis: LOG  
 Unit: dB      X-Scaling: ABSOLUTE  
 Comment: Line 1      Y-Scaling: RELATIVE

NAME	COMPATIBLE	LIMIT CHECK	TRACE	MARGIN
✓ GSM22UP	✓	off	1	0 dB
✓ GSM22LO	✓	on	1	0 dB

Press ENTER to activate / deactivate Limit Line

### 2.4.8.2.1 Auswahl von Grenzwertlinien

Die Tabelle *SELECTED LIMIT LINES* informiert über die Eigenschaften der markierten Grenzwertlinie:

<i>Name</i>	Name
<i>Domain</i>	Darstellungsbereich (Zeit oder Symbole)
<i>Unit</i>	vertikale Einheit
<i>Comment</i>	Kommentar
<i>Limit</i>	Oberer/unterer Grenzwert
<i>X-Axis</i>	Lineare oder logarithmische Interpolation
<i>X-Scaling</i>	Absolute oder relative Zeiten bzw. Symbole
<i>Y-Scaling</i>	Absolute oder relative Y-Einheiten

Die Eigenschaften der Grenzwertlinie werden im Untermenü *EDIT LIMIT LINE (=NEW LIMIT LINE)* festgelegt.



Der Softkey *SELECT LIMIT LINE* aktiviert die Tabelle *LIMIT LINES*, der Auswahlbalken springt ins oberste Namensfeld der Tabelle.

Die Spalten der Tabelle enthalten folgende Informationen:

<i>Name</i>	Einschalten der Grenzwertlinie.
<i>Compatible</i>	Anzeige, ob die Grenzwertlinie kompatibel zum gerade aktiven Meßfenster ist.
<i>Limit Check</i>	Aktivieren der automatischen Prüfung auf Über-/Unterschreitung des Grenzwertes.
<i>Trace</i>	Auswahl der Meßkurve, der die Grenzwertlinie zugeordnet ist.
<i>Margin</i>	Einstellen eines Sicherheitsabstands.

### **Name und Compatible - Einschalten der Grenzwertlinie**

Maximal können 8 Grenzwertlinien gleichzeitig eingeschaltet werden. Ein Häkchen am linken Rand einer Zeile zeigt an, daß die Grenzwertlinie eingeschaltet ist.

Eine Grenzwertlinie läßt sich nur einschalten, wenn sie in der Spalte *Compatible* mit einem Häkchen gekennzeichnet ist, d.h., wenn die Vertikaleinheit **identisch** mit der Darstellung im aktiven Meßfenster sind.

Linien mit der Einheit dB passen zu allen dB(..)-Einstellungen der Y-Achse. Ist die einer Linie zugeordnete Meßkurve (Trace) nicht eingeschaltet, erscheint die Linie in dem Fenster, in dem der Trace erscheinen würde.

Beispiel:

In Split Screen-Darstellung ist der Trace 2 dem Meßfenster B zugeordnet. Eine den Trace 2 zugeordnete Linie erscheint immer im Meßfenster B.

Bei Änderung der Einheit der Y-Achse werden nicht kompatible Grenzwertlinien automatisch ausgeschaltet, um Fehlinterpretationen zu vermeiden. Sie müssen nach Zurückschalten auf die ursprünglichen Bildschirmdarstellung neu eingeschaltet werden.

### **Limit Check - Aktivieren der automatischen Prüfung auf Über-/Unterschreitung des Grenzwertes**

Bei *LIMIT CHECK ON* erfolgt ein Go/Nogo-Test. In der Mitte des Diagramms erscheint ein Anzeigefeld, das das Ergebnis der Überprüfung anzeigt:

LIMIT CHECK: PASSED keine Über- oder Unterschreitung der aktiven Grenzwertlinien

LIMIT CHECK: FAILED eine oder mehrere aktive Grenzwertlinien wurden über- oder unterschritten .  
Unter der Meldung sind diejenigen Grenzwertlinien namentlich aufgelistet, die unter- bzw. überschritten wurden oder deren Sicherheitsabstand unter- bzw. überschritten wurde.

LIMIT CHECK: MARGIN der Sicherheitsabstand mindestens einer aktiven Grenzwertlinie wurde über- bzw. unterschritten, jedoch keine Grenzwertlinie.  
Unter der Meldung sind diejenigen Grenzwertlinien namentlich aufgelistet, deren Sicherheitsabstand unter- bzw. überschritten wurde.

Beispiel für 2 aktive Grenzwertlinien:

```
LIMIT CHECK: FAILED
LINE VHF_MASK: Failed
LINE UHF2MASK: Margin
```

Eine Prüfung auf Über-/Unterschreiten erfolgt nur, wenn die der Grenzwertlinie zugeordnete Meßkurve (Trace) eingeschaltet ist.

Steht bei allen aktiven Grenzwertlinien *LIM CHECK* auf *OFF*, erfolgt keine Grenzwertüberprüfung und das Anzeigefeld wird nicht eingeblendet.

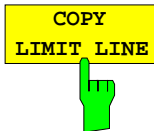
### **Trace - Auswahl der Meßkurve, der die Grenzwertlinie zugeordnet ist**

Die Auswahl der Meßkurve erfolgt in einem Eingabefenster. Zulässig sind Zahleneingaben 1, 2, 3, oder 4. Die Grundeinstellung ist Trace 1.

Ist die selektierte Grenzwertlinie nicht kompatibel zur zugewiesenen Meßkurve, wird die Grenzwertlinie ausgeschaltet (Anzeige und Limit Check).

### Margin - Einstellen eines Sicherheitsabstands

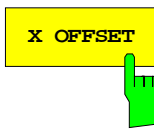
Der Sicherheitsabstand ist definiert als Pegelabstand zur Grenzwertlinie. Wenn die Linie als oberer Grenzwert definiert ist, bedeutet ein positiver Sicherheitsabstand, daß dieser unterhalb des Grenzwertes liegt, ein negativer, daß er oberhalb des Grenzwertes liegt. Wenn die Linie als unterer Grenzwert definiert ist, bedeutet der Sicherheitsabstand, daß er oberhalb des Grenzwertes liegt. Die Grundeinstellung ist 0 dB, d.h. kein Sicherheitsabstand.



Der Softkey *COPY LIMIT LINE* kopiert den Datensatz der markierten Grenzwertlinie und speichert ihn unter einem neuen Namen ab. Damit kann aus einer existierenden Grenzwertlinie durch Parallelverschiebung oder Editieren sehr einfach eine neue erzeugt werden. Der Name kann selbst gewählt und in einem Eingabefenster eingegeben werden (max. 8 Zeichen).



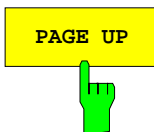
Der Softkey *DELETE LIMIT LINE* löscht die markierte Grenzwertlinie. Vor dem Löschen erscheint eine Sicherheitsabfrage.



Der Softkey *X OFFSET* aktiviert die Eingabe des Wertes, um den eine Grenzwertlinie verschoben wird, deren Werte für die X-Achse als relativ deklariert sind.



Der Softkey *Y OFFSET* aktiviert die Eingabe des Wertes, um den eine Grenzwertlinie verschoben wird, deren Werte für die Y-Achse (Pegel oder lineare Einheiten wie Volt) als relativ deklariert sind.



Die Softkeys *PAGE UP/PAGE DOWN* blättern die Grenzwertlinien-Tabelle eine Seite weiter bzw. zurück.



### 2.4.8.2.2 Neueingabe und Editieren von Grenzwertlinien

Eine Grenzwertlinie ist gekennzeichnet durch

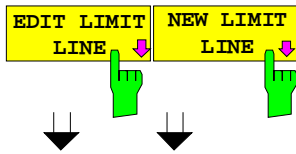
- den Namen
- die Einheit der Zeitwerte
- die vertikale Einheit
- die lineare oder logarithmische Interpolation
- die Skalierung in absoluten oder relativen Zeiten
- die vertikale Skalierung
- die Zuweisung, ob die Grenzwertlinie oberer (upper) oder unterer (lower) Grenzwert ist.
- die Stützwerte mit Zeit- und Pegel bzw. Modulationsmeßwerten.

Bereits bei der Eingabe überprüft der FSE Grenzwertlinien nach bestimmten Regeln, die für einen ordnungsgemäßen Betrieb eingehalten werden müssen:

- Die Zeiten für die Stützwerte sind in aufsteigender Reihenfolge einzugeben, es können aber auch auf einer Zeit zwei Stützwerte definiert werden (senkrechtes Teilstück einer Grenzwertlinie).

Die Stützwerte werden in aufsteigender Zeitreihenfolge verbunden. Unterbrechungen sind nicht möglich. Sind Unterbrechungen gewünscht, müssen zwei getrennte Grenzwertlinien definiert und beide eingeschaltet werden.

- Die eingegebenen Zeiten müssen nicht am FSE einstellbar sein, die Grenzwertlinie kann auch den Zeitdarstellungsbereich überschreiten. Es können auch negative Zeiten eingegeben werden, der mögliche Bereich ist -1000 s bis + 1000s.
- Der minimale bzw. maximale Wert für den Grenzwert ist -200 dB bzw. 200 dB bei logarithmischer Pegelskalierung oder  $10^{-20}$  bis  $10^{+20}$  oder -99.9% bis + 999.9% bei linearer Pegelskalierung.



Die Softkeys *EDIT LIMIT LINE* und *NEW LIMIT LINE* rufen beide das Untermenü *EDIT LIMIT LINE* zum Editieren der Grenzwertlinien auf. Im Kopfbereich der Tabelle können die Eigenschaften der Grenzwertlinie eingegeben werden, in den Spalten die Stützpunkte mit Zeit- und Pegelwerten.

<i>Name</i>	Eingabe des Namens
<i>x-Unit</i>	Auswahl der Einheit
<i>y-Unit</i>	Auswahl der vertikalen Einheit
<i>X-Axis</i>	Auswahl der Interpolation
<i>X-Scaling</i>	Eingabe von absoluten oder relativen Werten für die X-Achse
<i>Y-Scaling</i>	Eingabe von absoluten oder relativen Werten für die Y-Achse
<i>Limit</i>	Auswahl oberer/unterer Grenzwert
<i>Comment</i>	Eingabe eines Kommentars
<i>Time</i>	Eingabe der Zeit der Stützpunkte
<i>Limit/dB(..)</i>	Eingabe des Pegels der Stützpunkte

EDIT LIMIT LINE TABLE

Name: GSM\_MNM

x-Unit: s

y-Unit: dB

x-Axis: LOG

x-Scaling: RELATIVE

y-Scaling: RELATIVE

Limit: LOWER

Comment: GSM\_PWR VS TIME. VSA MODE

Time	LIMIT/dB
-271.380 us	-100 0000
-271.380 us	-1 000
271.380 us	-1 000
271.380 us	-100 0000

Press ENTER to edit field.

EDIT LIMIT LINE

NAME

VALUES

INSERT LINE

DELETE LINE

SHIFT X LIMIT LINE

SHIFT Y LIMIT LINE

SAVE LIMIT LINE

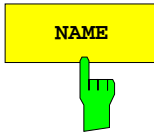
PAGE UP

PAGE DOWN

↑

USER





Der Softkey *NAME* aktiviert die Eingabe der Eigenschaften im Kopffeld der Tabelle.

#### **Name - Eingabe des Namens**

Für den Namen sind maximal 8 Zeichen zulässig, die den Konventionen für MS-DOS-Dateinamen entsprechen müssen. Das Gerät speichert automatisch alle Grenzwertlinien mit der Erweiterung .LIM ab.

#### **x-Unit - Auswahl der Einheit (TIME)**

In Betriebsart Vektoranalyse ist nur Zeitbereichsdarstellung möglich. Es kann zwischen den Einheiten Sekunden (s) oder Symbolen (Symb) gewählt werden.

#### **y-Unit - Auswahl der vertikalen Einheit der Grenzwertlinie (LIMIT)**

Die Auswahl der Einheit erfolgt in einer Auswahlbox. Die Grundeinstellung ist dBm.

#### **X-Axis - Auswahl der Interpolation**

Zwischen den Frequenz-Stützwerten der Tabelle kann eine lineare oder logarithmische Interpolation durchgeführt werden. Die Auswahl erfolgt mit der ENTER-Tasten, die wird zwischen LIN und LOG umschaltet (Toggle-Funktion).

#### **Scaling - Wahl der Skalierung (absolut oder relativ)**

Die Grenzwertlinie kann entweder in absoluten oder in relativen Einheiten skaliert werden. Das Umschalten zwischen *ABSOLUTE* und *RELATIVE* erfolgt mit einer der Einheitentasten, der Cursor muß dabei auf der Zeile *X-Scaling* oder *Y-Scaling* stehen

<i>X-Scaling ABSOLUTE</i>	Die Zeiten werden als absolute physikalische Einheiten interpretiert.
<i>X-Scaling RELATIVE</i>	Die Zeiten werden in der Stützwerttabelle auf die aktuell eingestellte linke Diagrammgrenze bezogen.
<i>Y-Scaling ABSOLUTE</i>	Die Grenzwerte beziehen sich auf absolute Pegel oder Spannungen oder Modulationsmeßwerte.
<i>Y-Scaling RELATIVE</i>	Die Grenzwerte beziehen sich auf den Referenzpegel (Ref Level) oder, wenn eine Referenzlinie eingestellt ist, auf die Referenzlinie. Grenzwerte mit den Einheiten dB oder % sind immer relativ.

Die Skalierung *RELATIVE* ist immer zu empfehlen, wenn Masken für Bursts definiert werden.

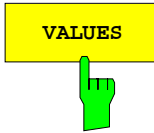
Um die Maske im Zeitbereich in die Bildmitte zu schieben, kann ein X-Offset mit der halben Sweepzeit eingegeben werden.

#### **Limit - Auswahl des oberen/unteren Grenzwerts**

Die Grenzwertlinie kann als oberer (*UPPER*) oder unterer (*LOWER*) Grenzwert definiert werden.

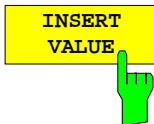
**Comment - Eingabe eines Kommentars**

Der Kommentar ist frei wählbar. Er darf maximal 40 Zeichen betragen.

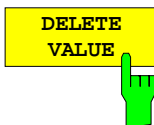


Der Softkey *VALUES* aktiviert die Eingabe der Stützwerte in den Tabellenspalten *Time* und *Limit/ dB*.

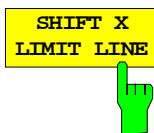
Die gewünschten Stützwerte können in aufsteigender Zeitreihenfolge (zwei gleiche Zeiten sind zulässig) eingegeben werden.



Der Softkey *INSERT VALUE* schafft oberhalb des Stützwertes an der Cursorposition eine freie Zeile, in die ein neuer Stützwert eingefügt werden kann. Bei der Eingabe ist jedoch auf die aufsteigende Zeitreihenfolge zu achten.



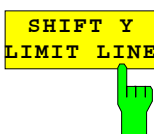
Softkey *DELETE VALUE* löscht den Stützwert (ganze Zeile) an der Cursorposition. Die folgenden Stützwerte rücken nach.



Softkey *SHIFT X LIMIT LINE* ruft ein Eingabefeld auf, in dem die komplette Grenzwertlinie in horizontaler Richtung parallel verschoben werden kann.

Die Verschiebung erfolgt entsprechend der Horizontalskalierung in ns,  $\mu$ s, ms oder s.

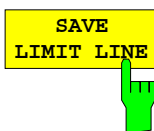
Damit kann sehr einfach eine zu einer bestehenden Grenzwertlinie horizontal parallel verschobene erzeugt und unter einem anderen Namen (Softkey *NAME*) abgespeichert werden (Softkey *SAVE LIMIT LINE*).



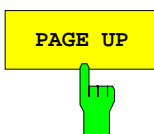
Softkey *SHIFT Y LIMIT LINE* ruft ein Eingabefeld auf, in dem die komplette Grenzwertlinie in vertikaler Richtung parallel verschoben werden kann.

Die Verschiebung erfolgt entsprechend der Vertikalskalierung bei logarithmischen Einheiten relativ in dB und bei linearen Pegelheiten als Faktor.

Damit kann sehr einfach eine zu einer bestehenden Grenzwertlinie vertikal parallel verschobene erzeugt und unter einem anderen Namen (Softkey *NAME*) abgespeichert werden (Softkey *SAVE LIMIT LINE*).



Softkey *SAVE LIMIT LINE* speichert die aktuell editierte Grenzwertlinie ab. Der Name kann in einem Eingabefenster eingegeben werden (max. 8 Zeichen)



Softkey *PAGE UP* blättert in der Stützwerttabelle eine Seite weiter

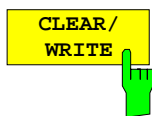
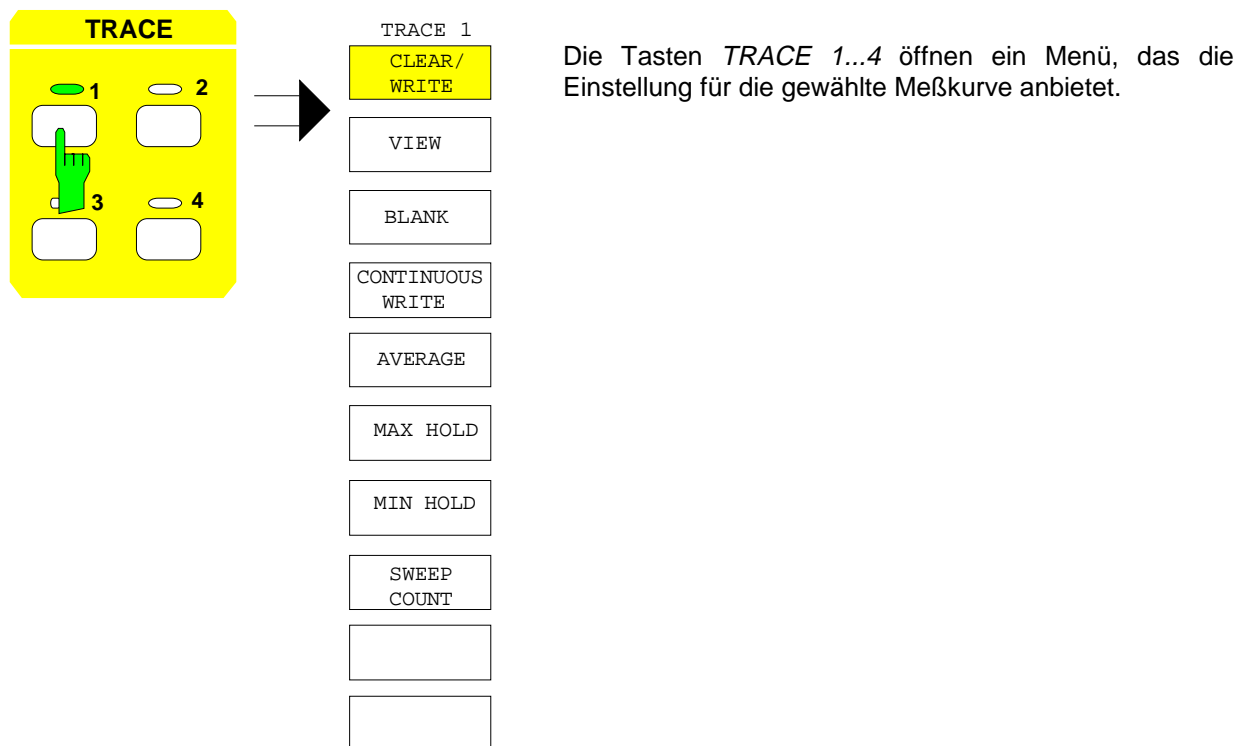


Softkey *PAGE DOWN* blättert in der Stützwerttabelle eine Seite zurück.

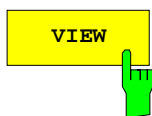
### 2.4.9 Auswahl und Einstellung der der Meßkurven - Tastengruppe TRACE

Die Funktionalität der Tasten TRACE 1...4 in der Betriebsart Vektor-Signalanalyse ist weitgehend identisch mit der Funktion in der Betriebsart ANALYZER, sofern Meßkurven am Bildschirm dargestellt werden. Wenn numerische Meßwerte oder Tabellen (z.B. *SYMBOL TABLE*) dargestellt werden, so ist deren Darstellung ebenfalls mit einem Trace verknüpft (einige der Trace Funktionen stehen dann nicht zur Verfügung).

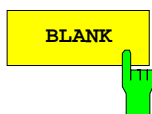
**Beispiel:** In der Darstellung *SYMB TABLE / ERRORS* bezieht sich die Symboltabelle auf Trace 1 und die Fehlertabelle auf Trace 2. (Nicht bei *SPLIT SCREEN*!)



Der Softkey *CLEAR/WRITE* stellt bei jeder Messung eine neue Meßkurve (Trace) dar oder gibt einen Meßwert aus. Meßwerte aus vorhergegangenen Messungen werden gelöscht.



Der Softkey *VIEW* friert den momentanen Inhalt der Trace-Speichers ein und zeigt ihn an. Wenn anschließend die Geräteeinstellung geändert wird, ändert sich die angezeigte Meßkurve nicht. Die Meßdaten sind dann ungültig bezogen auf die aktuelle Einstellung. Dies wird durch das Enhancement Label "\*" am rechten Gridrand gekennzeichnet.

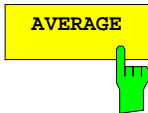


Der Softkey *BLANK* blendet die Meßkurve oder die Meßwerte am Bildschirm aus. Sie bleiben jedoch intern weiter gespeichert, so daß sie mit *VIEW* wieder anzeigt werden können. Die mit einer Meßkurve verknüpften Marker werden mit *BLANK* ebenfalls gelöscht, jedoch nach erneutem Aktivieren der Kurve mit *VIEW* oder *CLEAR/WRITE* wieder restauriert.



Der Softkey *CONTINUOUS WRITE* gibt bei jedem Sweep Meßwerte aus oder zeichnet eine Meßkurve ohne daß die vorhergehenden Messungen gelöscht werden.

Diese Funktion kann z.B. bei Darstellung des Constellation Diagramms, oder bei Augendiagrammen sinnvoll sein, wenn viele Meßdurchläufe für eine aussagekräftige Messung benötigt werden.



Der Softkey *AVERAGE* schaltet die Trace-Mittelwertbildung ein. Aus mehreren Sweepdurchläufen wird der Mittelwert gebildet.

Nach Einschalten der Mittelung wird die erste Meßkurve im *CLEAR/WRITE*-Modus geschrieben. Ab dem zweiten Sweep erfolgt eine sukzessive Mittelwertbildung.

Die Mittelwertbildung startet immer neu, wenn der Softkey *AVERAGE* gedrückt wird. Der Meßwertspeicher wird dabei gelöscht. Dies ist auch der Fall, wenn die Meßkurve in Stellung *AVERAGE* auf *VIEW* oder *BLANK* geschaltet war.

Ist die Funktion *AVERAGE* aktiv, werden bei Darstellung der Fehlertabelle bei Peak-Meßwerten (incl. *AMPLITUDE DROOP*) die jeweils größten Werte angezeigt, bei RMS-Werten erfolgt eine quadratische Mittelwertbildung, bei sonstigen Anzeigen eine lineare Mittelwertbildung.

Das Einschalten der Funktion *AVERAGE* auf einem Trace, auf dem die Summary Marker aktiv sind, bewirkt die Abschaltung der *Summary Marker*.

Umgekehrt können die Summary Marker nicht auf einem TRACE aktiviert werden, wenn darauf eine der Funktionen *AVERAGE* (oder *MAX HOLD* oder *MIN HOLD*) eingeschaltet ist.

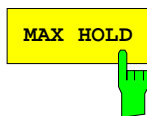


Der Softkey *SWEEP COUNT* aktiviert die Eingabe der Anzahl der Sweeps, über die zu mitteln ist.

Der zulässige Wertebereich für den Sweep Count ist 0 bis 32767. Bei 0 führt der FSIQ im Average-Mode die gleitende Mittelung über 10 Sweeps durch, bei 1 findet keine Mittelung statt.

Die Grundeinstellung beträgt 10 Sweeps (Sweep Count = 0). Die Programmierung beeinflusst natürlich die Sweepdauer. Die Zahl der Sweeps, die zur Mittelung herangezogen werden, oder die Mittelungszeit gelten **für alle 4** Traces gleich.

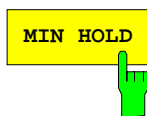
**Hinweise:** Diese Einstellung der Sweepezahl im Trace-Menü ist äquivalent zur Einstellung im Sweep-Menü. Sind auf verschiedenen Meßkurven sowohl Mittelung oder Haltefunktion der Summary Marker und Meßkurvenmittelung (bzw. *MAX HOLD* oder *MIN HOLD*) aktiv, so bezieht sich der *SWEEP COUNT* Zähler gleichzeitig auf Summary Marker und Meßkurvenmittelung.



Der Softkey *MAX HOLD* aktiviert die Spitzenwertbildung.

Der FSIQ übernimmt bei jedem Sweep-Durchlauf den jeweils größeren Wert aus dem neuen Meßwert und den bisherigen, in den Trace-Daten gespeicherten Werten, in den aktualisierten Meßwertspeicher. Damit läßt sich der Maximalwert eines Signals über mehrere Meßdurchläufe ermitteln.

Erneutes Drücken des *MAX HOLD*-Softkeys löscht den Meßwertspeicher und startet die Spitzenwertbildung neu.



Der Softkey *MIN HOLD* aktiviert die Minimalwertbildung.

Der FSIQ übernimmt bei jedem Sweep-Durchlauf den jeweils kleineren Wert aus dem neuen Meßwert und den bisherigen, in den Trace-Daten gespeicherten Werten, in den aktualisierten Meßwertspeicher. Damit läßt sich der Minimalwert eines Signals über mehrere Meßdurchläufe ermitteln.

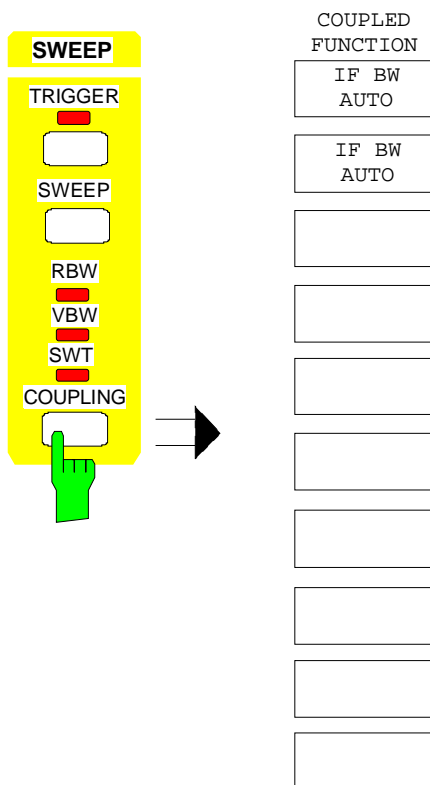
Erneutes Drücken des Softkeys *MIN HOLD* löscht den Meßwertspeicher und startet die Minimalwertbildung neu.

## 2.4.10 Tastengruppe SWEEP

### 2.4.10.1 Einstellen der Analog-Bandbreite - Taste COUPLING

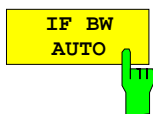
Die Bandbreitenbegrenzung erfolgt in der Betriebsart Vektorsignalanalyse nicht auf der Zwischenfrequenz sondern im Basisband durch digitale Filterung. Die analogen ZF-Filter haben nur die Funktion weit abliegende Signale zu dämpfen. Zu Erhöhung der Meßgenauigkeit werden die ZF-Filter deutlich breiter eingestellt, als für das zu messende Signal notwendig. Dadurch wird das Meßsignal durch den Amplituden- und Phasengang der ZF-Filterung weniger verzerrt.

Menü: SWEEP COUPLING

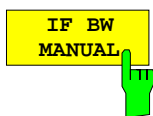


Die Taste *COUPLING* ruft das Menü zum Einstellen der Analogbandbreite auf.

Der Softkey *MAIN PLL BANDWIDTH* im Seitenmenü hat in der Betriebsart Vektor-Signalanalyse keine Funktion.



Der Softkey *IF BW AUTO* stellt bei digital modulierten Signalen die Auflösebandbreite automatisch auf die maximale Bandbreite 10 MHz ein.



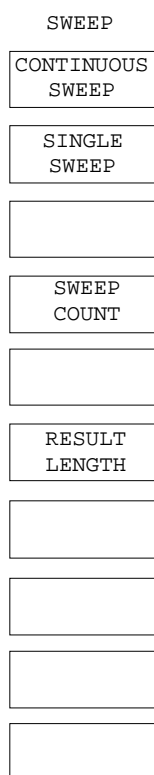
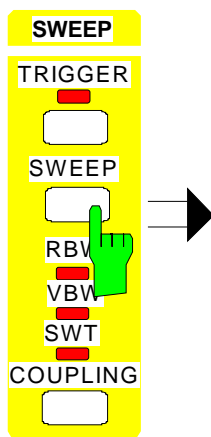
Der Softkey *IF BW MANUAL* aktiviert die Eingabe der Bandbreite für die analoge Vorfilterung.

Mit *IF BW MANUAL* kann die ZF-Bandbreite des FSIQ manuell eingestellt werden. Bei Betrieb der Demulatoren für digital modulierte Signale ist die minimal einstellbare Analogbandbreite gleich der eingestellten Symbolrate. Da für kleine Analogbandbreiten bedingt durch deren Amplituden- und Phasenverzerrungen zunehmend Modulationsfehler auftreten, erfolgt für Analogbandbreiten  $< 10 \cdot \text{Symbolrate}$  die Warnung *UNCAL* im Display.

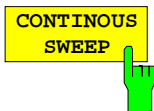
Bandbreiten unter 1 kHz sind nicht einstellbar, da die kleinste Bandbreite, die durch analoge Filterung realisiert ist, 1 kHz beträgt. Beim Versuch eine kleinere Bandbreite einzustellen als zugelassen ist, meldet der FSIQ:

*RBW out of range*

## 2.4.10.2 Sweep-Menü - Taste SWEEP

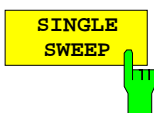


Die Taste *SWEEP* ruft ein Menü auf, in dem die Art der Messung - Einzelmessung oder kontinuierliche Messung - und die darzustellende Länge der Meßergebnisse in Zeit oder Symbolen festgelegt werden.

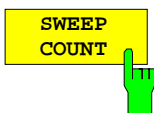


Der Softkey *CONTINUOUS SWEEP* startet eine kontinuierliche Messung nach Maßgabe der Triggerbedingung und der gewählten Meßeinstellungen. Nach der Triggerung erfolgt zuerst die Meßwertannahme und dann die Auswertung und Darstellung am Bildschirm.

Wird bei Split-Screen in beiden Meßfenstern im Vektoranalyse-Mode gemessen, werden die Daten im Meß-RAM für beide Auswertungen benutzt.



Der Softkey *SINGLE SWEEP* startet  $n$  Messungen unter Maßgabe der Triggereinstellungen. Die Anzahl der Meßdurchläufe  $n$  wird mit *SWEEP COUNT* festgelegt. Nach  $n$  Messungen wird die Messung gestoppt. Sie ist durch erneutes Drücken des Softkeys *SINGLE SWEEP* oder durch *CONTINUOUS SWEEP* wieder zu starten.



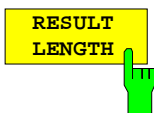
Der Softkey *SWEEP COUNT* aktiviert die Eingabe der Anzahl der Messungen für den *SINGLE SWEEP*. Die Anzahl der Messungen kann zwischen 0 und 32767 gewählt werden.

Ist eine Mittelung der Meßwerte eingestellt ist, bestimmt *SWEEP COUNT* auch die Anzahl der zur Mittelung herangezogenen Messungen.

Bei *SWEEP COUNT* = 0 **gleitende** Mittelung über 10 Meßwerte

Bei *SWEEP COUNT* = 1 keine Mittelung

Bei *SWEEP COUNT* > 1 Mittelung über die eingestellte Anzahl der Meßwerte.

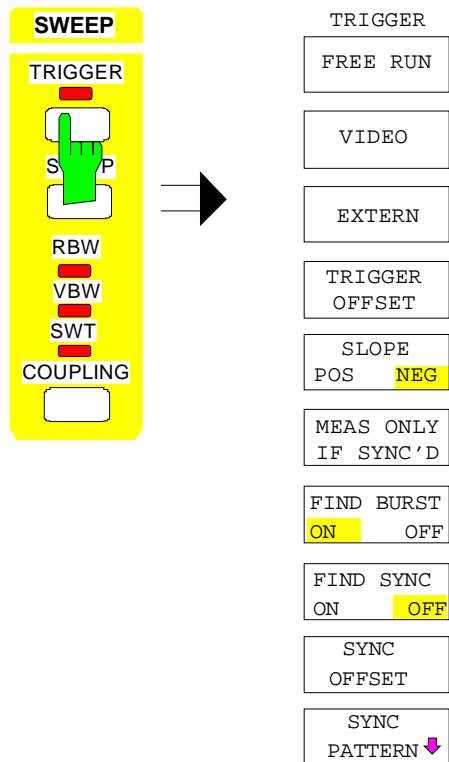


Der Softkey *RESULT LENGTH* definiert die Anzahl der Symbole oder der Zeitausschnitte, die am Bildschirm zur Anzeige gebracht werden sollen. Maximal kann die mit *FRAME LENGTH* festgelegte Anzahl von Symbolen dargestellt werden.

### 2.4.10.3 Triggerung der Meßwertaufnahme-Taste TRIGGER

Der Trigger im Mode Vector-Analyzer bestimmt, ab welchem Zeitpunkt Daten in den Meßwertspeicher geschrieben werden. Bei der Demodulation digital modulierter Signale kann der Zeitbezug zusätzlich durch Synchronisation auf eine vorgegebene Bitfolge oder bei TDMA-Signalen durch Suche eines Bursts im Meßwertspeicher gewonnen werden.

Menü: SWEEP TRIGGER



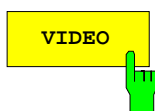
Die Taste *TRIGGER* öffnet ein Menü zum Einstellen der verschiedenen Triggerquellen sowie zum Auswählen der Triggerflanke.



Der Softkey *FREE RUN* aktiviert die Messung ohne Trigger. Nach einer abgelaufenen Messung findet sofort die Meßwertaufnahme für eine neue Messung statt.

Die freilaufende Messung ist immer dann zu empfehlen, wenn am HF-Eingang ein kontinuierlich moduliertes Signal anliegt oder bei TDMA-Signalen die Aufzeichnungslänge groß genug ist, daß sicher ein voller Burst in den Meßwertspeicher geschrieben werden kann.

Die Aufzeichnungslänge wird beeinflusst von der *MEMORY SIZE* (max. 16384 Abtastpunkte), der eingestellten Symbolrate sowie der Anzahl der Abtastpunkte pro Symbol (Points per Symbol).

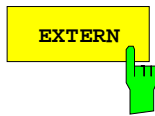


Der Softkey *VIDEO* startet die Messung durch die Videospannung des analogen Zweiges des Spektrumanalysators. Dazu wird parallel zum Vektor-Signalanalysator die analoge Videospannung des Spektrumanalysators ausgewertet.

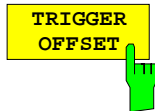
Die Videotriggerung erfordert die Eingabe der Triggerschwelle. Sie ist identisch zur Triggerschwelle des Spektrumanalysators. Die Eingabe der Triggerschwelle erfolgt numerisch in das Dateneingabefeld in % des Grids das zuletzt im Analyzer Mode aktiv war.

Um den geeigneten Wert für die Triggerschwelle durch Messung zu ermitteln, kann bei Darstellung von demodulierten Signalen entweder auf die Darstellung *MAGNITUDE CAP BUFFER* umgeschaltet werden, oder in der Betriebsart Analyzer die geeignete Schwelle ermittelt werden.





Der Softkey *EXTERN* aktiviert die Triggerung durch eine externe Spannung im Bereich von - 5 V bis + 5 V an der rückseitigen BNC-Buchse *EXT TRIGGER / GATE*. In das Dateneingabefeld ist der gewünschte Wert einzugeben.

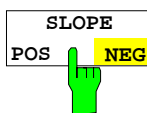


Der Softkey *TRIGGER OFFSET* öffnet ein Eingabefenster, in das der gewünschte Offset eingegeben wird.

Der Triggeroffset legt den Startzeitpunkt für die Meßwertaufnahme relativ zum Triggerereignis fest. Dabei sind sowohl positive Werte für eine Triggerversögerung (Trigger Delay), als auch negative Werte für einen Pretrigger zugelassen.

Die Eingabe erfolgt in absoluter Zeit, unabhängig davon, welche Skalierung für die X-Achse gewählt ist.

Für positive Werte des Triggeroffsets (Triggerversögerung) sind, abhängig von der Symbolrate und der Anzahl der Abtastpunkte pro Symbol, Werte von 1  $\mu$ s bis  $\geq 10$  ms zugelassen. Der Wertebereich für negative Trigger-Offset-Werte (Pretrigger) hängt von der gewählten Speicherlänge (Memory Size) ab und beträgt maximal die halbe Speicherlänge (umgerechnet in Zeit).



Der Softkey *SLOPE POS/NEG* legt die Triggerflanke bei Triggerung durch das Videosignal oder externem Trigger fest.

Der Meßablauf startet nach einer positiven oder negativen Flanke des Triggersignals. Bei freilaufendem Trigger (*FREE RUN*) ist die Einstellung ohne Bedeutung.



Der Softkey *MEAS ONLY IF SYNC'D* stellt den Vectoranalyzer so ein, daß nur dann gemessen wird, wenn eine Synchronisation auf das ausgewählte Synchronisationsmuster möglich war.

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.

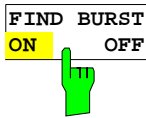
Der Softkey ist nur dann verfügbar, wenn *FIND SYNC = ON*.

Die Defauleinstellung ist OFF. Bei Wechsel des digitalen Standards wird immer OFF eingeschaltet.

#### Beispiel:

Eine EDGE-fähige Basisstation kann EDGE- und GSM- Bursts zeitlich gemischt senden. Der Demodulator sieht also sowohl EDGE (8PSK) als auch GSM-Bursts (GMSK).

Wenn in der Vektoranalyse GSM eingeschaltet ist, so wird die Messung und Fehlerauswertung durch einen EDGE-Burst gestört. Dies kann verhindert werden, wenn der Softkey *MEAS ONLY IF SYNC'D* eingeschaltet wird. Die EDGE-Bursts werden dann bei der Fehlerauswertung ignoriert.

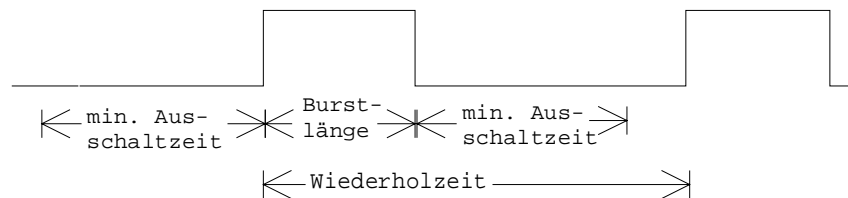


Der Softkey *FIND BURST ON* sucht nach einem Burst in den aufgenommenen Daten (innerhalb der eingegebenen *MEMORY SIZE*), demoduliert ihn innerhalb der eingegebenen *FRAME LENGTH* und stellt ihn mit der eingestellten *RESULT LENGTH* dar.

Dies ist vor allem bei TDMA-Signalen nützlich, wenn ein Burst komplett dargestellt werden soll und (aufgrund des Tastverhältnisses bei der maximal einstellbaren *FRAME LENGTH* von 800 Symbolen) sonst nicht demoduliert werden würde. Die zeitliche Dauer der Suche nach einem Burst wird mit *MEMORY SIZE* festgelegt.

Ein Burst muß eine Mindestlänge von 30 Symbolen haben, um erkannt zu werden.

Digitale Kommunikationssysteme, die nach dem TDMA-Zugriffsverfahren arbeiten, senden oder empfangen die Information in Form von Bursts. Die Trägerleistung wird nur für eine bestimmte Zeit eingeschaltet. Der Sender schaltet den Träger ein, wenn eine Information übertragen wird, und schaltet ihn danach wieder aus.



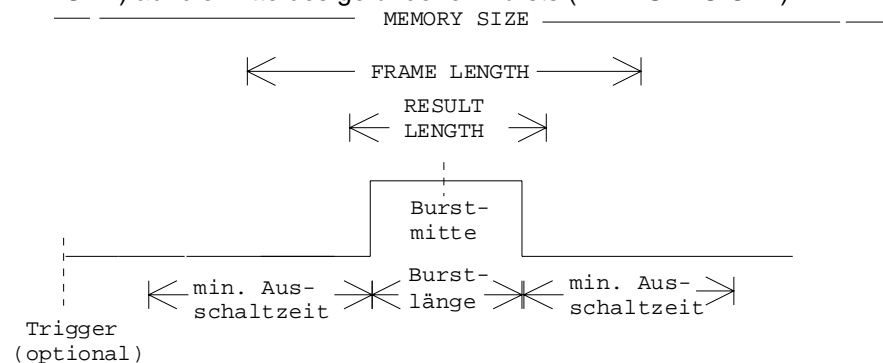
Die Trägerleistung ist zwischen zwei Bursts ausgeschaltet. Mit *FIND BURST* sucht der FSIQ nach einem kompletten Burst, d.h. nach einem Träger, der ein- und ausgeschaltet wird. Wenn kein kompletter Burst innerhalb der Suchzeit gefunden wurde, erscheint die Meldung *BURST NOT FOUND*.

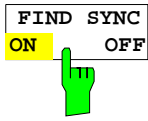
Wenn ein Trigger (Video oder Extern) zur Aufnahme der Meßwerte benutzt wird, ist ein negativer Triggeroffset (Pretrigger) zu empfehlen, damit eine genügend lange Ausschaltzeit des Trägers zum Beginn der Suchzeit zur Verfügung steht.

Die Suchzeit muß mindestens so lang wie die Burstlänge plus zwei mal die Ausschaltzeit eingestellt werden, um das Auffinden des Bursts sicherzustellen.

Bei freilaufendem Trigger ist die Länge der aufgenommenen Daten (*MEMORY SIZE*) auf minimal (*Wiederholzeit* + 2 x *Ausschaltzeit* + *Burstlänge*) zu stellen, damit der Burst sicher gefunden werden kann.

Der FSIQ zentriert die Anzahl der Symbole (*FRAME LENGTH*) die zur Demodulation herangezogen werden und auch die dargestellten Symbole (*RESULT LENGTH*) auf die Mitte des gefundenen Bursts (*FIND SYNC OFF*).





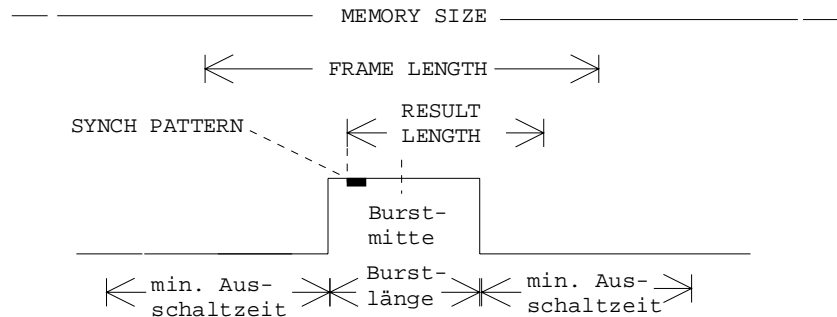
Der Softkey *FIND SYNC ON* sucht innerhalb der eingestellten *FRAME LENGTH* nach einer definierten Bitfolge (*SYNC PATTERN*) im Meßsignal. Das Meßergebnis wird unter Bezug auf das erste Symbol der Synchronisationsfolge mit der eingestellten *RESULT LENGTH* dargestellt.

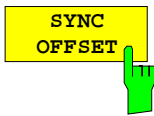
Bei Nichtauffinden der Synchronisationsfolge wird entsprechend der eingestellten *RESULT LENGTH* trotzdem ein Ergebnis ausgegeben. Es erfolgt dann die Ausgabe einer Meldung: *SYNC NOT FOUND*.

Die Zentrierung des Bursts auf die Bildmitte kann dann nicht durchgeführt werden, wenn der Burst ganz am Anfang des Datensatzes (der Memory Size) gefunden wird und eine **Result Length > Burst Länge + 2×20 Symbole** eingestellt ist. (Eine Bedingung für die Bursterkennung ist, daß vor der steigenden Flanke mindestens 20 Symbolen entsprechende Meßwerte im aktuellen Datenspeicher vorhanden sein müssen). In diesem Fall wird der Burst ab dem ersten Meßwert im Datenspeicher dargestellt.

Ist die konsequente Zentrierung des Bursts für den Anwender unverzichtbar, so ist die *RESULT LENGTH* entsprechend der oben angegebenen Bedingung zu reduzieren.

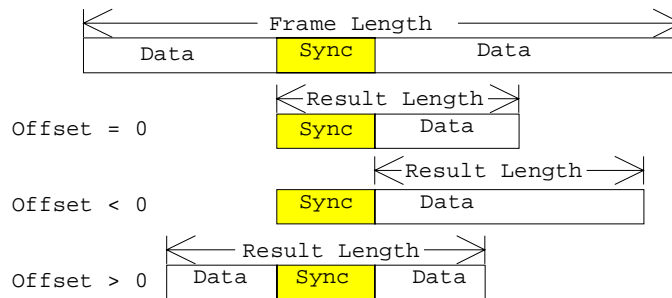
Bei *FIND BURST ON* und *FIND SYNC ON* zentriert der FSIQ nur die *FRAME LENGTH* auf die Burst-Mitte, während die *RESULT LENGTH* von Beginn der Bitfolge an dargestellt wird (Bei *SYNC OFFSET 0!*) bzw. um den *SYNC OFFSET*.





Der Softkey *SYNC OFFSET* aktiviert die Eingabe des Offsets in Symbolen.

*SYNC OFFSET* legt die Zeit fest, die bei *FIND SYNC ON* vor dem Auftreten der Synchronisationsfolge dargestellt wird. Er bestimmt damit die Lage der dargestellten Meßkurve oder der Symbole (*RESULT LENGTH*) innerhalb des demodulierten Signals (*FRAME LENGTH*). Das modulierte Signal kann eine Preamble oder eine Midamble haben. Je nach Konfiguration ist es deshalb wünschenswert, das Meßsignal erst ab der Synchronisationsfolge oder schon vor der Synchronisationsfolge darzustellen.



Es kann ein positiver Offset oder ein negativer Offset eingestellt werden.

Der minimale bzw. maximale Offset hängt von folgenden Parametern ab:

- Frame Length
- Result Length und
- Position der Sync-Folge im Burst

Damit unabhängig von der Position des Sync Musters im Burst das Sync Muster sicher gefunden werden kann und auch genügend Meßwerte für die Anzeige zur Verfügung stehen, sollte bei Verwendung der Funktion *FIND SYNC* die *FRAME LENGTH* mindestens doppelt so groß wie die *RESULT LENGTH* eingestellt werden.

Grundsätzlich kann jeder Offset eingegeben werden, wenn das Meßergebnis innerhalb der Frame Length liegt. Wenn die Frame Length erhöht wird, kann auch ein größerer Offset eingegeben werden. Wenn die Result Length verlängert wird, reduziert sich der maximale Offset.

Wird ein unzulässig großer Offset eingestellt, d.h. ist aufgrund des eingestellten *FRAME LENGTH* und *SYNC OFFSET* die *RESULT LENGTH* nicht vollständig in Verbindung mit der gefundenen Synchronisationsfolge darstellbar, so erscheint am Bildschirm die Meldung: *SYNC OFFSET INVALID!*

In diesem Fall ist entweder die Frame Length zu erhöhen oder der Sync Offset an die Position der Sync-Folge im Burst anzupassen.

Der *FRAME BUFFER* enthält die zur Auswertung verfügbaren Daten (*FRAME LENGTH*).

Die Meldung „*SYNC OFFSET INVALID*“ weist darauf hin, daß zur Anzeige von *RESULT LENGTH* nicht genügend Daten zur Verfügung stehen.

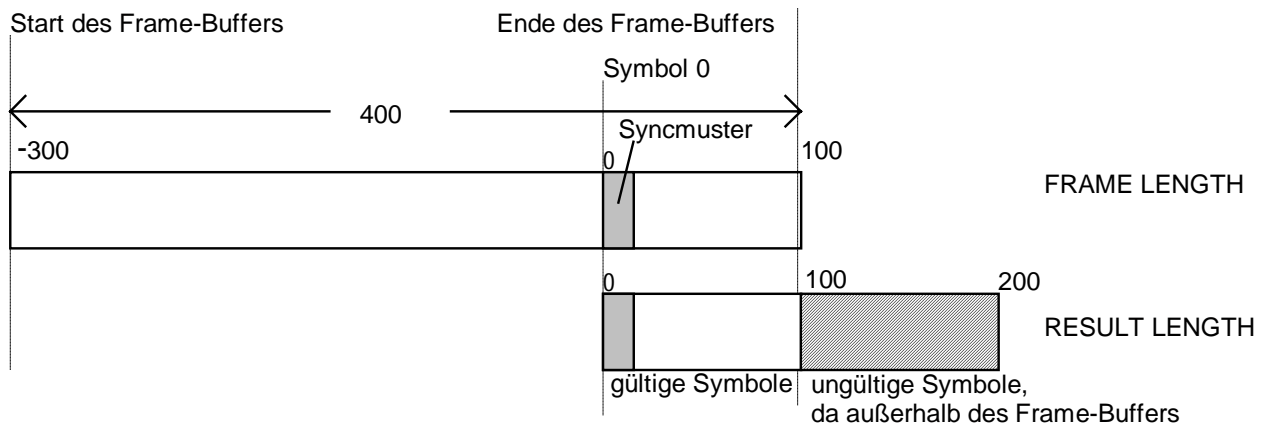
Die folgenden Beispiele erläutern den Zusammenhang zwischen *FRAME LENGTH*, *SYNC OFFSET* und *RESULT LENGTH*.

**Beispiel 1 (Eingangssignal ohne Burst):**

Geräteeinstellungen:

- Eingangssignal (ohne Burst)
- FIND BURST OFF
- FIND SYNC ON
- FRAME LENGTH = 400
- RESULT LENGTH = 200
- SYNC OFFSET = 0

Der Start des *FRAME BUFFERS* liegt bei *SYMBOL -300* (bezogen auf das Syncmuster), der *FSIQ* stellt ab *Symbol 0* auf dem Display dar, es sind aber nur noch 100 gültige Symbole im Datensatz vorhanden, 100 Symbole der *RESULT LENGTH* sind ungültig, da sie außerhalb des Frame-Buffers liegen.



Abhilfe:

- *RESULT LENGTH* verkleinern auf 100 Symbole
- oder
- *FRAME LENGTH* vergrößern auf 800 Symbole.

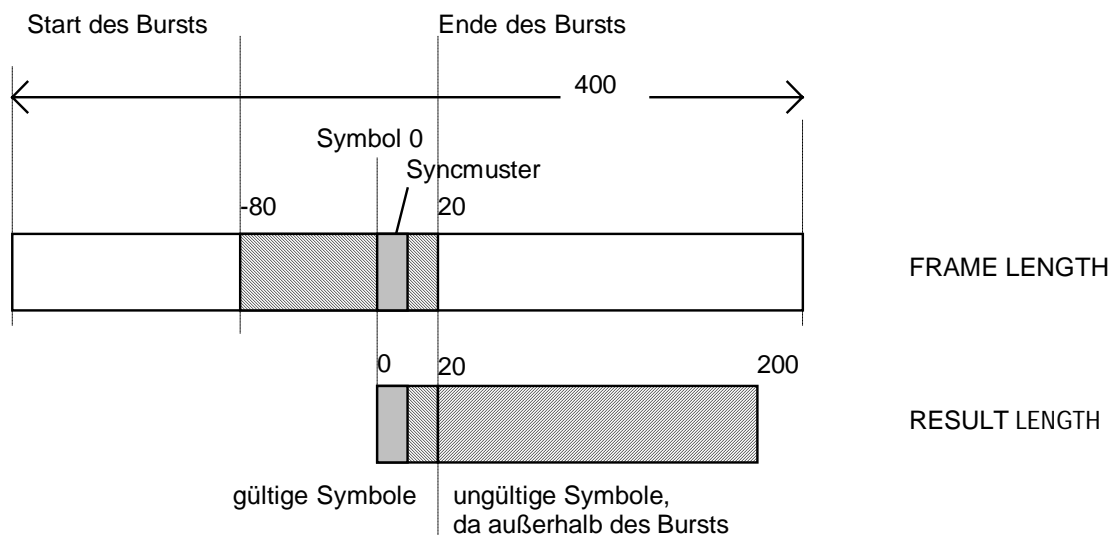
**Beispiel 2 (Eingangssignal mit Burst):**

Geräteeinstellungen:

- Eingangssignal (Burstlänge 100 Symbole)
- FIND BURST ON
- FIND SYNC ON
- FRAME LENGTH = 400
- RESULT LENGTH = 200
- SYNC OFFSET = 0

Nach der erfolgreichen Burstsuche sind nur die Symbole als gültig markiert, die innerhalb des Bursts liegen.

Das Synchronisationsmuster wird im Burst gefunden (Symbol 0), der FSIQ stellt ab Symbol 0 dar, es sind aber nur mehr 20 gültige Symbole im BURST vorhanden, 180 Symbole der *RESULT LENGTH* sind ungültig, da sie außerhalb des Burstes liegen



Abhilfe:

- RESULT LENGTH verkleinern auf 20 Symbole.

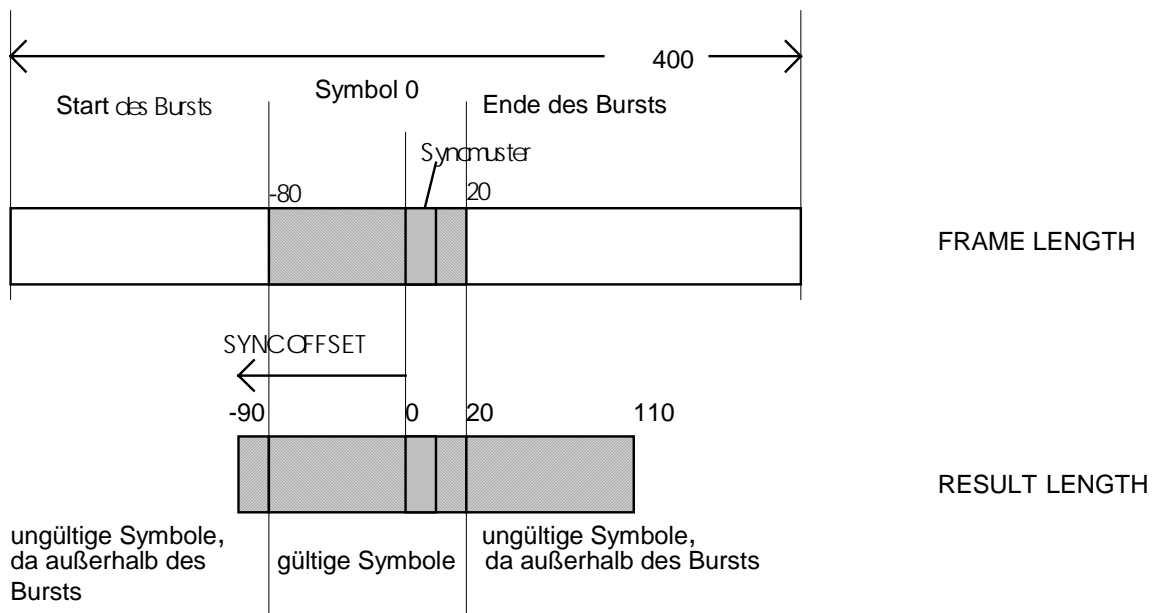
**Beispiel 3 (Eingangssignal mit Burst):**

Geräteeinstellungen:

- Eingangssignal (Burstlänge 100 Symbole)
- FIND BURST ON
- FIND SYNC ON
- FRAME LENGTH = 400
- RESULT LENGTH = 200
- SYNC OFFSET = 90

Nach der erfolgreichen Burstsuche sind nur die Symbole als gültig markiert, die innerhalb des Bursts liegen.

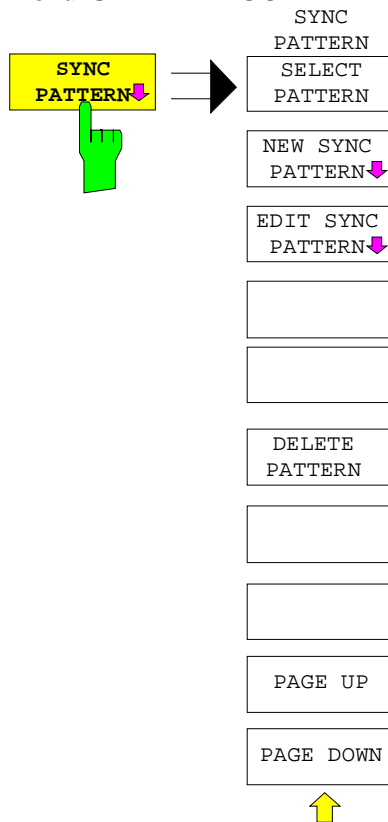
Das Synchronisationsmuster wird im Burst gefunden (Symbol 0), der FSIQ stellt ab Symbol (-90 .. +19) dar, der Beginn des Darstellbereiches liegt vor dem Start des Bursts !



Abhilfe:

- RESULT LENGTH verkleinern auf 100 Symbole (= Burstlänge)
- und
- SYNC OFFSET auf 80 einstellen (Burstanfang liegt 80 Symbole vor dem Sync-Muster).

## Menü: SWEEP TRIGGER



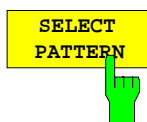
Der Softkey *SYNC PATTERN* ruft ein Untermenü auf, in dem schon vorhandene Synchronisationsmuster ausgewählt werden können.

In der Tabelle *PATTERN NAME* werden die vorhandenen Muster angezeigt. Wird ein Muster aktiviert, so wird in der Tabelle *PATTERN VALUE* die Bitfolge des zugehörigen Musters angezeigt.

Das Synchronisationsmuster definiert eine Bitfolge, nach der in dem zu demodulierenden Signal gesucht werden soll. Diese Bitfolge wird benutzt, um darauf das Meßergebnis bei eingeschalteter Funktion *FIND SYNC* zu synchronisieren. Der FSIQ demoduliert dazu das Meßsignal bis zur Bitebene und sucht die vorgegebene Bitfolge. Der Bezugszeitpunkt ist das erste Symbol der Bitfolge.

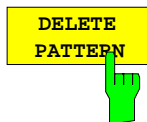
Bei digital modulierter Übertragung ist oft eine Preamble oder Midamble enthalten, die einerseits dazu dient, die Kanalimpulsantwort zu schätzen und danach den Kanalverzerrter im Empfänger einzustellen, andererseits dazu den Empfänger aufzusynchronisieren. Diese Bitfolge kann beim FSIQ verwendet werden, um die interessierenden Signalauschnitte zu finden und darzustellen.

*Die maximale Länge des Pattern beträgt beim FSIQ 200 bit. Die Anzahl der Symbole richtet sich nach der Wertigkeit des Modulationsverfahrens. Bei QPSK-Modulation entsprechen zum Beispiel diese 200 bit 100 Symbolen, bei 16QAM 50 Symbolen. Der FSIQ verwendet zur Synchronisation immer nur ein ganzzahliges Vielfaches der Bits pro Symbol. Überzählige Bits, die kein Vielfaches der Bits pro Symbol sind oder die die maximale Länge überschreiten, werden weggelassen.*

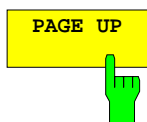


Der Softkey *SELECT PATTERN* setzt den Auswahlbalken in das oberste Feld der Tabelle *PATTERN NAME*.

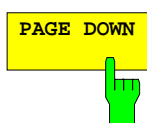
Die Bitfolge des jeweils ausgewählten Musters wird in der Tabelle *PATTERN VALUE* angezeigt.



Der Softkey *DELETE PATTERN* löscht das markierte Muster um ein versehentliches Löschen zu vermeiden, muß das Löschen bestätigt werden.

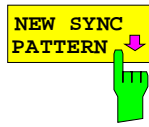
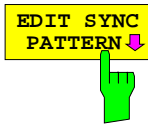


Mit Softkey *PAGE UP* blättert man in der Sync Pattern Tabelle eine Seite weiter.



Mit Softkey *PAGE DOWN* blättert man in der Sync Pattern Tabelle eine Seite zurück.





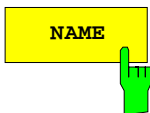
Die Softkeys *NEW SYNC PATTERN* und *EDIT SYNC PATTERN* rufen beide das Untermenü zum Editieren der Synchronisationsmuster auf.

Im Kopfbereich der Tabelle können Name und Kommentar des einzugebenden bzw. zu verändernden Musters eingegeben werden.

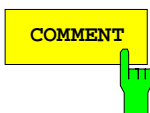
In der Spalte *VALUES* kann das Muster selbst eingegeben bzw. verändert werden.

Die Eingabe der Bits erfolgt ausschließlich mit den Tasten "0", "1" und "." im *DATA ENTRY*-Feld.

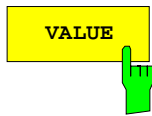
BIT No:	VALUE:
0	00100101110000100010010111
32	
64	
96	
128	



Der Softkey *NAME* aktiviert die Eingabe des Names des Musters. Es sind maximal 8 Zeichen zulässig. Bei Speicherung des Synchronisationsmusters wird automatisch die Erweiterung .PAT vergeben.



Der Softkey *COMMENT* aktiviert die Eingabe eines Kommentars.

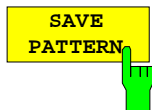
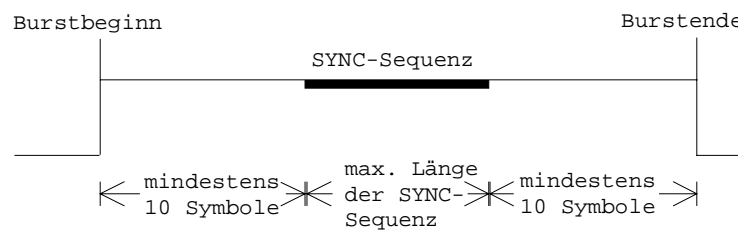


Der Softkey *VALUE* aktiviert die Eingabe eines Bitmusters.

Die Synchronisationssequenzen kann "Don't Care Bits" enthalten, die bei der Suche nach gültigen Bitmustern außer Acht gelassen werden. Diese Don't Care Bits sind bei der Anzeige der SYNC-Sequenz in der Spalte *VALUE* mit „x“ markiert.

Die Synchronisationssequenz muß mit gültigen Bits ("0" bzw. "1") beginnen und enden, ein Don't Care Bit darf weder das erste noch das letzte Bit sein.

Bei einer Burstsuche (*FIND BURST ON*) darf die Synchronisationssequenz erst nach den ersten 10 Symbolen des Bursts beginnen und muß vor den letzten 10 Symbolen enden.



Der Softkey *SAVE PATTERN* speichert ein neu editiertes Muster unter dem eingegebenen Namen ab.

## 5 Prüfen der Solleigenschaften

### 5.1 Vorbemerkung:

- Kapitel 5.3 beschreibt die Überprüfung der Datenblattwerte der Option Vektorsignalanalyse FSE-B7. Die dafür geltenden Meßwerte und Toleranzen sind im Performance Test-Protokoll enthalten.
- Die Messung der Solleigenschaften erst nach mindestens 30 Minuten Einlaufzeit und nach erfolgter Eigenkalibrierung des FSE durchführen.
- Wenn nicht anders angegeben, werden alle Einstellungen ausgehend von der PRESET-Einstellung durchgeführt.
- Für Einstellungen am FSE 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]Aufeinanderfolgende Eingaben sind durch [:] getrennt, z.B. [**SPAN**: 15 kHz]

## 5.2 Meßgeräte und Hilfsmittel

Pos.	Geräteart	Erforderliche Eigenschaften	Geeignetes R&S-Gerät	Bestell-Nr.	Anwendung
1	Signalgenerator I/Q , AM-, FM,- PM-modulierbar 9 kHz...1,9 GHz,	Phasenrauschen bei 498 MHz: < -123 dBc/Hz bei 10 kHz < -123 dBc/Hz bei 100 kHz < -140 dBc/Hz bei 1 MHz EVM < 0.5 %nach Kalibrierung	SMHU 58	835.8011.58	
2	Powermeter	100 kHz... 1 GHz, Fehler < 0,1 dB	NRVD mit Meßkopf NRV-Z7	0857.8008.02 0828.5210.22	
3	Päzisionseichleitung		RSP	0831.3515.02	
4	Arbitrary Waveform Generator	Sampling Rate ≥ 40 MHz, kalibrierbar	ADS (64 k Memory) + ADS-B1	1012.4002.02 1013.5748.92	
5	Ansteuersoftware für ADS		IQSIM V4.0 oder höher		
6	Dämpfungsglieder 3 dB (BNC, 2 St.)		--		5.3.1.4
7	Testfiles		FSE-B7 Test Data	1066.4452.00	

## 5.3 Prüfablauf

### 5.3.1 Digitale Demodulation

#### 5.3.1.1 Absolutgenauigkeit bei 120 MHz

Meßaufbau: Leistungsmeißkopf (Abschnitt 5.2 Pos. 2) an den Leistungsmesser anschließen und Funktion „ZERO“ ausführen, wenn kein Signal am Leistungsmeißkopf anliegt.  
Leistungsmeißkopf an den HF-Ausgang des Signalgenerators anschließen.

Einstellung am Signalgenerator:

Pegel -10 dBm

Frequenz 120 MHz

Ausgangsleistung des Signalgenerators mit Leistungsmesser bestimmen.

HF-Ausgang des Signalgenerators mit HF Eingang des FSE verbinden.

Einstellung am FSE:

**[LEVEL REF: -7 DBM]**

**[FREQUENCY CENTER: 120 MHZ]**

**[MODE: VECTOR ANALYZER: DIGITAL STANDARDS:GSM]**

**[MEAS RESULT: MAG CAP BUFFER]**

**[TRIGGER: FIND BURST: OFF]**

**[MARKER SEARCH: SUMMARY MARKER↘: MEAN, AVG/HOLD ON,**

**SWEEP COUNT: 10]**

**[SWEEP:SINGLE SWEEP]**

Messung:

➤ Die Abweichung zwischen den Signalpegeln, die mit dem Leistungsmesser und dem FSE gemessen werden, ist gleich dem absoluten Pegelfehler bei 120 MHz.

➤ Absoluten Fehler  $_{120\text{ MHz}} = L_{\text{FSE}} - L_{\text{Leistungsmesser}}$  entsprechend dem Performance Test-Protokoll überprüfen.

#### 5.3.1.2 Anzeigelinearität

Meßmittel: Signalgenerator  
Eichleitung RSG

Meßaufbau: Signalgenerator über Eichleitung mit HF-Eingang des FSE verbinden.  
Frequenz 5 MHz  
Pegel + 6 dBm  
Dämpfungseinstellung der Eichleitung: 16 dB.

Einstellung am FSE:

**[LEVEL REF: -7 DBM]**

**[FREQUENCY CENTER: 5 MHZ]**

**[MODE: VECTOR ANALYZER: DIGITAL STANDARDS:GSM]**

**[MEAS RESULT: MAG CAP BUFFER]**

**[TRIGGER: FIND BURST: OFF]**

**[MARKER SEARCH: SUMMARY MARKER↘: MEAN, AVG/HOLD ON,**

**SWEEP COUNT: 10]**

**[SWEEP:SINGLE SWEEP]**

- Messung:
- Bezugspegel = mit FSE gemessener Pegel (Anzeige Summary Marker MEAN) mit 16 dB Eichleitungsdämpfung.
  - Eichleitungsdämpfung entsprechend dem Performance Test-Protokoll erhöhen um 10, 30 und 50 dB; zur Auslösung der Messung am FSE jeweils [**SWEEP: SINGLE SWEEP**] eingeben.
  - Abweichung des angezeigten Pegels [Anzeige SUMMARY MARKER MEAN] von [Bezugspegel - zusätzlich geschalteter Eichleitungsdämpfung] entsprechend dem Performance Test-Protokoll überprüfen.

### 5.3.1.3 Überprüfen der Dynamik bei Burstmessung

Meßmittel: Signalgenerator

Meßaufbau: Signalgenerator am RF-Eingang des FSE anschließen.  
Frequenz: 1 GHz, Pegel -10 dBm

- Einstellung am FSE:
- [**LEVEL REF: -10 dBm**]  
[ATTEN AUTO LOW NOISE]  
[**FREQUENCY CENTER: 1 GHz**]  
[**MODE: VECTOR ANALYZER**]
  - Modulation Standard entsprechend dem Performance Test-Protokoll einstellen: [DIGITAL STANDARDS:.....]
  - [MEAS RESULT: MAG CAP BUFFER]
  - $\hat{f}$ : [RANGE: REF VALUE Y AXIS: -5 dBm]
  - [**MARKER SEARCH: SUMMARY MARKER**]: MEAN, AVG/HOLD: ON, SWEEP COUNT: 10]
  - [TRIGGER: FIND BURST OFF]
  - [**SWEEP: SINGLE SWEEP**]
  - Jeweils (individuell für jeden Standard) Pegel des Signalgenerators in 1-dB-Schritten solange erhöhen, bis am Bildschirm IFOVLD erscheint, dann wieder um 1 dB reduzieren (dabei nach jedem Pegelschritt den SINGLE SWEEP Softkey betätigen).
  - Anzeigewert Summary Marker Mean notieren.
  - Meßdynamik MAG CAP BUFFER nach Tabelle bestimmen, dazu:
  - Den Pegel des Signalgenerators auf Minimum stellen (-139 dBm), und die über 10 sweeps gemittelten Summary Marker MEAN Anzeige bestimmen [**SWEEP: SINGLE SWEEP**].
  - Die Differenz zwischen den Summary Marker Anzeigen bei -1 dB unter der OVLD Anzeige und bei Senderpegel -140 dBm ist die nutzbare Dynamik. Wert entsprechend dem Performance Test-Protokoll bei Standard GSM und NADC FORWARD CH überprüfen (Nach Umschalten des Standards müssen die Vektoranalyzer-Einstellungen erneut vorgenommen werden).

### 5.3.1.4 Überprüfen der Restfehler (keine FSK-Signale)

Meßmittel:	Signalgenerator (SMHU58), I/Q-moduliert mit ADS, extern synchronisiert mit Signalgenerator (dazu am ADS eingeben: <b>SPECIAL FUNCTION: NEXT: NEXT: NEXT: REF: EXT: 10 MHz</b> ) über IQSIM Software. Dazu ADS Ausgang 1 an I Eingang, Ausgang 2 an Q Eingang des SMHU über exakt gleich lange Kabel und je ein 3 dB Dämpfungsglied anschließen.
Meßaufbau	Signalgenerator am RF-Eingang des FSE anschließen. FSE extern synchronisieren mit SMHU. Einstellung am Signalgenerator: Frequenz 1 GHz, Pegel -7 dBm, IQ moduliert.
Einstellung am FSE:	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ <b>[SETTINGS: REFERENCE: EXT]</b> <b>[FREQUENCY CENTER: 1 GHz, SPAN: 400 kHz]</b> <b>[LEVEL REF: -10 dBm:ATTEN AUTO LOW NOISE]</b> <b>[COUPLING: RBW MANUAL 5 kHz]</b></li> </ul>
<b>Kalibrieren des ADS und des Signalgenerators:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Kalibrierung des I/Q-Modulators des SMHU durchzuführen (Shift-Special 320) sowie ein Offsetabgleich am ADS (Special Function/NEXT/NEXT/DIAG/CAL 0).</li> <li>➤ Am ADS Ausgangsfrequenz von 100 kHz, 1 V, Sinussignal auf beiden ADS-Kanälen, Phase -90° bei Kanal 1 einstellen und auf beiden Kanälen Filter auf OFF stellen. Durch sukzessives Verändern der CAL D/A Wandler auf beiden Kanälen die Trägerunterdrückung (1 GHz) auf &gt; 63 dB abgleichen und Einstellwerte notieren. (Dazu folgende Tasten betätigen: SPECIAL FUNCTION: NEXT: NEXT:DIAGN:D/A:CAL und D/A Wandler Werte für beide Kanäle mit Drehrad abgleichen).</li> <li>➤ Die Ungleichheit von I und Q Kanal über Eingabe der Spezialfunktion 301 am SMHU und Verändern von I&gt;Q (FM Taste) sowie QUAD-Offset (φM Taste) mit dem Drehrad ebenfalls beseitigen, in dem man das 2. Seitenband (Trägerfrequenz - 100kHz) auf ebenfalls &gt; 63 dB abgleicht.</li> <li>➤ <b>Die vorher notierten Einstellwerte der beiden CAL D/A-Wandler für Kanal 1 und 2 jeweils nach Einstellen eines DIGITAL STANDARD am ADS erneut einstellen.</b></li> </ul>

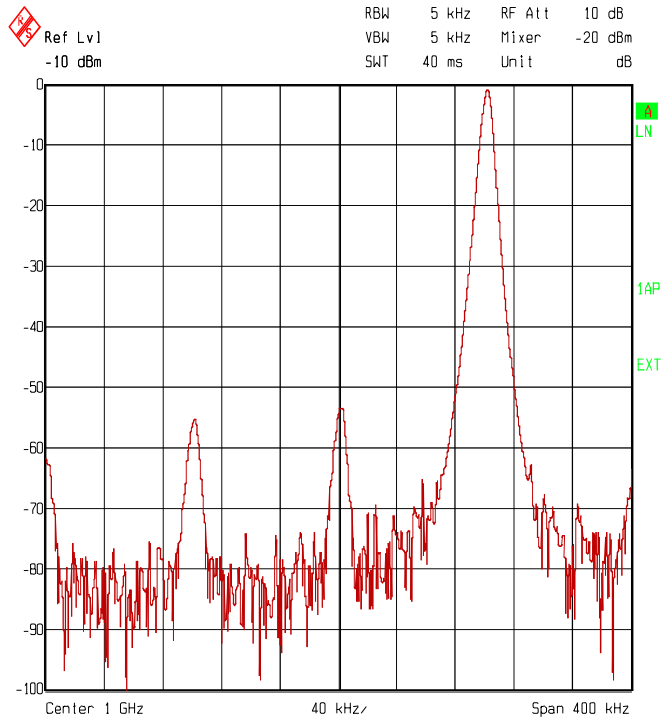


Bild: Typisches SMHU Ausgangsspektrum vor erfolgtem Kalibrierabgleich.

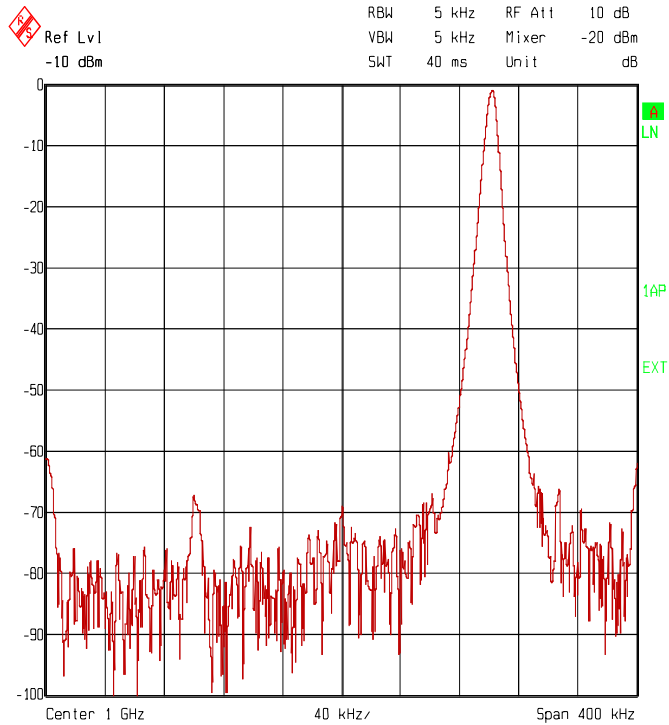


Bild: Typisches Spektrum des SMHU nach erfolgtem Kalibrierabgleich



**Überprüfen der Restfehler (keine FSK Signale)**

Einstellung am FSE:      Wie vorher aber:  
                                  [**LEVEL REF**: -4 dBm]  
                                  [**MODE**: VECTOR ANALYZER]  
                                  Frequenz des FSE und Modulation Standard nach Tabelle einstellen:  
                                  [**FREQUENCY CENTER**: ..... MHz]  
                                  [**MODE**: DIGITAL STANDARD: .....]  
                                  [**MEAS RESULT**: SYMB TABLE/ERRORS], [TRACE: AVERAGE, SWEEP  
                                  COUNT: 10, SINGLE SWEEP]

Messung:                    ➤ Am ADS mit I/Q-SIM die in nachfolgender Tabelle angegebenen Standard-  
                                  Testsignale erzeugen und modellabhängig die Restfehler überprüfen.  
                                  Dabei die Frequenz des Messenders auf die in der Tabelle angegebene  $f_{RF}$   
                                  einstellen.  
                                  Zur Auslösung der Messung jeweils [SWEEP: SINGLE SWEEP] eingeben.

(Nach Übertragung jedes Standardtestsignals in den ADS sind die bei der vorangehenden Kalibrierung gewonnenen Kalibrierwerte der CAL D/A Wandler für Kanal 1 und 2 jeweils wieder einzustellen).

	ADS-Testsignal
<b>GMSK</b> Symbolrate: 270.833 kHz, $f_{RF} = 2 \text{ GHz}$ <i>[DIGITAL STANDARD:PCS1900]</i>	GSM_0.IQS
$\pi/4$ -DQPSK Symbolrate: 24,3 kHz $f_{RF} = 1 \text{ GHz}$ , <i>[DIGITAL STANDARD: NADC FORWARD CH, TRIGGER:FIND SYNC ON]</i>	NADC_D1.IQS
$\pi/4$ -DQPSK, $f_{RF} = 1 \text{ GHz}$ Symbolrate 18 kHz <i>[DIGITAL STANDARD:TETRA]</i>	TETRA_D1.IQS
$\pi/4$ -DQPSK Symbolrate: 192 kHz, $f_{RF} = 2 \text{ GHz}$ <i>[DIGITAL STANDARD: PHS]</i>	PHS1.IQS
<b>QPSK</b> Symbolrate 1.2288 MHz $f_{RF} = 1 \text{ GHz}$ <i>[DIGITAL STANDARD: QCDMA FORWARD CH]</i>	QCDMA_F1.IQS
<b>OQPSK</b> Symbolrate 1.2288 MHz $f_{RF} = 1 \text{ GHz}$ <i>[DIGITAL STANDARD: QCDMA REVERSE CH]</i>	QCDMA_R1.IQS

### 5.3.1.5 Überprüfen der Restfehler ( FSK-Signale)

- Meßmittel: Signalgenerator (SMHU58), I/Q-moduliert mit ADS, extern synchronisiert mit Signalgenerator (dazu am ADS eingeben: **SPECIAL FUNCTION: NEXT: NEXT: NEXT: REF: EXT: 10 MHz**) über IQSIM Software. Dazu ADS Ausgang 1 an I Eingang, Ausgang 2 an Q Eingang des SMHU über exakt gleich lange Kabel und je ein 3 dB Dämpfungsglied anschließen.  
Kalibrierung wie unter 5.3.1.4 angegeben.
- Meßaufbau: Signalgenerator am RF-Eingang des FSE anschließen.  
FSE extern synchronisieren mit Signalgenerator.  
Einstellung am Signalgenerator: Frequenz 1 GHz, Pegel -10 dBm, IQ moduliert.
- Einstellung am FSE: *[MODE: VECTOR ANALYZER]*  
Frequenz des FSE und Modulation Standard nach Tabelle einstellen:  
*[FREQUENCY CENTER: ..... MHz]*  
*[MODE: DIGITAL STANDARD: .....]*  
***[LEVEL REF: -10 dBm, ATTEN AUTO: LOW NOISE]***  
Entsprechenden Modulation Standard nach Tabelle einstellen sowie anschließend:  
*[RESULT DISPLAY: SYMB TABLE/ERRORS, TRACE: AVERAGE, SWEEP: .. SINGLE SWEEP]*
- Messung: ➤ Am ADS mit I/Q-SIM die in nachfolgender Tabelle angegebenen Standard-Testsignale erzeugen und modellabhängig die Restfehler überprüfen.  
Dabei die Frequenz des Messenders auf die in der Tabelle angegebene  $f_{RF}$  einstellen.  
Zur Auslösung der Messung *SINGLE SWEEP* Softkey betätigen.

(Nach Übertragung jedes Standardtestsignals in den ADS sind die bei der vorangehenden Kalibrierung gewonnenen Kalibrierwerte der CAL D/A Wandler für Kanal 1 und 2 jeweils wieder einzustellen).

	ADS-Testsignal
<b>4-FSK</b> Symbolrate: 3,125 kHz, $f_{RF} = 1 \text{ GHz}$ <i>[DIGITAL STANDARD:ERMES]</i>	ERMES1.IQS
<b>2-FSK</b> <b>Symbolrate 72 kHz</b> $f_{RF} = 1 \text{ GHz}$ <i>[DIGITAL STANDARD: CT2]</i>	CT2_1.IQS
<b>2-FSK</b> Symbolrate: 1.152 MHz, $f_{RF} = 2 \text{ GHz}$ <i>[DIGITAL STANDARD:DECT]</i>	DECT1.IQs

### 5.3.2 Analoge Demodulation

Meßmittel: Signalgenerator (SMHU58), I/Q-moduliert mit ADS, extern synchronisiert mit Signalgenerator (dazu am ADS eingeben: **SPECIAL FUNCTION: NEXT: NEXT: NEXT: REF: EXT: 10 MHz**) über IQSIM Software. Dazu ADS Ausgang 1 an I Eingang, Ausgang 2 an Q Eingang des SMHU über exakt gleich lange Kabel und je ein 3 dB Dämpfungsglied anschließen. Kalibrierung wie unter 5.3.1.4 angegeben.

Meßmittel: Signalgenerator SMHU 58  
Meßaufbau: - Signalgenerator am RF-Eingang des FSE anschließen (Frequenz 1GHz, Pegel des FSE verbinden. FSE auf 10 MHz externe Referenz einstellen: : -10 dBm). Geräterückseitigen 10 MHz Referenzausgang mit Referenzeingang  
**[SETTINGS: REF FREQ: EXTERN]**

Einstellung am FSE: **[FREQUENCY CENTER: 1 GHz]**  
**[LEVEL REF: -4 dBm]**  
**[MODE: VECTOR ANALYZER: ANALOG DEMOD]**  
**[MEAS RESULT: REAL TIME ON]**

#### 5.3.2.1 REAL TIME OFF

##### 5.3.2.1.1 Meßfehler bei AM Demodulation

Einstellung am SMHU: AM Intern 50 %, AF entsprechend dem Performance Test-Protokoll einstellen

Einstellung am FSE: **[LEVEL REF: -4 dBm]**  
**[FREQUENCY CENTER: 1000 MHz]**  
**[MEAS RESULT: AM SIGNAL: MODULATION SUMMARY]**,  
**[DEMOD BW]** und **[IF BW]** entsprechend dem Performance Test-Protokoll einstellen.

Anzeigewert: AM  $\pm Pk/2$  der Modulation Summary entsprechend dem Performance Test-Protokoll überprüfen

##### 5.3.2.1.2 Stör AM

Einstellung am SMHU: AM Off

Einstellung am FSE: **[LEVEL REF: -4 dBm]**  
**[FREQUENCY CENTER: 1000 MHz]**  
**[MEAS RESULT: AM SIGNAL: MODULATION SUMMARY]**  
**[DEMOD BW]** und **[IF BW]** entsprechend dem Performance Test-Protokoll einstellen.

Anzeigewert: AM RMS der Modulation Summary überprüfen entsprechend dem Performance Test-Protokoll.

### 5.3.2.1.3 Meßfehler bei FM Demodulation

Einstellung am SMHU: FM INTERN ON,  
AF und Frequenzhub entsprechend dem Performance Test-Protokoll einstellen.

Einstellung am FSE: **[LEVEL REF: -4 dBm]**  
**[FREQUENCY CENTER:1000 MHz]**  
**[MEAS RESULT: FM Signal: MODULATION SUMMARY]**  
  
**[DEMOD BW]** und **[IF BW]** entsprechend dem Performance Test-Protokoll einstellen.

Anzeigewert: FM  $\pm$ Pk/2 der Modulation Summary entsprechend dem Performance Test-Protokoll überprüfen.

### 5.3.2.1.4 Stör FM

Einstellung am SMHU: FM INTERN: OFF

Einstellung am FSE: **[LEVEL REF: -4 dBm]**  
**[FREQUENCY CENTER:1000 MHz]**  
**[MEAS RESULT: FM Signal: MODULATION SUMMARY]**  
**[MODULATION PARAMETER: AF LOWPASS 5%[DEMOD BW]**  
  
**[DEMOD BW]** und **[IF BW]** entsprechend dem Performance Test-Protokoll einstellen.

Anzeigewert: FM RMS der Modulation Summary entsprechend dem Performance Test-Protokoll überprüfen.

### 5.3.2.1.5 Meßfehler bei PM Demodulation

Einstellung am SMHU: PM intern On, Phasenhub sowie AF entsprechend dem Performance Test Protokoll einstellen.

Einstellung am FSE: **[LEVEL REF: -4 dBm]**  
**[FREQUENCY CENTER:1000 MHz]**  
**[MODE: VECTOR ANALYZER]**  
**[MEAS RESULT: PM Signal: MODULATION SUMMARY]]**  
**[MODULATION PARAMETER: AF LOWPASS: OFF]**

Anzeigewert: PM  $\pm$ Pk/2 der Modulation Summary entsprechend dem Performance Test-Protokoll überprüfen.

### 5.3.2.1.6 Stör PM

E instellung SMHU: Frequenz: 100 MHz, Modulation Off

Einstellung am FSE: *[LEVEL REF: -4 dBm  
[FREQUENCY CENTER:100 MHz]  
[MODE: VECTOR ANALYZER]  
MEAS RESULT: PM SIGNAL: MODULATION SUMMARY]  
[MODULATION PARAMETER: AF LOWPASS: 5%[DEMOD BW]  
[DEMOD BW] und [IF BW] entsprechend dem Performance Test-Protokoll  
einstellen.*

Anzeigewert: PM RMS der Modulation Summary entsprechend dem Performance Test-Protokoll überprüfen

### 5.3.2.1.7 Meßfehler Carrier Power

Einstellung am SMHU: Frequenz: 1 GHz, Modulation Off, Pegel entsprechend dem Performance Test - Protokoll einstellen.

Einstellung am FSE: *[LEVEL REF: -4 dBm  
[FREQUENCY:CENTER:1 GHz]  
[MODE: MEAS RESULT: AM SIGNAL: MODULATION SUMMARY]  
[DEMOD BW] und [IF BW] entsprechend dem Performance Test-Protokoll  
einstellen.*

Anzeigewert: CARR PWR der Modulation Summary entsprechend dem Performance Test-Protokoll überprüfen.

### 5.3.2.1.8 Meßfehler Audiofrequenzmessung

Einstellung am SMHU: AM INTERN 50%, Pegel: - 10 dBm, AF entsprechend dem Performance Test Protokoll einstellen.

Einstellung am FSE: *[LEVEL REF: -4 dBm  
[FREQUENCY:CENTER:1 GHz]  
[MEAS RESULT: AM SIGNAL: MODULATION SUMMARY]  
[DEMOD BW] und [IF BW] entsprechend dem Performance Test-Protokoll  
einstellen.*

Anzeige der Audiofrequenz der Modulation Summary entsprechend dem Performance Test-Protokoll überprüfen.

### 5.3.2.2 Analoge Demodulation/ REAL TIME ON

#### 5.3.2.2.1 Meßfehler bei AM Demodulation

Einstellung am SMHU: AM INTERN 50 %, Frequenz: 1 GHz, Level: - 10 dBm

Einstellung am FSE: *[LEVEL REF. - 4 dBm]*  
*[FREQUENCY CENTER: 1 GHz]*  
*[MODE: VECTOR ANALYZER: ANALOG DEMOD]*  
[MEAS RESULT: REAL TIME: ON: AM SIGNAL: MODULATION SUMMARY]  
[DEMOD BW] und [IF BW] entsprechend dem Performance Test-Protokoll einstellen.

Anzeigewert: AM  $\pm$ Pk/2 der Modulation Summary entsprechend dem Performance Test-Protokoll überprüfen.

#### 5.3.2.2.2 Stör AM

Einstellung am SMHU: Wie vorher, aber AM INTERN Off

Einstellung am FSE: Wie vorher.

Anzeigewert: AM RMS der Modulation Summary überprüfen entsprechend dem Performance Test-Protokoll.

#### 5.3.2.2.3 Meßfehler bei FM Demodulation

Einstellung am SMHU: FM INTERN ON  
AF und Frequenzhub entsprechend dem Performance Test-Protokoll einstellen.

Einstellung am FSE: *[LEVEL REF. - 4 dBm]*  
*[FREQUENCY CENTER: 1 GHz]*  
*[MODE: VECTOR ANALYZER: ANALOG DEMOD]*  
[MEAS RESULT: FM Signal: MODULATION SUMMARY],  
[DEMOD BW] und [IF BW] entsprechend dem Performance Test-Protokoll einstellen.

Anzeigewert: FM  $\pm$ Pk/2 der Modulation Summary entsprechend dem Performance Test-Protokoll überprüfen

#### 5.3.2.2.4 Stör FM

Einstellung am SMHU: FM INTERN: OFF

Einstellung am FSE: **[LEVEL REF. - 4 dBm]**  
**[FREQUENCY CENTER: 1 GHz]**  
**[MODE: VECTOR ANALYZER: ANALOG DEMOD]**  
**[MODULATION PARAMETER: AF LOWPASS: 3 kHz:AF HIGHPASS: 300 Hz].**  
**[DEMOD BW]** und **[IF BW]** entsprechend dem Performance Test-Protokoll einstellen.

Anzeigewert: FM RMS der Modulation Summary entsprechend dem Performance Test-Protokoll überprüfen

#### 5.3.2.2.5 Meßfehler bei PM Demodulation

Einstellung am SMHU: PM intern einschalten und Phasenhub sowie AF entsprechend dem Performance Test-Protokoll einstellen.

Einstellung am FSE: **[LEVEL REF. - 4 dBm]**  
**[FREQUENCY CENTER: 1 GHz]**  
**[MODE: VECTOR ANALYZER: ANALOG DEMOD]**  
**[MEAS RESULT: PM Signal: MODULATION SUMMARY]**  
**[AF LOWPASS: OFF, AF HIGHPASS: 30 Hz].**  
**[DEMOD BW]** und **[IF BW]** entsprechend dem Performance Test-Protokoll einstellen.

Anzeigewert: PM  $\pm$ Pk/2 der Modulation Summary entsprechend dem Performance Test-Protokoll überprüfen .

#### 5.3.2.2.6 Stör PM

Einstellung am SMHU: PM INTERN: OFF

Einstellung am FSE: **[LEVEL REF. - 4 dBm]**  
**[FREQUENCY CENTER: 1 GHz]**  
**[MODE: VECTOR ANALYZER: ANALOG DEMOD]**  
**[MODULATION PARAMETER: AF LOWPASS: 3 kHz:AF HIGHPASS: 300 Hz]**  
**[DEMOD BW]** und **[IF BW]** entsprechend dem Performance Test-Protokoll einschalten.

Anzeigewert: PM RMS der Modulation Summary entsprechend dem Performance Test-Protokoll überprüfen.

#### 5.3.2.2.7 Carrier Power

Einstellung am SMHU: Modulation Off: Pegel entsprechend dem Performance Test-Protokoll einstellen.

Einstellung am FSE: **[LEVEL REF. - 4 dBm]**  
**[FREQUENCY CENTER: 1 GHz]**  
**[MODE: VECTOR ANALYZER: ANALOG DEMOD]**  
**[MEAS RESULT: AM SIGNAL: MODULATION SUMMARY]**



*[DEMOD BW]* und *[IF BW]* entsprechend dem Performance Test-Protokoll einstellen.

Anzeigewert: CARR PWR der Modulation Summary entsprechend dem Performance Test-Protokoll überprüfen.

### 5.3.2.2.8 Audio Frequenzmessung

Einstellung am SMHU: FM INTERN, Hub und AF entsprechend dem Performance Test-Protokoll einstellen.

Einstellung am FSE: *[LEVEL REF. - 4 dBm]*  
*[FREQUENCY CENTER: 1 GHz]*  
*[MODE: VECTOR ANALYZER: ANALOG DEMOD]*  
*[MEAS RESULT: FM SIGNAL: MODULATION SUMMARY]*  
*[MODULATION PARAMETER: AF HIGHPASS: OFF: AF LOWPASS OFF]*  
*[DEMOD BW]* und *[IF BW]* entsprechend dem Performance Test-Protokoll einstellen.

Anzeigewert: AUDIO FREQ der Modulation Summary entsprechend dem Performance Test-Protokoll überprüfen.

### 5.3.2.2.9 SINAD bei AM

Einstellung am SMHU: AM INTERN 50%, AF entsprechend dem Performance Test-Protokoll einstellen.

Einstellung am FSE: *[LEVEL REF. -4 dBm]*  
*[FREQUENCY CENTER: 1 GHz]*  
*[MODE: VECTOR ANALYZER: ANALOG DEMOD]*  
*[MEAS RESULT: AM SIGNAL: MODULATION SUMMARY]*  
*[SUMMARY SETTINGS: SINAD: ON]*  
*[MODULATION PARAMETER: AF HIGHPASS: 300 Hz, AF LOWPASS: 3 kHz]*  
*[DEMOD BW]* und *[IF BW]* entsprechend dem Performance Test-Protokoll einstellen.

Anzeigewert: SINAD der Modulation Summary entsprechend dem Performance Test-Protokoll überprüfen

### 5.3.2.2.10 SINAD bei FM

Einstellung am SMHU: AM INTERN OFF,  
 FM INTERN ON, Hub und AF entsprechend dem Performance Test-Protokoll einstellen.

Einstellung am FSE: *[LEVEL REF. - 4 dBm]*  
*[FREQUENCY CENTER: 1 GHz]*  
*[MODE: VECTOR ANALYZER: ANALOG DEMOD]*  
*[MEAS RESULT: FM SIGNAL: MODULATION SUMMARY]*  
*[MODULATION PARAMETER: AF HIGHPASS: 300 Hz, AF LOWPASS: 3 kHz]*  
*[DEMOD BW]* und *[IF BW]* entsprechend dem Performance Test-Protokoll einstellen.

Anzeigewert: SINAD der Modulation Summary entsprechend dem Performance Test-Protokoll  
überprüfen

### 5.3.2.2.11 SINAD bei PM

- Einstellung am SMHU: FM INTERN OFF,  
PM INTERN ON, Hub und AF entsprechend dem Performance Test-Protokoll einstellen.
- Einstellung am FSE: **[LEVEL REF. - 4 dBm]**  
**[FREQUENCY CENTER: 1 GHz]**  
**[MODE: VECTOR ANALYZER: ANALOG DEMOD]**  
**[MEAS RESULT: PM SIGNAL: MODULATION SUMMARY]**  
**[MODULATION PARAMETER: AF HIGHPASS: 300 Hz, AF LOWPASS: 3 kHz]**  
**[DEMOD BW]** und **[IF BW]** entsprechend dem Performance Test-Protokoll einstellen.
- Anzeigewert: SINAD der Modulation Summary entsprechend dem Performance Test-Protokoll überprüfen

### 5.3.2.2.12 Funktion Audio Ausgang

- Einstellung am SMHU: AM INTERN 50%, AF = 1 kHz
- Einstellung am FSE: **[LEVEL REF. -4 dBm]**  
**[FREQUENCY CENTER: 1 GHz]**  
**[MODE: VECTOR ANALYZER: ANALOG DEMOD]**  
**[MEAS RESULT: AM SIGNAL: REAL TIME ON]**  
**[DEMOD BW: 200 kHz: IF BW 1 MHz]**  
**[SENSITIV AF OUTPUT: 100%: VOLUME:---%]** entsprechend dem PERFORMANCE TEST-PROTOKOLL einstellen.

Jeweils Hörprobe entsprechend dem Performance Test-Protokoll durchführen.

## 5.4 Performance Test-Protokoll

Pos.-Nr	Eigenschaft	Messung nach Abschnitt	Min.-Wert	Ist-Wert	Max-Wert	Einheit
1	Absolutgenauigkeit der Pegelanzeige	5.3.1.1	-0.4	.....	+0.4	dB
2	Linearität der Pegelanzeige a = 10 dB	5.3.1.2	-0.2	.....	+0.2	dB
	a=30 dB		-0.85	.....	+0.85	dB
	a=50 dB		-1.5	.....	+1.5	dB
3	Nutzbare Dynamik GSM:	5.3.1.3	67.3	.....	--	dB
	NADC FORWARD CH:		72	.....	--	dB
<b>Restfehler-Nicht FSK FSEA30 oder FSEA20 incl. FSE-B4:</b>		5.3.1.4				
4	<b>PCS1900</b>					
	EVM rms:		---	.....	1	%
	Magnitude Error rms:		---	.....	1	%
	Phase Error rms:		---	.....	0.5	°
	Phase Error pk:		---	.....	2.1	°
	I/Q-Offset:		---	.....	0.2	%
Freq Error:		-1.45	.....	1.45	Hz	
5	<b>NADC (PDC, TETRA)</b>					
	EVM rms:		---	.....	0.5	%
	EVM pk:		---	.....	2.1	%
	Magnitude Error rms:		---	.....	0.5	%
	I/Q-Offset:		---	.....	0.2	%
Freq Error:		-0.22	.....	+ 0.22	Hz	

Pos.-Nr	Eigenschaft	Messung nach Abschnitt	Min.-Wert	Ist-Wert	Max-Wert	Einheit
6	<b>PHS</b>					
	EVM rms:		---	.....	1	%
	EVM pk:		---	.....	4.5	%
	Magnitude Error rms:		---	.....	1	%
	I/Q-Offset:		---	.....	0.2	%
	Freq Error:		-1.06	.....	+ 1.06	Hz
7	<b>QCDMA FORWARD CH:</b>					
	EVM rms:		---	.....	2	%
	EVM pk:		---	.....	8.4	%
	Magnitude Error rms:		---	.....	2	%
	I/Q-Offset:		---	.....	0.2	%
	Freq Error:		-6.2	.....	+ 6.2	Hz
	RHO-Factor		0.9995	.....	---	---
8	<b>QCDMA REVERSE CH:</b>					
	EVM rms:		---	.....	2	%
	EVM pk:		---	.....	8.4	%
	Magnitude Error rms:		---	.....	2	%
	I/Q-Offset:		---	.....	0.2	%
	Freq Error:		-6.2	.....	+ 6.2	Hz
	RHO-Factor		0.9995	.....	---	---

Pos.-Nr	Eigenschaft	Messung nach Abschnitt	Min.-Wert	Ist-Wert	Max-Wert	Einheit
<b>Restfehler-Nicht FSK FSEA20 (Ohne FSE-B4):</b>		5.3.1.4				
9	<b>PCS1900</b> EVM rms: Magnitude Error rms: Phase Error rms: Phase Error pk: I/Q-Offset: Freq Error:		--- --- --- --- --- -4.36	..... ..... ..... ..... ..... .....	3 3 1.5 6.3 0.6 4.36	% % ° ° % Hz
10	<b>NADC (PDC, TETRA)</b>  EVM rms: EVM pk: Magnitude Error rms: I/Q-Offset: Freq Error:		--- --- --- --- -0.66	..... ..... ..... ..... .....	1.5 6.3 1.5 0.6 + 0.66	% % % % Hz
11	<b>PHS</b>  EVM rms: EVM pk: Magnitude Error rms: I/Q-Offset: Freq Error:		--- --- --- --- -3.18	..... ..... ..... ..... .....	3 12.5 3 0.6 + 3.18	% % % % Hz
12	<b>QCDMA FORWARD CH:</b>  EVM rms: EVM pk: Magnitude Error rms: I/Q-Offset: Freq Error: RHO-Factor		--- --- --- --- -18.7 0.9985	..... ..... ..... ..... ..... .....	6 25 6 0.6 + 18.7 ---	% % % % Hz ---

Pos.-Nr	Eigenschaft	Messung nach Abschnitt	Min.-Wert	Ist-Wert	Max-Wert	Einheit
13	<b>QCDMA REVERSE CH:</b>  EVM rms:  EVM pk:  Magnitude Error rms:  I/Q-Offset:  Freq Error:  RHO-Factor		---	.....	6	%
			---	.....	25	%
			---	.....	6	%
			---	.....	0.6	%
			-18.7	.....	+ 18.7	Hz
			0.9985	.....	---	---
	<b>Restfehler-Nicht FSK FSEB30, FSEM30, FSEK30 oder FSEB20, FSEM20, FSEK20 incl. FSE-B4:</b>	5.3.1.4				
14	<b>PCS1900</b> EVM rms:  Magnitude Error rms:  Phase Error rms:  Phase Error pk:  I/Q-Offset:  Freq Error:		---	.....	1.4	%
			---	.....	1,4	%
			---	.....	0.7	°
			---	.....	3	°
			---	.....	0.28	%
			-2	.....	2	Hz
15	<b>NADC (PDC, TETRA)</b>  EVM rms:  EVM pk:  Magnitude Error rms:  I/Q-Offset:  Freq Error:		---	.....	0.7	%
			---	.....	3	%
			---	.....	0.7	%
			---	.....	0.28	%
			-0.3	.....	+ 0.3	Hz

Pos.-Nr	Eigenschaft	Messung nach Abschnitt	Min.-Wert	Ist-Wert	Max-Wert	Einheit
16	<b>PHS</b>					
	EVM rms:		---	.....	1.4	%
	EVM pk:		---	.....	5.8	%
	Magnitude Error rms:		---	.....	1.4	%
	I/Q-Offset:		---	.....	0.28	%
	Freq Error:		-1.4	.....	+ 1.4	Hz
17	<b>QCDMA FORWARD CH:</b>					
	EVM rms:		---	.....	2.8	%
	EVM pk:		---	.....	12.7	%
	Magnitude Error rms:		---	.....	2.8	%
	I/Q-Offset:		---	.....	0.28	%
	Freq Error:		-8.7	.....	+ 8.7	Hz
	RHO-Factor		0.9993	.....	---	---
18	<b>QCDMA REVERSE CH:</b>					
	EVM rms:		---	.....	2.8	%
	EVM pk:		---	.....	12.7	%
	Magnitude Error rms:		---	.....	2.8	%
	I/Q-Offset:		---	.....	0.28	%
	Freq Error:		-8.7	.....	+ 8.7	Hz
	RHO-Factor		0.9993	.....	---	---



Pos.-Nr	Eigenschaft	Messung nach Abschnitt	Min.-Wert	Ist-Wert	Max-Wert	Einheit
<b>Restfehler-Nicht FSK FSEB20, FSEM20, FSEK20 ohne FSE-B4:</b>		5.3.1.4				
19	<b>PCS1900</b> EVM rms: Magnitude Error rms: Phase Error rms: Phase Error pk: I/Q-Offset: Freq Error:		--- --- --- --- --- -6.1	..... ..... ..... ..... ..... .....	4.2 4.2 2.1 8.8 0.84 6.1	% % ° ° % Hz
20	<b>NADC (PDC, TETRA)</b> EVM rms: EVM pk: Magnitude Error rms: I/Q-Offset: Freq Error:		--- --- --- --- -0.9	..... ..... ..... ..... .....	2.1 8.8 2.1 0.8 + 0.9	% % % % Hz
21	<b>PHS</b> EVM rms: EVM pk: Magnitude Error rms: I/Q-Offset: Freq Error:		--- --- --- --- -4.4	..... ..... ..... ..... .....	4.2 17.6 4.2 0.84 + 4.4	% % % % Hz
22	<b>QCDMA FORWARD CH:</b> EVM rms: EVM pk: Magnitude Error rms: I/Q-Offset: Freq Error: RHO-Factor		--- --- --- --- -26.2 0.9980	..... ..... ..... ..... ..... .....	8.4 35.2 8.4 0.84 + 26.2 ---	% % % % Hz ---

Pos.-Nr	Eigenschaft	Messung nach Abschnitt	Min.-Wert	Ist-Wert	Max-Wert	Einheit
23	<b>QCDMA REVERSE CH:</b>					
	EVM rms:		---	.....	8.4	%
	EVM pk:		---	.....	25.2	%
	Magnitude Error rms:		---	.....	8.4	%
	I/Q-Offset:		---	.....	0.84	%
	Freq Error:		-26.2	.....	+ 26.2	Hz
	RHO-Factor		0.9980	.....	---	---
<b>Restfehler FSK FSEA30, FSEA20 + FSE-B4:</b>		5.1.3.4				
24	<b>ERMES:</b>					
	Magnitude Error rms:		---	.....	1	%
	FSK Dev Error rms		---	.....	93.8	Hz
	FSK DEV of nom.		-70.3	.....	70.3	Hz
	Freq. Error		-23.4	.....	23.4	Hz
25	<b>CT2:</b>					
	Magnitude Error rms:		---	.....	1	%
	FSK Dev Error rms		---	.....	270	Hz
	FSK DEV of nom.		-270	.....	270	Hz
	Freq. Error		-90	.....	90	Hz
26	<b>DECT:</b>					
	Magnitude Error rms:		---	.....	2	%
	FSK Dev Error rms		---	.....	5.76	kHz
	FSK DEV of nom.		-5.76	.....	5.76	kHz
	Freq. Error		-1.44	.....	1.44	kHz

Pos.-Nr	Eigenschaft	Messung nach Abschnitt	Min.-Wert	Ist-Wert	Max-Wert	Einheit
<b>Restfehler FSK FSEA20 ohne FSE-B4:</b>		5.1.3.4				
27	<b>ERMES:</b>  Magnitude Error rms:  FSK Dev Error rms  FSK DEV of nom.  Freq. Error		---  --- -211 -70.3	.....  ..... ..... .....	3  281.2 211 70.3	%  Hz Hz Hz
28	<b>CT2:</b>  Magnitude Error rms:  FSK Dev Error rms  FSK DEV of nom.  Freq. Error		---  --- -810 -270	.....  ..... ..... .....	3  810 810 270	%  Hz Hz Hz
29	<b>DECT:</b>  Magnitude Error rms:  FSK Dev Error rms  FSK DEV of nom.  Freq. Error		---  --- -17.28 -4.32	.....  ..... ..... .....	6  17.28 17.28 4.32	%  kHz kHz kHz
30	<b>Restfehler FSK  FSEB30, FSEM30 oder FSEB20, FSEM20 + FSE-B4:</b>					
31	<b>ERMES:</b>  Magnitude Error rms:  FSK Dev Error rms  FSK DEV of nom.  Freq. Error		---  --- -98.4 -32.8	.....  ..... ..... .....	1.4  131.2 98.4 32.8	%  Hz Hz Hz

Pos.-Nr	Eigenschaft	Messung nach Abschnitt	Min.-Wert	Ist-Wert	Max-Wert	Einheit
32	<b>CT2:</b>					
	Magnitude Error rms:		---	.....	1.4	%
	FSK Dev Error rms		---	.....	378	Hz
	FSK DEV of nom.		-378	.....	378	Hz
	Freq. Error		-126	.....	126	Hz
33	<b>DECT:</b>					
	Magnitude Error rms:		---	.....	2.8	%
	FSK Dev Error rms		---	.....	8	kHz
	FSK DEV of nom.		-8	.....	8	kHz
	Freq. Error		-2	.....	2	kHz
<b>Restfehler FSK FSEB20, FSEM20, FSEK20 ohne FSE-B4:</b>		5.1.3.4				
34	<b>ERMES:</b>					
	Magnitude Error rms:		---	.....	4.2	%
	FSK Dev Error rms		---	.....	394	Hz
	FSK DEV of nom.		-295	.....	295	Hz
	Freq. Error		-98.4	.....	98.4	Hz
35	<b>CT2:</b>					
	Magnitude Error rms:		---	.....	4.2	%
	FSK Dev Error rms		---	.....	1134	Hz
	FSK DEV of nom.		-1134	.....	1134	Hz
	Freq. Error		-378	.....	378	Hz
36	<b>DECT:</b>					
	Magnitude Error rms:		---	.....	8.4	%
	FSK Dev Error rms		---	.....	24.2	kHz
	FSK DEV of nom.		-24.2	.....	24.2	kHz
	Freq. Error		-6.05	.....	6.05	kHz

Pos.-Nr	Eigenschaft	Messung nach Abschnitt	Min.-Wert	Ist-Wert	Max-Wert	Einheit
<b>Analoge Demodulation</b>						
<b>Alle FSE Modelle, bei mit *) markierten Messungen nur bei FSEA30 oder FSEA20 + FSE-B4</b>						
	<b>REAL TIME OFF</b>	5.3.2.1				
37	<b>Meßfehler bei AM Demodulation</b>	5.3.2.1.1				
	DEMOM BW 5 kHz IF BW 30 kHz AF 500 Hz		47.5	.....	52.5	% AM
	DEMOM BW 200 kHz IF BW 1 MHz AF 10 kHz		47.5	.....	52.5	% AM
	Demod BW 2 MHz IF BW 10 MHz AF 50 kHz		47.5	.....	52.5	% AM
38	<b>Stör AM</b>	5.3.2.1.2				
	DEMOM BW 5 kHz IF BW: 30 kHz		--	.....	0.2	% AM
	DEMOM BW 200 kHz IF BW 1MHz		--	.....	0.28	% AM
	DEMOM BW 2 MHz IF BW: 10 MHz		--	.....	0.89	% AM
39	<b>Meßfehler bei FM Demodulation</b>	5.3.2.1.3				
	DEMOM BW 200 kHz IF BW 1 MHz AF 1KHz $\Delta f=40$ kHz		38	.....	42	kHz
	Demod BW 2 MHz IF BW 10 MHz AF 100 kHz $\Delta f= 200$ kHz		190	.....	210	kHz
40	<b>Stör FM *)</b>	5.3.2.1.4				
	DEMOM BW: 200 kHz IF BW: 1 MHz		--	.....	10	Hz
41	<b>Meßfehler bei PM Demodulation</b>	5.3.2.1.5				
	DEMOM BW: 500 kHz IF BW: 3 MHz Phasenhub= 10 rad AF= 1kHz		9.5	.....	10.5	rad
42	<b>Stör PM *)</b>	5.3.2.1.6				

Pos.-Nr	Eigenschaft	Messung nach Abschnitt	Min.-Wert	Ist-Wert	Max-Wert	Einheit
	DEMODO BW: 5 kHz IF BW: 30 kHz		--	.....	0.03	rad
	DEMODO BW: 200 kHz IF BW: 1 MHz		--	.....	0.03	rad
43	<b>Carrier Power</b>	5.3.2.1.7				
	DEMODO BW: 200 kHz IF BW: 1 MHz Level: -10 dBm		-11.5	.....	-8.5	dBm
	DEMODO BW: 200 kHz IF BW: 1 MHz Level: -40 dBm		-41.5	.....	-48.5	dBm
44	<b>Audiofrequenz-Messung</b>	5.3.2.1.8				
	DEMODO BW: 5 kHz IF BW: 30 kHz Hub 2kHz, AF 10 Hz		9.993	.....	10.007	Hz
	DEMODO BW: 2 MHz IF BW: 10 MHz Hub 100 kHz, AF 100 kHz		99.9979	.....	100.003	kHz
	<b>REAL TIME ON</b>	5.3.2.2				
45	<b>Meßfehler bei AM Demodulation</b>	5.3.2.2.1				
	DEMODO BW 200 kHz IF BW 1 MHz AF 30 Hz		47.5	.....	52.5	% AM
	DEMODO BW 200 kHz IF BW 1 MHz AF 1k Hz		47.5	.....	52.5	% AM
	DEMODO BW 200 kHz IF BW 1 MHz AF 20 kHz		47.5	.....	52.5	% AM
46	<b>Stör AM</b>	5.3.2.2.2				
	DEMODO BW 5 kHz IF BW: 30 kHz		--	.....	0.2	% AM
	DEMODO BW 200 kHz IF BW 1MHz		--	.....	0.28	% AM
47	<b>Meßfehler bei FM Demodulation</b>	5.3.2.2.3				
	DEMODO BW 200 kHz IF BW 1 MHz AF 30 Hz $\Delta f=40$ kHz		38	.....	42	kHz
	DEMODO BW 200 kHz IF BW 1 MHz AF 1KHz $\Delta f=40$ kHz		38	.....	42	kHz
	DEMODO BW 200 kHz IF BW 1 MHz AF 20 KHz $\Delta f=40$ kHz		38	.....	42	kHz

Pos.-Nr	Eigenschaft	Messung nach Abschnitt	Min.-Wert	Ist-Wert	Max-Wert	Einheit
48	<b>Stör FM *)</b>	5.3.2.2.4				
	DEMOM BW: 200 kHz IF BW: 1 MHz		--	.....	10	Hz
49	<b>Meßfehler bei PM Demodulation</b>	5.3.2.2.5				
	DEMOM BW: 200 kHz IF BW: 1 MHz Phasenhub= 10 rad AF= 8 kHz		9.5	.....	10.5	rad
50	<b>Stör PM *)</b>	5.3.2.2.6				
	DEMOM BW: 200 kHz IF BW: 1 MHz		--	.....	0.01	rad
51	<b>Carrier Power</b>	5.3.2.2.7				
	DEMOM BW: 200 kHz IF BW: 1 MHz Level: -10 dBm		-11.5	.....	-8.5	dBm
	DEMOM BW: 200 kHz IF BW: 1 MHz Level: - 40 dBm		-41.5	.....	-38.5	dBm
52	<b>Audiofrequenz-Messung</b>	5.3.2.2.8				
	DEMOM BW: 10 kHz IF BW: 50 kHz AF 30 Hz		29.988	.....	30.012	Hz
	DEMOM BW: 200 kHz IF BW: 1 MHz AF: 20 kHz		19.9997	.....	20.0003	kHz
53	<b>SINAD bei AM:</b> DEMOM BW: 200kHz IF BW: 1 MHz, AF= 1kHz	5.3.2.2.9	46	.....	--	db
54	<b>SINAD bei FM:</b> $\Delta f=10\text{kHz}$ AF=1 kHz DEMOM BW: 200kHz IF BW: 1 MHz	5.3.2.2.10	50	.....	--	dB
55	<b>SINAD bei PM:</b> Phasenhub= 10 rad AF= 1kHz DEMOM BW: 200kHz IF BW: 1 MHz	5.3.2.2.11	50	.....	--	dB
56	<b>Funktion AUDIO output</b> Volume 0%	5.3.2.2.12	kein Ton hörbar	.....	--	--
	Volume 50 %		1 kHz Ton hörbar	.....	--	--

Pos.-Nr	Eigenschaft	Messung nach Abschnitt	Min.-Wert	Ist-Wert	Max-Wert	Einheit
	<b>FSEB30, FSEM30, FSEK30 oder FSEB/M/K20 + FSE-B4</b>					
	<b>REAL TIME OFF</b>					
40	<b>Stör FM</b>	5.3.2.1.4				
	DEMOD BW: 200 kHz IF BW: 1 MHz		--	.....	20	Hz
42	<b>Stör PM</b>	5.3.2.1.6				
	DEMOD BW: 5 kHz IF BW: 30 kHz		--	.....	0.06	rad
	DEMOD BW: 200 kHz IF BW: 1 MHz		--	.....	0.06	rad
	<b>REAL TIME ON</b>					
48	<b>Stör FM</b>	5.3.2.2.4.				
	DEMOD BW: 200 kHz IF BW: 1 MHz		--	.....	20	Hz
50	<b>Stör PM</b>	5.3.2.2.6.				
	DEMOD BW: 200 kHz IF BW: 1 MHz		--	.....	0.02	rad
	<b>FSEA20 ohne FSE-B4</b>					
	<b>REAL TIME OFF</b>					
40	<b>Stör FM</b>	5.3.2.1.4				
	DEMOD BW: 200 kHz IF BW: 1 MHz		--	.....	200	Hz
42	<b>Stör PM</b>	5.3.2.1.6				
	DEMOD BW: 5 kHz IF BW: 30 kHz		--	.....	0.6	rad
	DEMOD BW: 200 kHz IF BW: 1 MHz		--	.....	0.6	rad
	<b>REAL TIME ON</b>					
48	<b>Stör FM</b>	5.3.2.2.4				
	DEMOD BW: 200 kHz IF BW: 1 MHz		--	.....	200	Hz
50	<b>Stör PM</b>	5.3.2.2.6				
	DEMOD BW: 200 kHz IF BW: 1 MHz		--	.....	0.2	rad



Pos.-Nr	Eigenschaft	Messung nach Abschnitt	Min.-Wert	Ist-Wert	Max-Wert	Einheit
	<b>FSEB20, FSEM20, FSEK20 ohne FSE-B4</b>					
	<b>REAL TIME OFF</b>					
40	<b>Stör FM</b>	5.3.2.1.4				
	DEMODO BW: 200 kHz IF BW: 1 MHz		--	.....	400	Hz
42	<b>Stör PM</b>	5.3.2.1.6				
	DEMODO BW: 5 kHz IF BW: 30 kHz		--	.....	1.2	rad
	DEMODO BW: 200 kHz IF BW: 1 MHz		--	.....	1.2	rad
	<b>REAL TIME ON</b>					
48	<b>Stör FM</b>	5.3.2.2.4				
	DEMODO BW: 200 kHz IF BW: 1 MHz		--	.....	400	Hz
50	<b>Stör PM</b>	5.3.2.2.6				
	DEMODO BW: 200 kHz IF BW: 1 MHz		--	.....	0.4	rad