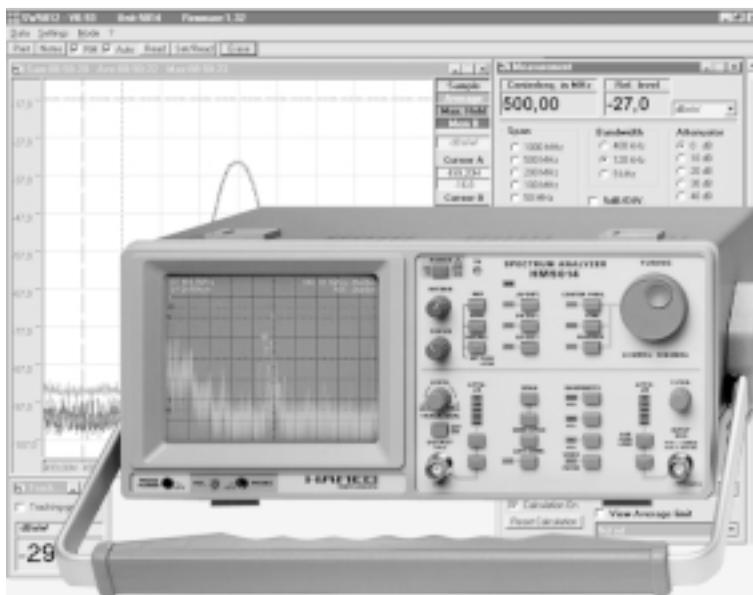


Handbuch

Spektrum- analysator HM5012/14

Software SW5012



Spektrumanalysator HM5012 / HM5014

Spektrumanalysator HM5012 und HM5014	6
HZ530-Sondensatz für EMV-Diagnose (Lieferbares Zubehör)	7
Allgemeine Hinweise zur CE-Kennzeichnung	4
CE-Konformitätserklärung	4
HZ560 Transient Limiter	8
Allgemeines	9
Symbole	9
Aufstellung des Gerätes	9
Sicherheit	10
Betriebsbedingungen	11
Wartung	12
Netzspannungsumschaltung	12
Funktionsprinzip	13
Betriebshinweise	14
Bedienelemente	16
Erste Messungen	28
Einführung in die Spektrum-Analyse	30
Grundlagen Spektrum-Analysatoren	31
Anforderungen an Spektrum-Analysatoren	33
Frequenzmessung	34
Stabilität	34
Auflösung	35
Rauschen	36
Video-Filter	38
Empfindlichkeit - Max. Eingangspegel	38
Frequenzgang	39
Mitlaufgeneratoren	40
CODES serielle Schnittstelle RS232	42
Spektrum-Analysator HM 5012 / HM5014	42
Befehle vom PC zum HM 5012 / 5014	42
Abfrage der Parameter:	43

Software SW5012

Software SW5012	46
Pulldown Menu 1:	46
Data	46
Pulldown Menu 2: (Einstellung Mode Normal)	49
Settings	49
Pulldown Menu 3:	49
Mode	49
Betriebsarten	50
Normal Mode	50
Correction on	50
Calculation on	50
Funktionsweise des EMC-Modes, Aufgabe der Software	51
Definition neuer Komponenten	52
Erstellen einer Konfiguration	54
Definieren der Grenzlinien	55
Test erstellen	56
EMC-Tests durchführen	58

Allgemeine Hinweise zur CE-Kennzeichnung

HAMEG Meßgeräte erfüllen die Bestimmungen der EMV Richtlinie. Bei der Konformitätsprüfung werden von HAMEG die gültigen Fachgrund- bzw. Produktnormen zu Grunde gelegt. In Fällen wo unterschiedliche Grenzwerte möglich sind, werden von HAMEG die härteren Prüfbedingungen angewendet. Für die Störaussendung werden die Grenzwerte für den Geschäfts- und Gewerbebereich sowie für Kleinbetriebe angewandt (Klasse 1B). Bezüglich der Störfestigkeit finden die für den Industriebereich geltenden Grenzwerte Anwendung.

Die am Meßgerät notwendigerweise angeschlossenen Meß- und Datenleitungen beeinflussen die Einhaltung der vorgegebenen Grenzwerte in erheblicher Weise. Die verwendeten Leitungen sind jedoch je nach Anwendungsbereich unterschiedlich. Im praktischen Meßbetrieb sind daher in Bezug auf Störaussendung bzw. Störfestigkeit folgende Hinweise und Randbedingungen unbedingt zu beachten:

1. Datenleitungen

Die Verbindung von Meßgeräten bzw. ihren Schnittstellen mit externen Geräten (Druckern, Rechnern, etc.) darf nur mit ausreichend abgeschirmten Leitungen erfolgen. Sofern die Bedienungsanleitung nicht eine geringere maximale Leitungslänge vorschreibt, dürfen Datenleitungen (Eingang/Ausgang, Signal/Steuerung) eine Länge von 3 Metern nicht erreichen und sich nicht außerhalb von Gebäuden befinden. Ist an einem Geräteinterface der Anschluß mehrerer Schnittstellenkabel möglich, so darf jeweils nur eines angeschlossen sein.

Bei Datenleitungen ist generell auf doppelt abgeschirmtes Verbindungskabel zu achten. Als IEEE-Bus Kabel sind die von HAMEG beziehbaren doppelt geschirmten Kabel HZ72S bzw. HZ72L geeignet.

2. Signalleitungen

Meßleitungen zur Signalübertragung zwischen Meßstelle und Meßgerät sollten generell so kurz wie möglich gehalten werden. Falls keine geringere Länge vorgeschrieben ist, dürfen Signalleitungen (Eingang/Ausgang, Signal/Steuerung) eine Länge von 3 Metern nicht erreichen und sich nicht außerhalb von Gebäuden befinden.

Alle Signalleitungen sind grundsätzlich als abgeschirmte Leitungen (Koaxialkabel - RG58/U) zu verwenden. Für eine korrekte Masseverbindung muß Sorge getragen werden. Bei Signalgeneratoren müssen doppelt abgeschirmte Koaxialkabel (RG223/U, RG214/U) verwendet werden.

3. Auswirkungen auf die Meßgeräte

Beim Vorliegen starker hochfrequenter elektrischer oder magnetischer Felder kann es trotz sorgfältigen Meßaufbaues über die angeschlossenen Meßkabel zu Einspeisung unerwünschter Signalteile in das Meßgerät kommen. Dies führt bei HAMEG Meßgeräten nicht zu einer Zerstörung oder Außerbetriebsetzung des Meßgerätes.

Geringfügige Abweichungen des Meßwertes über die vorgegebenen Spezifikationen hinaus können durch die äußeren Umstände in Einzelfällen jedoch auftreten.

Dezember 1995
HAMEG GmbH

KONFORMITÄTSERKLÄRUNG
DECLARATION OF CONFORMITY
DECLARATION DE CONFORMITE



HAMEG[®]
Instruments

Name und Adresse des Herstellers
Manufacturer's name and address
Nom et adresse du fabricant

HAMEG GmbH
Kelsterbacherstraße 15-19
D - 60528 Frankfurt

HAMEG S.a.r.l.
5, av de la République
F - 94800 Villejuif

Die HAMEG GmbH / HAMEG S.a.r.l. bescheinigt die Konformität für das Produkt
The HAMEG GmbH / HAMEG S.a.r.l. herewith declares conformity of the product
HAMEG GmbH / HAMEG S.a.r.l. déclare la conformité du produit

Bezeichnung / Product name / Designation: **Spektrum-Analysator/Spectrum Analyzer/Analyseur de spectre**

Typ / Type / Type: **HM5012/5014**

mit / with / avec: -

Optionen / Options / Options: -

mit den folgenden Bestimmungen / with applicable regulations / avec les directives suivantes

EMV Richtlinie 89/336/EWG ergänzt durch 91/263/EWG, 92/31/EWG
EMC Directive 89/336/EEC amended by 91/263/EWG, 92/31/EEC
Directive EMC 89/336/CEE amendée par 91/263/EWG, 92/31/CEE

Niederspannungsrichtlinie 73/23/EWG ergänzt durch 93/68/EWG
Low-Voltage Equipment Directive 73/23/EEC amended by 93/68/EEC
Directive des équipements basse tension 73/23/CEE amendée par 93/68/CEE

Angewendete harmonisierte Normen / Harmonized standards applied / Normes harmonisées utilisées

Sicherheit / Safety / Sécurité

EN 61010-1: 1993 / IEC (CEI) 1010-1: 1990 A 1: 1992 / VDE 0411: 1994
EN 61010-1/A2: 1995 / IEC 1010-1/A2: 1995 / VDE 0411 Teil 1/A1: 1996-05
Überspannungskategorie / Overvoltage category / Catégorie de surtension: II
Verschmutzungsgrad / Degree of pollution / Degré de pollution: 2

Elektromagnetische Verträglichkeit / Electromagnetic compatibility /
Compatibilité électromagnétique

EN 61326-1/A1
Störaussendung / Radiation / Emission: Tabelle / table / tableau 4; Klasse / Class / Classe B.
Störfestigkeit / Immunity / Imunité: Tabelle / table / tableau A1.

EN 61000-3-2/A14
Oberschwingungsströme / Harmonic current emissions / Émissions de courant harmonique: Klasse / Class / Classe D.

EN 61000-3-3
Spannungsschwankungen u. Flicker / Voltage fluctuations and flicker /
Fluctuations de tension et du flicker.

Datum /Date /Date

15.01.2001

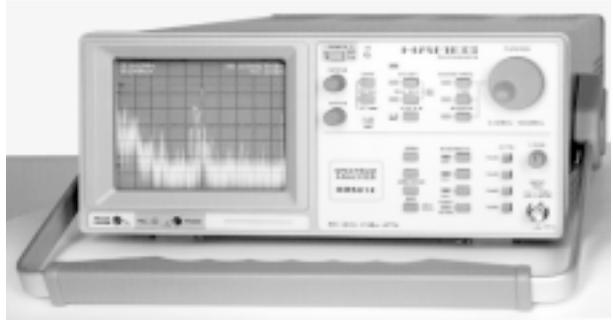
Unterschrift / Signature / Signatur

E. Baumgartner
Technical Manager
Directeur Technique

Spektrumanalysator HM5012 u. HM5014

- Durchgehender Frequenzbereich von 0,15MHz bis 1,05GHz.
- 5stellige Digitalanzeige für Mitten- u. Marker-Frequenz (Aufl. 0,1MHz).
- Amplitudenbereich -100 bis $+13$ dBm;
- Auflösungsbandbreiten 9kHz, 120 kHz, 400kHz- und Video-Filter
- Max Hold-Function, Digitales AVERAGE
- Tracking Generator (nur HM 5014), Freq. 0,15MHz bis 1,05GHz, Pegel $+1$ dBm bis -50 dBm (an 50Ω).

Die Geräte **HM5012** und **HM5014** eignen sich für fast alle Arten der Signalanalyse im Frequenzbereich von **0,15MHz** bis **1,05GHz**. Beide Modelle besitzen eine Einstellmöglichkeit für den Span. Mit diesem ist das auf dem Bildschirm sichtbare Frequenzspektrum zwischen **1MHz** und **1000MHz**



einstellbar. Vor allem die damit verbundene höhere Auflösung in den kleineren Bereichen erlaubt insbesondere die **Analyse** von **schmalbandigen Signalen**.

Ein anderer, qualitativ wesentlicher Gesichtspunkt ist, daß auch die **Amplitudenwerte** der dargestellten Signale recht genau erfaßbar sind. Der gesamte Meßbereich, einschließlich der zuschaltbaren Eingangsteiler, erstreckt sich von **-100dBm** bis **+13dBm**, wovon 80dB (10dB/cm) auf den Anzeigebereich der Bildröhre entfallen. Selektive Pegelmessungen können im „**Zero-Span**“-Betrieb durchgeführt werden.

Im **HM5014** befindet sich zusätzlich ein **Tracking- (Mitlauf)-Generator**, mit dem auch Frequenzgang-Messungen an **Vierpolen** durchführbar sind. Dabei handelt es sich um eine vom Spektrum-Analysator gesteuerte frequenzsynchrone Signalquelle, deren Frequenzbereich von **150kHz** bis **1,05GHz** reicht. Der Ausgangspegel ist zwischen **-50dBm** und **+1dBm** in 10dB-Stufen und variabel veränderbar.

Die Geräte **HM5012** und **HM5014** sind äußerst preiswert. Sie erlauben zahlreiche Anwendungen im gesamten Bereich der HF-Meßtechnik, wie z.B. bei der qualitativen EMV-Messung. Dabei zeichnen sich die Geräte durch eine gleichbleibend hohe Meßrate und äußerst geringe Störstrahlung aus. Mit ihrer **guten Ausstattung** und der **einfachen Bedienung** sind sie wieder ein Beweis für die überzeugende Leistungsfähigkeit von **HAMEG-Produkten**.

Technische Daten

Frequenzeigenschaften

Frequenz Bereich: 0,15MHz bis 1050MHz

Auflösung der Frequenz Anzeige:

10kHz (5½ Digit im Readout)

Centerfrequenzanzeige: 0 bis 1050MHz

Genauigkeit Mittenfrequenz: ±100kHz

Stabilität (Drift): <150kHz/Std.

Frequenzhub: 1MHz bis 1000MHz

mit 1-2-5 Teilung +0Hz/cm (Zero Span)

Linearitätsgenauigkeit: ±5%

Marker Auflösung (Frequenz): 5½ Digit

Marker Auflösung (Pegel): 3½ Digit

Marker Readout Genauigkeit:

±(0,1% Span + 100kHz)

ZF-Bandbreite (-3dB):

Auflösung: 9kHz, 120kHz, 400kHz

Video Filter: 4kHz

Wobzeit: 40ms, 320ms

Amplitudeneigenschaften

Messbereich: -100dBm bis +13dBm

Mittlerer Angezeigter Rauschpegel:

-102dBm (120kHz RBW)

Anzeigegenauigkeit: ±2dB

Eingangsabschwächer: 0 bis 40dB (4 x 10dB)

Genauigkeit der Abschwächer: ±1dB

Maximale Eingangspegel:

Abschwächer > 20dB +20dBm (0,1W)

Abschwächer = 0dB +10dBm

DC ±25V

Anzeigebereich: 40dB, 80dB (5/10 dB/cm)

Messeinheit: dBm

Referenzpegel: -99dBm bis +13dBm

Referenzpegelgenauigkeit: ±2dBm

Intermodulation (3. Ordnung): <-75dBc

(2 Signale, jedes -27dBm, Frequenzabstand >3MHz)

Harmonische Störungen

(2. te und 3. te): <-75dBc

Ein-/Ausgangs-Charakteristiken

HF-Eingang: BNC(F) Impedanz: 50Ω

Tastkopfspannung: +6V(Nahfeld Sonde HZ530)

Tracking Generator Ausgang (HM5014):

BNC(F) Impedanz: 50Ω

Spezialfunktionen

Average: 32 Messungen

SAVE/RECALL: 10 Einstellungen

Max. HOLD:

HOLD: Signal wird in Speicher gehalten

A-B: Aktuelles Signal minus gespeichertes Signal

AM Demodulator: Kopfhörer

Tracking generator

Ausgangspegel Bereich: -50dBm bis +1dBm

(10dB Stufen + Variabel)

Ausgangsabschwächer: 0 bis 40dB (4 x 10dB)

Ausgangsfreq. Bereich: 0,15MHz bis 1050MHz

Frequenzgang:(0,15MHz bis 1050MHz) ±1,5dB

HF-Störer:

Harmonisch >-20dBc

Nicht Harmonisch >-20dBc

Allgemeines

Betriebsbedingungen: 10° bis 40°C

Röhre: 8 x 10cm; Innenraster

Strahldrehung: auf Frontseite einstellbar

Netzanschluß: 115 / 230V, 50-60Hz

Leistungsaufnahme :ca. 33W/(HM5014 ca. 43W)

Schutzart: Schutzklasse I (VDE 0411)

Gewicht: ca. 6kg

Gehäusemaße: **B** 285, **H** 125, **T** 380mm

Mit verstellbarem Aufstell-Tragegriff

HZ530-Sondensatz für EMV-Diagnose (Lieferbares Zubehör)

Der HZ530-Sondensatz besteht aus drei aktiven Breitbandsonden für die EMV-Diagnose in der Entwicklung elektronischer Baugruppen und Geräte auf Laborebene. Er enthält eine aktive Magnetfeldsonde (H-Feld-Sonde), einen aktiven E-Feld-Monopol und eine aktive

Hochimpedanzsonde. Die Sonden sind zum Anschluß an einen Spektrumanalysator vorgesehen und haben daher einen koaxialen Ausgang mit einem Wellenwiderstand von 50Ω . Die H-Feld-Sonde gibt einen der magnetischen Wechsel-Feldstärke proportionalen Pegel ab. Mit ihr können Störquellen in elektronischen Baugruppen relativ eng lokalisiert werden und Abschirmungen auf „undichte“ Stellen untersucht werden. Die Hochimpedanzsonde ermöglicht eine Untersuchung des Störpegels auf einzelnen Kontakten oder Leiterbahnen. Sie belastet den zu prüfenden Meßpunkt mit nur $2pF$. Dadurch kann direkt in der Schaltung gemessen werden, ohne nennenswerte Veränderungen der Verhältnisse durch den Meßeingriff. Der E-Feld-Monopol wird z.B. verwendet, um die Wirkung von Abschirmmaßnahmen zu prüfen. Mit ihm kann auch die Gesamtwirkung von Filtermaßnahmen beurteilt werden, soweit sie etwa das Gerätegehäuse verlassende Kabel und Leitungen betreffen. Ferner kann man mit dem E-Feld-Monopol Relativmessungen zu Abnahmeprotokollen durchführen. Die Sonden haben je nach Typ eine Bandbreite von $100kHz$ bis über $1000MHz$. Der Anschluß der Sonden an Spektrumanalysator, Meßempfänger oder Oszilloskop erfolgt über ein ca. $1,5m$ langes BNC-Koaxialkabel. Die in den Sonden schon eingebauten Vorverstärker (Verstärkung ca. 30 dB) erübrigen den Einsatz von externen Zusatzgeräten. Die Sonden werden entweder durch einsetzbare Batterien/Akkus betrieben oder können direkt aus dem HAMEG Spektrumanalysator HM5012/14 mit Spannung versorgt werden. Mittels eines Akkusatzes hat jede Sonde eine Betriebsdauer von ca. $20 - 30$ Stunden.



Technische Daten:

Frequenzbereiche:	100kHz – 1.0GHz
Versorgungsspannung:	6V aus HM5012/14 oder Batterie
Stromaufnahme:	ca. 10-24 mA
Sondenmaße:	40x19x195mm
Gehäuse:	Kunststoff, innen elektrisch geschirmt
Lieferform:	3 Sonden im Transportkoffer 1 BNC-Kabel 1,5m, 1 Spannungsversorgungskabel Batterien (Type Mignon) gehören nicht zum Lieferumfang

HZ560 Transient Limiter

Zum Schutz des Eingangskreises von Spektrumanalysatoren insbesondere bei der Verwendung der Netznachbildung **HM6050**

Frequenzbereich: 150kHz-30MHz



Allgemeines

Sofort nach dem Auspacken sollte das Gerät auf mechanische Beschädigungen und lose Teile im Innern überprüft werden. Falls ein Transportschaden vorliegt, ist sofort der Lieferant zu informieren. Das Gerät darf dann nicht in Betrieb gesetzt werden.

Symbole

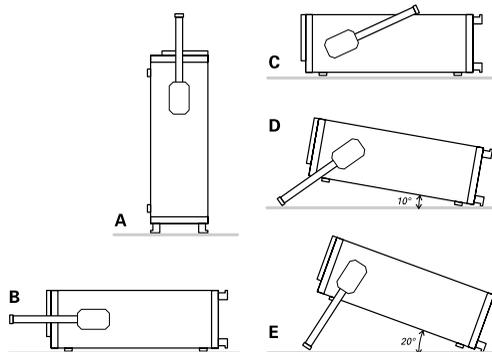
 Bedienungsanleitung beachten

 Hochspannung

 Erde

Aufstellung des Gerätes

Für die optimale Betrachtung des Bildschirms kann das Gerät in drei verschiedenen Positionen aufgestellt werden (siehe Bilder C, D, E). Wird das Gerät nach dem Tragen senkrecht aufgesetzt, bleibt der Griff automatisch in der Tragestellung stehen, siehe Abb. A.



Will man das Gerät waagrecht auf eine Fläche stellen, wird der Griff einfach auf die obere Seite des Gerätes gelegt (Abb. C). Wird eine Lage entsprechend Abb. D gewünscht (10° Neigung), ist der Griff, ausgehend von der Tragestellung A, in Richtung Unterkante zu schwenken bis er automatisch einrastet. Wird für die Betrachtung eine noch höhere Lage des Bildschirms erforderlich, zieht man den Griff wieder aus der Raststellung und drückt ihn weiter nach hinten, bis er abermals einrastet (Abb. E mit 20° Neigung).

Der Griff läßt sich auch in eine Position für waagerechtes Tragen bringen. Hierfür muß man diesen in Richtung Oberseite schwenken und, wie aus Abb. B ersichtlich, ungefähr in der Mitte schräg nach oben ziehend einrasten. Dabei muß das Gerät gleichzeitig angehoben werden, da sonst der Griff sofort wieder ausrastet.

Sicherheit

Dieses Gerät ist gemäß **VDE 0411 Teil 1, Sicherheitsbestimmungen für elektrische Meß-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte**, gebaut und geprüft und hat das Werk in sicherheitstechnisch einwandfreiem Zustand verlassen. Es entspricht damit auch den Bestimmungen der europäischen Norm EN 61010-1 bzw. der internationalen Norm IEC 1010-1. Um diesen Zustand zu erhalten und einen gefahrlosen Betrieb sicherzustellen, muß der Anwender die Hinweise und Warnvermerke beachten, die in dieser Bedienungsanleitung, im Testplan und in der Serviceanleitung enthalten sind.



Gehäuse, Chassis und alle Meßanschlüsse sind mit dem Netzschutzleiter verbunden. Das Gerät entspricht den Bestimmungen der Schutzklasse I.

Die berührbaren Metallteile sind gegen die Netzpole mit 2200V Gleichspannung geprüft.

Durch Verbindung mit anderen Netzanschlußgeräten können u.U. netzfrequente Brummspannungen im Meßkreis auftreten. Dies ist bei Benutzung eines Schutz-Trenntransformators der Schutzklasse II leicht zu vermeiden. Das Gerät darf aus Sicherheitsgründen nur an vorschriftsmäßigen Schutzkontaktsteckdosen betrieben werden.



Der Netzstecker muß eingeführt sein, bevor Signalstromkreise angeschlossen werden. Die Auftrennung der Schutzkontaktverbindung ist unzulässig.

Die meisten Elektronenröhren generieren γ -Strahlen. Bei diesem Gerät bleibt die **Ionendosisleistung weit unter dem gesetzlich zulässigen Wert von 36 pA/kg**.

Wenn anzunehmen ist daß ein gefahrloser Betrieb nicht mehr möglich ist, so ist das Gerät außer Betrieb zu setzen und gegen

unabsichtlichen Betrieb zu sichern. Diese Annahme ist berechtigt,

- wenn das Gerät sichtbare Beschädigungen hat,
- wenn das Gerät lose Teile enthält,
- wenn das Gerät nicht mehr arbeitet,
- nach längerer Lagerung unter ungünstigen Verhältnissen (z.B. im Freien oder in feuchten Räumen),
- nach schweren Transportbeanspruchungen (z.B. mit einer Verpackung, die nicht den Mindestbedingungen von Post, Bahn oder Spedition entspricht).

Betriebsbedingungen

Der zulässige Umgebungstemperaturbereich während des Betriebs reicht von +10°C... +40°C. Während der Lagerung oder des Transports darf die Temperatur zwischen -40°C und +70°C betragen. Hat sich während des Transports oder der Lagerung Kondenswasser gebildet, muß das Gerät ca. 2 Stunden akklimatisiert werden, bevor es in Betrieb genommen wird. Das Meßgerät ist zum Gebrauch in sauberen, trockenen Räumen bestimmt. Es darf nicht bei besonders großem Staub- bzw. Feuchtigkeitsgehalt der Luft, bei Explosionsgefahr sowie bei aggressiver chemischer Einwirkung betrieben werden. Die Betriebslage ist beliebig. Eine ausreichende Luftzirkulation (Konvektionskühlung) ist jedoch zu gewährleisten. Bei Dauerbetrieb ist folglich eine horizontale oder schräge Betriebslage (Aufstellbügel) zu bevorzugen.

Garantie

Jedes Gerät durchläuft vor dem Verlassen der Produktion einen Qualitätstest mit 10-stündigem „burn-in“. Im intermittierenden Betrieb wird dabei fast jeder Frühausfall erkannt. Dem folgt ein 100% Test jedes Gerätes, bei dem alle Betriebsarten und die Einhaltung der technischen Daten geprüft werden.

Dennoch ist es möglich, daß ein Bauteil erst nach längerer Betriebsdauer ausfällt. Daher wird auf alle Geräte eine **Funktionsgarantie von 2 Jahren** gewährt. Voraussetzung ist, daß im Gerät keine Veränderungen vorgenommen wurden. Für Versendungen per Post, Bahn oder Spedition wird empfohlen, die Originalverpackung zu verwenden. Transport- oder sonstige Schäden, verursacht durch grobe Fahrlässigkeit, werden von der Garantie nicht erfaßt.

Bedienungsanleitung

Bei einer Beanstandung sollte man am Gehäuse des Gerätes eine stichwortartige Fehlerbeschreibung anbringen. Wenn dabei gleich der Name und die Telefon-Nr. (Vorwahl und Ruf- bzw. Durchwahl-Nr. oder Abteilungsbezeichnung) für evtl. Rückfragen angegeben wird, dient dies einer beschleunigten Abwicklung.

Wartung

Verschiedene wichtige Eigenschaften des Spektrum-Analysators sollten in gewissen Zeitabständen sorgfältig überprüft werden. Nur so besteht eine weitgehende Sicherheit, daß alle Signale mit der den technischen Daten zugrundeliegenden Exaktheit dargestellt werden.

Die Außenseite des Spektrum-Analysators sollte regelmäßig mit einem Staubpinsel gereinigt werden. Hartnäckiger Schmutz an Gehäuse und Griff, den Kunststoff- und Aluminiumteilen läßt sich mit einem angefeuchteten Tuch (Wasser +1% Entspannungsmittel) entfernen. Bei fettigem Schmutz kann Brennspiritus oder Waschbenzin (Petroleumäther) benutzt werden. Die Sichtscheibe darf nur mit Wasser oder Waschbenzin (aber nicht mit Alkohol oder Lösungsmitteln) gereinigt werden, sie ist dann noch mit einem trockenen, sauberen, fusselfreien Tuch nachzureiben. Nach der Reinigung sollte sie mit einer handelsüblichen antistatischen Lösung, geeignet für Kunststoffe, behandelt werden. Keinesfalls darf die Reinigungsflüssigkeit in das Gerät gelangen. Die Anwendung anderer Reinigungsmittel kann die Kunststoff- und Lackoberflächen angreifen.

Netzspannungsumschaltung

Bei Lieferung ist das Gerät auf 230V Netzspannung eingestellt. Die Umschaltung auf 115V erfolgt am Netzspannungsumschalter mittels eines kleinen Schraubenziehers, der in den dafür vorgesehenen Schlitz zu stecken ist. Der Netzspannungsumschalter befindet sich hinter einer Öffnung auf der Geräterückwand und zeigt die eingestellte Netzspannung an.



Die Netzspannungsumschaltung darf nur erfolgen, wenn zuvor das Netzkabel aus der Netzsteckerbuchse entfernt wurde.

Dann müssen die Netzsicherungen entfernt und durch Sicherungen ersetzt werden, die der gewählten Netzspannung ent-

sprechen (siehe Tabelle). Netzsteckerbuchse und Sicherungshalter bilden eine Einheit und sind (auf der Geräte­rückseite) von außen zugänglich. Mit einem geeigneten Schraubenzieher (Klingenbreite ca. 2mm) werden die, an der linken und rechten Seite des Sicherungshalters befindlichen Kunststoffarretierungen nach Innen gedrückt. Der Ansatzpunkt ist am Gehäuse mit zwei schrägen Führungen markiert. Beim Entriegeln wird der Sicherungshalter durch Druckfedern nach außen gedrückt und kann entnommen werden. Jede Sicherung kann dann entnommen und ebenso ersetzt werden. Es ist darauf zu achten, daß die zur Seite herausstehenden Kontaktfedern nicht verbogen werden. Das Einsetzen des Sicherungshalters ist nur möglich, wenn der Führungssteg zur Buchse zeigt. Der Sicherungshalter wird gegen den Federdruck eingeschoben, bis beide Kunststoffarretierungen einrasten.

Die Verwendung „geflickter“ Sicherungen oder das Kurzschließen des Sicherungshalters ist unzulässig. Dadurch entstehende Schäden fallen nicht unter die Garantieleistungen.

Sicherungstyp:

Größe **5 x 20** mm; 250V~, C;
IEC 127, Bl. III; DIN 41 662
(evtl. DIN 41 571, Bl. 3).
Abschaltung: **träge (T)**

Netzspannung **115V~ ±10%**: Sich. Nennstrom **T 630mA**
Netzspannung **230V~ ±10%**: Sich. Nennstrom **T 315mA**



Kenndaten mit Toleranzangaben gelten nach einer Anwärmzeit von min. 60 Minuten und bei einer Umgebungstemperatur von 23°C ± 2°C. Werte ohne Toleranzangabe sind Richtwerte eines durchschnittlichen Gerätes.

Funktionsprinzip

Der HM5012/14 ist ein Spektrumanalysator für den Frequenzbereich von **150kHz** bis **1050 MHz**.

Damit lassen sich Spektralkomponenten elektrischer Signale im Frequenzbereich von 0,15MHz bis 1050MHz erfassen. Das zu erfassende Signal bzw. seine Anteile müssen sich periodisch wiederholen. Im Gegensatz zu Oszilloskopen, mit denen im Yt-

Betrieb Amplituden auf der Zeitebene dargestellt werden, erfolgt mit dem Spektrum-Analysator die Darstellung der Amplituden auf der Frequenzebene (Y/f). Dabei werden die einzelnen Spektralkomponenten sichtbar, aus denen sich "ein Signal" zusammensetzt. Im Gegensatz dazu zeigt ein Oszilloskop das aus den einzelnen Spektralkomponenten bestehende Signal als daraus resultierende Signalform.

Der Spektrum-Analysator arbeitet nach dem Prinzip des Dreifach-Superhet-Empfängers. Das zu messende Signal ($f_{in} = 0,15\text{MHz} - 1050\text{MHz}$) wird der 1. Mischstufe zugeführt und mit dem Signal eines variablen Oszillators (f_{osz} von ca. $1350\text{MHz} - \text{ca. } 2400\text{MHz}$) gemischt. Dieser Oszillator wird als 1st LO (Local Oscillator) bezeichnet. Die Differenz von Eingangs- und Oszillator-Signal ($f_{LO} - f_{in} = f_{ZF}$) gelangt als 1. Zwischenfrequenz-Signal über ein auf 1350MHz abgestimmtes Filter auf eine Verstärkerstufe. Dieser folgen 2 weitere Mischstufen, Oszillatoren, Verstärker und Bandfilter für die jeweilige Zwischenfrequenz, 2.ZF = $30,00\text{MHz}$ und 3.ZF = $10,70\text{MHz}$. In der dritten ZF-Stufe wird das Signal wahlweise über ein Bandpaßfilter mit einer Bandbreite von 400kHz , 120kHz oder 9kHz geführt und gelangt auf einen AM-Demodulator. Das Signal (Video-Signal) wird logarithmiert und gelangt direkt oder über einen Tiefpaß (Videofilter) auf einen Verstärker, der die Y-Ablenkplatten der Strahlröhre ansteuert. Mit zunehmender Signalamplitude wird der Elektronenstrahl in Richtung oberer Rasterrand abgelenkt. Der Anzeigebereich des Bildschirms umfaßt 80dB entsprechend 10dB/DIV . Die X-Ablenkung der Strahlröhre erfolgt mit einer sägezahnförmigen Spannung. Die vom Sägezahn-Generator stammende Spannung kann auch einer Gleichspannung überlagert werden, mit der die Mittenfrequenz des ersten Oszillators (1st LO) geändert wird.

Abhängig vom Spannungshub der Sägezahnspannung, die mit der SCANWIDTH-(Scanwidth = Abtastbreite)-Einstellung bestimmt wird, erfaßt der Spektrum-Analysator einen bestimmten Frequenzbereich. Im ZERO SCAN-Betrieb bestimmt nur die Gleichspannung die Frequenz des ersten Oszillators, d.h. es wird nur eine Frequenz dargestellt.

Betriebshinweise



Vor der Inbetriebnahme des HM5012/14 ist unbedingt der Abschnitt „Sicherheit“ zu lesen und die darin enthaltenen Hinweise zu beachten.

Für den Betrieb des Gerätes sind keine besonderen Vorkenntnisse erforderlich. Die übersichtliche Gliederung der Frontplatte und die Beschränkung auf die wesentlichen Funktionen erlauben ein effizientes Arbeiten sofort nach der Inbetriebnahme.

Trotzdem sollten einige grundsätzliche Hinweise für den störungsfreien Betrieb beachtet werden.

Die empfindlichste Baugruppe ist die Eingangsstufe des Spektrum-Analysators. Sie besteht aus dem Eingangs-Abschwächer, einem Tiefpaßfilter und der ersten Mischstufe.



Ohne Eingangssignal-Abschwächung dürfen folgende Pegel am Eingang (50Ω) nicht überschritten werden: $+10\text{dBm}$ ($0,7V_{\text{eff}}$) Wechselspannung; $\pm 25\text{Volt}$ Gleichspannung. Mit 40dB Abschwächung sind maximal $+20\text{dBm}$ zulässig.

**Diese Grenzwerte dürfen nicht überschritten werden, da ansonsten mit der Zerstörung der Eingangsbau-
gruppe zu rechnen ist!**

Bei Messungen an einer Netznachbildung ist der Eingang des Spektrumanalysators unbedingt durch einen Eingangsspannungsbegrenzer (HZ560) zu schützen. Andernfalls besteht die Gefahr, daß der Eingangssignal-Abschwächer und/oder die erste Mischstufe zerstört werden.

Bei der Untersuchung von unbekanntem Signalen sollte zunächst geprüft werden, ob unzulässig hohe Spannungen vorliegen. Außerdem ist es empfehlenswert, die Messung mit maximaler Abschwächung und dem maximal erfaßbaren Frequenzbereich ($0,15\text{MHz} - 1050\text{MHz}$) zu beginnen. Trotzdem ist zu berücksichtigen, daß unzulässig hohe Signalamplituden auch außerhalb des erfaßten Frequenzbereichs vorliegen können, die zwar nicht angezeigt werden können (z.B. 1200MHz), jedoch zur Übersteuerung und in Extremfall zur Zerstörung des 1. Mischers führen können.

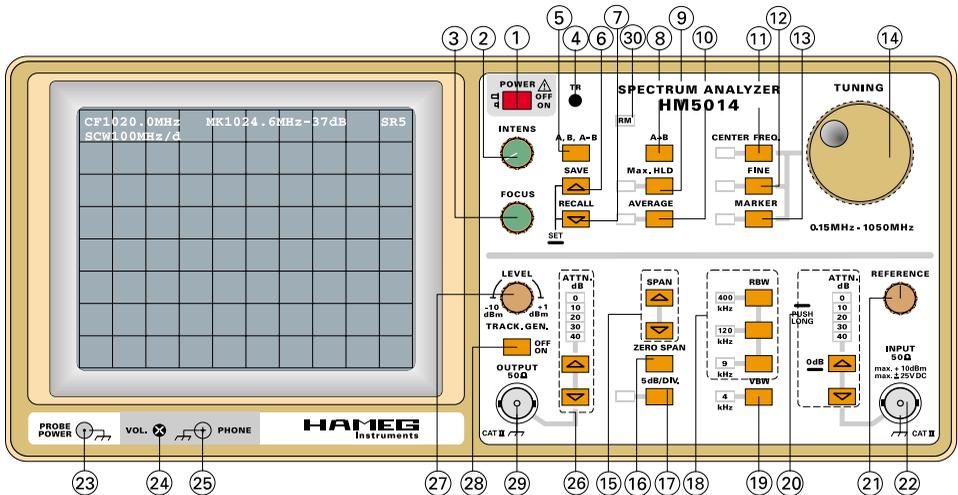
Der Frequenzbereich von 0Hz bis 150kHz ist für den Spektrum-Analysator nicht spezifiziert. In diesem Bereich angezeigte Spektralkomponenten sind bezüglich ihrer Amplitude nur bedingt auswertbar.

Bedienelemente

Eine besonders hohe Einstellung der Intensität (**INTENS.**) ist nicht erforderlich, weil im Rauschen versteckte Signale dadurch nicht deutlicher sichtbar gemacht werden können. Im Gegenteil, wegen des dabei größer werdenden Strahldurchmessers werden solche Signale, auch bei optimaler SchärfEinstellung (**FOCUS**), schlechter erkennbar. Normalerweise sind auf Grund des Darstellungsprinzips beim Spektrum-Analysator alle Signale schon bei relativ geringer Intensitätseinstellung gut erkennbar. Außerdem wird damit eine einseitige Belastung der Leuchtschicht - im Bereich des Rauschens - vermindert.

Auf Grund des Umsetzungsprinzips moderner Spektrum-Analysatoren ist bei einer eingestellten Mittenfrequenz von 0MHz auch ohne anliegendes Signal eine Spektrallinie auf dem Bildschirm sichtbar. Sie ist immer dann sichtbar, wenn die Frequenz des 1st LO in den Bereich der 1. Zwischenfrequenz fällt. Diese Linie wird oft als „Zero-Peak“ bezeichnet. Sie wird durch den Trägerrest des 1. Mischers (Local-Oscillator-Durchgriff) verursacht. Die dargestellte Signalkurve entspricht hierbei der Durchlaßkurve des ZF-Bandpaßfilters. Der Pegel dieser Spektrallinie ist von Gerät zu Gerät verschieden. Eine Abweichung von der vollen Bildschirmhöhe stellt also keine Fehlfunktion des Gerätes dar.

Bedienelemente



(1) POWER:

Der Netz-Tastenschalter, mit den Symbolen für die Ein- (ON) und Aus (OFF)-Stellung. Wird der Netzastenschalter in die

Stellung ON geschaltet, dauert es ca. 10 Sekunden bis am unteren Rasterrand der Strahlröhre die Basislinie (Rauschband) sichtbar wird.

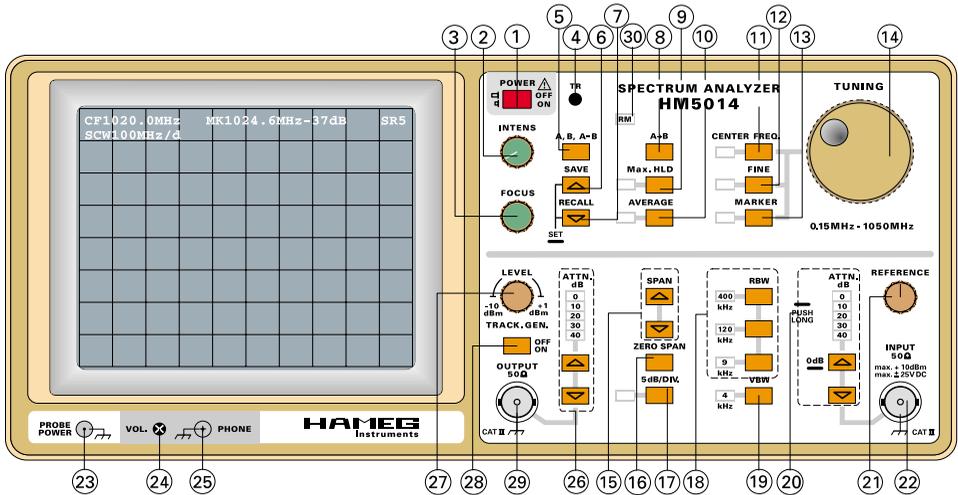
- (2) **FOCUS:** Strahlschärfe-Einsteller.
- (3) **INTENS:**
Einsteller für die Strahlhelligkeit (Intensität). Die Strahlintensität sollte nicht heller eingestellt sein, wie es die Umgebungshelligkeit unbedingt erfordert.
- (4) **TR:**
Mit dem TR (Trace rotation = Strahldrehung)-Potentiometer läßt sich mit einem Schraubenzieher der Einfluß des Erdmagnetfeldes auf die Strahlablenkung ausgleichen, der trotz einer hochwertigen Mumetall-Abschirmung der Bildröhre unvermeidbar ist, Die Basislinie kann so beeinflußt werden, daß sie fast parallel zur untersten Rasterlinie verläuft. Eine geringfügige kissenförmige Ablenkverzeichnung ist unvermeidbar und beeinflußt die Meßgenauigkeit nicht.
- (5) **A/B/A-B:** Das Gerät besitzt zwei Meßwertspeicher, den Speicher A und den Speicher B. Aktuelle Meßergebnisse werden grundsätzlich in den A-Speicher geschrieben, während in den B-Speicher nur Kopien des A-Speichers abgelegt werden können. Die Funktion A-B erlaubt die Subtraktion der B-Speicherinhalte von den aktuellen im Speicher A abgelegten Meßergebnissen.

Aufrufen:

Die Anzeige der Speicherinhalte der Speicher A, B und der Differenz der Speicherinhalte (A-B) erfolgt durch wiederholten kurzen Tastendruck auf die Taste A/B/A-B. Auf dem Bildschirm wird im Readout angezeigt (A, B oder A-B) welcher Speicherinhalt momentan auf dem Bildschirm dargestellt wird.

- (6) **SAVE:**
Die Funktion dient zur Speicherung von bis zu 10 Geräteeinstellungen. Wurde eine Geräteeinstellung gespeichert, so ist diese durch die RECALL-Funktion wieder aufrufbar. Häufig benutzte Geräteeinstellungen lassen sich auf diese Weise sehr schnell und zuverlässig einstellen. Die Speicherung der Geräteeinstellung bleibt auch nach dem Ausschalten des Geräts erhalten.

Funktion aktivieren: Taste SAVE lange drücken.



Hinweis:

Die Funktion SAVE kann nicht aktiviert werden solange AVERAGE bzw. Max.HLD eingeschaltet ist. Ein akustisches Signal weist auf diesen Umstand hin.

Speicherplatz wählen:

Nach dem Aufruf der SAVE-Funktion kann durch wiederholtes kurzes Drücken der SAVE-Taste die Speicherplatznummer bis max. 9 erhöht werden, durch kurzes Drücken der RECALL-Taste bis minimal 0 verringert werden.

SPEICHERN:

Wird nach Auswahl der Speicherplatznummer die Taste SAVE lange gedrückt wird die Geräteeinstellung gespeichert und die SAVE-Funktion verlassen.

Hinweis:

Die Funktionen AVERAGE und MAX.HLD können nicht Teil einer Geräteeinstellung sein, die gespeichert werden soll, d.h. sind diese Funktionen aktiviert, so kann die Funktion SAVE nicht ausgeführt werden. Ein akustisches Signal weist auf diesen Umstand hin.

Abbruch:

Soll keine Geräteeinstellung gespeichert werden, so genügt es ca. 3 sec zu warten. Nach Ablauf dieser Zeit wird die SAVE-Funktion automatisch verlassen.

(7) **RECALL**

Mit Hilfe von RECALL werden Geräteeinstellungen, die zuvor über SAVE gespeichert wurden, aufgerufen.

Funktion aktivieren: Taste RECALL lange drücken.

Hinweis:

Die Funktionen RECALL kann nicht aktiviert werden solange AVERAGE bzw. MAX.HLD eingeschaltet ist. Ein akustisches Signal weist auf diesen Umstand hin.

Speicherplatz wählen:

Nach dem Aufruf der RECALL-Funktion muß die Speicherplatznummer der gewünschten Geräteeinstellung angewählt werden. Hierzu kann die Speicherplatznummer durch wiederholtes kurzes Drücken der SAVE-Taste die Speichernummer bis max. 9 erhöht und durch Drücken der RECALL-Taste bis minimal 0 verringert werden. Oberhalb von Speicher 9 können die 2 EMV-PRESETS abgerufen werden.

AUFRUFEN:

Wird nach Auswahl der gewünschten Speicherplatznummer die Taste RECALL lange gedrückt, so wird das Geräte auf die gespeicherten Parameterwerte eingestellt.

Abbruch:

Soll keine Geräteeinstellung gespeichert werden, so genügt es ca. 3 sec zu warten. Nach Ablauf dieser Zeit wird die SAVE-Funktion automatisch verlassen.

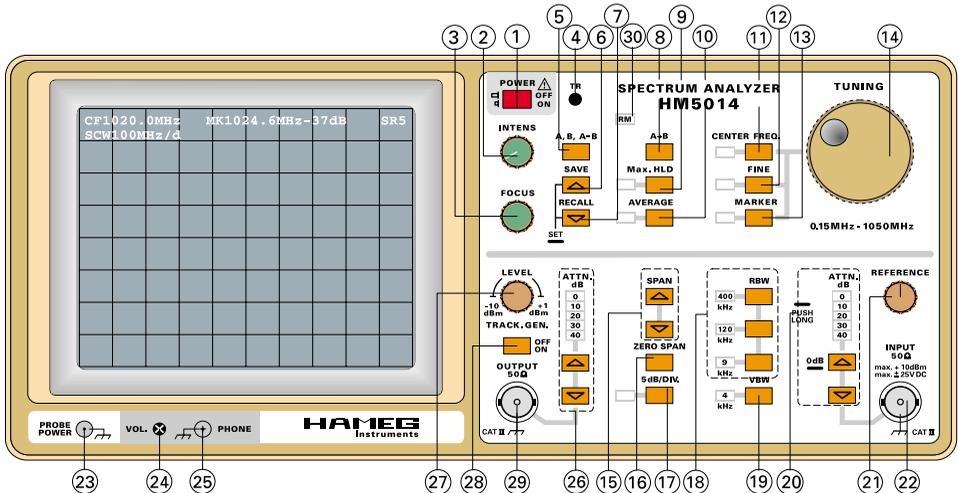
(8) **A→B:**

Speicherinhalt kopieren:

Soll eine Kopie eines aktuellen Meßergebnisses (A) in den Anzeigespeicher B geschrieben werden, so muß die Taste **A→B** kurz gedrückt werden.

Hinweis:

Nach Ablage einer Kopie aus A in B wird der Speicherinhalt B dargestellt. Kurzer Tastendruck auf die Taste „ A/B/A-B“ schaltet zur Darstellung A-B und erneuter Tastendruck zur Darstellung A.



(9) Max.HLD (Maximum Hold)

Die Funktion Max.Hold erlaubt die automatische Speicherung der vom Gerät erfassten maximalen Signalpegel. Die Meßergebnisanzeige wird nur dann aktualisiert wenn ein neu erfasster Meßwert größer als die bis zu diesem Zeitpunkt erfassten Werte ist. Meßwerte, die kleiner als die vorherigen Werte sind werden nicht zur Anzeige gebracht. Die Funktion erlaubt somit die zuverlässige Messung von Signalgrößtwerten und von gepulsten HF-Signalen. Bei gepulsten Signalen ist vor dem Ablesen des Meßergebnisses auf jeden Fall solange zu warten bis keine Aktualisierung der Meßergebnisdarstellung mehr zu erkennen ist.

Hinweis:

Bei gepulsten Signalen sollte mit möglichst kleinem SPAN, möglichst großer Meßbandbreite (BANDWIDTH) und ausgeschaltetem Videofilter gearbeitet werden um Einschwingfehler der Filter zu vermeiden. Die Benutzung der langsameren Wobbelzeit (SWT) kann je nach Situation empfehlenswert sein.

AUFRUFEN:

Taste Max.HLD drücken. Die zugeordnete LED zeigt die Aktivierung der Funktion an.

Hinweis:

Soll die Anzeige einer Meßwertaufnahme (Max.HLD) gelöscht werden, so muß die Funktion Max.HLD beendet und danach wieder neu aufgerufen werden.

Abbruch:

Taste Max.HLD drücken. Das Erlöschen der zugeordneten LED zeigt den Abbruch der Funktion Max.HLD an.

(10) AVERAGE

Mit Hilfe der AVERAGE-Funktion lassen sich Rauschanteile in der Ergebnisdarstellung mitteln und dadurch reduzieren. Auf diese Weise können Spektralanteile, die sonst vom Rauschen überdeckt wären gut erfassen. Die AVERAGE-Funktion wird durch kurzes Drücken der Taste AVERAGE eingeschaltet. Die zugeordnete LED zeigt die Anwahl der AVERAGE-Funktion an.

Hinweis:

Die Rauschmittelung (digital) über die AVERAGE-Funktion ist im Gegensatz zu der Mittelung über das Video-Filter auch bei größeren Wobbelhöhen (SPAN) benutzbar, ohne daß die Gefahr von Einschwingfehlern durch das Videofilter besteht.

AUFRUFEN:

Taste AVERAGE drücken. Die zugeordnete LED zeigt die Aktivierung der Funktion AVERAGE an.

Hinweis:

Soll die Anzeige eines gemittelten Meßergebnisses (AVERAGE ON) gelöscht werden, so muß die Funktion AVERAGE beendet und danach wieder neu aufgerufen werden.

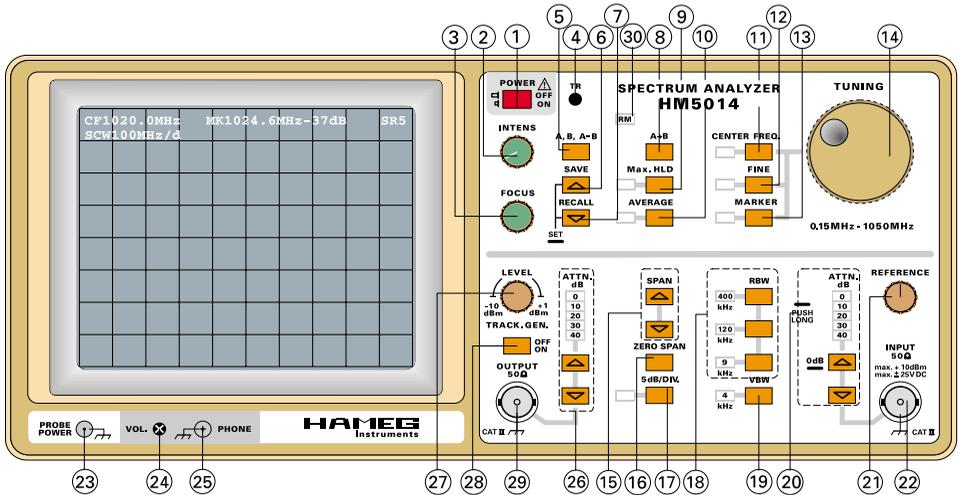
Abbruch:

Taste AVERAGE drücken. Das Erlöschen der zugeordneten LED zeigt die Beendigung der Funktion AVERAGE an.

- (11) CENTER FREQ.:** Durch Druck auf die Taste CENTER FREQ. wird die Eingabe für die Mittenfrequenz geöffnet und die zugeordnete LED leuchtet. Danach kann die Mittenfrequenz über den Drehknopf (14) eingestellt werden. Die eingestellte Frequenz wird im Bildschirm oben links hinter dem Buchstaben C angezeigt.

Hinweis:

Wird die Mittenfrequenz reduziert bzw. der SPAN erhöht, so ist u.U. auch ohne angelegtes Signal eine Spektrallinie zu sehen. Diese wird häufig als "Nullfrequenz-Marke" (ZERO-Peak) bezeichnet und ist für Analytoren nach dem Superhet-Prinzip üblich. Es handelt sich dabei um den Träger des 1.LO (1.



Oszillator), der sichtbar wird, wenn seine Frequenz in den Durchlaßbereich des 1.ZF-Filters fällt. Der Pegel der "Nullfrequenz-Marke" ist von Gerät zu Gerät verschieden und nicht als Kalibrierpegel zu verwenden.

(12) FINE:

Wird die Taste FINE gedrückt (LED leuchtet), so erfolgt die Frequenzeingabe (LED CENTER FREQ. leuchtet) oder die Bewegung des Markers (LED MARKER leuchtet) in feinen Stufen.

Erneuter Tastendruck auf die Taste FINE (LED leuchtet nicht) schaltet die feine Drehknopfeingabe aus.

(13) MARKER:

Zur Auswertung der Meßergebniskurve ist das Gerät mit einem auf der Kurve laufenden Marker (X) ausgerüstet. Der Marker kann in X-Richtung mit Hilfe des Drehknopfes bewegt werden und folgt hierbei in Y-Richtung der Meßwertkurve. Um den Marker bewegen zu können muß zunächst die Taste Marker betätigt werden (LED leuchtet). Danach kann der Marker über den Drehknopf bewegt werden. Die zahlenmäßige Angabe von Markerfrequenz und Amplitude erfolgt im Readout. (Beispiel: M100.00MHz -29dBm)

Hinweis:

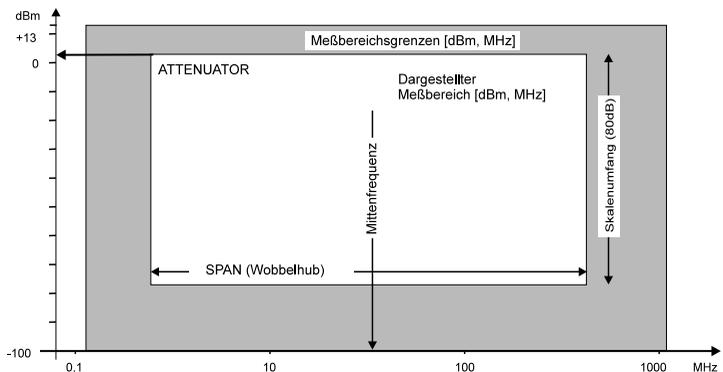
Die Funktion FINE hat auch Wirkung auf die Eingabe der Markerposition.

(14) Drehgeber:

Der Drehgeber dient, je nach Anwahl von CENTER FREQ. bzw. MARKER zur Eingabe von Mittenfrequenz (CENTER FREQ.) oder Markerfrequenz.

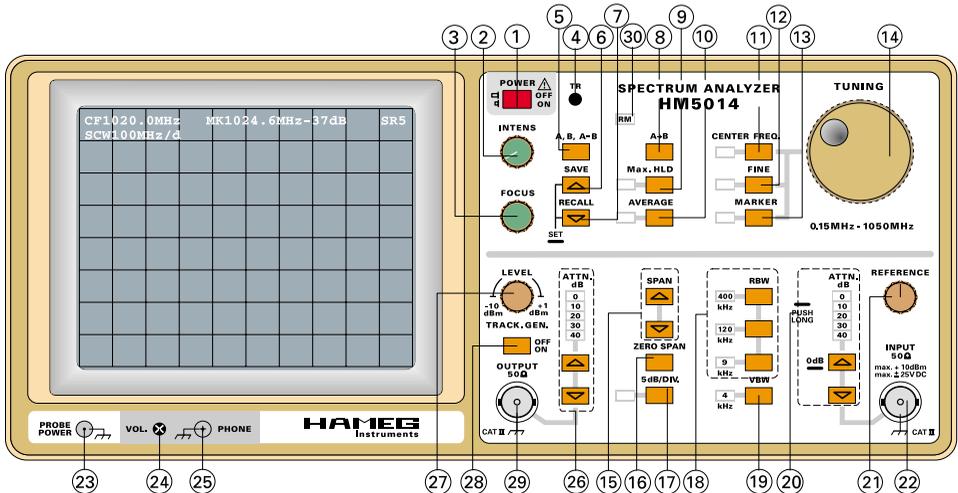
(15) SPAN:

Über die beiden Tasten SPAN wird der Frequenzhub (Wobbelbereich) des Analysators eingestellt. Die Anzeige des SPAN erfolgt in der rechten oberen Ecke des Bildschirm und ist mit dem Buchstaben S gekennzeichnet. Bei einer SPAN-Einstellung von 1000MHz (full span = volle Bereichserfassung) ist die Frequenzachse in 100MHz Schritten je (senkrechter) Rasterlinie skaliert. Ausgehend von der mittleren Rasterlinie erhöht sich die Frequenz um jeweils 100MHz je Teilung in Richtung rechter Rasterrand. Die Frequenz einer dort dargestellten Spektrallinie beträgt somit $500\text{MHz} + 5 \times 100\text{MHz} = 1000\text{MHz}$. Sinngemäß verringert sich die Frequenz in Richtung linker Rasterrand. Die äußerste linke Rasterlinie entspricht in diesem Falle 0MHz.

**(16) ZERO SPAN:**

Die Taste ZERO SPAN dient zur direkten Anwahl eines SPAN (Wobbelhubs) von 0Hz. Wird ein SPAN von 0Hz gewählt, so arbeitet der Analysator als selektiver Pegelmesser, der über die Mittenfrequenz (CENTER FREQ.) abgestimmt werden kann. Die Anzeige des gemessenen Pegels erfolgt durch eine waagrechte Linie dargestellt.

Das obenstehende Bild soll zur Erläuterung der Begriffe SPAN, Mittenfrequenz, Skalenumfang und Attenuator dienen. Das graue Feld stellt den maximalen Meßbereich des HM 5012 dar, während das weiße Feld den auf dem Bildschirm darstellbaren Bereich zeigt. Die Höhe dieses „Fensters“ liegt durch den



Skalenumfang von 80 dB fest, jedoch läßt sich der Darstellungsbereich durch das Ein- bzw. Ausschalten von Dämpfungsgliedern des Eingangsabschwächers (ATTN) nach oben und unten verschieben. Die Breite des Darstellungsbereichs wird durch den Wobbelhub (SPAN) des Analysators eingestellt. Dieser kann den gesamten grauen Bereich umfassen oder auch nur einen Teilbereich. Die Lage dieses Bereichs wird in X-Richtung durch die Mittenfrequenz (CENTER FREQ.) eingestellt. Es ist in aller Regel sinnvoll (Auflösung der Darstellung) die Mittenfrequenz und den SPAN so klein zu wählen, daß das Signal problemlos dargestellt werden kann. Ein unnötig großer SPAN ist eher ungünstig.

Über die Taste „Zero Span“ kann unmittelbar in den Zero-Span-Modus geschaltet werden. Durch erneutes Drücken dieser Taste wird der ursprüngliche Span wiederhergestellt.

Hinweis:

Das Gerät ist darauf programmiert, in Abhängigkeit von Span, Auflösungs- und Videofilter die Sweepzeit optimal anzupassen. Sollte dies nicht möglich sein, wird „uncal“ im Readout eingeblendet, um anzuzeigen, daß die Meßwerte nicht amplitudenrichtig wiedergegeben werden.

(17) 5dB/Div.

Durch kurzes Drücken dieser Taste wird die vertikale Skalierung jeweils von 5dB/Div. und 10dB/Div. und umgekehrt geschaltet. Dabei wird der Referenzpegel beibehalten.

Hinweis:

In der 5dB/Div.-Stellung kann das Rauschen dabei vom Schirm "verschwinden".

(18) BANDWIDTH:

Das Gerät ist mit den Auflösungsfiltern 9kHz, 120 kHz und 400 kHz ausgerüstet, die über die Tasten BANDWIDTH gewählt werden können. Eine zugeordnete LED zeigt die eingeschaltete Bandbreite an.

Hinweis:

Bei gepulsten Signalen sollte eine möglichst große Meßbandbreite und die Funktion Max.HLD verwendet werden.

(19) VIDEO FILTER:

Das Videofilter dient zur Mittelung und damit zur Reduktion von Rauschanteilen. Bei der Messung kleiner Pegelwerte, die in der Größenordnung des durchschnittlichen Rauschens liegen, kann das Video-Filter (Tiefpaß) zur Rauschminderung eingesetzt werden. Dadurch lassen sich unter Umständen noch schwache Signale erkennen, die ansonsten im Rauschen untergehen würden.

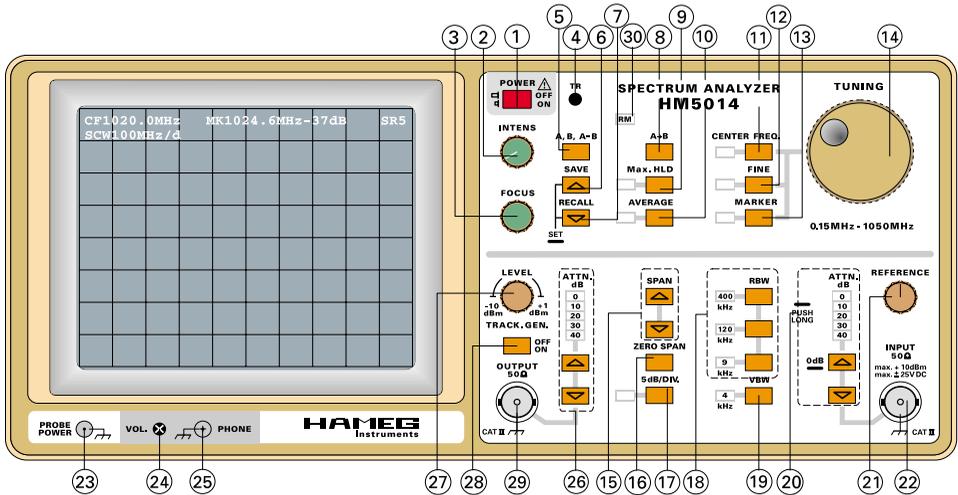
Hinweis:

Es ist zu beachten, daß ein zu großer Frequenzbereich (SPAN) bei eingeschaltetem Video-Filter zu fehlerhaften (zu kleinen) Amplitudenwerten führen kann. (UNCAL-Anzeige). In diesem Fall ist der SPAN zu verringern. Hierzu muß mit Hilfe der Mittenfrequenzeinstellung (CENTER FREQ.) zuerst das zu untersuchende Signal in die Nähe der Bildschirmmitte gebracht werden, danach kann der SPAN verringert werden.

Wird der Span verringert, ohne daß das interessierende Signal ungefähr in der Bildschirmmitte abgebildet wird, so kann es vorkommen, daß das Signal außerhalb des Bildschirms „fällt“.

Bei gepulsten Signalen sollte das Videofilter möglichst nicht benutzt werden, um Meßfehler (Einschwingzeit) zu vermeiden.

- (20) ATTN:** Die 2 Tasten zur Einstellung des Eingangsabschwächers müssen jeweils kurz gedrückt werden, um die Einstellung in 10dB-Schritten zu verändern.



Achtung:

Wegen der besonders empfindlichen Eingangsstufe kann die 0dB-Stellung nur durch langes Drücken erreicht werden. Dies verhindert versehentliches Einschalten dieser Stellung.



An dieser Stelle sei nochmals darauf hingewiesen, daß die max. zulässigen Eingangsspannungen nicht überschritten werden dürfen. Dieses ist insbesondere deshalb wichtig, weil ein Spektrum-Analysator auf Grund seines Anzeigeprinzips unter Umständen nur ein Teilspektrum des gerade anliegenden Signals darstellt; d.h. es können, außerhalb des sichtbar dargestellten Frequenzbereiches Pegel am Eingang anliegen, die zur Zerstörung der Eingangsstufen führen können.

(21) Reference Level

Mit dem Drehgeber REFERENCE wird der sogenannte Referenzpegel gewählt, auf diesen Pegel ist der gesamte Bildschirminhalt bezogen. Der Referenzpegel wird immer der obersten horizontalen Linie auf der Bildröhre abgebildet.

(22) INPUT:

50Ω-Eingang des Spektrum-Analysators. Ohne Eingangssignal-Abschwächung beträgt die maximal zulässige Eingangsspannung $\pm 25V$ Gleichspannung bzw. $+10dBm$ Wechselfpannung. Bei

höchster Eingangssignal-Abschwächung (40dB) sind maximal +20dBm zulässig. Diese Grenzwerte dürfen nicht überschritten werden.

(23) PROBE POWER:

Die Buchse PROBE POWER dient zur Stromversorgung der Nahfeldsonden HZ 530 und ist nur zu deren Betrieb vorgesehen. Das dazu notwendige Spezialkabel ist dem SONDENSATZ beigelegt.

(24) VOL.: Lautstärkeinsteller für den Kopfhörer

(25) Phone:

Anschlußbuchse für einen Kopfhörer. Der Kopfhörer sollte einen 3,5mm Klinkenstecker besitzen und eine Impedanz $> 8\Omega$ aufweisen.

(26) ATTN. (nicht im HM5012 enthalten)

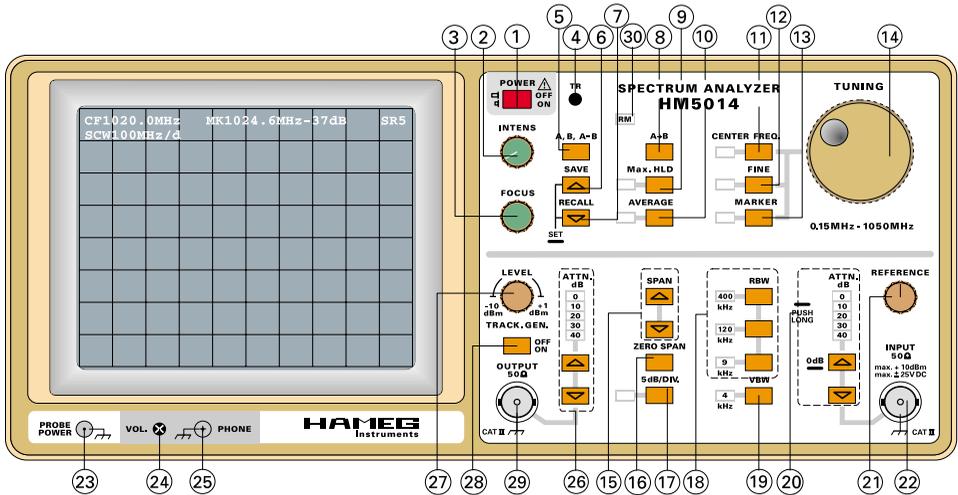
Der Ausgangsabschwächer des HM5014 besitzt 5 Stellungen, die über die **UP/DOWN**-Tasten ausgewählt werden können. Der Abschwächer dient dazu, den Ausgangspegel des Tracking-Generators zu vermindern.

(27) LEVEL (nicht im HM 5012 enthalten)

Mit dem Level-Einsteller kann der Ausgangspegel des Tracking-Generators variabel in Schritten von 0.2dB verändert werden. Der Regelumfang beträgt 11dB. Der Pegel wird im Readout angezeigt, auch abhängig von der Einstellung des Abschwächers. Achtung: Auch wenn der Tracking-Generator ausgeschaltet ist, kann der Pegel verändert werden, dies ist im Readout sichtbar. Um jedoch dieses Signal am Ausgang **(29)** anliegen zu haben, muß immer der Tracking-Generator vorher eingeschaltet werden. Diese Funktion dient dem Schutz empfindlicher Verbraucher.

(28) Tracking Generator (nicht im HM5012 enthalten)

Nach jedem Einschalten des Gerätes ist der Tracking-Generator zunächst ausgeschaltet, um angeschlossene Verbraucher zu schützen. Im Readout wird dies durch das kleine „t“ dargestellt. Durch kurzes Drücken auf die Taste **TRACK. GEN.** wird der Tracking-Generator eingeschaltet. Im Readout erscheint nun ein großes „T“ und der Pegel, und eine Leuchtdiode für den Abschwächer **(26)** leuchtet. Durch nochmaliges kurzes Drücken der Taste **TRACK. GEN.** wird der TG wieder ausgeschaltet.



(29) Output (nicht im HM5012 enthalten)

50Ω-Ausgang des Tracking-Generators. Der Ausgangspegel wird mit dem Drehgeber **LEVEL (27)** und den Abschwächer-tasten (26) eingestellt. Er kann zwischen +1dBm und -50dBm betragen.

(30) RM (Remote) LED

Die RM-LED zeigt an, daß das Gerät über die serielle Schnittstelle ferngesteuert betrieben wird. Es ist daher nicht möglich, Eingaben über die Frontplatte vorzunehmen, wenn die LED leuchtet. Dieser Zustand wird entweder durch ein Schnittstellenkommando beendet, oder durch Ausschalten des Gerätes. In den Fernsteuer-(remote)-Modus gelangt man nur über ein Kommando über die serielle Schnittstelle.

Erste Messungen

Einstellungen:

Bevor ein unbekanntes Signal an den Meßeingangs angelegt wird, sollte geprüft werden, daß das Signal keinen Gleichspannungsanteil von $>\pm 25$ V aufweist und die maximale Amplitude des zu untersuchenden Signals kleiner als +20 dBm ist.

ATTN:

Als Vorsichtsmaßnahme gegen Überlastung des Eingangsteils sollten alle vier 10dB-Abschwächer eingeschaltet sein (Tasten gedrückt).

Frequenzeinstellung:

CENTER FREQ. auf 500 MHz (C500MHz) einstellen und einen SPAN von 1000 MHz (S1000MHz) wählen.

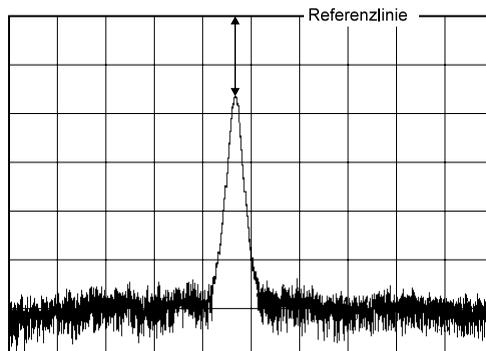
Bandwidth:

Es sollte zu Anfang einer Messung das 400 kHz-Filter eingeschaltet und das Videofilter ausgeschaltet sein.

Verschiebt sich die Frequenzbasislinie (Rauschband) nach oben, wenn die Eingangssignal-Abschwächung verringert wird, ist dies ein mögliches Indiz für eine außerhalb des Frequenzbereichs befindliche Spektrallinie mit zu hoher Amplitude. Ist mit diesen Einstellungen kein Signal erkennbar, so kann die Eingangsabschwächung schrittweise verringert werden.

In jedem Fall **muß** sich die Einstellung des Abschwächers nach dem größten anliegenden Signal (Nicht Zero-Peak) richten. Die richtige Aussteuerung des Geräts ist dann gegeben, wenn das größte Signal (Frequenzbereich „0 Hz“ - 1000 MHz) bis an die oberste Rasterlinie (Referenzlinie) heranreicht, diese jedoch nicht überschreitet. Im Falle einer Überschreitung muß zusätzliche Eingangsdämpfung eingeschaltet werden bzw. ist ein externes Dämpfungsglied geeigneter Dämpfung und Leistung zu verwenden.

Messungen im Full-SPAN (S1000MHz) sind in aller Regel nur als Übersichtsmessungen sinnvoll. Sollen die nun erkannten Signale analysiert werden, so muß der SPAN verringert werden. Hierzu muß zuvor das interessierende Signal über eine Veränderung der Mittenfrequenz (CENTER FREQ.) zuerst in die Bildschirmmitte gebracht werden und danach kann der SPAN reduziert werden.



Einführung in die Spektrum-Analyse

Danach kann die Auflösungsbandbreite (BANDWIDTH) verringert und gegebenenfalls das Videofilter eingeschaltet werden. Der Warnhinweis UNCAL darf nicht eingeblendet sein, da sonst Meßfehler zu befürchten sind.

Meßwerte ablesen:

Um die Meßwerte zahlenmäßig zu erfassen besteht der einfachste Weg in der Benutzung des Markers. Hierzu wird der Marker über den Drehknopf (LED MARKER leuchtet) auf die interessierende Signalspitze gesetzt (gegebenfalls Funktion FINE benutzen) und der angezeigte Markerwert abgelesen. Bei der angezeigten Amplitude ist automatisch die eingeschaltete Dämpfung des Eingangsabschwächers (ATTN) berücksichtigt.

Soll ein Meßwert ohne Benutzung des Markers erfaßt werden, so ist zuerst der Abstand, gemessen in dB, von der obersten Rasterlinie ab, die dem im Readout angezeigten Referenzpegel entspricht, bis zur Spitze des Signals zu ermitteln. Zu beachten ist, daß die Skalierung 5 dB/Div. oder 10 dB/Div. betragen kann. Bei dem Referenzwert ist bereits die Stellung des Eingangsabschwächers berücksichtigt, sie braucht daher nicht vom Bediener extra hineingerechnet werden.

Das im Bild dargestellte Signal weist einen Amplitudenabstand von etwa -16dB zu der Referenzlinie auf. Die Referenzlinie entspreche z. B. -27dBm, als Skalierung sei 10dB/Div. gewählt. Folglich besitzt das Signal damit einen Pegel von $(-27\text{dBm}) + (-16\text{dB}) = -43\text{dBm}$. In dieser Pegelangabe ist bereits die Stellung des Eingangsabschwächers berücksichtigt. Eine Umrechnung durch den Bediener ist daher nicht mehr nötig.

Einführung in die Spektrum-Analyse

Die Analyse von elektrischen Signalen ist ein Grundproblem für viele Ingenieure und Wissenschaftler. Selbst wenn das eigentliche Problem nicht elektrischer Natur ist, werden oftmals die interessierenden Parameter durch die unterschiedlichsten Wandler in elektrische Signale umgewandelt. Dies umfaßt ebenso Wandler für mechanische Größen wie Druck oder Beschleunigung, als auch Meßwertumformer für chemische und biologische Prozesse. Die Wandlung der physikalischen Parameter ermöglicht anschließend die Untersuchung der verschiedenen Phänomene im Zeit- und Frequenzbereich.

Der traditionelle Weg, elektrische Signale zu analysieren, ist ihre Darstellung in der Amplituden-Zeit-Ebene. Diese erfolgt u.a. mit Oszilloskopen im Yt-Betrieb, d.h. es werden Informationen über Amplituden und zeitliche Zusammenhänge erkennbar. Allerdings lassen sich damit nicht alle Signale ausreichend charakterisieren, wie z.B. bei der Darstellung einer Signalform, die aus verschiedenen sinusförmigen Bestandteilen zusammengesetzt ist. Mit einem Oszilloskop würde nur die Summe aller Bestandteile sichtbar werden und die einzelnen Frequenz- und Amplituden-Anteile wären meistens nicht erfassbar.

Mit der Fourier-Analyse läßt sich nachweisen, daß sich periodische Zeitfunktionen als Überlagerung harmonischer periodischer Funktionen darstellen lassen. Hierdurch läßt sich eine beliebige, noch so komplizierte Zeitfunktion einer charakteristischen Spektralfunktion in der Frequenzebene zuordnen.

Diese Informationen lassen sich am besten durch Spektrum-Analysatoren ermitteln. Mit ihnen erfolgt die Signaldarstellung in der Amplituden-Frequenz-Ebene (Y_f). Dabei werden die einzelnen Spektralkomponenten und ihre Amplituden angezeigt.

Die hohe Eingangsempfindlichkeit und der große Dynamikbereich von Spektrum-Analysatoren ermöglichen die Analyse von Signalen, die mit einem Oszilloskop nicht darstellbar sind. Ähnlich verhält es sich mit dem Nachweis von Verzerrungen sinusförmiger Signale, dem Nachweis niedriger Amplituden-Modulation und Messungen im Bereich der AM- und FM-Technik, wie Trägerfrequenz, Modulationsfrequenz oder Modulationsgradmessungen. Ebenso lassen sich Frequenzkonverter in Bezug auf Übertragungsverluste und Verzerrungen einfach charakterisieren.

Eine weitere Anwendung von Spektrum-Analysatoren, die mit Mitlaufsendern ausgerüstet sind, sind Messungen an Vierpolen, wie z.B. Frequenzgangmessungen an Filtern und Verstärkern.

Grundlagen Spektrum-Analysatoren

Spektrum-Analysatoren lassen sich nach zwei grundsätzlichen Verfahren unterscheiden: gewobbelte- bzw. abgestimmte sowie Echtzeit-Analysatoren. Echtzeit-Analysatoren nach dem Prinzip der diskreten Fouriertransformation bestehen aus der Parallelschaltung einer Vielzahl von frequenzselektiven Indikatoren. Es können dabei so viele diskrete Frequenzen zur Anzeige

gebracht werden, wie Filter vorhanden sind. Die Grenze der Wirtschaftlichkeit wird hier je nach Anzahl und Güte der Filter teilweise schnell erreicht.

Fast alle modernen Spektrum-Analysatoren, so auch der HM5012, arbeitet deshalb nach dem Überlagerungsprinzip (Superheterodyne-Prinzip). Ein Verfahren ist dabei, die Mittenfrequenz eines Bandpaßfilters über den gewünschten Frequenzbereich abzustimmen. Ein Detektor erzeugt dabei eine vertikale Ablenkung auf dem Bildschirm, und ein durchstimmbarer Generator sorgt für die synchrone Abstimmung der Filtermittenfrequenz und der Horizontalablenkung. Dieses einfache Prinzip ist relativ preiswert, hat jedoch große Nachteile in Bezug auf Selektion und Empfindlichkeit; unter anderem auf Grund der nicht konstanten Bandbreite bei abgestimmten Filtern.

Die gebräuchlichste Art der Spektrum-Analysatoren unterscheidet sich hiervon insofern, daß für die Selektion ein Bandpaßfilter mit fester Mittenfrequenz verwendet wird. Es läßt zu jedem Zeitpunkt denjenigen Anteil der zu analysierenden Funktion passieren, für den gilt $f_{\text{inp}}(t) = f_{\text{LO}}(t) \pm f_{\text{ZF}}$. Durch die Umsetzung auf eine feste Zwischenfrequenz werden die Nachteile des Systems mit abstimmbarem Bandpaßfilter umgangen.

Der nutzbare Frequenzbereich und die Grenzempfindlichkeit eines Spektrum-Analysators hängen zum größten Teil vom Konzept und der technischen Ausführung des Eingangsteils ab. Das HF-Eingangsteil wird durch die Komponenten Eingangsabschwächer, Eingangsfiler, Mischer und Umsetzoszillator (LO) bestimmt.

Das zu analysierende Signal gelangt über den in 10dB-Schritten schaltbaren Eingangsabschwächer auf ein Eingangsfiler. Dieses Filter erfüllt mehrere Aufgaben: Es verhindert in gewissem Maße den Mehrfachempfang eines Signals, den Direktempfang der Zwischenfrequenz (ZF-Durchschlag) und unterdrückt die Rückwirkung des Oszillators auf den Eingang. Der Eingangsmischer ist zusammen mit dem durchstimmbaren Oszillator (1. LO) für die Umsetzung der Eingangssignale zuständig. Er bestimmt die frequenzabhängige Amplitudencharakteristik und die dynamischen Eigenschaften des Gerätes.

Der Analysator arbeitet wie ein elektronisch abgestimmter Schmalbandempfänger. Die Frequenzabstimmung erfolgt durch

eine Sägezahnspannung, welche dem Umsetzozillator („Local Oscillator“; LO) zugeführt wird. Die gleiche Sägezahnspannung wird synchron der Horizontalablenkung des Bildschirms zugeführt. Die Ausgangsspannung des Empfängers wird der Vertikalablenkung als Darstellung der Amplitude über der Frequenz angeboten. Der Analysator wird in seinem Frequenzbereich durch Änderung (Wobbelung) der Abstimmspannung für den LO abgestimmt. Die Zwischenfrequenz erhält man, indem die Frequenz des LO mit dem Eingangssignal gemischt wird. Ein Signal auf dem Bildschirm wird sichtbar, sobald die Differenz zwischen dem Eingangssignal und der Frequenz des LO gleich der Zwischenfrequenz ist. Die Selektion wird durch die Eigenschaften des Zwischenfrequenzfilters bestimmt und ist unabhängig vom Eingangssignal. Die Abstimmfrequenz ist ebenfalls unabhängig vom Eingangssignal. Sie muß jedoch in Einklang mit den Eigenschaften des ZF-Filters stehen.

Zwischen dem zu analysierenden Frequenzbereich und der Auflösungsbandbreite bestehen physikalische Zusammenhänge, die bei einer Unterschreitung einer Mindestanalysezeit zu Fehlern in der Amplitudendarstellung führen. Dies läßt sich durch automatische Verknüpfung zwischen Frequenzbereich, Auflösungsbandbreite und Analysezeit vermeiden, hat jedoch in den Fällen Nachteile, wo es auf schnelle qualitative Analyse von Signalen ankommt. Im Spektrum-Analysator erfolgt eine automatische Umschaltung der Filterbandbreite in Verbindung mit dem Frequenzbereich (SPAN), jedoch wird eine unkorrekte Filtereinstellung mit der UNCAL.-Anzeige signalisiert.

Durch das Funktionsprinzip des Superheterodyne-Spektrum-analysators, erscheint auf der linken Bildschirmseite, auch ohne Eingangssignal, eine Spektrallinie, welche als „Nullfrequenz-Marke“ oder „LO-Frequenz-Durchgriff“ bezeichnet wird. Dies tritt auf, wenn die Frequenz des LO gleich der ZF-Frequenz ist. Eine Ausweitung des Frequenzbereiches um 0Hz ist nicht möglich, da der LO dann mit der Zwischenfrequenz schwingt und die ZF-Filter-Charakteristik abgebildet wird. Ein Kondensator am Eingang des Analysators wirkt darüber hinaus als Hochpaß und verhindert, daß Gleichspannung zum Mischer gelangt.

Anforderungen an Spektrum-Analysatoren

Die verschiedenen Einsatzgebiete der Spektrum-Analysatoren erfordern von diesen Geräten vielfältige Eigenschaften, die sich zum Teil untereinander ausschließen oder sich nur durch großen Aufwand zusammenfassen lassen.

Das Anwendungsgebiet der Spektrum-Analysatoren liegt vor allen Dingen dort, wo die Genauigkeit und das zeitliche Auflösungsvermögen sowie die geringe Dynamik des Oszilloskopes bei der Signalanalyse nicht mehr ausreichen.

Dabei stehen großer Frequenzabstimmbereich, Filteranforderungen zwischen extrem schmalbandig und „full span“-Darstellung sowie hohe Eingangsempfindlichkeit nicht unbedingt im Gegensatz zueinander. Sie lassen sich jedoch zusammen mit hoher Auflösung, großer Stabilität, möglichst geradem Frequenzgang, und geringem Eigenklirrfaktor meist nur unter großem Aufwand realisieren.

Frequenzmessung

Moderne Spektrum-Analysatoren bieten 3 verschiedene Arten die Frequenzachse zu „scannen“: den gesamten Bereich in einem „sweep“ (full span), pro Einheit (Div.) und Festfrequenzbetrieb (Darstellung im Zeitbereich, „Zero Scan“).

Die Betriebsart „full span“ wird benutzt, um das Vorhandensein von Signalen im nutzbaren Frequenzbereich des Spektrum-Analysators festzustellen. Hierbei wird der gesamte Frequenzbereich von 0Hz bis zur oberen Grenzfrequenz des Analysators auf dem Bildschirm dargestellt. Für diese Betriebsart gibt es keine spezielle Schalterstellung. Sie liegt mit einer Mittenfrequenz-Einstellung von 500MHz und der SPAN-Einstellung 1000MHz/Div. vor.

In den meisten Fällen wird ein kleinerer Span eingesetzt, um bestimmte Signale oder Frequenzbereiche genauer zu untersuchen. Das „Zoomen“ auf einen bestimmten Bereich erfolgt mittels der Mittenfrequenzabstimmung. Die eingestellte Mittenfrequenz läßt sich dabei auf dem Display kontrollieren. Die Skalierung der Frequenzachse wird durch den Schalter Span vorgenommen.

In der „zero span“-Betriebsart arbeitet der Analysator als ein auf eine diskrete Frequenz abgestimmter Empfänger mit wählbaren Bandbreiten.

Stabilität

Es ist wichtig, daß der Spektrum-Analysator eine größere Frequenzstabilität besitzt als das Signal, das untersucht werden soll. Die Frequenzstabilität ist abhängig von der Stabilität des Umsetz- (Local-) Oszillators. Dabei wird zwischen Kurzzeit- und

Langzeitstabilität unterschieden. Ein Maß für die Kurzzeit-Stabilität ist die Rest-FM. Sie wird allgemein in Hzpp spezifiziert. Rauschseitenbänder sind ein Maß für die spektrale Reinheit des (Local-) Oszillators, und gehen ebenfalls in die Kurzzeit-Stabilität eines Spektrum-Analysators ein. Sie werden spezifiziert durch eine Dämpfung in dB und einen Abstand in Hz, bezogen auf das zu untersuchende Signal bei einer bestimmten Filterbandbreite. Die Langzeit-Stabilität eines Spektrum-Analysators wird überwiegend durch die Frequenzdrift des Umsetz-Oszillators (LO) bestimmt. Sie ist ein Maß dafür, um wieviel die Frequenz sich innerhalb bestimmter Zeitbereiche ändert. Eine Frequenzdrift von max. 150kHz/Std., wie sie beim HM5012/14 vorliegt, ist ein sehr guter Wert für ein Gerät, das keinen Synthesizer für die Abstimmung benutzt.

Auflösung

Bevor die Frequenz eines Signals mit dem Spektrum-Analysator gemessen werden kann, muß dieses Signal ermittelt bzw. aufgelöst werden. Auflösung heißt dabei, es muß von benachbarten Signalen im zu untersuchenden Spektrum unterschieden werden. Diese Möglichkeit ist eine entscheidende Voraussetzung für viele Applikationen mit dem Spektrum-Analysator, und wird grundsätzlich, neben anderen Faktoren, durch dessen kleinste ZF-Filterbandbreite bestimmt.

Wichtige Kennwerte für die Trennbarkeit zweier benachbarter Spektrallinien mit stark unterschiedlicher Amplitude sind die Bandbreite und die Flankensteilheit der ZF-Filter. Die Bandbreite wird als Frequenz angegeben, bei der der Signalpegel gegenüber der Mittenfrequenz um 3dB abgefallen ist. Das Verhältnis der 60dB-Bandbreite zur 3dB-Bandbreite wird als Formfaktor bezeichnet. Dabei gilt: je kleiner der Formfaktor, desto besser die Fähigkeit des Spektrum-Analysators, eng benachbarte Signale zu trennen.

Ist z.B. der Formfaktor eines Filters im Spektrum-Analysator 15:1, dann müssen zwei in der Amplitude um 60dB unterschiedliche Signale sich in der Frequenz mindestens um den Faktor 7,5 der ZF-Filterbandbreite unterscheiden, um einzeln erkennbar zu sein. Andernfalls erscheinen sie als ein Signal auf dem Bildschirm.

Der Formfaktor ist jedoch nicht der allein bestimmende Faktor zur Unterscheidung zweier eng benachbarter Signale mit unter-

schiedlicher Amplitude. Ebenso wird die Trennbarkeit durch Rest-FM und die spektrale Reinheit der internen Oszillatoren beeinflusst. Diese erzeugen Rausch-Seitenbänder, und verschlechtern dadurch die erreichbare Auflösung. Rausch-Seitenbänder werden im Bereich der Basis der ZF-Filter sichtbar, und verschlechtern die Sperrbereichs-Dämpfung der ZF-Filter.

Ist die kleinste ZF-Bandbreite z.B. 10kHz, dann ist der kleinste Frequenzabstand, um 2 Spektrallinien voneinander zu trennen, ebenfalls 10kHz. Dies ist deshalb der Fall, weil der Spektrum-Analysator seine eigene ZF-Filterkurve darstellt, wenn er ein Signal im Spektrum detektiert. Da die Auflösung des Spektrum-Analysators durch seine ZF-Filterbandbreite bestimmt wird, könnte man annehmen, daß bei unendlich schmaler Filterbandbreite auch eine unendlich hohe Auflösung erzielt werden kann. Die Einschränkung ist dabei, daß die nutzbare ZF-Bandbreite durch die Stabilität des Spektrum-Analysators (Rest-FM) begrenzt wird. D.h., bei einer Rest-FM des Spektrum-Analysators von z.B. 10kHz, ist die kleinste sinnvolle ZF-Bandbreite, die verwendet werden kann um ein einzelnes 10kHz-Signal zu bestimmen, ebenfalls 10kHz. Ein schmalbandigeres ZF-Filter würde in diesem Fall mehr als eine Spektrallinie auf dem Bildschirm abbilden, oder ein jitterndes Bild (je nach Wobbelgeschwindigkeit), oder ein nur zum Teil geschriebenes Bild erzeugen. Außerdem besteht eine weitere praktische Einschränkung für die schmalste Filterbandbreite: die Abtast- oder Scan-Geschwindigkeit im Verhältnis zur gewählten Filterbandbreite. Dabei gilt: je schmaler die Filterbandbreite ist, desto geringer muß die Scangeschwindigkeit sein, um dem Filter korrektes Einschwingen zu ermöglichen.

Wird die Scangeschwindigkeit zu groß gewählt, d.h. die Filter sind u.U. noch nicht eingeschwingen, so resultiert dies in unkorrekter Amplitudendarstellung des Spektrums. Im allgemeinen werden die einzelnen Spektrallinien dann mit zu niedriger Amplitude dargestellt. Auf diese Weise sind praktische Grenzen für die kleinste Filterbandbreite gesetzt.

Rauschen

Die Empfindlichkeit ist ein Maß für die Fähigkeit des Spektrum-Analysators, kleine Signale zu messen. Die maximale Empfindlichkeit wird durch das Eigenrauschen bestimmt. Hier unterscheidet man grundsätzlich zwei Arten: thermisches- und nicht-

thermisches Rauschen. Das thermische Rauschen wird mit der Formel

$$P_N = K \cdot T \cdot B$$

beschrieben. Dabei ist:

- P_N = Rauschleistung in Watt
- K = Boltzmann Konstante ($1,38 \cdot 10^{-23}$ Joule/K)
- T = absolute Temperatur (K)
- B = Bandbreite des Systems in Hz

Diese Gleichung zeigt, daß die Größe des Rauschens direkt proportional zur Bandbreite ist. Daraus folgt, daß eine Bandbreitenreduzierung der Filter um eine Dekade das Rauschen prinzipiell um 10dB senkt, was wiederum eine Empfindlichkeitssteigerung des Systems um 10dB bedingt.

Alle weiteren Rauschquellen des Analysators werden als nicht-thermisch angenommen. Unerwünschte Abstrahlungen, Verzerrungen auf Grund nichtlinearer Kennlinien und Fehlanpassungen sind Quellen von nicht-thermischem Rauschen. Unter der Übertragungsgüte oder Rauschzahl versteht man normalerweise die nicht-thermischen Rauschquellen, zu denen das thermische Rauschen addiert wird, um die Gesamtrauschzahl des Systems zu erhalten. Dieses Rauschen, welches auch auf dem Schirm sichtbar wird, bestimmt die Empfindlichkeit eines Spektrum-Analysators.

Da der Rauschpegel sich mit der Bandbreite ändert, ist es notwendig sich beim Empfindlichkeitsvergleich zweier Analysatoren auf die gleiche Filterbandbreite zu beziehen. Spektrumanalysatoren werden über ein breites Frequenzband gewobbelt, sind aber eigentlich schmalbandige Meßinstrumente. Alle Signale die im Frequenzbereich des Spektrum-Analysators liegen, werden auf eine Zwischenfrequenz konvertiert und durchlaufen so die ZF-Filter. Der Detektor hinter dem ZF-Filter sieht nur den Rauschanteil, der innerhalb der schmalen Filterbandbreite liegt. Daher wird auf dem Sichtschirm nur das Rauschen dargestellt, welches innerhalb des Durchlaßbereiches des ZF-Filters liegt. Bei der Messung diskreter Signale wird die maximale Empfindlichkeit also mit dem schmalsten ZF-Filter erreicht.

Video-Filter

Die Messung kleiner Signale kann sich immer dann schwierig gestalten, wenn die Signalamplitude im gleichen Pegelbereich wie das mittlere Rauschen des Spektrum-Ansalyators liegt. Um für diesen Fall die Signale besser sichtbar zu machen, läßt sich im Signalweg des Spektrum-Ansalyators hinter dem ZF-Filter ein Video-Filter zuschalten. Durch dieses Filter, mit einer Bandbreite von wenigen kHz, wird das interne Rauschen des Spektrum-Ansalyators gemittelt. Dadurch wird unter Umständen ein sonst im Rauschen verstecktes Signal sichtbar.

Wenn die ZF-Bandbreite sehr schmal im Verhältnis zum eingestellten SPAN ist, sollte das Video-Filter nicht eingeschaltet werden, da dies zu einer zu niedrig dargestellten Amplitude auf Grund der Bandbreitenbegrenzung führen kann. (Eine nicht zulässige Kombination der eingestellten Parameter wird durch die **UNCAL.** Anzeige im READOUT angezeigt).

Empfindlichkeit - Max. Eingangspegel

Die Spezifikation der Eingangsempfindlichkeit eines Spektrum-Ansalyators ist etwas willkürlich. Eine Möglichkeit der Spezifikation ist, die Eingangsempfindlichkeit als den Pegel zu definieren, bei dem die Signalleistung der mittleren Rauschleistung des Ansalyators entspricht. Da ein Spektrum-Ansalyator immer Signal plus Rauschen mißt, erscheint bei Erfüllung dieser Definition das zu messende Signal 3dB oberhalb des Rauschpegels.

Die maximal zulässige Eingangsspannung für einen Spektrum-Ansalyator ist der Pegel, der zur Zerstörung (Burn Out) der Eingangsstufe führt. Dies ist bei einem Pegel von +10dBm für den Eingangsmischer, und +20dBm für den Eingangsabschwächer der Fall. Bevor der „burn out“-Pegel erreicht wird, setzt eine Verstärkungskompression beim Spektrum-Ansalyator ein. Diese ist unkritisch, solange eine Kompression von 1dB nicht überschritten wird.

Darüber hinaus kann davon ausgegangen werden, daß der Ansalyator Nichtlinearitäten auf Grund von Übersteuerung produziert. Außerdem steigt die Gefahr einer unbemerkten Überlastung der Eingangsstufe, weil sich einzeln dargestellte Spektrallinien in der Abbildung auf dem Bildschirm auch bei einsetzender Verstärkungskompression meist nur unmerklich verändern. Auf jeden Fall entspricht die Abbildung der Amplituden nicht mehr den tatsächlichen Verhältnissen.

Bei jeder Signalanalyse entstehen im Spektrum-Analysator selbst Verzerrungsprodukte, und zwar größtenteils verursacht durch die nichtlinearen Eigenschaften der Eingangsstufe. Sie bewegt sich beim HM5012/14 in der Größenordnung von 70dB unterhalb des Eingangspegels, solange dieser nicht größer als -27dBm ist. Um größere Eingangssignale verarbeiten zu können, ist dem Mischer ein Eingangsabschwächer vorgeschaltet. Das größte Eingangssignal, welches dem Spektrum-Analysator bei jeder beliebigen Stellung des Abschwächers verarbeiten kann ohne ein bestimmtes Maß an Verzerrungen zu überschreiten, wird der „optimale Eingangspegel“ genannt. Das Signal wird dabei soweit abgeschwächt, daß der Mischer keinen größeren Pegel als -27dBm angeboten bekommt. Anderenfalls werden die spezifizierten 70dB Oberwellenabstand nicht eingehalten. Diese 70dB verzerrungsfreier Bereich werden auch als nutzbarer Dynamikbereich des Analysators bezeichnet. Zum Unterschied dazu wird der (darstellbare) Anzeigebereich definiert als das Verhältnis vom größten zum kleinsten gleichzeitig angezeigten Pegel, ohne daß Intermodulationsprodukte des Analysators auf dem Bildschirm sichtbar sind.

Der maximale Dynamikbereich eines Spektrum-Analysators läßt sich aus den Spezifikationen ermitteln. Den ersten Hinweis gibt die Spezifikation für die Verzerrungen. So beträgt dieser Wert z.B. für beide Spektrum-Analysatoren 70dB bis zu einem Eingangspegel von -27dBm am Eingang bei 0dB Eingangsabschwächung. Um diese Werte nutzbar zu machen, muß der Spektrum-Analysator in der Lage sein, Pegel von -97dBm erkennen zu lassen. Die dafür erforderliche ZF-Bandbreite sollte nicht zu schmal sein, sonst ergeben sich Schwierigkeiten auf Grund von Seitenbandrauschen und Rest-FM. Die ZF-Bandbreite von 9kHz ist ausreichend, um Spektrallinien mit diesem Pegel darzustellen. Der verzerrungsfreie Meßbereich kann durch eine Reduzierung des Eingangspegels weiter ausgedehnt werden. Die einzige Einschränkung bildet dann die Empfindlichkeit des Spektrum-Analysators.

Die maximal mögliche Dynamik wird erreicht, wenn die Spektrallinie mit dem höchsten Pegel den Referenzpegel gerade noch nicht überschreitet.

Frequenzgang

Der Frequenzgang eines Spektrum-Analysators läßt sich als seine Amplitudenstabilität über der Frequenz beschreiben. Um

einen möglichst guten Frequenzgang zu erhalten, müssen die Mischerverluste möglichst frequenzunabhängig sein. Für exakte Amplitudendarstellungen sollte der Frequenzgang im gesamten Bereich möglichst geringe Schwankungen aufweisen. Jedoch ist gerade diese Eigenschaft nur durch entsprechend großen Aufwand zu erzielen. Das System muß schon vom Prinzip her sehr frequenzlinear sein, weil sich Abweichungen meist nur sehr schwer auskalibrieren lassen. Für die Aufgabenstellung eines Spektrum-Analysators, verschiedene Signalpegel bei unterschiedlichen Frequenzen zu messen, ist ein möglichst enger Frequenzgang erforderlich; ansonsten wäre sein Nutzen stark eingeschränkt.

Mitlaufgeneratoren

Mitlaufgeneratoren (Tracking Generatoren) sind spezielle Generatoren, bei denen die Frequenz des Ausgangssignals vom Spektrum-Analysator gesteuert wird. So wird ein Ausgangssignal erzeugt, welches exakt der Abstimmung (tuning) des Spektrum-Analysators folgt. Auf Grund dieser Besonderheit erweitert ein Mitlaufgenerator (nur im HM5014) die Anwendungsmöglichkeiten eines Spektrum-Analysators wesentlich. Im „full-scan-mode“ erzeugt der Mitlaufgenerator ein gewobbeltes Signal über seinen gesamten zur Verfügung stehenden Frequenzbereich. Wird ein kleinerer Span verwendet, so wird ein Sinus-signal erzeugt, dessen Frequenz sich mit der Mittenfrequenz-Einstellung des Spektrum-Analysators verändert.

Die Ursache für den exakten „Mitlauf“ (Tracking) zwischen der steuernden und der generierten Frequenz liegt darin, daß sowohl der Spektrum-Analysator als auch der Mitlaufgenerator vom gleichen spannungsgesteuerten Oszillator kontrolliert werden; d.h. beide Baugruppen werden über den Local-Oszillator des Spektrum-Analysators synchronisiert. Das Ausgangssignal des Mitlaufgenerators wird durch Mischen zweier Oszillatorsignale erzeugt. Das eine Signal wird im Mitlaufgenerator selbst erzeugt, das Andere im Spektrum-Analysator. Ist die durch Mischung erzeugte Frequenz gleich der Zwischenfrequenz des Spektrum-Analysators, dann ist die Ausgangsfrequenz des Mitlaufgenerators gleich der Eingangsfrequenz des Spektrum-Analysators. Diese Bedingung gilt für alle „Span-Modi“.

Der Begriff „mitlaufen“ oder Tracking bedeutet dabei, daß sich die Frequenz der Ausgangsspannung immer in der Mitte des Durchlaßfilters des Spektrum-Analysators befindet. Oberwellen

des Signals, seien sie im Mitlaufgenerator selbst oder im Spektrum-Analysator entstanden, liegen so außerhalb des Durchlaßbereiches der Filter im Spektrum-Analysator. Auf diese Weise wird nur die Grundfrequenz des Mitlaufgenerators auf dem Bildschirm dargestellt. Frequenzgangmessungen über einen sehr großen Bereich sind so möglich, ohne daß die Messung von spektralen Unzulänglichkeiten des Generatorsignals beeinflußt wird. Die Empfindlichkeit des Systems wird durch das Eigenrauschen, und somit durch die Filterbandbreite des Spektrum-Analysators begrenzt. Die schmalste zur Messung nutzbare Bandbreite wird durch die Rest-FM des Mitlaufgenerators bestimmt, sowie durch die Frequenzabweichung beim „tracking“ zwischen Generator und Spektrum-Analysator. Ausschlaggebend ist dabei wieder die Qualität des LO im Spektrum-Analysator und außerdem der PLL zur Nachsteuerung der Frequenz im Mitlaufgenerator. Für Frequenzgang- und Dämpfungsmessungen an Verstärkern oder Filtern wird der Mitlaufgenerator (nur im HM5014 enthalten) eingeschaltet. Die Ausgangsspannung des Mitlaufgenerators wird an dem zu untersuchenden Bauteil eingespeist und die an dessen Ausgang anliegende Spannung dem Eingang des Spektrum-Analysators zugeführt. In dieser Konfiguration bilden die Geräte ein in sich geschlossenes, gewobbeltes Frequenzmeßsystem. Eine pegelabhängige Regelschleife im Mitlaufgenerator stellt die erforderliche Amplitudenstabilität im gesamten Frequenzbereich sicher. Reflexionsfaktor und Rückflußdämpfung lassen sich mit diesem System messen, und somit auch Stehwellenverhältnisse ermitteln.

CODES serielle Schnittstelle RS232 Spektrum-Analysator HM 5012 / HM5014

RS232-Parameter beim Einschalten:

4800 Baud, 8 Datenbits, 1 Stopbit, No Parity

Meldung beim Einschalten: HAMEG HM5012 Vx-xx / HM5014 Vx-xx

Befehle vom PC zum HM 5012 / 5014

Allgemeiner Aufbau: Als erstes Zeichen eines jeden Befehls muss das '#' [0x23] gesendet werden. Dann folgen Characters z.B. TG für Tracking Generator. Die dann folgenden Zeichen werden für die einzelnen Befehle weiter unten genau definiert. Abgeschlossen wird jeder Befehl mit dem Zeichen „OxOd“ (= Enter-Taste). Es wird nicht zwischen Gross- und Kleinschreibweise der Buchstaben unterschieden (z.B.: TG = tg). Die Angabe der Masseinheit ist immer eindeutig (z.B.: Span immer in MHz), und wird deshalb nicht mit angegeben.

Liste der Einstellbefehle:

((E) Bedeutet Enter-Taste)

#k10 (E)	=	Key-Lock off
#k11 (E)	=	Key-Lock on (Remote-LED leuchtet)
#tg0 (E)	=	Tracking-Generator off
#tg1 (E)	=	Tracking-Generator on
#vf0 (E)	=	Video-Filter off
#vf1 (E)	=	Video-Filter on
#tl+01.0 (E)	=	Tracking Level von +1.0 dB
#tl-50.0 (E)	=	bis -50.0 dB in 0.2 dB-Schritten
#rl-27.0 (E)	=	Referenz Level von -27.0 dB
#rl-99.6 (E)	=	bis -99.6 dB in 0.4 Schritten
#at0 (E)	=	Attenuator 0 (10, 20, 30, 40) dB
#bw400 (E)	=	Bandwidth 400 (120,9) kHz
#sp1000(E)	=	Span 1000 (1000,500,200,...5,2,1) MHz
#sp0 (E)	=	Span Zerospan
#db5 (E)	=	5 dB/Div.
#db10 (E)	=	10 dB/Div.
#cf0500.000 (E)	=	Centerfrequenz in xxxx.xxx MHz
#dm0 (E)	=	Detect mode off
#dm1 (E)	=	Detect mode on
#sa (E)	=	Speichert Signal A in Speicher B
#vm0 (E)	=	Anzeige: Signal A
#vm1 (E)	=	Anzeige: Signal B (gespeichertes Signal)
#vm2 (E)	=	Anzeige: Signal A-B
#vm3 (E)	=	Anzeige: Average (Mittelwert)
#vm4 (E)	=	Anzeige: Max. Hold
#br4800 (E)	=	Baudrate 4800 (9600, 38400, 115200) Bd.
#bm1 (E)	=	Signaltransfer in Blöcken (2048 Byte) 2044 Signalbyte, 3 Prüfsummenbyte und hex: 0x0d

#rc0 (E) = Recall (0 bis 9)
#sv0 (E) = Save (0 bis 9)

Spezielle Befehle für EMV-Messungen, nur sinnvoll mit Zero-Span:

#es0 (E) = „1-Sekunden-Sweep“ sperren
#es1 (E) = „1-Sekunden-Sweep“ freigeben (1 Sekunde Meßzeit; Zero-Span einschalten und 9/120/400kHz Bandbreite wählen)

#ss1 (E) = Startet „1-Sekunden-Sweep“ bei eingestellter Centerfrequenz
#ss2 (E) = Startet „1-Sekunden Sweep“ mit Centerfrequenz und ändert nach dem Meßvorgang die Centerfrequenz mit der Schrittweite der eingestellten Bandbreite. (Bandbreite: 400, 120, 10 (9) kHz)

Beispiel EMV-Messung:

#es1 (Funktion freigeben), #ss2 (messen), #ss2 ..., #ss2, #es0 (Funktion sperren).
Nachdem ein Kommando empfangen und ausgeführt wurde, sendet der Spektrum-Analysator „RD (hex: 0x0d)“ zurück.

Parameterabfrage (Liste der Abfragebefehle):

Syntax:

#xx (E) = sende Parameter xx (xx = tg, tl, rl, vf, at, bw, sp, cf, db, kl, hm, vn, vm, uc)

1. Beispiel:

„#uc (unkalibriert)“: PC sendet #uc (CR). Instrument antwortet mit: uc0 (kalibriert) oder uc1 (unkalibriert)

2. Beispiel:

„#tl“, PC fragt Tracking-Generator Pegel ab: PC sendet #tl1 (CR). Instrument antwortet mit: TL-12.4 (CR)

3. Beispiel: PC sendet Befehlssequenz an Analysator:

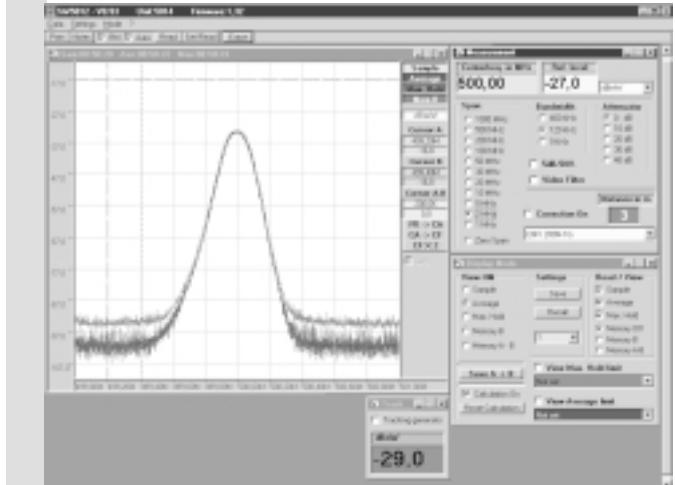
#kl1 (E) = Schaltet „Remote“ ein.
#cf0752.00 (E) = Setzt Centerfrequenz auf 752MHz
#sp2 (E) = Setzt Span auf 2 MHz
#bw120 (E) = Setzt Bandbreite auf 120kHz
#kl0 (E) = Schaltet auf manuelle Bedienung

4. Beispiel: „#vn“: PC fragt Software-Version ab (z.B. „1.00“)

5. Beispiel: „#hm“: PC fragt nach Gerätetype (z.B. HM5014)



Manual Software SW5012



Software SW5012

Beschreibung der Funktionen und der Einstellungen.
Übersicht über die Menüs.

Pulldown Menue 1:

Data

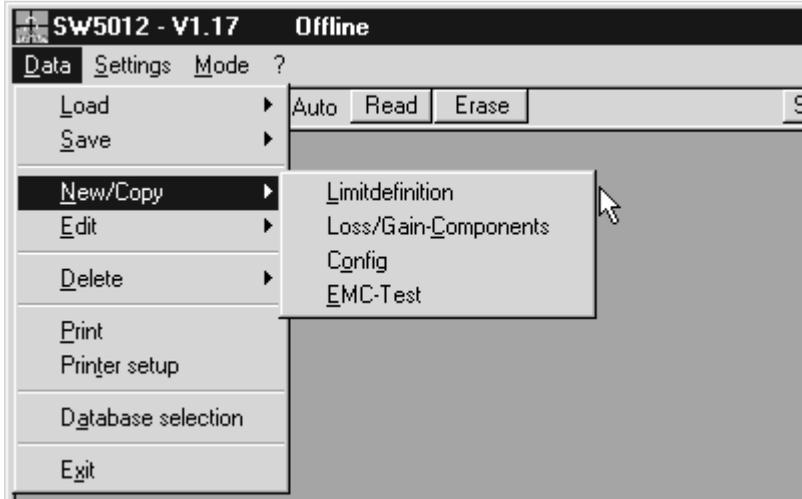
Load
Save



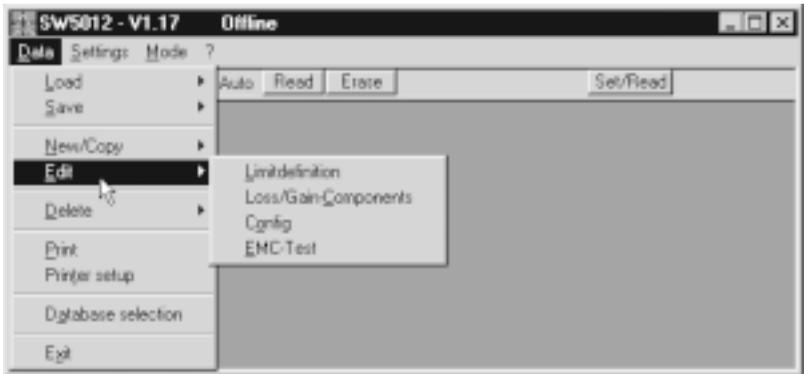
Settings Laden, bzw. Speichern der Geräteeinstellungen,

Measurements Laden, bzw. Speichern der Meßwerte

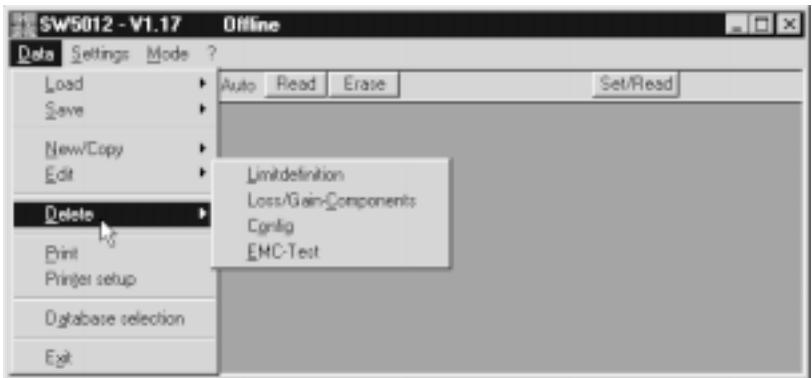
New/Copy



Edit



Delete



Neuanlegen, Kopieren, Ändern (Editieren), Löschen der vier folgenden verschiedenen Themen:

Limitdefinition

Definition der Grenzwertlinien

Loss/Gain-Components

Festlegung der Verstärker- und Kabeldämpfungswerte usw. durch Meßwerte (Dämpfungsverlauf).

Config

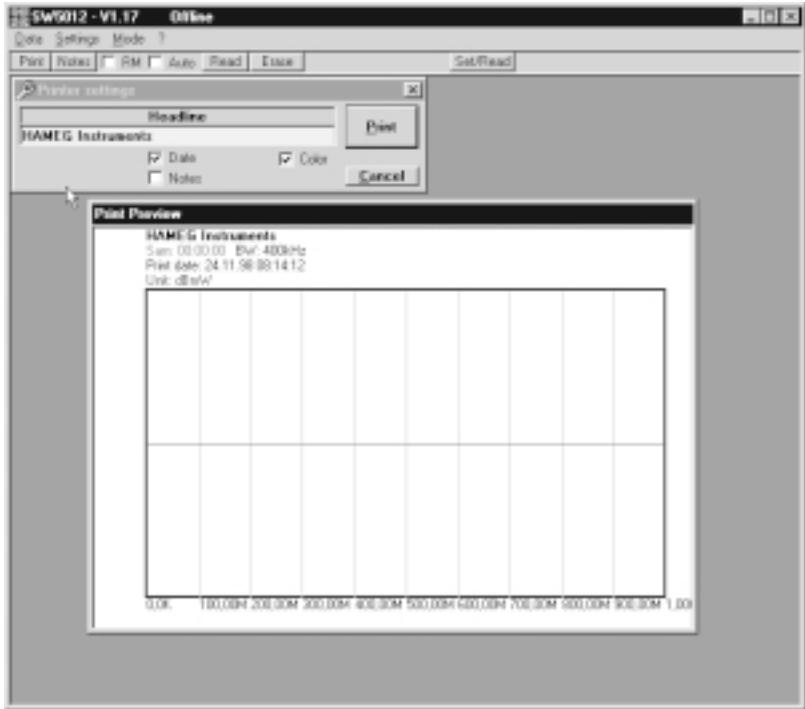
Zusammenstellung der Einzelteile für einen Meßaufbau und Übernahme der Verstärker- und Dämpfungswerte zur Berücksichtigung im Gesamtmessergebnis.

EMC-Test

Festlegung der Geräteeinstellung für einen Test: Start-, Stopfrequenz, Dämpfungseinstellung, Filterbandbreite usw.

Print

bewirkt Vorschau auf den Druckjob und erlaubt Starten des Drucks



Printer Setup

Printerkonfiguration

Database Selection

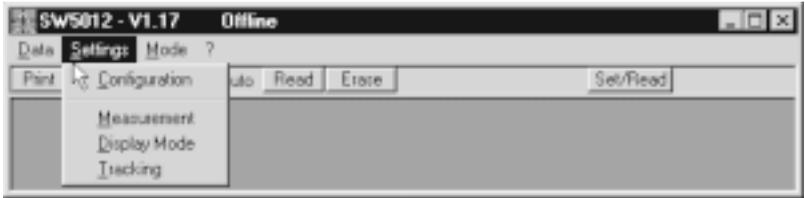
Wählt die Datenbank aus



Exit Verlassen des Programms

Pulldown Menue 2: (Einstellung Mode Normal)

Settings



Configuration

Einrichten der seriellen Schnittstelle, Auswahl des COM-Ports und der Übertragungsrates oder automatische Erkennung.

Measurement

Öffnen des Fensters für die Geräteeinstellung und des Darstellungsfensters für die aktuellen Meßwerte.

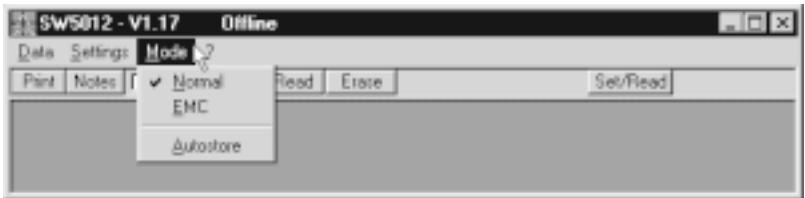
Display Mode

gliedert sich in zwei Bereiche: Spektrumanalysator und die Darstellung auf dem Computerbildschirm.

Tracking Fenster für die Bedienung des Trackinggenerators (nur HM5014).

Pulldown Menue 3:

Mode



Normal Bedienung des Analysators, Fernsteuerung vom PC und die Datenübernahme, Auswertung und Abspeicherung auf dem PC.

EMC Erweiterte Bedienung des Analysators zur Messung der Störstrahlung über Antennen unter Berücksichtigung des Antennengewinns, Dämpfung von Kabeln, Verstärkern usw.

Autostore

Zeitgesteuerte Messungen im Normal Mode mit automatischer Speicherung im PC.

Betriebsarten:

Normal Mode

Die Bedienung des Spektrumanalysators, wie der Bediener es von der Frontplatte gewohnt ist, geschieht im Normal Mode des Programms.

Im Mode Menue Normal anklicken, erlaubt die normale Fernbedienung des Spektrumanalysators von der Programmoberfläche durch Auswahl der gewünschten Einstellung im Measurement Fenster, vorausgesetzt, die Remotefunktion in der zweiten Leiste ist aktiv (RM). Durch Anklicken im vorgegebenen Fenster wird Remote on (Häkchen sichtbar), oder Remote ausgeschaltet.

Bei der Einstellung Remote on kann die Center-Frequency durch Eingabe eines Zahlenwertes und anschließendem Return gewählt werden, z. B. in 0.01 MHz-Schritten.

Die Ref-Level Anzeige wird automatisch mit einer Änderung des Attenuators aktualisiert. In dem nebenstehenden Feld läßt sich auch die angezeigte Einheit auswählen. Außerdem lassen sich der Span, die Filterbandbreite, die Skalierung und das Video-Filter ein-, bzw. aus- oder umschalten.

Correction on

Die **"Funktion Correction"** ermöglicht das Nachmessen von einzelnen Störlinien unter den Bedingungen des EMC-Modus. Mit **"Correction on"** werden die Korrekturdaten der gewählten EMC-Konfiguration berücksichtigt. Dabei können die Grenzwertlinien gewählt und angezeigt werden.

Calculation on

In dem Fenster Display Mode beziehen sich der linke Teil "Analyzer" und "Settings" auf das Gerät. Der rechte Teil mit Read/View bezieht sich auf die Darstellung auf dem Rechnerbildschirm.

Mit Save A → B wird der Referenzspeicher mit einer neuen Kurve A geladen.

In dem Fenster Settings können 10 verschiedene Einstellungen abgespeichert und wieder geladen werden. Es sind die 10 Speicher, die auch von der Frontplatte erreicht werden können. Für den Spektrumanalysator können als Anzeige ausgewählt werden: Sample (aktuelle Kurve A), Referenz B oder A-B. Ist die Calculation aktiv, kann eine der Kurven **"Max. Hold"** oder **"Average"** angezeigt werden. Die Funktion **"Calculation on"** ist hier notwendig, da Max. Hold und Average während des aktiven Zeitraums gebildet werden. Durch Anklicken der Leiste Reset Calculation wird die Meßzeit erneut gestartet.

In dem rechten Fenster **"Read/View"** werden die zu übertragenden und anzuzeigenden Kurven ausgewählt. Die Farben der dargestellten Kurven sind am rechten Rand des Kurvenfensters erläutert, sowie oberhalb der Kurven die Zeit der letzten Erfassung. Wird zum Beispiel beim Spektrumanalysator die Funktion Calculation off geschaltet, dann werden die Kurven **"Max. Hold"** und **"Average"** nicht mehr aktualisiert, da am Analysator die Erfassung abgeschaltet ist. Sollen die Kurven aus dem Anzeigefenster gelöscht werden, dann ist die Funktion **"Erase"** zu betätigen. Bei einer Änderung der Centerfrequency werden automatisch die angezeigten Kurven gelöscht und nach der Übertragung neu berechnet.

Funktionsweise des EMC-Modes, Aufgabe der Software

Der EMC-Modus dieser Software erlaubt es, den HAMEG Spektrumanalysator als Teil eines Precompliance-Meßsystems einzusetzen, das im Normalfall aus mehreren Komponenten besteht. Außerdem können im Rahmen des Programms eigene Meßabläufe und Gerätezusammenstellungen definiert werden.

Typische Gerätezusammenstellungen sind:

Netznachbildung, BNC-Kabel und Meßgerät (Spektrumanalysator),
oder

Antenne, Verstärker, Kabel und Meßgerät.

Die Software soll nun die Arbeit erleichtern, d.h. diese Komponenten zu einem einheitlichen System verknüpft werden; die Frequenzgänge der Einzelkomponenten werden im angezeigten Meßergebnis berücksichtigt.

Der Frequenzgang der verwendeten Komponenten wird in einer Teiledefinition als Wertetabelle, die den Frequenzgang definiert, abgelegt und abgespeichert. Der Meßaufbau wird als Reihenschaltung der einzelnen Komponenten in einem Fenster definiert und als ein Meßsystem abgespeichert.

Darüber hinaus stellt die Software auch einen Quasipeak und einen richtigen Average zur Verfügung. Dazu wird 1s lang im Zerospan auf einer Frequenz gemessen und sehr viele Daten gesammelt und der Mittelwert gebildet. In einer weiteren Berechnung werden die Ergebnisse für die Quasipeakmessung mittels eines Digitalfilters ermittelt.

Es ergibt sich nun folgende Vorgehensweise um die Software zu konfigurieren:

1. Der Frequenzgang aller Komponenten muß dem System mitgeteilt werden. Es können beliebig viele Komponenten angelegt werden. Sie müssen sich jedoch alle im Namen unterscheiden.
2. Die verwendeten Komponenten werden zu einem Meßsystem zusammengestellt und mit einem aussagefähigen Namen, z. B. Netznachbildung abgespeichert. Maximal fünf Komponenten können zu einer Konfiguration zusammengefaßt werden, was im Normalfall auch ausreichen dürfte. Alle nicht verwendeten Komponenten werden durch ein ideales Kabel ersetzt, das bei jeder Frequenz weder eine Dämpfung noch eine Verstärkung besitzt. Es können beliebig viele dieser Konfigurationen erstellt werden. Voraussetzung dafür ist jedoch, daß jede einen anderen Namen erhält.
3. Die Norm schreibt die Einhaltung verschiedener Grenzwerte vor. Um diese anzuzeigen, müssen sie vorher definiert werden. Es können beliebig viele Grenzwerte definiert werden, die sich immer im Namen unterscheiden müssen, aber nur zwei können gleichzeitig angezeigt werden.
4. Jetzt können die Grenzwertlinien und die Konfiguration zu einem EMC-Test zusammengefügt werden. Zusätzlich muß noch die Startfrequenz, Stoppfrequenz, Bandbreite, die Dämpfung und die zu verwendende Meßmethode angegeben werden.

Nach diesen Grundeinstellungen sind die Voraussetzungen geschaffen komplexe EMC-Tests größtenteils automatisch auszuführen.

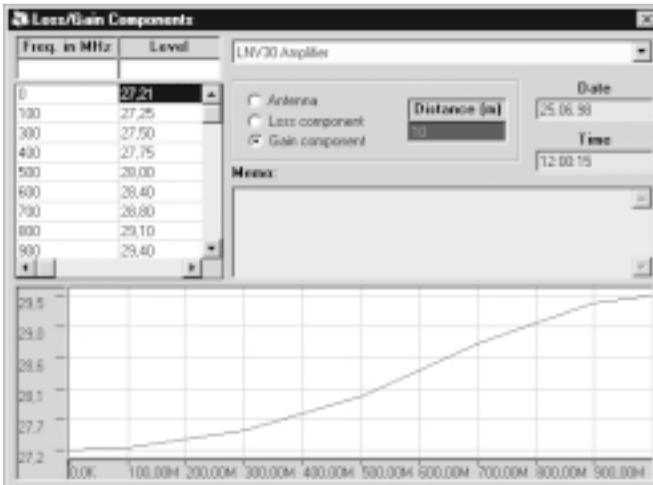
Definition neuer Komponenten

Um eine neue Komponente hinzuzufügen, muß man aus dem Menü **Data** den Eintrag **New/Copy** die **Loss/Gain-Components** auswählen. Danach wird das gleichnamige Fenster angezeigt.

In dem oberen Feld wird die Bezeichnung der neuen Komponente eingegeben. Es sind maximal 80 Zeichen möglich; auch Leerzeichen sind erlaubt. Tastatureingaben müssen immer mit der Taste **Return** beendet werden. Danach wird durch Drücken des Knopfes **Add New** die neue Komponente der Datenbank hinzugefügt.



Die Daten aus einer bestehenden Komponente können dann über die **Copy** Funktion in die neue Komponente kopiert werden. Diese Vorgehensweise empfiehlt sich, wenn nur wenige Daten unterschiedlich sind. Als nächster Schritt wird zum Beispiel der Frequenzgang einer Komponente definiert. Um dies zu tun, den Knopf **View limitdefinition** betätigen, oder alternativ, schließen des Fensters und das Menü **Data/ Edit/ (Loss/Gain-Components)** auswählen. Dann wird sich folgendes Fenster öffnen:



Zuerst sollten Sie den Typ dieser Komponente auswählen. Es kann sich um eine Antenne (Antenna), ein Dämpfungselement (Loss component) oder ein Verstärkungselement handeln.

Bei der Auswahl einer Antenne ist zu beachten, daß sich der Frequenzgang auf einen bestimmten Meßabstand bezieht; dieser Abstand ist im Feld **"Distance (m)"** in Meter anzugeben.

Nun können Sie den Frequenzgang eingeben, indem Sie in dem Feld **"Freq. in MHz"** die Frequenz eingeben und in dem Feld **"Level"** den dazugehörigen Korrekturwert (dB). Drücken Sie danach in dem Feld **"Level"** die **"Returntaste"**, um die Eingabe zu bestätigen und den Eintrag in die Tabelle zu übernehmen. Die Reihenfolge spielt dabei keine Rolle; es wird automatisch nach aufsteigender Frequenz sortiert.

Ist Ihnen bei der Eingabe ein Fehler passiert, ist dies nicht weiter schlimm. Wählen Sie mit der Maus den falschen Eintrag in der Tabelle aus; dieser wird entsprechend farblich hervorgehoben. Drücken Sie danach die Entferrnentaste. Der Eintrag wird aus der Tabelle entfernt, die Tabelle neu sortiert und auch die Grafik neu gezeichnet.

Nachdem Sie alle Stützstellen eingegeben haben, gibt es noch die Möglichkeit in dem Feld **"Memo"** Zusatzangaben zu machen, z.B. Datum der letzten Kalibrierung, den Namen des Bearbeiters oder irgend einen Kommentar.

Auf diese Weise können Sie alle Komponenten, die von Ihnen verwendet werden, im System bekannt machen und dafür sorgen, daß diese auch entsprechend verrechnet werden.

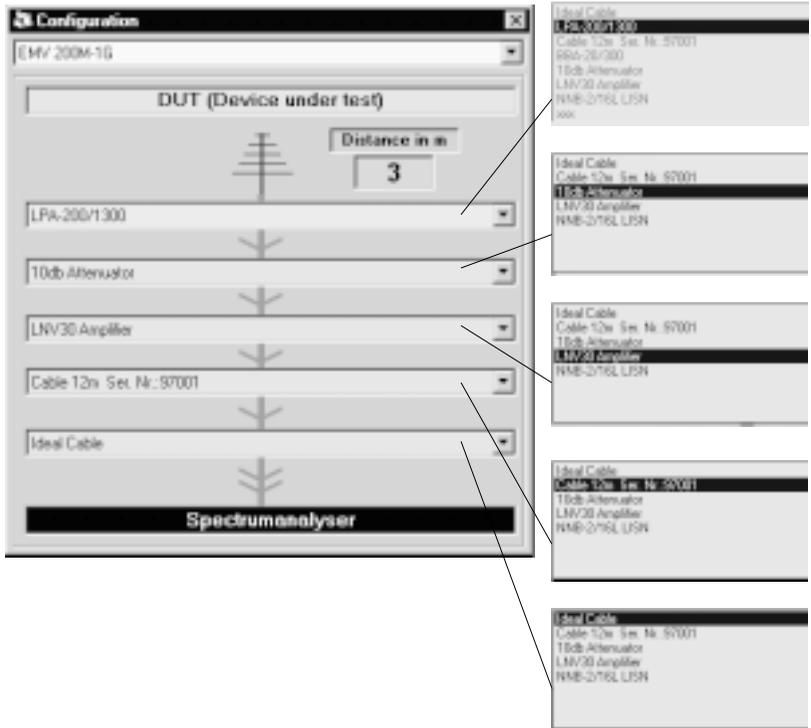
Erstellen einer Konfiguration

Unter der Bezeichnung Konfiguration verstehen wir eine Zusammenstellung mehrerer Komponenten zu einem einheitlichen Meßsystem.

Fügen Sie eine neue Konfiguration hinzu und wählen Sie **"Data/Edit/Config"**. Damit öffnet sich das Fenster **"Configuration"**.

In diesem Fenster ist der Signalverlauf angedeutet. Das Signal bewegt sich vom DUT in Richtung des Spektrumanalysators.

Falls Ihre Konfiguration eine Antenne beinhaltet, so muß diese in das 1. (oberste) Feld eingetragen werden, denn diese ist dem DUT am nächsten. Antennen dürfen immer nur in das 1. Feld eingetragen



werden. Eine Konfiguration kann logischerweise immer nur eine Antenne beinhalten. Danach kommen die nächsten Komponenten, wie zum Beispiel:

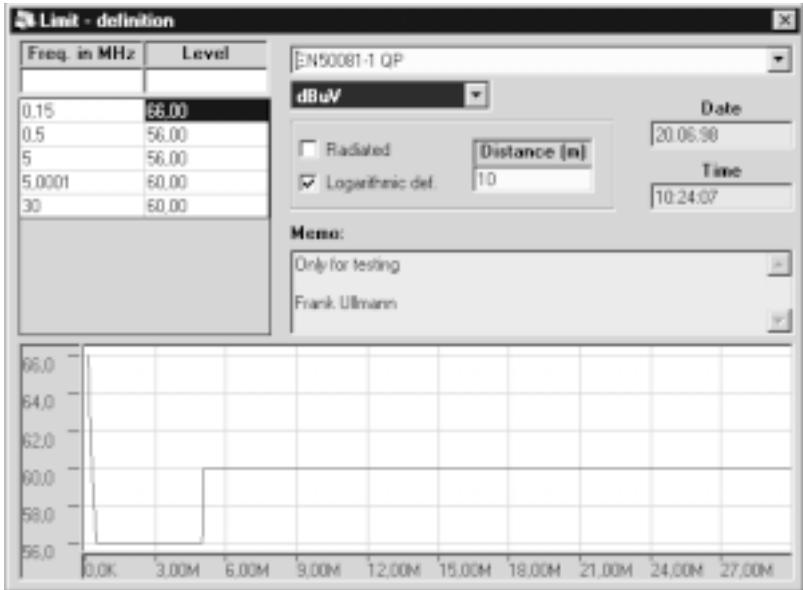
Dämpfungselemente, Verstärker und Kabel. In allen unbesetzten Feldern muß das ideale Kabel eingetragen werden. Das ideale Kabel hat weder Dämpfung noch Verstärkung und damit auch keinen Einfluss auf die Messung.

Definieren der Grenzlinsen

Fügen Sie eine neue Grenzlinie hinzu und wählen Sie **"Data/Edit/Limitdefinition"**. Dadurch öffnet sich das Fenster **"Limit-definition"**. Wählen Sie als erstes die Einheit, in der die Grenzen definiert sind. Falls es sich um eine Grenze für gestrahlte Größen handelt, wählen Sie das Feld **"Radiated"** aus und geben in diesem Fall den Abstand ein, für den diese Grenzdefinition gilt.

Wenn die Grenze mit dem Logarithmus der Frequenz fallen oder steigen soll, wählen Sie **"Logarithmic def."**. Als nächstes geben Sie die

Frequenzen und die Pegel ein. Falls Sie möchten, können Sie auch noch ein Memo eintragen.



Test erstellen

Fügen Sie einen neuen EMC-Test hinzu und wählen Sie das Fenster **“Data/Edit/EMC-Test”**. Das Fenster **“Test-Settings”** öffnet sich dann.

Wählen Sie zuerst die entsprechende Konfiguration und die Grenzlinien aus. Geben Sie danach die Startfrequenz und die Stoppfrequenz ein. Das Meßgerät wird später beim Test bei der Startfrequenz beginnen und dann jeweils um die Bandbreite versetzt bis zur Stoppfrequenz durchfahren. Wichtig ist auch die Einstellung des Reflevels und der Einheit. Achten Sie darauf, daß das Meßgerät nicht übersteuert und wählen Sie den Attenuator entsprechend. Als nächstes wählen Sie die Bandbreite und die entsprechenden Detektoren.

Nun haben Sie noch die Möglichkeit die Polarisation anzugeben. Wenn Sie horizontal wie auch vertikal wählen, wird zuerst in der horizontalen Ebene gemessen und danach auf der vertikalen Ebene. Die beiden Messungen werden überlagert, so daß nur der maximale Wert übernommen wird.

Die nächste Entscheidung die Sie treffen müssen ist der Meßmodus.

Test-Settings

50081-1 Radiated Emission 200-1000MHz

Configuration
EMV 200M-1G

Limit
Peak / Quasipeak Active
EN50081-1 QP Radiated

Average Active
Not set

Bandwidth
 400kHz
 120kHz
 9kHz

Detector
 Peak
 Quasipeak
 Average

Polarisation
 Horizontal / L
 Vertical / N

Start frequency 200,00 MHz
Stop frequency 1000,00 MHz
Reflevel 90,0 **Unit** dBuW/m

Attenuator
 0 dB
 10 dB
 20 dB
 30 dB
 40 dB

Mode
 Step
 Sweep + Step

Lim. distance -10,0 dB **Meas. time** 2 sec

Step:

Bei diesem Modus wird jede Frequenz 1s lang gemessen (Zerospan). Die erste Messung beginnt bei der Startfrequenz. Anschließend wird die Meßfrequenz um den Betrag der Meßbandbreite (Bandwidth) erhöht und erneut gemessen, bis die Stopfrequenz erreicht ist. Zu der Meßzeit von einer Sekunde kommt noch die Zeit der Datenübertragung und Berechnung hinzu, so daß sich selbst bei einem schnellen Rechner immer noch Schrittzeiten von 1,5 bis 2s ergeben. Der Vorteil dieser Methode ist eine genaue Messung über den gesamten Bereich; dies muß man sich jedoch durch eine hohe Meßdauer erkaufen.

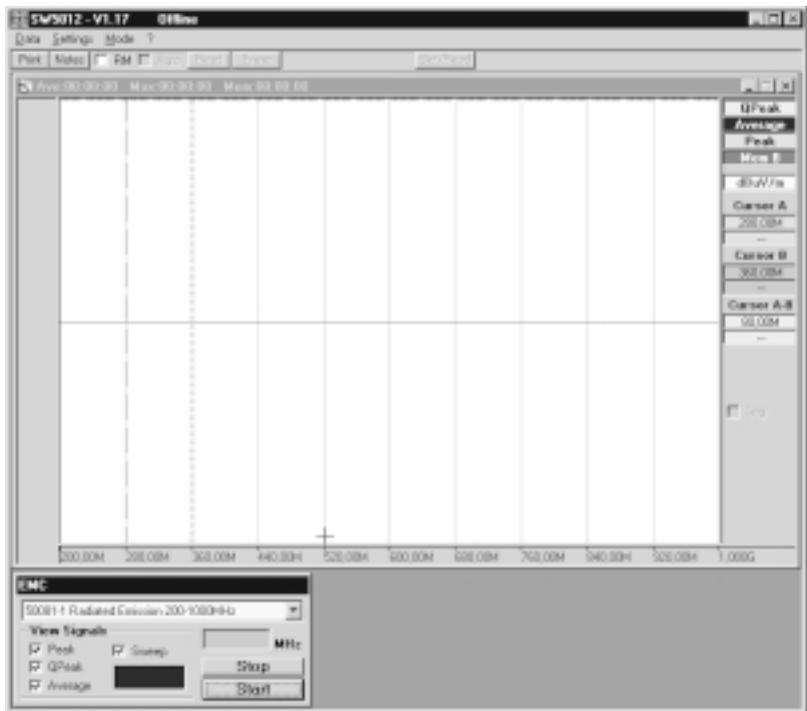
Sweep + Step:

Bei diesem Modus wird der größtmögliche Span bezüglich der Bandbreite gewählt. Nun wird mit der Max-hold Erfassung die Centerfrequenz zwischen der Startfrequenz bis zur Stoppfrequenz so oft versetzt, bis der komplette Bereich abgedeckt wurde (Sweep). Die Erfassung läuft pro Centerfrequenz so lange, wie es in dem Punkt **"Meas. Time"** (in Sekunden) eingegeben wurde. Danach wird überprüft, ob sich bei einer

Frequenz der gemessene Pegel den **“Lim. distance”** Wert überschritten hat. Ist dies der Fall, werden die so ermittelten Frequenzen einzeln nachgemessen (Step). Wobei wiederum auf jeder Frequenz 1s lang gemessen wird. Diese Methode hat den Vorteil, daß die Messung relativ schnell beendet ist. Man hat allerdings nur auf den Frequenzen nachgemessen, die sich entsprechend den Grenzen angenähert haben.

EMC-Tests durchführen

Um einen EMC-Test durchzuführen, müssen Sie die Software in den EMC-Mode umschalten. Wählen Sie hierzu das Menü Mode und



danach EMC. Dadurch wird das EMC Fenster geöffnet. Wählen Sie nun im EMC-Fenster den entsprechenden EMC-Test aus und starten Sie diesen durch Druck auf die Taste **Start**. Sie werden nach einem Dateinamen gefragt; geben Sie diesen Ihren Wünschen entsprechend ein. Beachten Sie jedoch, daß dieser den Beschränkungen des Betriebssystems unterliegt. Unter diesem Namen wird die Messung gespeichert. Dies ist eine externe Datei, sie ist also nicht Bestandteil der Datenbank. Danach folgen Sie den Anweisungen auf

dem Bildschirm; diese werden je nach Test unterschiedlich sein. Die Felder Peak, Qpeak, Average, Sweep haben nichts mit der Messung zu tun; sie entscheiden lediglich was auf dem Bildschirm angezeigt wird. Gemessen wird das, was in dem Test definiert wurde.

Im Stopbetrieb wird die Grafik nach jeweils 50 Meßschritten aktualisiert, während dies im Sweep-Mode erst nach Beendigung des Sweeps erfolgt.

Sie können die Messung jederzeit mit der Taste **Stop** unterbrechen. Es ist möglich, daß das System etwas träge auf die Unterbrechung reagiert, normaler weise genügt jedoch ein Druck auf die Stop-Taste. Denken Sie jedoch daran, daß es nicht möglich ist, die Messung zu einem späteren Zeitpunkt weiterzuführen. Sie können jedoch die unterbrochenen Messungen ganz normal laden, ansehen und drucken.

HAMEG[®]

Instruments

Oscilloscopes

Multimeters

Counters

Frequency Synthesizers

Generators

R- and LC-Meters

Spectrum Analyzers

Power Supplies

Curve Tracers

Time Standards

Germany

HAMEG Service

Kelsterbacher Str. 15-19
60528 FRANKFURT am Main
Tel. (069) 67805 - 24 -15
Telefax (069) 67805 - 31
E-mail: service@hameg.de

HAMEG GmbH

Industriestraße 6
63533 Mainhausen
Tel. (06182) 8909 - 0
Telefax (06182) 8909 - 30
E-mail: sales@hameg.de

France

HAMEG S.a.r.l

5-9, av. de la République
94800-VILLEJUIF
Tél. (1) 4677 8151
Telefax (1) 4726 3544
E-mail: hamegcom@magic.fr

Spain

HAMEG S.L.

Villarroel 172-174
08036 BARCELONA
Teléf. (93)4301597
Telefax (93)321220
E-mail: email@hameg.es

Great Britain

HAMEG LTD

74-78 Collingdon Street
LUTON Bedfordshire LU1 1RX
Phone (01582) 413174
Telefax (01582) 456416
E-mail: sales@hameg.co.uk

United States of America

HAMEG, Inc.

266 East Meadow Avenue
EAST MEADOW, NY 11554
Phone (516) 794 4080
Toll-free (800) 247 1241
Telefax (516) 794 1855
E-mail: hamegny@aol.com

Hongkong

HAMEG LTD

Flat B, 7/F,
Wing Hing Ind. Bldg.,
499 Castle Peak Road,
Lai Chi Kok, Kowloon
Phone (852) 2 793 0218
Telefax (852) 2 763 5236
E-mail: hameghk@netvigator.com

42 - 5014 - 00D0