



Hersteller
Manufacturer
Fabricant

HAMEG Instruments GmbH
Industriestraße 6
D-63533 Mainhausen

KONFORMITÄTSERKLÄRUNG
DECLARATION OF CONFORMITY
DECLARATION DE CONFORMITE

HAMEG[®]
Instruments

Die HAMEG Instruments GmbH bescheinigt die Konformität für das Produkt
The HAMEG Instruments GmbH herewith declares conformity of the product
HAMEG Instruments GmbH déclare la conformité du produit

Bezeichnung / Product name / Designation:

Spektrumanalysator
Spectrum Analyzer
Analyseur de spectre

Typ / Type / Type:

HM5510 / HM5511

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 61010-1:2001 (IEC 61010-1:2001)

Messkategorie / Measuring category / Catégorie de mesure: I

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 / Imunitee: 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. 07. 2004

Unterschrift / Signature / Signatur

Manuel Roth
Manager

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 zwischen Messgerät und Computer 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 bezieharen 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 eine Länge von 3 Metern nicht erreichen und sich nicht außerhalb von Gebäuden befinden.

Als Signalleitungen sind grundsätzlich 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 Signale 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.

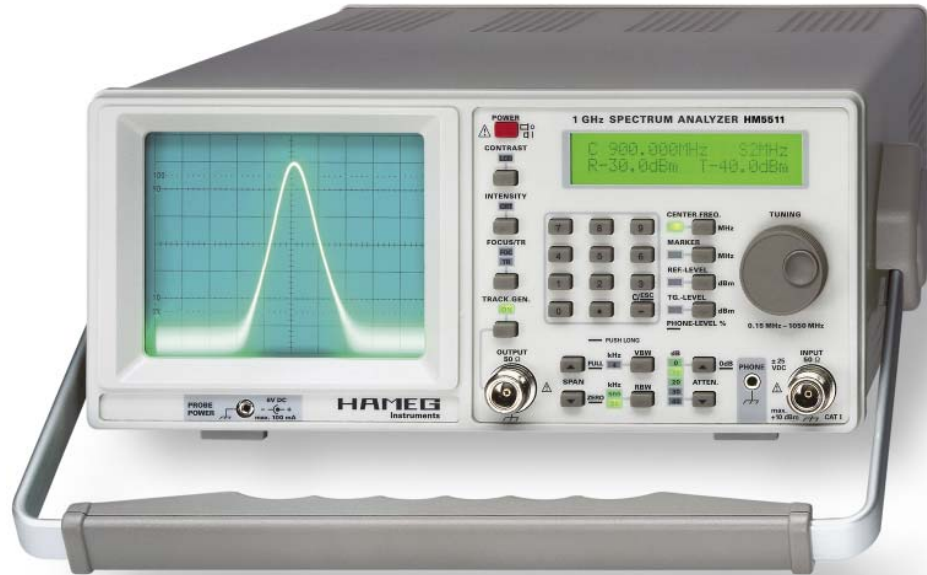
4. Störfestigkeit von Spektrumanalysatoren

Beim Vorliegen starker hochfrequenter elektrischer oder magnetischer Felder, können diese Felder zusammen mit dem Messsignal sichtbar werden. Die Einkopplung dieser Felder kann über das Versorgungsnetz, Mess- und Steuerleitungen und/oder durch direkte Einstrahlung erfolgen. Sowohl das Messobjekt, als auch der Spektrumanalysator können hiervon betroffen sein. Die direkte Einstrahlung in den Spektrumanalysator kann, trotz der Abschirmung durch das Metallgehäuse, durch die Bildschirmöffnung erfolgen

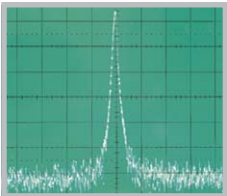
HAMEG Instruments GmbH

Deutsch	4
English	22
Français	39
Allgemeine Hinweise zur CE-Kennzeichnung	2
Spektrum-Analysatoren HM5510 und HM5511	4
Technische Daten	5
Wichtige Hinweise	6
Symbole	6
Auspacken	6
Aufstellen des Gerätes	6
Transport	6
Lagerung	6
Sicherheitshinweise	6
CAT I	7
Bestimmungsgemäßer Betrieb	7
Gewährleistung und Reparatur	8
Wartung	8
Schutzschaltung	8
Netzspannung	8
Sicherungswechsel der Gerätesicherung	8
Messgrundlagen	9
Dämpfung und Verstärkung	9
Pegel – Dezibel dB	9
Relativer Pegel	9
Absoluter Pegel	9
Dämpfung	9
Einführung in die Spektrum-Analyse	10
Zeitbereich	10
Frequenzbereich	10
FFT-Analyse (Fast Fourier Transformation)	11
Spektrum-Analysatoren	11
Echtzeit-Analysatoren	11
Überlagerungs-Spektrumanalysatoren	11
Bandpassfilter	11
Anforderungen an Spektrum-Analysatoren	13
Frequenzmessung	13
Stabilität	13
Auflösung	13
Rauschen	14
Video-Filter	14
Empfindlichkeit – Max. Eingangspegel	14
Frequenzgang	14
Mitlaufgenerator (nur im HM5511)	14
Gerätekonzept des HM5510/11	15
Einführung in die Bedienung des HM5510/11	15
Erste Messungen	16
Bedienelemente und Anzeigen	17
Bedienelemente und Geräteanschlüsse	18

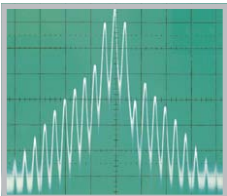
Spektrum-Analysatoren HM5510 und HM5511



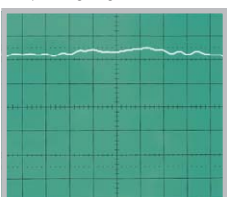
Unmoduliertes HF-Signal



Amplitudenmoduliertes HF-Signal



Mit Trackinggenerator
ermittelter Verstärker-
frequenzgang



Frequenzbereich von 150 kHz bis 1050 MHz

Auflösungsbandbreiten 20 kHz und 500 kHz

Amplitudenbereich -100 bis +10 dBm; Bildschirmdarstellung 80 dB

Hochstabiler temperaturkompensierter Referenzoszillator

Phasensynchrone direkte digitale Synthese (DDS)

Keypad für präzise und reproduzierbare Frequenzeinstellungen

Tracking-Generator beim HM5511

Testsignalausgang beim HM5510



Spektrum-Analysator HM5510 + 5511

TECHNISCHE DATEN

Referenztemperatur: 23 °C ±2 °C

Frequenzeigenschaften

Frequenzbereich:	0,15 MHz bis 1,050 GHz
Stabilität:	±5 ppm
Alterung:	±1 ppm/Jahr
Auflösung Frequenzanzeige:	1 kHz (6½ digit)
Mittelfrequenz-	
einstellbereich (Center):	0 bis 1,050 GHz
Mittelfrequenzgenauigkeit:	±2 kHz
Frequenzgenerierung:	TCXO mit DDS (digitale Frequenzsynthese)
Spanbereich:	Zero-Span u. 1 MHz – 1000 MHz (Schaltfolge1-2-5)
Marker:	
Frequenzauflösung:	1 kHz, 6½ digit,
Frequenzgenauigkeit:	±1 kHz, ± Mittelfrequenzgenauigkeit
Auflösungsbandbreiten (RBW):	500 kHz und 20 kHz
Video-Filter, VBW:	4 kHz
Sweepzeit:	20 ms

Amplitudeneigenschaften (Marker bezogen) 150 kHz - 1 GHz

Messbereich:	-100 dBm bis +10 dBm
Skalierung:	10 dB/div
Anzeigebereich:	80 dB (10dB/div)
Amplitudenfrequenzgang (bei 10 dB Attn., Zero Span und RBW 500 kHz, Signal -20 dBm):	±3 dB
Anzeige (CRT):	8 x 10 Division
Anzeige:	logarithmisch
Anzeigeeinheit:	dBm
Anzeige (LCD):	2 Zeilen x 20 Zeichen, Centerfrequenz, Span, Markerfrequenz, Ref-Level, Marker-Level
Eingangsteiler (Attenuator):	0 bis 40 dB, (10 dB-Schritte)
Eingangsteilergenauigkeit bezogen auf 10 dB:	±2 dB
Max. Eingangspegel (dauernd anliegend)	
10 - 40 dB Abschwächung:	+20 dBm (0,1 W)
0 dB Abschwächung:	+10 dBm
Max. zul. Gleichspannung:	±25 V
Referenzpegel-	
Einstellbereich:	-100 dBm bis +10 dBm
Genauigkeit des Referenzpegels bezogen auf 500 MHz, 10dB Attn. Zero Span und RBW 500kHz:	±2 dB
Min. Rauschpegelmittelwert	-100 dBm (RBW 20 kHz)
Intermodulationsabstand (3. Ordnung):	
2 Signale je -30 dBm, Abstand >3 MHz)	besser als 75 dBc
Abstand harmonischer Verzerrungen (2. Harm. bei -30 dBm, ATTN 0 dB, Frequenzabstand >3 MHz):	besser als 75 dBc
Bandbreitenabhängiger Amplitudenfehler bezogen auf RBW 500 kHz u. Zero Span:	±1 dB
VSWR: (Attn. ≥ 10 dB)	typ. 1,5 : 1
Marker:	
Amplitudenauflösung:	0,5 dB, 3½-digit
Amplitudengenauigkeit:	±1 LSB (0,5 dB) ±Messgenauigkeit

Eingänge/Ausgänge

Messeingang:	N-Buchse
Eingangsimpedanz:	50 Ω
Versorgungsspannung für Sonden HZ 530:	6 V _{DC}

Audioausgang (Phone):	3,5 mm Ø, Klinke
nur HM 5511:	
Mitlaufgeneratorausgang:	N-Buchse
Ausgangsimpedanz:	50 Ω
nur HM 5510:	
Testsignalausgang:	N-Buchse
Ausgangsimpedanz:	50 Ω
Frequenz:	10 MHz
Pegel:	0 dBm (±3 dB)

Funktionen

Eingabe Tastatur:	Mittelfrequenz, Referenz- und Mitlaufgeneratorpegel
Eingabe Drehgeber:	Mittelfrequenz, Referenz- und Mitlaufgeneratorpegel, Marker; Intensität (CRT), Kontrast (LCD), Focus und Strahldrehung
Tracking-Generator (nur HM 5511):	
Frequenzbereich:	0,15 MHz – 1,050 GHz
Ausgangspegel:	-50 dBm bis 0 dBm
Frequenzgang	
0 dBm bis -10 dBm:	±3 dB
-10,5 dBm bis -50 dBm:	±4 dB
HF-Störer:	besser als 20 dBc

Verschiedenes

Arbeitstemperaturbereich:	+10°...+40 °C
Lagertemperatur:	-40°...+70 °C
Netzanschluss:	105 - 250V~, 50/60 Hz
Leistungsaufnahme HM5510:	ca. 31 W
Leistungsaufnahme HM5511:	ca. 37 W
Schutzart:	Schutzklasse I, EN 61010-1 (IEC 61010-1)
Gehäuse (B x H x T):	285 x 125 x 380 mm, verstellbarer Aufstell-Tragegriff
Farbe:	techno-braun
Gewicht: HM 5510:	ca. 5,2 kg
HM 5511:	ca. 5,6 kg

Lieferumfang:

Spektrum-Analysator HM5510 **oder** HM5511, Netzkabel, Bedienungsanleitung, Adapter N zu BNC

Optionales Zubehör: HZ520 Ansteckantenne (BNC); HZ560 Transient-Limiter; HZ575 Konverter (75Ω → 50Ω)

Wichtige Hinweise

Symbole



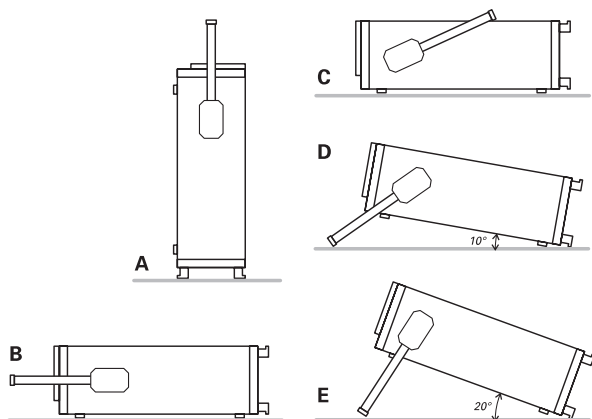
(1) (2) (3) (4) (5) (6)

- Symbol 1: Achtung - Bedienungsanleitung beachten
 Symbol 2: Vorsicht Hochspannung
 Symbol 3: Erdanschluss
 Symbol 4: Hinweis - unbedingt beachten
 Symbol 5: Tipp! - Interessante Info zur Anwendung
 Symbol 6: Stop! - Gefahr für das Gerät

Auspacken

Prüfen Sie beim Auspacken den Packungsinhalt auf Vollständigkeit. Entspricht die Netzversorgung den auf dem Gerät angegebenen Werten? 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 betrieben werden.

Aufstellen des Gerätes



Für die optimale Betrachtung des Bildschirmes kann das Gerät in drei verschiedenen Positionen aufgestellt werden (siehe Bilder C, D, E).

Wird das Gerät nach dem Transport senkrecht aufgesetzt, bleibt der Griff automatisch in der Tragestellung stehen (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. Ist für die Betrachtung eine noch höhere Lage des Bildschirmes erforderlich, zieht man den Griff aus der Raststellung vom Gerät weg um die Rastung zu lösen. Dann den Griff weiter nach hinten bewegen (Abb. E mit 20° Neigung) bis er abermals einrastet.

Der Griff lässt sich auch in eine Position für waagrechtes Tragen bringen. Hierfür muss man diesen senkrecht zur Gerätefront schwenken (Abb. B). Nun wird der Griff von der Gerätefront weggezogen und das Gerät zum Tragen angehoben (Abb. A). Der Griff rastet ein.

Transport

Bewahren Sie bitte den Originalkarton für einen eventuell späteren Transport auf. Transportschäden aufgrund einer mangelhaften Verpackung sind von der Garantie ausgeschlossen.

Lagerung

Die Lagerung des Gerätes muss in trockenen, geschlossenen Räumen erfolgen. Wurde das Gerät bei extremen Temperaturen transportiert, sollte vor dem Einschalten eine Zeit von mindestens 2 Stunden für die Akklimatisierung des Gerätes eingehalten werden.

Sicherheitshinweise

Dieses Gerät ist gemäß VDE 0411 Teil 1, Sicherheitsbestimmungen für elektrische Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte, gebaut, 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 61010-1. Um diesen Zustand zu erhalten und einen gefahrlosen Betrieb sicherzustellen, muss der Anwender die Hinweise und Warnvermerke beachten, die in dieser Bedienungsanleitung 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.

Das Gerät darf aus Sicherheitsgründen nur an vorschriftsmäßigen Schutzkontaktsteckdosen betrieben werden. Der Netzstecker muss eingesteckt sein, bevor Signalstromkreise angeschlossen werden.

Sind Zweifel an der Funktion oder Sicherheit der Netzsteckdosen aufgetreten, so sind die Steckdosen nach DIN VDE0100, Teil 610, zu prüfen.



Das Auftrennen der Schutzkontaktverbindung innerhalb oder außerhalb des Gerätes ist unzulässig!



- Die Netzversorgung entspricht den auf dem Gerät angegebenen Werten
- Das Öffnen des Gerätes darf nur von einer entsprechend ausgebildeten Fachkraft erfolgen.
- Vor dem Öffnen muss das Gerät ausgeschaltet und von allen Stromkreisen getrennt sein.

In folgenden Fällen ist das Gerät außer Betrieb zu setzen und gegen unabsichtlichen Betrieb zu sichern:

- Sichtbare Beschädigungen am Gerät
- Beschädigungen an der Anschlussleitung
- Beschädigungen am Sicherungshalter
- Lose Teile im Gerät
- Das Gerät arbeitet nicht mehr
Nach längerer Lagerung unter ungünstigen Verhältnissen (z.B. im Freien oder in feuchten Räumen)
- Schwere Transportbeanspruchung



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

-  **Achtung!**
Das Messgerät ist nur zum Gebrauch durch Personen bestimmt, die mit den beim Messen elektrischer Größen verbundenen Gefahren vertraut sind.
-  **Aus Sicherheitsgründen darf das Messgerät nur an vorschriftsmäßigen Schutzkontaktsteckdosen betrieben werden. Das Auftrennen der Schutzkontaktverbindung ist unzulässig. Der Netzstecker muss eingesteckt sein, bevor Signalstromkreise angeschlossen werden.**

CAT I

Die folgenden Erläuterungen beziehen sich lediglich auf die Benutzersicherheit. Andere Gesichtspunkte, wie z.B. die maximal zulässige Eingangsspannung, sind den technischen Daten zu entnehmen und müssen ebenfalls beachtet werden. Dieses Messgerät ist für Messungen an Stromkreisen bestimmt, die überhaupt nicht (Batteriebetrieb) oder nicht galvanisch mit dem Netz verbunden sind. Direkte Messungen (ohne galvanische Trennung) an Messstromkreisen der Messkategorie II, III und IV sind unzulässig! Die Stromkreise eines Messobjekts sind dann nicht direkt mit dem Netz verbunden, wenn das Messobjekt über einen Schutz-Trenntransformator der Schutzklasse II betrieben wird. Es ist auch möglich mit Hilfe geeigneter Wandler (z.B. Stromzangen), welche mindestens die Anforderungen der Schutzklasse II erfüllen, indirekt am Netz zu messen. Bei der Messung muss die Messkategorie – für die der Hersteller den Wandler spezifiziert hat – beachtet werden.

Messkategorien CAT


Die Messkategorien beziehen sich auf Transienten im Spannungsversorgungsnetz. Transienten sind kurze, sehr schnelle und steile Spannungs- und Stromänderungen. Diese können periodisch und nicht periodisch auftreten. Die Höhe möglicher Transienten nimmt zu, je kürzer die Entfernung zur Quelle der Niederspannungsinstallation ist.

- CAT IV Messungen an der Quelle der Niederspannungsinstallation (z.B. an Zählern).
- CAT III Messungen in der Gebäudeinstallation (z.B. Verteiler, Leistungsschalter, fest installierte Steckdosen, fest installierte Motoren etc.).
- CAT II Messungen an Stromkreisen, die elektrisch direkt mit dem Niederspannungsnetz verbunden sind (z.B. Haushaltsgeräte, tragbare Werkzeuge etc.)
- CAT I Elektronische Geräte und abgesicherte Stromkreise in Geräten.

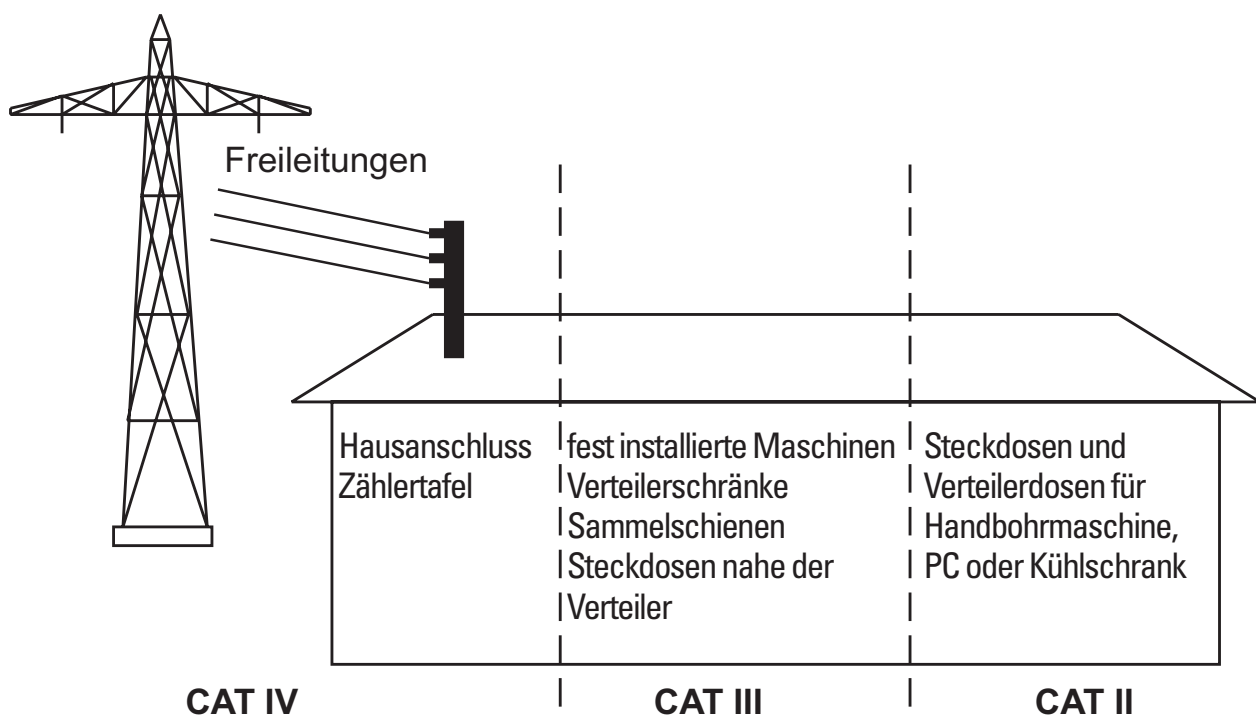
Bestimmungsgemäßer Betrieb

Betrieb in folgenden Bereichen: Industrie-, Wohn-, Geschäfts- und Gewerbebereich sowie Kleinbetriebe. Die Geräte sind zum Gebrauch in sauberen, trockenen Räumen bestimmt. Sie dürfen **nicht** bei besonders großem Staub- bzw. Feuchtigkeitsgehalt der Luft, bei Explosionsgefahr sowie bei aggressiver chemischer Einwirkung betrieben werden. Die zulässige Umgebungstemperatur während des Betriebes reicht von +10 °C ... +40 °C. Während der Lagerung oder des Transportes darf die Temperatur zwischen -40 °C und +70 °C betragen. Hat sich während des Transportes oder der Lagerung Kondenswasser gebildet muss das Gerät ca. 2 Stunden akklimatisiert und getrocknet werden. Danach ist der Betrieb erlaubt.

Die Betriebslage ist beliebig. Eine ausreichende Luftzirkulation (Konvektionskühlung) ist jedoch zu gewährleisten. Bei Dauerbetrieb ist folglich eine horizontale oder schräge Betriebslage (Aufstellbügel aufgeklappt) zu bevorzugen.

-  **Die Lüftungslöcher des Gerätes dürfen nicht abgedeckt werden!**

Nennwerten mit Toleranzangaben gelten nach einer Anwärmezeit von 30 Minuten, bei einer Umgebungstemperatur von 23 °C. Werte ohne Toleranzangabe sind Richtwerte eines durchschnittlichen Gerätes.



Gewährleistung und Reparatur

HAMEG Geräte unterliegen einer strengen Qualitätskontrolle. Jedes Gerät durchläuft vor dem Verlassen der Produktion einen 10-stündigen „Burn in-Test“. Im intermittierenden Betrieb wird dabei fast jeder Frühausfall erkannt. Anschließend erfolgt ein umfangreicher Funktions- und Qualitätstest bei dem alle Betriebsarten und die Einhaltung der technischen Daten geprüft werden.

Bei Beanstandungen innerhalb der 2-jährigen Gewährleistungsfrist wenden Sie sich bitte an den Händler, bei dem Sie Ihr HAMEG Produkt erworben haben. Um den Ablauf zu beschleunigen, können Kunden innerhalb der Bundesrepublik Deutschland die Garantiereparatur auch direkt mit HAMEG abwickeln.

Für die Abwicklung von Reparaturen innerhalb der Gewährleistungsfrist gelten unsere Gewährleistungsbedingungen, die im Internet unter <http://www.hameg.de> eingesehen werden können.

Auch nach Ablauf der Gewährleistungsfrist steht Ihnen der HAMEG Kundenservice für Reparaturen und Ersatzteile zur Verfügung.

Return Material Authorization (RMA):

Bevor Sie ein Gerät an uns zurücksenden, fordern Sie bitte in jedem Fall per Internet: <http://www.hameg.de> oder Fax eine RMA-Nummer an.

Sollte Ihnen keine geeignete Verpackung zur Verfügung stehen, so können Sie einen leeren Originalkarton über den HAMEG-Vertrieb (Tel: +49 (0) 6182 800 300, E-Mail: vertrieb@hameg.de) bestellen.

Wartung

Das Gerät benötigt bei einer ordnungsgemäßen Verwendung keine besondere Wartung. Sollte das Gerät durch den täglichen Gebrauch verschmutzt sein, genügt die Reinigung mit einem feuchten Tuch. Bei hartnäckigem Schmutz verwenden Sie ein mildes Reinigungsmittel (Wasser und 1% Entspannungsmittel). Bei fettigem Schmutz kann Brennspiritus oder Waschbenzin (Petroleumäther) benutzt werden. Displays oder Sichtscheiben dürfen nur mit einem feuchten Tuch gereinigt werden.



Verwenden Sie keinen Alkohol, Lösungs- oder Scheuermittel. Keinesfalls darf die Reinigungsflüssigkeit in das Gerät gelangen. Die Anwendung anderer Reinigungsmittel kann die Kunststoff- und Lackoberflächen angreifen.

Schutzschaltung

Dieses Gerät ist mit einem Schaltnetzteil ausgerüstet, welches über eine Schutzschaltung für Überstrom und Überspannung verfügt. Im Fehlerfall kann ein, sich periodisch wiederholendes, tickendes Geräusch hörbar sein.

Netzspannung

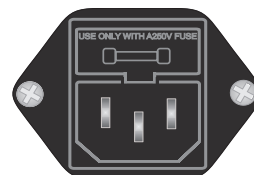
Das Gerät arbeitet mit einer Netzwechselfspannung von 105 bis 250 V bei 50/60Hz. Eine Netzspannungsumschaltung ist daher nicht vorgesehen.

Sicherungswechsel der Gerätesicherung

Die Netzeingangssicherung ist von außen zugänglich. Netzstecker-Buchse und Sicherungshalter bilden eine Einheit. Das Auswechseln der Sicherung darf und kann (bei unbeschädigtem Sicherungshalter) nur erfolgen, wenn zuvor das Netzkabel aus der Buchse entfernt wurde. Dann muss der Sicherungshalter mit einem Schraubendreher herausgeholt werden. Der Ansatzpunkt ist ein Schlitz, der sich auf der Seite der Anschlusskontakte befindet. Die Sicherung kann danach aus einer Halterung gedrückt und ersetzt werden.

Der Sicherungshalter wird gegen den Federdruck eingeschoben, bis er eingerastet ist. Ein Reparieren der defekten Sicherung oder das Verwenden anderer Hilfsmittel zum Überbrücken der Sicherung ist gefährlich und unzulässig. Dadurch entstandene Schäden am Gerät fallen nicht unter die Garantieleistungen.

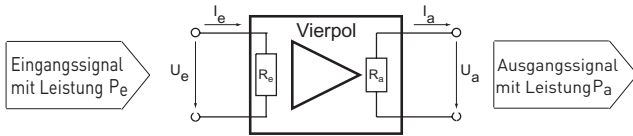
Sicherungstyp:
Größe 5 x 20 mm; 250V~, C;
IEC 127, Bl. III; DIN 41 662
(evtl. DIN 41 571, Bl. 3).
Abschaltung: träge (T) 0,8A.



Messgrundlagen

Dämpfung und Verstärkung

Das nachfolgende Bild zeigt einen Vierpol mit der Eingangsgröße U_e und der Ausgangsgröße U_a . Zur Vereinfachung nehmen wir an $R_e = R_a$.



Spannungsverstärkung: $V_u = \frac{U_a}{U_e}$ Dämpfung: $D_u = \frac{U_e}{U_a} = \frac{1}{V_u}$

Stromverstärkung: $V_i = \frac{I_a}{I_e}$ Dämpfung: $D_i = \frac{I_e}{I_a} = \frac{1}{V_i}$

Leistungsverstärkung: $V_P = \frac{P_a}{P_e} = \frac{U_a \times I_a}{U_e \times I_e} = V_u \times V_i$

Pegel - Dezibel dB

Der Pegel ist das logarithmierte Verhältnis von zwei Größen derselben Einheit. Da die beiden Größen und auch die Einheiten im Verhältnis stehen, kürzen sich die Einheiten heraus. Pegel sind dimensionlos. Gerade bei Berechnungen mit Verstärkung und Dämpfung ergeben sich Zahlen, welche über Dekaden unterschiedlich sind. Diese werden schnell unhandlich und unübersichtlich. Um die Berechnung zu vereinfachen werden Pegel verwendet.

Verhältnis der Größen: $\frac{X_1 \text{ [Einheit]}}{X_2 \text{ [Einheit]}}$

Pegel der Größen: $\lg \frac{X_1 \text{ [Einheit]}}{X_2 \text{ [Einheit]}}$ in Bel (B)

Als Kennzeichnung für die Pegelmaße werden die „Pseudo-Einheiten“ Bel (B) und Dezibel (dB) verwendet. Wird statt dem Zehnerlogarithmus (dekadischer Logarithmus) der natürliche Logarithmus zur Pegelbildung herangezogen, wird zur Kennzeichnung des Pegelmaßes die heute kaum noch gebräuchliche „Einheit“ Neper (Np) benutzt. (engl. Mathematiker John Neper 1550 bis 1617)

Relativer Pegel

Zur Angabe der Leistungsverstärkung wird allgemein das 10-fache des dekadischen Logarithmus verwendet. Dies wird am Zusatz Dezibel (dB) erkenntlich. Strom- und Spannungsverstärkung werden durch das 20-fache des dekadischen Logarithmus angegeben.

Verstärkungsmaß der Leistung:

$$v_p = 10 \lg V_p = 10 \lg \frac{P_a}{P_e} = 10 \lg \frac{\frac{U_a^2}{R_a}}{\frac{U_e^2}{R_e}} = 10 \lg \left[\frac{U_a^2}{U_e^2} \times \frac{R_e}{R_a} \right]$$

$$= 20 \lg \frac{U_a}{U_e} + 10 \lg \frac{R_e}{R_a}$$

Verstärkungsmaß der Spannung:

$$v_u = 20 \lg V_u = 20 \lg \frac{U_a}{U_e}$$

Verstärkungsmaß für den Strom:

$$v_i = 20 \lg V_i = 20 \lg \frac{I_a}{I_e}$$



Ist der Ausgangswiderstand des Verstärkers gleich dem Eingangswiderstand stimmen die Verstärkungsmaße für Leistung, Strom und Spannung überein.

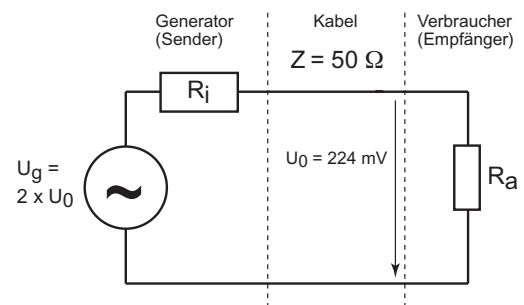
$$R_e = R_a \quad \text{dann folgt} \quad \frac{R_e}{R_a} = 1$$

$$\text{damit ist} \quad 10 \lg \frac{R_e}{R_a} = 0$$

Absoluter Pegel

Pegelwerte zu verwenden ist nur dann sinnvoll wenn auch die entsprechenden Bezugsgrößen bekannt sind. Die Bezugsgrößen P_0 , U_0 und I_0 können beliebig gewählt werden. Um jedoch eine entsprechende Vergleichbarkeit zu erhalten, werden in der Nachrichtentechnik meist folgende Bezugsgrößen verwendet:

Ausgehend von einer angepassten Koaxleitung: Am Widerstand $Z = 50\Omega$ liegt eine Spannung von $U_0 = 224\text{mV}$. Dies entspricht eine Leistung $P_0 = 1\text{mW}$.



Leistungsanpassung
 $R_i = Z = R_a = 50\Omega$
 $P_0 = 1\text{ mW} \hat{=} 0\text{ dBm}$

So sind in der Elektronik allgemein folgende Pegelangaben zu finden:

absoluter Spannungspegel: $20 \lg \frac{U}{1V}$ in dBV

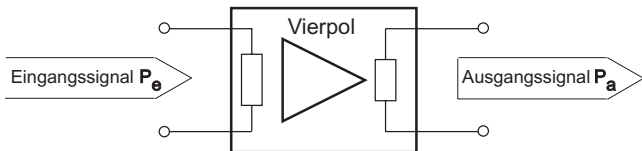
$20 \lg \frac{U}{1\text{ mV}}$ in dBmV

$$20 \lg \frac{U}{1\mu V} \quad \text{in dB}\mu V$$

absoluter Leistungspegel: $10 \lg \frac{P}{1W} \quad \text{in dBW}$

$$10 \lg \frac{P}{1mW} \quad \text{in dBm}$$

Dämpfung



Ist die Ausgangsgröße P_a größer als die Eingangsgröße P_e wird das Signal vom Vierpol verstärkt.

Der Quotient $\frac{P_a}{P_e}$ ist größer 1.

Ebenfalls ist der Pegel $10 \lg \frac{P_a}{P_e}$ positiv.

Ist die Ausgangsgröße P_a kleiner als die Eingangsgröße P_e wird das Signal vom Vierpol gedämpft.

Der Quotient $\frac{P_a}{P_e}$ ist kleiner 1.

Damit ist der Pegel $10 \lg \frac{P_a}{P_e}$ negativ.

Um auch bei der Dämpfung mit positiven Zahlen zu rechnen wird der Quotient umgekehrt.

Ist die Ausgangsgröße P_a kleiner als die Eingangsgröße

P_e wird der Quotient $\frac{P_e}{P_a}$ größer 1.

Ebenfalls ist der Pegel, das sogenannte Dämpfungsmaß

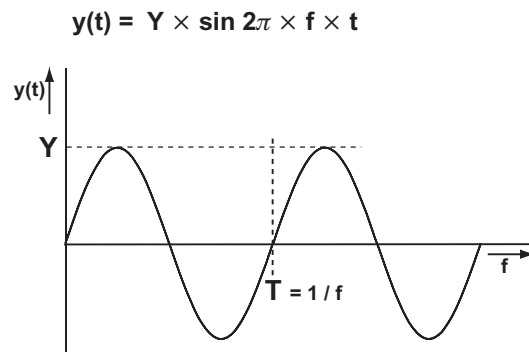
$a = 10 \lg \frac{P_e}{P_a}$ wieder positiv.

Zeitbereich

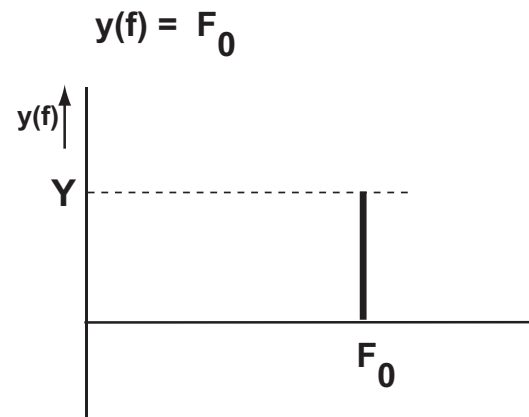
Die Darstellung der Signale erfolgt mit Oszilloskopen im Yt-Betrieb in der Amplituden-Zeitebene (Zeitbereich).

Es werden Informationen über Amplituden und zeitliche Zusammenhänge erkennbar. Allerdings lassen sich damit nicht alle Signale ausreichend charakterisieren. Schwierig wird es bei der Darstellung eines Signals, dass aus verschiedenen sinusförmigen Bestandteilen zusammengesetzt ist. Mit einem Oszilloskop wird nur die Summe aller Bestandteile sichtbar. Die einzelnen Frequenz- und Amplituden-Anteile werden nicht angezeigt.

Das einfachste periodische Signal im Zeitbereich ist eine Sinusschwingung. Sie wird durch folgende Gleichung beschrieben:



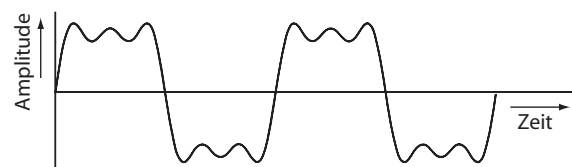
Das selbe Sinussignal im Frequenzbereich wird wie folgt dargestellt:



Frequenzbereich

Anstatt ein Signal im Zeitbereich anzuzeigen, lässt es sich auch in der Amplituden-Frequenzebene im Frequenzbereich darstellen. Ein Signal wird dann durch die darin enthaltenen Frequenzen und deren Amplituden charakterisiert. Der Phasebezug des Signals geht bei dieser Betrachtungsweise jedoch verloren.

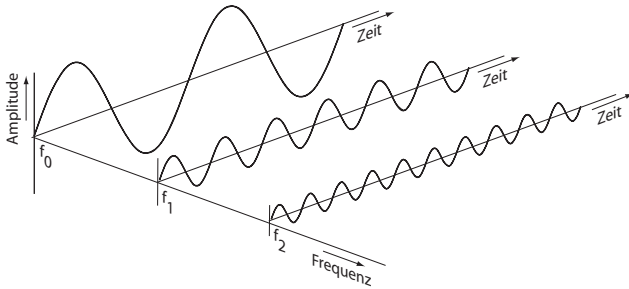
Als erstes wird ein Signal, bestehend aus den Frequenzen f₁ und f₂ im Zeitbereich dargestellt.



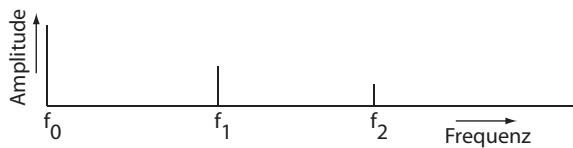
Einführung in die Spektrum-Analyse

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 (Zeitbereich).

Nun werden die im Signal enthaltenen drei Frequenzen f_0 , f_1 und f_2 im Zeitbereich einzeln dargestellt.



Jetzt erfolgt die Darstellung des selben Signals mit den Frequenzen f_0 , f_1 und f_2 im Frequenzbereich



FFT-Analyse (Fast Fourier Transformation)

Die FFT-Analyse wird für relativ niedrige Frequenzen (einige 100 kHz) verwendet, da die Auflösung der D/A-Wandler begrenzt ist. Zum Einsatz kommen so genannte Echtzeit-Analysatoren nach dem Prinzip der diskreten Fouriertransformation.

Dabei wird ein zeitlich begrenzter Abschnitt des Signals betrachtet. Das auszuwertende Signal wird abgetastet und aus den erfassten einzelnen Messwerten wird das Spektrum des Signals berechnet. Da bei dieser Betrachtung einzelne diskrete Messwerte zur Berechnung benutzt werden, nennt man dies auch Diskrete-Fourier-Transformation (DFT). Als Ergebnis erhält man wiederum ein diskretes Frequenzspektrum. Um die Anzahl der für die Transformation benötigten Rechenschritte zu verringern gibt es verschiedene Rechenalgorithmen. Der am häufigsten verwendete Algorithmus ist die Fast-Fourier-Transformation (FFT).

Damit das Ergebnis der FFT-Analyse auch aussagekräftig ist müssen zwei Bedingungen erfüllt sein:

- Bei dem Signal muss es sich um ein periodisches Signal handeln.
- Der beobachtete zeitlich begrenzte Abschnitt des Signals muss ein ganzzahliges Vielfaches der Periodendauer des Signals sein.

Sind diese Bedingungen nicht erfüllt ergeben sich Fehler bei der Berechnung der Frequenzen des Spektrums und deren Amplituden.

Spektrum-Analysatoren

Mit ihnen erfolgt die Signaldarstellung in der Amplituden-Frequenzebene (Yf). 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 Mitlaufgeneratoren ausgerüstet sind, ist die Messung an Vierpolen. So etwa Frequenzgangmessungen an Filtern und Verstärkern. Spektrum-Analysatoren lassen sich nach zwei grundsätzlichen Verfahren unterscheiden: gewobbelte und abgestimmte Analysatoren oder Echtzeit-Analysatoren. Nachfolgend sind kurz einige Typen von Spektrum-Analysatoren beschrieben.

Echtzeit-Analysatoren

Parallelfilter-Analysatoren bestehen aus der Parallelschaltung einer Vielzahl von schmalbandigen analogen Filtern. 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. Parallelfilter-Analysatoren sind sehr schnell und sehr teuer.

Überlagerungs-Spektrumanalysatoren

Fast alle modernen Spektrum-Analysatoren arbeiten deshalb nach dem Überlagerungsprinzip (Superheterodyne-Prinzip). Eine Möglichkeit ist die Mittenfrequenz eines Bandpassfilters über den gewünschten Frequenzbereich abzustimmen. Ein Detektor erzeugt dabei eine vertikale Ablenkung auf dem Bildschirm. Ein durchstimmbarer Generator sorgt für die synchrone Abstimmung der Filtermittenfrequenz und der Horizontalablenkung. Dieses einfache Prinzip ist relativ preiswert, hat jedoch Nachteile in Bezug auf Selektion und Empfindlichkeit.

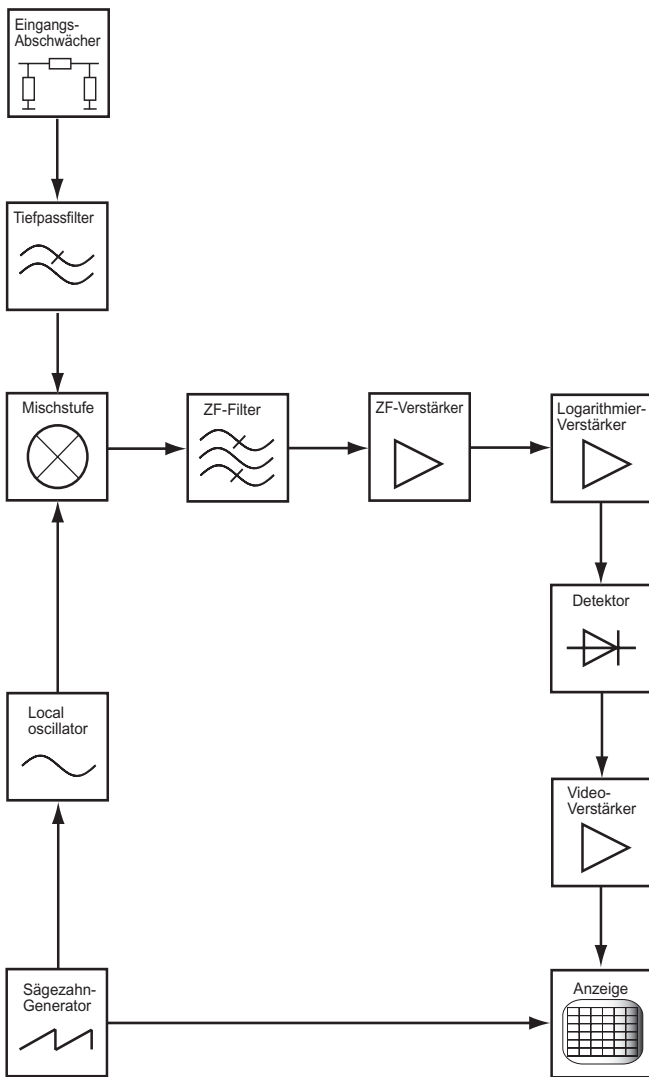
Bandpassfilter

Die gebräuchlichere Art der Spektrum-Analysatoren verwendet für die Selektion ein Bandpassfilter mit fester Mittenfrequenz. Hier wird die Frequenz eines lokalen Oszillators (LO) verändert. Ein durchstimmbarer Oszillator ist auch für hohe Frequenzen gut und stabil realisierbar. Ein festes Bandpassfilter mit hoher Güte ist einfacher zu bauen und in seinen Eigenschaften stabiler als ein durchstimmbares Filter. Das feste Filter lässt zu jedem Zeitpunkt nur denjenigen Anteil der zu analysierenden Funktion passieren,

für den gilt: $f_{inp}(t) = f_{LO}(t) \pm f_{ZF}$

- $f_{inp}(t)$ = Frequenz Eingangssignal
- $f_{LO}(t)$ = Frequenz Lokaloszillator(LO)
- f_{ZF} = Zwischenfrequenz

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, Eingangsfilter, Mischer und Umsetzoszillator (LO) bestimmt. Das zu analysierende Signal gelangt über den in 10dB-Schritten schaltbaren Eingangsabschwächer auf ein Eingangsfilter.

Dieses Filter hat Tiefpasscharakter und 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 im Prinzip wie ein elektronisch abgestimmter Schmalbandempfänger. Die Frequenzabstimmung erfolgt durch den Umsetzoszillator (1.LO; „Local Oscillator“), dessen Signal auf die 1. Mischstufe (Eingangsmischer) gelangt. Das gesamte am Analysatoreingang vorhandene Frequenzspektrum (Eingangsspektrum) gelangt ebenfalls auf die 1. Mischstufe.

Am Ausgang der 1. Mischstufe sind folgende Signale:

1. Signal (f_{LO}) des 1. Umsetzoszillators (1. LO)
Die Frequenz des 1.LO liegt zum Beispiel immer 1369,3 MHz über der Frequenz des Eingangssignals.

Für 0 kHz beträgt die Frequenz
1369,3 MHz (0 kHz + 1369,3 MHz).

Bei 150 kHz wird sie zu
1369,45 MHz (150 kHz + 1369,45 MHz)

und bei 1050 MHz sind es
2419,3 MHz (1050 MHz + 1369,3 MHz).

2. Eingangsspektrum (f_{inp})
Das Eingangssignal wie es am Analysatoreingang vorliegt und über den Eingangsabschwächer auf den Eingangsmischer gelangt (spezifizierter Messbereich: 150 kHz bis 1050 MHz).
3. Mischproduktsumme von 1. LO (f_{LO}) und dem gesamten Eingangsspektrum (f_{inp})
Bei einer zu messenden Frequenz von 150 kHz beträgt die Frequenz des 1. LO 1369,45 MHz; die Summe beträgt dann 1369,60 MHz. Für 1050 MHz muss die Frequenz des 1. LO 2419,3 MHz betragen und die Summe ist 3469,3 MHz.
4. Mischprodukt Differenz von 1. LO (f_{LO}) und dem gesamten Eingangsspektrum (f_{inp})
Bei 150 kHz beträgt die Frequenz des 1. LO 1369,45 MHz, was eine Differenz von 1369,3 MHz (1369,45 MHz – 150 kHz) ergibt. Im Falle 1050 MHz (2419,3 MHz – 1050 MHz) ist die Differenz erneut 1369,3 MHz.

Fazit:

Nach der 1. Mischstufe gelangen die zuvor beschriebenen Signale auf ein Bandpassfilter (ZF-Filter). Die Mittenfrequenz des ZF-Filters beträgt 1369,3 MHz. Damit kann nur die Mischprodukt Differenz, die 1369,3 MHz beträgt und das Signal des 1. LO (bei Abstimmung auf 0 kHz = 1369,3 MHz) zum Ausgang des Bandpassfilters gelangen, von wo aus die weitere Signalverarbeitung erfolgt.

Das vom 1. LO bewirkte „0 kHz-Signal“ ist unvermeidlich und kann bei Messungen mit 500 kHz Auflösungsbandbreite (RBW) im Bereich von 0 kHz bis ca. 2,5 MHz stören. Mit einer niedrigeren Auflösungsbandbreite lassen sich derartige Effekte vermeiden.



Bei der Messung wird zwischen Zero-Span (Messbereichsumfang gleich Null) und dem von Null abweichendem Span unterschieden.

Folgende Bedingungen liegen vor, je nach dem ob ohne oder mit SPAN gemessen wird:

Im Zero-Span Betrieb erzeugt der 1. LO eine feste Frequenz, um 1369,3 MHz höher als die zu analysierende Eingangsfrequenz sein muss. Der Analysator zeigt dann nur die gewünschte Eingangsfrequenz und die Frequenzanteile an, die abhängig von der gewählten Auflösungsbandbreite (RBW) über die ZF-Filter gelangen. Liegt Zero-Span nicht vor, wird ein Frequenzbereich angezeigt, dessen Umfang von der Span-Einstellung abhängig ist. Beträgt z.B. die Mittenfrequenz 500 MHz und der Span 1000 MHz (Fullspan), beginnt die Messung (angezeigt am linken Rand der Darstellung) mit 0 kHz und endet (am rechten Rand der Darstellung) mit 1000 MHz. Bei dieser Einstellung wird die Frequenz des 1. LO zeitlinear von 1369,3 MHz auf 2469,3 MHz erhöht, bis ein Sweep erfolgt ist und der nächste beginnt.

Zwischen dem zu analysierenden Frequenzbereich (SPAN-Einstellung) und der Auflösungsbandbreite (RBW) bestehen physikalische Zusammenhänge, welche die Anzeige von zu nied-

rigen Signalpegeln bewirken können. Derartige Fehler entstehen, wenn die Messzeit nicht die Erfordernisse der vom ZF-Filter und/oder Video-Filter benötigten Einschwingzeit erfüllt. Die Messzeit zu kurz ist. Mit der UNCAL.-Anzeige werden derartige Bedingungen signalisiert.

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

Spektrum-Analysatoren ermöglichen Frequenzmessungen im SPAN-Betrieb und bei abgeschaltetem SPAN (Zero-SPAN) im Zeitbereich. In der Betriebsart SPAN kann der gesamte nutzbare Frequenzbereich mit „full span“ (SPAN: 1000 MHz) betrachtet und die Frequenz eines Signals grob bestimmt werden. Anschließend kann diese Frequenz als CENTER FREQ. vorgegeben und die Signaldarstellung mit geringerem SPAN vorgenommen werden. Je kleiner der SPAN und die Auflösungsbandbreite (RBW) sind, umso höher ist die Frequenzmessgenauigkeit, da sich dann die Anzeige- und MARKER-Genauigkeit erhöhen (RBW). Bei „Zero Span“ und kleinster Auflösungsbandbreite genügt es, das Signal, welches unmoduliert als waagerechte, konstante Linie angezeigt wird, mit dem CENTER FREQ.-Einsteller auf maximalen Pegel einzustellen und die Frequenz abzulesen. Dabei 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 der Umsetz-Oszillatoren (1.LO). Dabei wird zwischen Kurzzeit- und Langzeitstabilität unterschieden. Ein Maß für die Kurzzeit-Stabilität ist die Rest-FM. Rauschseitenbänder sind ein Maß für die spektrale Reinheit der (1.LO) Local-Oszillatoren und gehen ebenfalls in die Kurzzeit-Stabilität eines Spektrum-Analysators ein. Sie werden spezifiziert durch die Dämpfung in dB und dem 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 wie viel die Frequenz sich innerhalb bestimmter Zeitbereiche ändert.

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.

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 60 dB 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 unterschiedlicher Amplitude. Ebenso wird die Trennbarkeit durch die 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. 20 kHz, dann ist der kleinste Frequenzabstand, um zwei Spektrallinien voneinander zu trennen, ebenfalls 20 kHz. 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. Dies bedeutet, dass bei einer Rest-FM des Spektrum-Analysators von z.B. 20 kHz, die kleinste sinnvolle ZF-Bandbreite, die verwendet werden kann um ein einzelnes 20 kHz-Signal zu bestimmen, ebenfalls 20 kHz ist. 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. Es gilt: je schmaler die Filterbandbreite, desto geringer muss die Scangeschwindigkeit sein, um dem Filter ein 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. Die einzelnen Spektrallinien werden dann mit zu niedriger Amplitude dargestellt. Auf diese Weise sind praktische Grenzen für die kleinste ZF-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 folgender Formel beschrieben: $PN = K \times T \times B$

PN = Rauschleistung in Watt
 K = Boltzmann Konstante ($1,38 \times 10^{-23}$ 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 10 dB senkt, was wiederum eine Empfindlichkeitssteigerung des Systems um 10 dB bedingt. Alle weiteren Rauschquellen des Analysators werden als nicht-thermisch angenommen. Unerwünschte Abstrahlungen, Verzerrungen auf Grund nichtlinearer Kennlinien und Fehlanspassungen sind Quellen von nicht-thermischem Rauschen. Unter der Übertragungsgüte oder Rauschzahl versteht man normalerweise die nicht-thermischen Rauschquellen. Zu diesen wird das thermische Rauschen addiert um die Gesamt-rauschzahl 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. Spektrum-Analysatoren werden über ein breites Frequenzband gewobelt, sind aber eigentlich schmalbandige Messinstrumente. Alle Signale, die im Frequenzbereich des Spektrum-Analysators liegen, werden auf eine Zwischenfrequenz konvertiert und durchlaufen dann 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 immer 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-Analysators liegt. Um für diesen Fall die Signale besser sichtbar zu machen lässt sich im Signalweg des Spektrum-Analysators hinter dem ZF-Filter ein Video-Filter zuschalten. Durch dieses Filter, mit einer Bandbreite von wenigen kHz, wird das interne Rauschen des Spektrum-Analysators 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 Display angezeigt).

Empfindlichkeit - Max. Eingangspegel

Die Spezifikation der Eingangsempfindlichkeit eines Spektrum-Analysators ist etwas willkürlich. Eine Möglichkeit der

Spezifikation ist, die Eingangsempfindlichkeit als den Pegel zu definieren, bei dem die Signalleistung der mittleren Rauschleistung des Analysators entspricht. Da ein Spektrum-Analysator immer Signal plus Rauschen misst, erscheint bei Erfüllung dieser Definition das zu messende Signal 3 dB oberhalb des Rauschpegels. Die maximal zulässige Eingangsspannung für einen Spektrum-Analysator ist der Pegel, der noch nicht zur Zerstörung (Burn Out) der Eingangsstufe führt. Dies ist bei einem Pegel von +10 dBm für den Eingangsmischer, und +20 dBm für den Eingangsabschwächer der Fall. Bevor der „burn out“-Pegel erreicht wird, setzt eine Verstärkungskompression beim Spektrum-Analysator ein. Diese ist unkritisch, solange eine Kompression von 1dB nicht überschritten wird. Darüber hinaus kann davon ausgegangen werden, dass der Analysator Nichtlinearitäten auf Grund von Übersteuerung erzeugt. Zusätzlich 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 Verzerrungsprodukte. Diese werden größtenteils durch die nicht-linearen Eigenschaften der Eingangsstufe verursacht. Sie bewegt sich beim HM5511 / HM5510 in der Größenordnung von >75 dB unterhalb des Eingangspegels, solange dieser nicht größer als -30 dBm ist. Um größere Eingangssignale verarbeiten zu können, ist dem Mischer ein Eingangsabschwächer vorgeschaltet. Das größte Eingangssignal, welches der 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 -30 dBm angeboten bekommt. Anderenfalls wird der spezifizierte Oberwellenabstand nicht eingehalten. Der verzerrungsfreie Bereich wird 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 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

Mit diesem Begriff wird das Übertragungsverhalten des Spektrum-Analysators beschrieben. Der Frequenzgang soll möglichst flach und die Genauigkeit des angezeigten Signalpegels soll unabhängig von der Signalfrequenz sein. Dabei müssen sich Filter und Verstärker im eingeschwungenen Zustand befinden.

Mitlaufgenerator (nur im HM5511)

Mitlaufgeneratoren (Tracking-Generatoren) sind spezielle Sinusgeneratoren, deren Frequenz vom Spektrum-Analysator gesteuert wird. Die Steuerung des Mitlaufgenerators erfolgt so, dass seine Frequenz immer gleich der „Empfangsfrequenz“ des Spektrumanalysators ist. Der Mitlaufgenerator erweitert die Anwendungsmöglichkeiten eines Spektrum-Analysators wesentlich.

Mit dem Mitlaufgenerator lassen sich Frequenzgang- und Dämpfungsmessungen an Verstärkern oder Filtern durchfüh-

ren. 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 Frequenzmess-System. 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.

Gerätekonzept des HM5510 / HM5511

Der HM5510 / HM5511 ist ein Spektrum-Analysator für den Frequenzbereich von 150 kHz bis 1050 MHz.

Der Spektrum-Analysator arbeitet nach dem Prinzip des Doppel-Superhet-Empfängers. Das zu messende Signal ($f_{\text{inp}} = 0,15 \text{ MHz} - 1050 \text{ MHz}$) wird der 1. Mischstufe zugeführt und mit dem Signal eines variablen Oszillators gemischt. Dieser Oszillator wird als 1st LO (first Local Oscillator) bezeichnet. Die Differenz von Eingangs- und Oszillator-Signal ($f_{\text{LO}} - f_{\text{inp}} = f_{\text{ZF}}$) gelangt als 1. Zwischenfrequenz-Signal über ein abgestimmtes Filter auf eine Verstärkerstufe. Dieser folgen zwei weitere Mischstufen und Bandfilter für die 3. Zwischenfrequenz. In der dritten ZF-Stufe wird das Signal wahlweise über ein Bandpassfilter mit einer Bandbreite von 500 kHz oder 20 kHz geführt und gelangt auf einen Detektor.

Bildröhre (CRT)

Das Signal (Video-Signal) wird logarithmiert und direkt oder über einen Tiefpass (Videofilter) weitergeschaltet. Mit diesem Analogsignal wird der Y-Verstärker der Bildröhre angesteuert. Dessen Ausgang ist mit den Y-Ablenkplatten der Bildröhre (CRT) verbunden. Mit zunehmender Signalamplitude wird der Elektronenstrahl in Richtung oberer Rasterrand abgelenkt. Die X-Ablenkung erfolgt mit einer sägezahnförmigen Spannung. Das Signal mit der niedrigsten Frequenz wird am Anfang (links) und das Signal mit der höchsten Frequenz am Ende (rechts) eines Strahlableitvorgangs auf der Bildröhre angezeigt.



Bei Zero-Span Betrieb ändert sich die Messfrequenz nicht und die X-Ablenkung ist eine Funktion der Zeit.

Einführung in die Bedienung des HM5510 / HM5511



Einschalten:

Beachten Sie bitte besonders vor dem ersten Einschalten des Gerätes folgende Punkte:

- Die am Gerät angegebene Netzspannung stimmt mit der verfügbaren Netzspannung überein und die richtige Sicherung befindet sich im Sicherungshalter des Kaltgeräteeinbausteckers.
- Vorschriftsmäßiger Anschluss an Schutzkontaktsteckdose
- Keine sichtbaren Beschädigungen am Gerät
- Keine Beschädigungen an der Anschlussleitung
- Keine losen Teile im Gerät

Inbetriebnahme

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 INPUT 50Ω Ⓢ nicht überschritten werden:

- +10 dBm (0,7 V_{eff}) Wechselspannung
- ±25 Volt Gleichspannung
- mit 40 dB Abschwächung sind maximal +20 dBm zulässig

Diese Grenzwerte dürfen nicht überschritten werden, da ansonsten mit der Zerstörung der Eingangsbaugruppe zu rechnen ist!

Weiter ist zu beachten:

- a) 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.
- b) 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 MHz - 1050 MHz) zu beginnen.
- c) Trotzdem ist zu berücksichtigen, dass unzulässig hohe Signalamplituden auch außerhalb des erfassten Frequenzbereichs vorliegen können. Diese werden zwar nicht angezeigt (z.B. 1200 MHz), führen jedoch zur Übersteuerung und in Extremfall zur Zerstörung des 1. Mischers.
- d) Der Frequenzbereich von 0 Hz bis 150 kHz ist für den Spektrum-Analysator nicht spezifiziert. In diesem Bereich angezeigte Spektralkomponenten sind bezüglich ihrer Amplitude nur bedingt auswertbar.



Wird ein Mess-Signal an den Eingang angelegt und verschiebt sich die Frequenzbasislinie (Rauschband) nach oben, ist dies ein Indiz für Spektren mit zu hoher Amplitude. Erhöhen Sie in diesem Fall die Eingangsdämpfung des Spektrum-Analysators.

Intensität / Focus


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 Schärfe-einstellung (FOCUS), schlechter erkennbar. Normalerweise sind auf Grund des Darstellungsprinzips beim Spektrum-Analysator alle Signale schon bei relativ geringer Intensitätseinstellung gut erkennbar.

Erste Messungen

Einstellungen

Bevor ein unbekanntes Signal an den Messeingang angelegt wird, sollte überprüft werden, dass das Signal keinen Gleichspannungsanteil von $> \pm 25$ V aufweist. Die maximale Amplitude des zu untersuchenden Signals muss kleiner als +10 dBm sein.

ATTN. (Eingangsdämpfung)


Damit das Eingangsteil nicht überlastet wird, sollte der Abschwächer vor dem Anlegen des Signals zunächst auf 40dB geschaltet sein. Die 40dB LED  leuchtet.

Frequenzeinstellung

CENTER FREQ. auf 500 MHz (C500.000MHz) einstellen und einen SPAN von 1000 MHz (S1GHz) wählen.

RBW (Auflösungsbandbreite)

Es sollte zu Anfang einer Messung das 500 kHz-Filter eingeschaltet und das Videofilter (VBW) ausgeschaltet sein. Ist kein Signal und nur die Frequenzbasislinie (Rauschband) sichtbar, kann die Eingangsdämpfung schrittweise verringert werden, um die Anzeige niedrigerer Signalpegel zu ermöglichen.

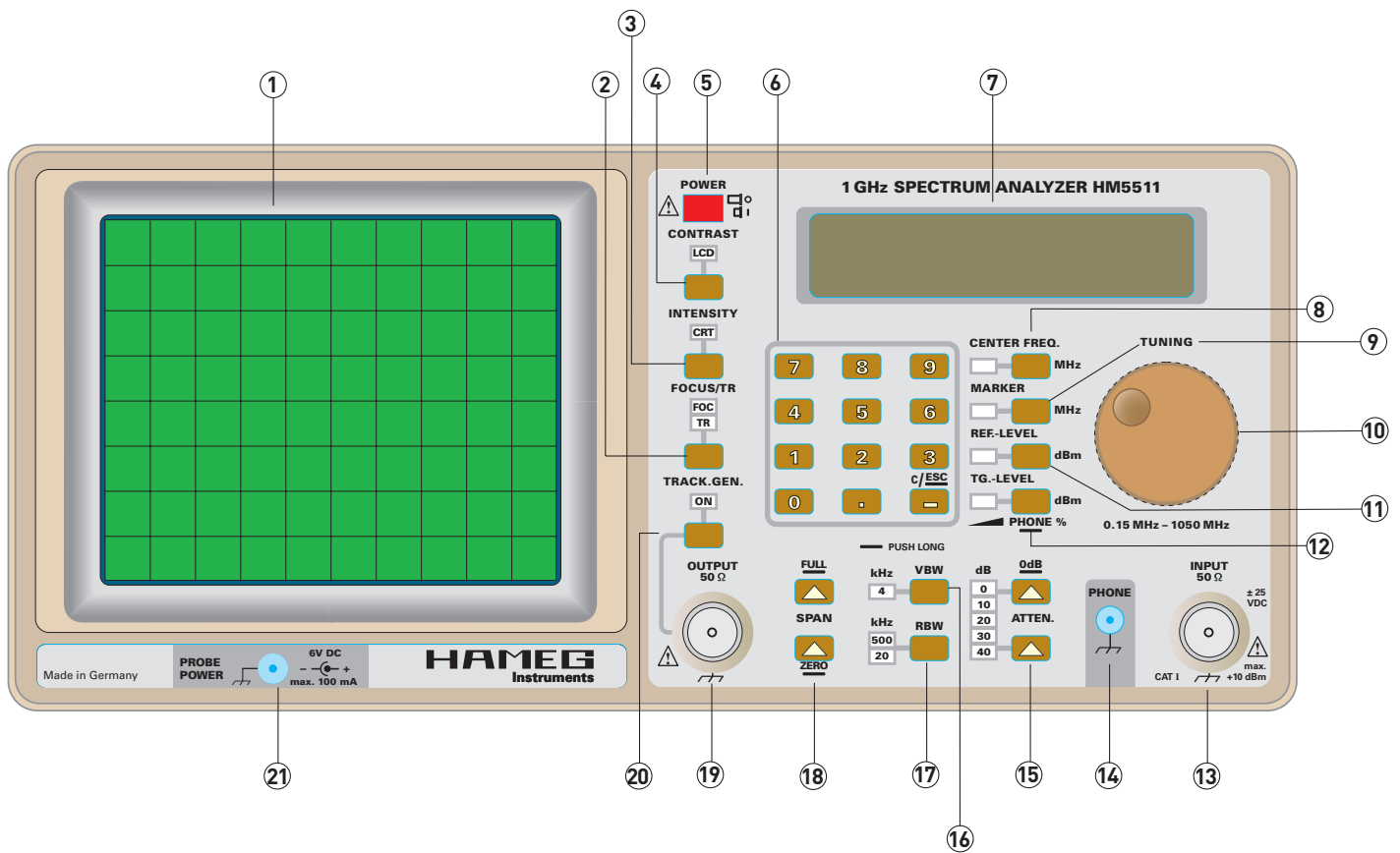
Verschiebt sich dabei die Frequenzbasislinie (Rauschband) nach oben, ist dies ein mögliches Indiz für eine außerhalb des Frequenzbereichs befindliche Spektrallinie mit zu hoher Amplitude. Die Einstellung des Abschwächers muss sich nach dem größten am Messeingang INPUT 50Ω  anliegenden Signal richten, also nicht nach dem „Zero-Peak“. Die optimale Aussteuerung des Gerätes 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 zusätzlich eine Eingangsdämpfung eingefügt werden. Ein externes Dämpfungsglied geeigneter Dämpfung und Leistung ist zu verwenden.

Messungen im Full-SPAN (S1GHz) sind in aller Regel nur als Übersichtsmessungen sinnvoll. Eine genaue Analyse ist nur mit verringertem SPAN möglich. Hierzu muss zuvor das interessierende Signal über eine Veränderung der Mittenfrequenz (CENTER FREQ.) in die Bildschirmmitte gebracht werden. Danach wird der SPAN reduziert.

Anschließend wird die Auflösungsbandbreite (RBW) verringert und gegebenenfalls das Videofilter eingeschaltet. Mit dem Warnhinweis „UNCAL“, anstelle der REF.-LEVEL- bzw. MARKER-LEVEL-Anzeige, wird auf eine fehlerhafte Amplitudenanzeige hingewiesen. Dann ist der SPAN für die Einschwingzeit des Filters (Auflösungsbandbreite = RBW) zu hoch bzw. die Auflösungsbandbreite zu klein.

Messwerte ablesen

Mit dem Marker lassen sich Messwerte zahlenmäßig einfach erfassen. Hierzu wird der Marker mit dem Drehknopf (bei leuchtender MARKER LED) auf den interessierenden Signalteil gesetzt und die Frequenz (Mxxx.xxx MHz) und der Pegel (Lxx.xdBm) vom Display abgelesen. Bei der Anzeige des Pegelwertes wird der Referenzpegel (REF.-LEVEL) und die Eingangsabschwächung (ATTN) automatisch berücksichtigt. Soll ein Messwert ohne Benutzung des Markers erfasst werden, so ist der Abstand, gemessen in dB, von der obersten Rasterlinie bis zur Spitze des Signals zu ermitteln. Dabei entspricht die oberste Rasterlinie dem im Display angezeigten Referenzpegel (R....dBm).



Bedienelemente und Anzeigen

- ① **Bildschirm:** Kathodenstrahlröhre (CRT)
- ② **FOCUS / TR:** Toggelfunktion zum Umschalten zwischen Fokussierung des Kathodenstrahls und dem Modus Tracerotation
- ③ **INTENSITY:** Intensität des Kathodenstrahls der CRT ①
- ④ **CONTRAST:** Kontrasteinstellung des LCD ⑦
- ⑤ **POWER:** Netzschalter
- ⑥ **Ziffernblock:** Tastenblock zur Zifferneingabe
- ⑦ **Display:** LCD mit 20-Zeichen und 2-Zeilen
- ⑧ **CENTER FREQ.:** Mittenfrequenz mit TUNING ⑩ oder Ziffernblock ⑥ ändern
- ⑨ **MARKER:** Frequenz- und Pegelanzeige an der Position des MARKER-Symbols
- ⑩ **TUNING:** Einstellen von FOCUS/TR ②, INTENSITY ③, CONTRAST ④, CENTER FREQ. ⑧, MARKER ⑨, REF.-LEVEL ⑪, PHONE% ⑫ und TG.-LEVEL ⑫ bei HM5511
- ⑪ **REF.LEVEL:** Referenzpegel einstellen
- ⑫ **PHONE%:** bei HM5510: Kopfhörerlautstärke einstellen
TG.-LEVEL: HM5511: „Tastendruck kurz“ Ausgangspegel an TRACK.GEN. ⑳; „Tastendruck lang“ Kopfhörerlautstärke einstellen PHONE ⑭
- ⑬ **INPUT 50Ω:** Messeingang, N-Buchse, max. 25V_{DC} oder Amplitude < +10 dBm !
- ⑭ **PHONE:** Kopfhöreranschluss; 3,5mm Klinkenstecker
- ⑮ **ATTEN.:** Eingangsabschwächer
- ⑯ **VBW:** Videobandwith, Filter zur Reduktion von Rauschanteilen
- ⑰ **RBW:** Resolution Bandwith, Auflösungsbandbreite 20 kHz und 500 kHz
- ⑱ **SPAN:** Messbereichsumfang 1 MHz bis 1000 MHz, Zerospan
- ⑲ **OUTPUT 50Ω:** HM5511: Ausgang des Tracking-Generators (die Frequenz des Sinussignals, entspricht der Empfangsfrequenz)
- ⑲ **OUTPUT 50Ω:** HM5510: Ausgang des Testsignals
- ⑳ **TRACK.GEN.:** HM5511: Tracking-Generator (Mitlaufgenerator) einschalten
- ㉑ **TESTSIGNAL:** HM5510: 10 MHz Testsignal an OUTPUT 50Ω ⑲ zuschalten
- ㉒ **PROBE POWER:** 6V_{DC} Stromversorgung, Nahfeldsonden HZ560; 2,5 mm Klinkenstecker

Bedienelemente und Geräteanschlüsse

Vorbemerkung

Der TUNING-Drehknopf ⑩ kann zur Einstellung der Parameter verschiedener Funktionen benutzt werden. Bei Erreichen der Einstellgrenzen ertönt ein akustisches Signal. Die Auswahl der Funktionen erfolgt mit den links vom Drehknopf angeordneten Funktionstasten. Die ausgewählte Funktion wird mit einer der Funktionstaste zugeordneten LED angezeigt. Um eine andere Funktion einzuschalten, genügt es die zugehörige Funktionstaste zu betätigen, so dass deren LED leuchtet.

Folgende Funktionen lassen sich mit dem TUNING-Drehknopf verändern:

- FOCUS/TR ② Strahl-Fokussierung / und -Drehung
- INTENSITY ③ Strahlhelligkeit
- CONTRAST ④ LCD-Anzeige
- CENTER FREQ. ⑥ Mittenfrequenz
- MARKER ⑨ Markerfrequenz
- REF.-LEVEL ⑪ Referenzpegel
- PHONE% ⑫ Kopfhörerlautstärke
- TG.-LEVEL ⑬ Mitlaufgenerator-Pegel (nur HM5511)

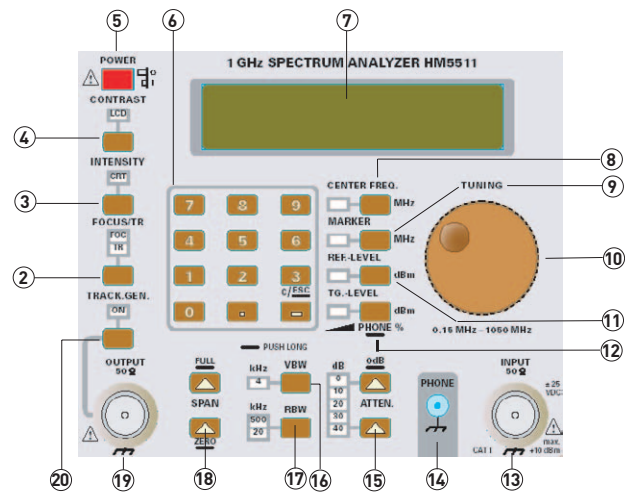
Die Bedienelemente im Einzelnen

- ① **Bildschirm** – Kathodenstrahlröhre (CRT)
- ② **FOCUS / TR** – Toggelfunktion Fokussierung / Tracerotation
Das Betätigen dieser Taste schaltet zwischen Fokussierung und Trace Rotation (Strahldrehung) um. Zum Einstellen wird TUNING ⑩ verwendet.

Fokussierung bedeutet Scharfstellen des Kathodenstrahls der Bildröhre. Mit höherer Strahlintensität wird der Strahldurchmesser größer und die Strahlschärfe nimmt ab. Dies ist bis zu einem gewissen Maß mit der FOCUS-Einstellung korrigierbar. Die Strahlschärfe hängt auch davon ab, an welcher Stelle des Bildschirmes der Strahl auftrifft. Ist die Schärfe optimal für die Bildschirmmitte eingestellt, nimmt sie mit zunehmendem Abstand von der Bildschirmmitte ab.

Trace Rotation bedeutet Strahldrehung des Kathodenstrahls. Mit TUNING ⑩ lässt sich die Frequenzbasislinie (Rauschband) um ihren Mittelpunkt kippen. Die Einstellung soll so vorgenommen werden, dass das Rauschband parallel zu den horizontalen Rasterlinien verläuft.

- ③ **INTENSITY** – Helligkeit des Kathodenstrahls der CRT ①
Mit einem kurzen Tastendruck wird die INTENS LED eingeschaltet. Anschließend dient der TUNING-Drehknopf ⑩ als Intensitätseinsteller (Strahlhelligkeit). Rechtsdrehen vergrößert und Linksdrehen verringert die Strahlhelligkeit. Mit größerer (Strahl-) Intensität vergrößert sich der Strahldurchmesser und die Darstellung wirkt unschärfer. Das wirkt sich insbesondere im Bereich der Rastergrenzen aus, kann aber mit einer Änderung der FOCUS ② Einstellung in gewissem Maße korrigiert werden. Die Intensität sollte daher nicht höher (heller) eingestellt sein, als es die Umgebungshelligkeit unbedingt erfordert.
- ④ **CONTRAST** – Kontrasteinstellung des LCD ⑦
Mit einem kurzen Tastendruck wird die CONTRAST LED eingeschaltet. Anschließend dient der TUNING-Dreh-



knopf ⑩ zur Einstellung des Kontrastes der LCD. Rechtsdrehen vergrößert und Linksdrehen verringert den Kontrast.

- ⑤ **POWER** – Netzschalter mit Symbolen für Ein(I) und Aus(O). Wird der Netzschalter in die Stellung ON geschaltet (eingerausert), zeigt die LCD-Anzeige für einige Sekunden die Firmwareversion an. Nachdem die Kathode der Strahlröhre ihre Arbeitstemperatur erreicht hat, zeigt der Bildschirm die Frequenzbasislinie (Rauschband) an.

- ⑥ **Ziffernblock** – Tastenblock zur Zifferneingabe
Im Ziffernblock befinden sich Tasten mit Zahlen von 0 bis 9, eine Dezimalpunkt-Taste und die Vorzeichen-/ Korrektur-Taste [C/ESC]. Es lassen sich die Mittenfrequenz [CENTER FREQ.], der Bezugspegel [REF.-LEVEL] und beim HM5511 der Ausgangspegel des TRACKING-Generators [TG.-LEVEL] eingeben. Diese Einstellungen können auch mit dem TUNING-Drehknopf ⑩ verändert werden. Die Einstellung der MARKER-Frequenz und der Lautstärke PHONE% ⑫ am Kopfhörer-Ausgang PHONE ⑭, ist nur mit TUNING ⑩ möglich.

Leuchtet die MARKER-, CONTRAST-, INTENSITY-, FOCUS/TR-LED oder zeigt die LCD-Anzeige PHONE VOL, bewirkt die Betätigung der Zifferntasten nur akustische Warnsignale.

Vor der Zifferneingabe muss die gewünschte Funktion gewählt sein, so dass z.B. die [REF.LEVEL]-LED leuchtet, wenn der Referenzpegel geändert werden soll. Dann wird der gewünschte Pegel (ggf. mit negativem Vorzeichen) eingegeben. Mit der Eingabe des Vorzeichens (nicht bei CENTER FREQ.) oder der ersten Ziffer erscheint im Display ⑦ der eingegebene Wert.

Nach vollständiger Eingabe wird nach nochmaligem Betätigen der Funktionstaste z.B. [REF.-LEVEL] der neue Wert übernommen. Liegt der eingegebene Wert außerhalb der spezifizierten Bereichsgrenzen, stellt sich das Gerät auf den Bereichsgrenzwert ein und signalisiert die von der Eingabe abweichende Ausführung mit einem akustischen Signal. Im Fall der REF.-LEVEL-Einstellung bleibt die Attenuator-Einstellung unbeeinflusst.

Nachdem ein Vorzeichen bzw. eine oder mehrere Ziffer[n] eingegeben wurden, kann eine fehlerhafte Eingabe mit der Korrekturfunktion durch kurzes Betätigen der Taste [C/ESC] gelöscht werden. Mit langem Drücken der Taste [C/ESC] wird die gesamte Eingabe gelöscht.

- ⑦ **Display** – LCD mit 20-Zeichen und 2-Zeilen
- ⑧ **CENTER FREQ.** – Mittenfrequenz mit TUNING ⑩ oder Ziffernblock ⑥ ändern

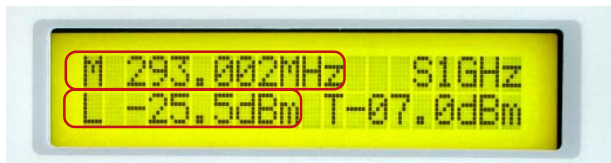


Mit einem Tastendruck wird die CENTER FREQ. (Mittenfrequenz) -LED eingeschaltet. Anschließend kann mit den Tasten ⑥ oder TUNING ⑩ eine Änderung der Mittenfrequenz vorgenommen werden. Sie wird links oben im Display angezeigt (z.B. "C 100.000MHz").

Mittenfrequenz-Eingaben, die mit den Tasten des Ziffernblocks erfolgten, müssen mit einem nochmaligen Betätigen der Taste [CENTER FREQ.] bestätigt werden. Das der Mittenfrequenz (Center Frequency) entsprechende Signal wird in der Bildschirmmitte angezeigt, wenn ein Frequenzbereich mit einem von Null abweichenden Span gemessen wird.

Fehlerhafte Ziffernblockeingaben mit Werten außerhalb der Spezifikation werden automatisch korrigiert (z.B. 1050 MHz bei Eingabe von 1800 MHz) oder gar nicht angenommen (negatives Vorzeichen).

- ⑨ **MARKER** – Frequenz- und Pegelanzeige



Der MARKER wird mit der Taste [MARKER] eingeschaltet, so dass die MARKER-LED leuchtet. Gleichzeitig wird auf der Spektrumdarstellung CRT ① ein ca. 1mm breiter Bereich mit größerer Intensität dargestellt (Helltastsektor). Das Display zeigt links oben die MARKER Frequenzanzeige (z.B. M293.002 MHz) und darunter die MARKER Pegelanzeige (z.B. -25.5dBm) des Signals. Die MARKER Frequenz- und Pegelanzeige bezieht sich auf die aktuelle Position des MARKER Helltastsektors. Es lässt sich mit TUNING ⑩ nach links und rechts verschieben und folgt dabei dem Signal. Der Ziffernblock ⑥ ist unwirksam, wenn die MARKER Funktion eingeschaltet ist.

Achtung:

Ist der Pegel eines Signalteils höher als der Referenzpegel (oberste Rasterlinie), befindet sich das Signal oberhalb des Rasters der Kathodenstrahlröhre und ist im Allgemeinen nicht mehr sichtbar. Überschreitet der Signalpegel den Referenzpegel um mehr als 2,5 dB, werden die Aussteuerbereichsgrenzen des Messverstärkers erreicht und das Signal wird begrenzt. Die Begrenzung führt zu falschen Messwerten, die aber wegen der Überschreitung des sichtbaren Bereichs der Kathodenstrahlröhre nicht angezeigt werden. Um bei Benutzung der Marker-Funktion eine Fehlmessung zu verhindern, wird bei Signalpegeln >2,5 dB als der Referenzpegel kein Pegel sondern LIMIT angezeigt.

- ⑩ **TUNING** – ändern von Einstellwerten
Abhängig davon, welche Funktions-LED leuchtet, lassen

sich mit dem TUNING-Drehknopf ⑩ die Einstellungen von FOCUS/TR ②, INTENSITY ③, CONTRAST ④, CENTER FREQ. ⑧, MARKER ⑨, REF.-LEVEL ⑪, PHONE% ⑫ und TG.-LEVEL ⑬ beim HM5511 verändern.

- ⑪ **REF.LEVEL** – Referenzpegel einstellen



Mit einem Tastendruck wird die REF.-LEVEL-LED eingeschaltet. Anschließend kann mit den Tasten ⑥ oder TUNING ⑩ eine Änderung des Referenzpegels vorgenommen werden. Er wird im Display (z.B. „R -10.0 dBm“) angezeigt.

Der Referenzpegel kann so eingestellt werden, dass das Ablesen vereinfacht wird. Eine Änderung der Empfindlichkeit ist mit dem REF.-LEVEL nicht verbunden. Befindet sich das „Rauschband“ am unteren Rasterrand, kann der REF.-LEVEL weder mit den Zifferntasten noch mit TUNING ⑩ vergrößert, sondern nur verringert werden. Gleichzeitig verschiebt sich das „Rauschband“ nach oben, so dass der Anzeige-Dynamikbereich immer kleiner wird.

Fehlerhafte Ziffernblockeingaben mit Werten außerhalb der Spezifikation werden automatisch korrigiert. Dabei wird die Attenuator-Einstellung nicht verändert.

- ⑫ **PHONE%** – Kopfhörerlautstärke / Tracking-Generator einstellen. Lautstärkeeinstellung für das Köpfförersignal an der PHONE-Buchse ⑭.

Die Lautstärke wird mit TUNING ⑩ eingestellt. Das Signal dieser Buchse stammt von einem AM-Demodulator. Ist am Spektrumanalysator-Eingang eine Antenne angeschlossen kann mit ZERO SPAN auf einen einzelnen Sender abgestimmt werden. Dabei sind die gesetzlichen Bestimmungen des Landes zu beachten, in dem diese Anwendung vorgenommen wird.

HM5510 - PHONE%

Tastendruck „kurz“: Lautstärkeeinstellung einschalten, LED leuchtet.

Betätigen einer anderen Funktion:
Lautstärkeeinstellung ausschalten, LED dunkel

HM5511 - PHONE%

Tastendruck „lang“: Lautstärkeeinstellung einschalten, LED dunkel, Display zeigt „PHONE VOL“

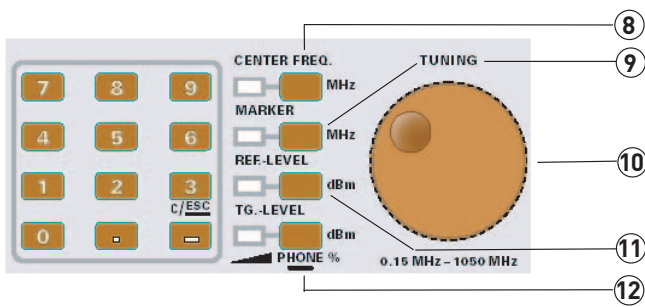
Betätigen einer anderen Funktion:
Lautstärkeeinstellung ausschalten, LED bleibt dunkel

- ⑬ **TG.-LEVEL** - Einstellung des Ausgangspegels an TRACK.GEN. ⑮ (nur HM5511)

Tastendruck „kurz“: TG.LEVEL einstellbar, LED leuchtet, Display zeigt z.B. „T-22.5dBm“

Betätigen einer anderen Funktion:
TG.LEVEL ausschalten, LED dunkel

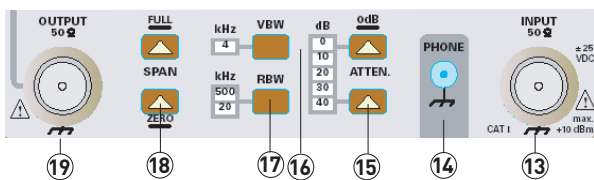
Mit einem kurzen Tastendruck wird beim HM5511 die TG.-LEVEL (Mitlaufgenerator-Pegel) Funktion eingeschaltet. Anschließend kann mit den Ziffernblock-Tasten ⑥ oder



TUNING ⑩ eine Voreinstellung des Ausgangspegels (bei abgeschaltetem Tracking-Generatorausgang) oder eine sofortige Änderung des Tracking-Generator Ausgangspegels (bei eingeschaltetem Tracking-Generator Ausgangspegels) vorgenommen werden.

Siehe auch: ② TRACK.GEN. (HM5511) Tracking-Generator (Mitlaufgenerator)

Fehlerhafte Ziffernblockeingaben mit Werten außerhalb der Spezifikation werden automatisch korrigiert. Es stellt sich dann der nächstmögliche Bereichsendwert ein. (0 dBm statt +20 dBm bzw. -50 dBm anstelle von -80 dBm)



⑬ **INPUT 50Ω** – Messeingang, max. 25 V_{DC}
Ohne Eingangssignal-Abschwächung dürfen ±25V Gleichspannung bzw. +10dBm am Eingang nicht überschritten werden. Bei höchster Eingangssignal-Abschwächung (40dB) sind maximal +20dBm zulässig. Diese Grenzwerte unbedingt einhalten!

Der Außenanschluss der N-Buchse ist mit dem Chassis und damit galvanisch mit dem Netzschutzleiter (PE) verbunden.

⑭ **PHONE** – Kopfhöreranschluss; 3,5mm Klinkenstecker
Die PHONE-Buchse ist für den Anschluss von Kopfhörern mit einer Impedanz ≥8 Ohm und einem 3,5mm Klinkenstecker bestimmt. Die Lautstärkeeinstellung wird mit PHONE% ⑫ ausgewählt und mit TUNING ⑩ angepasst.

⑮ **ATTEN.** – Eingangsabschwächer
Die Tasten zur Einstellung des Eingangsabschwächers müssen jeweils kurz gedrückt werden, um die Einstellung im Bereich von 10db bis 40dB in 10dB-Schritten zu verändern. Der höchste darstellbare Signalpegel (dBm) hängt von der Einstellung des Eingangsabschwächer (dB) ab:

Max. Signalpegel bei	Abschwächung
-30 dBm	0 dB
-20 dBm	10 dB
-10 dBm	20 dB
0 dBm	30 dB
+10 dBm	40 dB



In der 0dB-Stellung beträgt der höchste darstellbare Signalpegel -30dBm, jedoch sollte diese Stellung nur wenn absolut erforderlich benutzt werden.

Bitte beachten Sie:

Wegen der besonders empfindlichen Eingangsstufe kann die 0dB-Stellung nur durch „langes“ Drücken erreicht werden, wenn zuvor die 10dB-Stellung vorlag. Damit soll ein versehentliches Einschalten der 0dB-Stellung verhindert werden. An dieser Stelle sei nochmals darauf hingewiesen, dass die max. zulässigen Eingangsspannungen nicht überschritten werden dürfen. Dies ist deshalb so wichtig, weil ein Spektrum-Analysator auf Grund seines Anzeigeprinzips unter Umständen nur ein Teilspektrum des gerade anliegenden Signals darstellt. Zu hohe Pegel mit Frequenzen außerhalb des Messbereichs können die Zerstörung der Eingangsstufen bewirken.

⑯ **VBW** – Filter zur Reduktion von Rauschteilen
Das Videofilter (VBW = Videobandwidth) dient zur Mittelung und damit zur Reduktion von Rauschteilen. 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.

Es ist zu beachten, dass ein zu großer Frequenzbereich (SPAN) bei eingeschaltetem Video-Filter zu fehlerhaften (zu kleinen) Amplitudenwerten führen kann. Davor wird mit UNCAL im Display gewarnt. 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 wird der SPAN verringert. Wird der Span verringert, ohne dass das interessierende Signal ungefähr in der Bildschirmmitte liegt, kann es vorkommen, dass sich das Signal außerhalb des Messbereichs befindet. Es wird nicht angezeigt. Bei gepulsten Signalen sollte das Videofilter möglichst nicht benutzt werden, um Messfehler (Einschwingzeit) zu vermeiden.



⑰ **RBW** – ZF-Auflösungsbandbreite 20 kHz und 500 kHz
Mit dieser Taste (RBW = Resolution Bandwidth = Auflösungsbandbreite) lässt sich die Bandbreite des Zwischenfrequenzverstärkers von 20 kHz oder 500 kHz wählen. Dies wird mit der LED-Anzeige ⑰ signalisiert. Bei der Messung eines Signals werden die Filter des ZF-Verstärkers – abhängig vom Signalpegel – mehr oder weniger stark angestoßen und bewirken – außer bei ZERO SPAN – die Anzeige der ZF-Filterkurve mit einer vom Signalpegel abhängigen Auslenkung in vertikaler Richtung.

Von der ZF-Bandbreite hängt es ab, ob und wie gut der Spektrum-Analysator in der Lage ist, zwei sinusförmige Signale, deren Frequenzen nur wenige Kilohertz voneinander abweichen, einzeln darzustellen. So können z.B. zwei Sinussignale mit gleichem Pegel und einer Frequenzabweichung von 40 kHz noch gut als zwei unterschiedliche Signale erkannt werden, wenn eine Filterbandbreite von 20 kHz vorliegt. Mit 500 kHz Filterbandbreite gemessen, würden die beiden Signale so angezeigt werden, als

ob nur ein Signal vorhanden wäre. Eine niedrige RBW zeigt mehr Einzelheiten des Frequenzspektrums, bedingt aber eine größere Einschwingzeit der Filter.

Reicht die Zeit nicht aus, weil der SPAN zu groß bzw. die Zeit für einen SPAN zu klein ist, erfolgt die Anzeige der Signale mit einem zu geringen Pegel und es wird im Display „UNCAL“ angezeigt. Dann muss der Messbereichsumfang mit SPAN verringert werden (z.B. 1 MHz anstelle von 2 MHz). In Verbindung mit dem eingeschalteten 4 kHz Videofilter verringert sich die Bandbreite nochmals. Mit kleinerer Bandbreite verringert sich das Rauschen und erhöht sich die Eingangsempfindlichkeit. Das wird beim Umschalten von 500 kHz auf 20 kHz Bandbreite durch eine geringere Rauschamplitude und deren Verschiebung zum unteren Rasterrand sichtbar.

Ⓢ SPAN- Messbereichsumfang 1 MHz bis 1000 MHz



Mit den Tasten SPAN wird der Messbereichsumfang erhöht (obere Taste) oder verringert (untere Taste). Der SPAN kann ausgehend von ZERO-SP (Zero Span) mit jedem kurzen Tastendruck erhöht werden (Schaltfolge 1-2-5) bis 1 GHz (Full Span) erreicht ist. Mit Ausnahme von Zero Span wird in Verbindung mit der Mittenfrequenzeinstellung CENTER.FREQ Ⓢ die Startfrequenz (linker Rasterrand) und die Stopfrequenz (rechter Rasterrand) bestimmt.

Beispiel:

Bei einer Mittenfrequenzeinstellung von 300 MHz und einem SPAN von 500 MHz, wird von

50 MHz = (300 MHz - SPAN / 2) bis
 550 MHz = (300 MHz + SPAN / 2) gemessen.

Achtung:

Ist der SPAN bezogen auf die Auflösungsbandbreite (RBW) zu groß, wird mit der LC-Anzeige „UNCAL“ angezeigt, weil die Signalpegel zu niedrig dargestellt werden. Bei 500 MHz und 1 GHz SPAN ist das, unabhängig von der Filterbandbreite, immer der Fall. D.h. es wird immer „UNCAL“ angezeigt. Die Messung sollte dann mit einem geringeren SPAN erfolgen.

ZERO SPAN – untere Drucktaste „lang“ betätigt



Mit einem langen Tastendruck auf ZERO SPAN (engl. Span = Messbereichsumfang, Zero = Null) kann diese Funktion auch direkt eingeschaltet werden. Zum Abschalten von ZERO SPAN wird eine der SPAN-Tasten kurz gedrückt. Es stellt sich dann der SPAN ein, der vor dem Umschalten auf ZERO SPAN vorlag. Bei eingeschaltetem ZERO SPAN zeigt die oberste Zeile rechts im Display „ZERO-SP“. Dabei ähnelt der Analysator einem selektiven Pegelmesser. Es wird nur auf der mit CENTER.FREQ Ⓢ bestimmten Frequenz, mit der vorlie-

genden Auflösungsbandbreite (RBW), gemessen und nicht über einen mit SPAN vorgegebenen Messbereich.

FULL SPAN – obere Drucktaste „lang“ betätigt



Mit einem langen Tastendruck auf FULL SPAN (engl. Span = Messbereichsumfang, Full = voll) kann diese Funktion auch direkt eingeschaltet werden. Bei eingeschaltetem FULL SPAN zeigt die oberste Zeile rechts im Display „S1GHz“. Zum Abschalten von FULL SPAN wird eine der SPAN-Tasten kurz gedrückt. Es stellt sich dann der SPAN ein, der vor dem Umschalten auf FULL SPAN vorlag.

Ⓢ OUTPUT 50Ω – Ausgang des Tracking-Generators (HM5511) N-Buchse mit einer Quellimpedanz von 50Ω.



Dieser Buchse kann bei eingeschaltetem Tracking-Generator TRACK.GEN Ⓢ ON ein sinusförmiges Signal mit einem Ausgangspegel von -50dBm bis 0dBm entnommen werden. Die Frequenz des Signals entspricht der Empfangsfrequenz des Spektrum-Analysators.

Ⓢ OUTPUT 50Ω – Ausgang des Testsignals (HM5510) N-Buchse mit einer Quellimpedanz von 50Ω.

Bei eingeschaltetem OUTPUT Ⓢ wird ein 10 MHz Signal mit einem Pegel von 0dBm (±3dB) auf den Ausgang geschaltet. Dies kann über ein 50Ω Kabel direkt mit INPUT 50Ω Ⓢ verbunden und zur Überprüfung der korrekten Funktion des Analysatoreingangs benutzt werden.

Ⓢ TRACK.GEN. – Tracking-Generator (Mitlaufgenerator; HM5511)

Nach jedem Einschalten des Gerätes ist der Tracking-Generator zunächst ausgeschaltet, um angeschlossene Verbraucher zu schützen. (ON LED leuchtet nicht) Durch Drücken auf die Taste TRACK.GEN. Ⓢ wird der Tracking-Generator eingeschaltet und die über der Taste befindliche ON LED leuchtet. Durch nochmaliges Drücken von TRACK.GEN. Ⓢ wird der Tracking-Generator wieder ausgeschaltet. Das sinusförmige Ausgangssignal steht an der OUTPUT Ⓢ N-Buchse mit einer Quellimpedanz von 50Ω zur Verfügung.

Ⓢ TESTSIGNAL – Testsignal 10 MHz zuschalten (HM5510)

Ⓢ PROBE POWER – 6 V_{DC} Stromversorgung



Die Klinkensteckerbuchse hat einen Durchmesser von 2,5 mm. Sie dient z.B. als Stromversorgung der Nahfeldsonden HZ530. Am Innenanschluss liegt eine Gleichspannung von +6 V gegen den Außenanschluss, der mit dem Messbezugspotential (PE) verbunden und mit max. 100 mA belastbar ist.



Hersteller
Manufacturer
Fabricant
HAMEG GmbH
Industriestraße 6
D-63533 Mainhausen

KONFORMITÄTSERKLÄRUNG
DECLARATION OF CONFORMITY
DECLARATION DE CONFORMITE

HAMEG[®]
Instruments

Die HAMEG GmbH bescheinigt die Konformität für das Produkt
The HAMEG GmbH herewith declares conformity of the product
HAMEG GmbH déclare la conformité du produit

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

Typ / Type / Type: HM5510 / HM5511

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 61010-1:2001 (IEC 61010-1:2001)

Messkategorie / Measuring category / Catégorie de mesure: I

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 / Imunitee: 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. 07. 2004

Unterschrift / Signature / Signatur

Manuel Roth
Manager

General information concerning the CE marking

HAMEG instruments fulfill the regulations of the EMC directive. The conformity test made by HAMEG is based on the actual generic- and product standards. In cases where different limit values are applicable, HAMEG applies the severer standard. For emission the limits for residential, commercial and light industry are applied. Regarding the immunity (susceptibility) the limits for industrial environment have been used.

The measuring- and data lines of the instrument have much influence on emission and immunity and therefore on meeting the acceptance limits. For different applications the lines and/or cables used may be different. For measurement operation the following hints and conditions regarding emission and immunity should be observed:

1. Data cables

For the connection between instruments resp. their interfaces and external devices, (computer, printer etc.) sufficiently screened cables must be used. Without a special instruction in the manual for a reduced cable length, the maximum cable length of a dataline must be less than 3 meters and not be used outside buildings. If an interface has several connectors only one connector must have a connection to a cable.

Basically interconnections must have a double screening. For IEEE-bus purposes the double screened cables HZ72S and HZ72L from HAMEG are suitable.

2. Signal cables

Basically test leads for signal interconnection between test point and instrument should be as short as possible. Without instruction in the manual for a shorter length, signal lines must be less than 3 meters and not be used outside buildings.

Signal lines must be screened (coaxial cable - RG58/U). A proper ground connection is required. In combination with signal generators double screened cables (RG223/U, RG214/U) must be used.

3. Influence on measuring instruments

Under the presence of strong high frequency electric or magnetic fields, even with careful setup of the measuring equipment an influence of such signals is unavoidable.

This will not cause damage or put the instrument out of operation. Small deviations of the measuring value (reading) exceeding the instruments specifications may result from such conditions in individual cases.

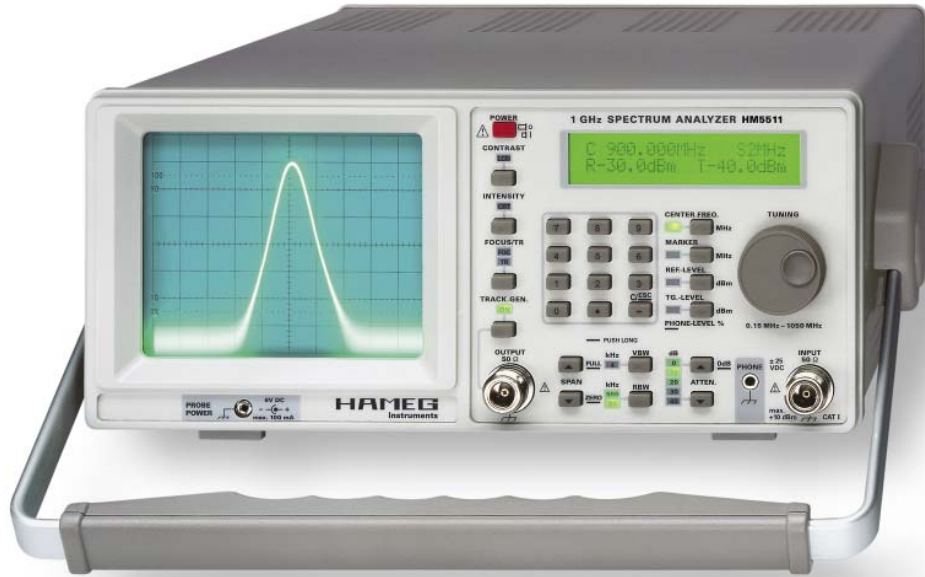
4. Noise immunity of spectrum analyzers

In the presence of strong electric or magnetic fields it is possible that they may become visible together with the signal to be measured. The methods of intrusion are many: via the mains, via the signal leads, via control or interface leads or by direct radiation. Although the spectrum analyzer has a metal housing there is the large crt opening in the front panel where it is vulnerable. Parasitic signals may, however, also intrude into the measuring object itself and from there propagate into the spectrum analyzer.

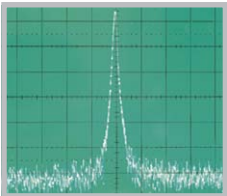
HAMEG GmbH

Deutsch	4
English	22
Français	39
General remarks concerning the CE marking	22
Spectrum Analyzers HM 5510/11	24
Specifications	25
Important hints	26
Symbols	26
Unpacking	26
Use of tilt handle	26
Transport	26
Storage	26
Safety guidelines	26
CAT I	27
Measurement categories CAT	27
Proper operating conditions	27
Warranty	28
Maintenance	28
Protective switch off	28
Power Supply	28
Change of line fuse	28
Basics of measurement	29
Attenuation and amplification	29
Dezibel dB	29
Relative level	29
Absolute level	29
Attenuation	29
Introduction to spectrum analysis	30
Analysis amplitude vs. time	30
Analysis amplitude vs. frequency	30
FFT (Fast Fourier transform) analysis	30
Spectrum analyzers	31
Real time spectrum analyzers	31
Superheterodyne spectrum analyzers	31
Features of spectrum analyzers	32
Frequency measurement	32
Stability	32
Resolution	32
Noise	32
Video filter	32
Sensitivity – maximum input levels	33
Frequency response	33
Tracking generator	33
Concept of the HM 5510/11	33
Introduction to the operation of the HM 5510/11	33
First measurements	34
Controls and displays	35
Controls and connection	36

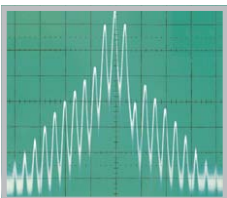
Spectrum Analyzers HM 5510 and HM 5511



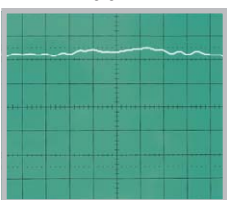
Unmodulated HF signal



HF signal
amplitude modulated



Frequency response of an
amplifier measured using
the tracking generator



Frequency range: 150 kHz to 1050 MHz

Resolution bandwidths: 20 kHz and 500 kHz

Amplitude range: -100 to +10 dBm; 80 dB on screen

Highly stable temperature-compensated reference oscillator

Phase synchronous direct digital synthesis (DDS)

Keyboard allows precise and reproducible frequency settings

HM 5511 features an additional tracking generator

HM5510 Test signal output



Spectrum Analyzer HM5510 + HM5511 SPECIFICATIONS

Reference temperature: 23 °C ±2 °C

Frequency specifications

Frequency range:	0,15 MHz to 1,050 GHz
Stability:	±5 ppm per year
Aging:	±1 ppm per year
Frequency display resolution:	1 kHz (6½ digit)
Center frequency	
adjustment range:	0 to 1,050 GHz
Accuracy:	±2 kHz
Frequency generation:	TCXO, DDS (digital frequency synthesis)
Span range:	Zero-Span and 1 to 1000 MHz (steps 1-2-5)
Marker:	
Frequency resolution:	1 kHz, 6½ digit,
Accuracy:	±1 kHz (± center frequency error)
Resolution bandwidth (RBW):	500 kHz and 20 kHz
Video filter bandwidth (VBW):	4 kHz
Sweep time:	20 ms

Amplitude specifications (relative to the marker) 150 kHz - 1 GHz

Range:	-100 dBm to +10 dBm
Display:	CRT, 8 x 10 Division
Display calibration:	10 dB/div., logarithmic
Display range:	80 dB (10dB/div)
Amplitude frequency response:	
10 dB attn., zero span, RBW	
500 kHz, signal -20 dBm):	<±3 dB
LCD display:	2 x 20 characters, center frequency, span, marker frequency, reference- and marker level
Input attenuator:	0 to 40 dB in 10 dB steps
Accuracy (input attenuator):	<±1 dB at 10 dB
Reference range:	-100 dBm to +10 dBm
Accuracy (reference level):	
500 MHz (CF), 10dB Attn.	
zero span, RBW 500kHz:	±2 dB
Min. average noise floor:	-100 dBm (RBW 20 kHz)
3rd order intermodulation:	
2 signals at -30 dBm,	
>3 MHz apart	> 75 dBc
2nd harmonic suppression:	
-30 dBm., 0 dB attenuation,	
at >3 MHz):	> 75 dBc
Amplitude error, bandwidth:	
dependent at RBW	
500 kHz, Zero Span:	<±1 dB
VSWR (attenuator ≥10 dB):	typ. 1,5 : 1
Marker:	
Amplitude resolution:	0,5 dB, 3½-digit
Amplitude accuracy:	<±1 LSB (0,5 dB)

Inputs / Outputs

Signal input:	N connector
Impedance:	50 Ω
Max. continuous rf input level	
10 - 40 dB attenuator:	+20 dBm (0,1 W)
0 dB attenuator:	+10 dBm
Max. DC input voltage:	±25 V
Power supply for Hameg	
field probes:	6 V _{DC}
Audio (phone) output:	3.5 mm Ø, phone connector
HM 5511 only:	
Tracking generator output:	N connector
Impedance:	50 Ω
HM 5510 only:	
Test signal output:	N connector
Impedance:	50 Ω
Frequency:	10 MHz
Level:	0 dBm (±3 dB)

Functions

Keyboard input:	Center frequency, reference and tracking generator levels
Rotational control input:	center frequency, reference and tracking generator levels, marker; crt-intensity, focus and trace alignment, LCD contrast adjustment
Tracking generator (HM 5511 only):	
Frequency range:	0.15 MHz to 1.050 GHz
Output level:	-50 dBm to 0 dBm
Frequency response:	
0 dBm to -10 dBm:	<±3 dB
-10,5 dBm to -50 dBm:	<±4 dB
RF interference:	> 20 dBc

Miscellaneous

Working temperature:	+10°...+40 °C
Storage temperature:	-40°...+70 °C
Line voltage range:	105 - 254V~, 50/60 Hz
Power consumption HM5510:	ca. 31 W
Power consumption HM5511:	ca. 37 W
Protective class:	I acc. to EN 61010-1 (IEC 61010-1)
Dimensions: (W x H x D):	285 x 125 x 380 mm, Handle for carrying and tilting
Colour:	techno-brown
Weight:	HM 5510: approx. 5.2 kg HM 5511: approx. 5.6 kg

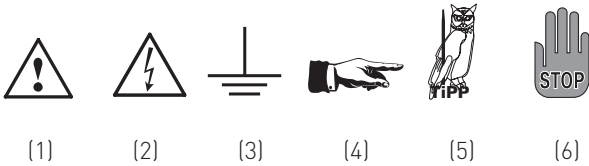
Included in delivery:

Spectrum Analyzer HM5510 or HM5511, Line cord, Manual, Adapter N (BNC)

Accessories supplied: HZ520 Antenna with BNC connector; HZ560 Transient-Limiter; HZ575 Converter (75Ω → 50Ω)

Important hints

Symbols



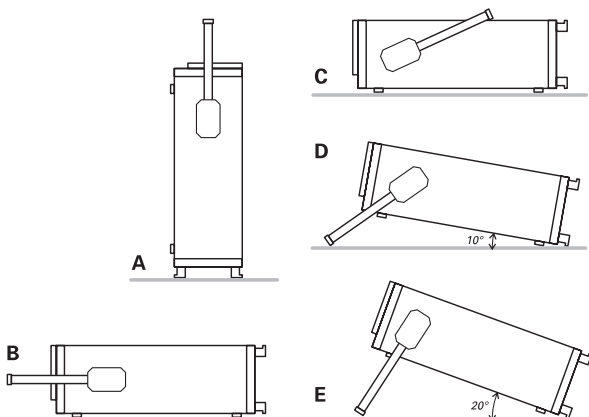
- Symbol 1: Attention, please consult manual
 Symbol 2: Danger! High voltage!
 Symbol 3: Ground connection
 Symbol 4: Important note
 Symbol 5: Hints for application
 Symbol 6: Stop! Possible instrument damage!

Unpacking

Please check for completeness of parts while unpacking. Also check for any mechanical damage or loose parts. In case of transport damage inform the supplier immediately and do not operate the instrument.

Check setting of line voltage selector whether it corresponds to the actual line voltage.

Use of tilt handle



To view the screen from the best angle, there are three different positions (C, D, E) for setting up the instrument. If the instrument is set down on the floor after being carried, the handle automatically remains in the upright carrying position (A). In order to place the instrument onto a horizontal surface, the handle should be turned to the upper side of the instrument (C). For the D position (10° inclination), the handle should be turned to the opposite direction of the carrying position until it locks in place automatically underneath the instrument. For the E position (20° inclination), the handle should be pulled to release it from the D position and swing backwards until it locks once more. The handle may also be set to a position for horizontal carrying by turning it to the upper side to lock in the B position. At the same time, the instrument must be lifted, because otherwise the handle will jump back.

Transport

Please keep the carton in case the instrument may require later shipment for repair. Improper packaging may void the warranty!

Storage

Dry indoors storage is required. After exposure to extreme temperatures 2 h should be allowed before the instrument is turned on.

Safety guidelines

This instrument was manufactured and tested in accordance with VDE 0411, part 1, „Safety Rules for Electric Measuring and Control Laboratory Instruments“, it left the factory in proper safe condition. It conforms hence also with the European standard EN 61010-1 resp. the international standard IEC 61010-1. In order to keep this condition up and to guarantee safe operation the user is requested to observe the warning hints as well as the other hints carefully which are contained in this manual. Housing, chassis, and all measuring connections are connected to the mains safety earth. The instrument conforms to the rules for Protective Class I. All metal parts which can be touched were tested against the mains with 2200 V DC.

Safety rules require that this instrument may only be operated from a mains outlet which conforms to the respective safety standards. The mains plug must be inserted first before any signals may be connected to the instrument.

In case there are doubts about the conformity of a mains outlet the outlet must be tested according to DIN VDE 0100, part 610.

It is prohibited to disconnect the safety earth either within the instrument or externally!

- Before operation check whether the mains voltage corresponds to the mains voltage selector setting of the instrument.
- This instrument may only be opened by qualified personnel.
- Prior to opening the instrument must be disconnected from the mains and all other signals.

In any of the following cases do not use the instrument any more and store it in a secure place:

- Visible damage
- Damaged mains cord
- Damaged fuse holder
- Loose parts inside the instrument
- Does not function any more.
- After prolonged storage under unfavourable conditions such as humidity, or in the open.
- Excessive abuse during transport.

Most electron tubes generate gamma rays. With this instrument the ion dose remains far below the allowed limit of 36 pA/kg.

This measuring instrument must only be used by personnel familiar with the risks and dangers associated with the measurement of electrical signals.

This instrument may only be operated from a mains outlet conforming to the applicable safety standards. It is prohibited to disconnect the safety earth. The mains plug must be inserted prior to connecting any signals to the instrument.

CAT I

The following remarks concern only the safety of the user. Other aspects e.g. the maximum input voltage etc. are covered in the Specifications section of this manual and are to be observed as well.

This measuring instrument is destined for measurements in circuits which are not connected in any way with the mains, i.e. battery operated resp. galvanically isolated circuits. Direct measurements (i.e. without galvanic isolation) in circuits of measurement categories II, III, and IV are prohibited. Galvanic isolation is ensured by an isolation transformer of Safety Class II or a transducer such as a current probe of Safety Class II, using any of these allows at least indirect measurements. In any case the measurement category of the transducer must be checked.

Measurement categories CAT

The measurement categories were created with respect to the different kind of transients incurred in practice. Transients are short, fast, and fast-rise changes of voltage or current, they may be periodic or non-periodic. The amplitudes of transients increase with decreasing distance from their source.

CAT IV: Measurements at the source of a low voltage supply, e.g. at electricity meters.

CAT III: Measurements inside a building, e.g. at distribution sites, power switches, permanently installed mains outlets, permanently mounted motors etc.

CAT II: Measurements in circuits which are directly connected with the low voltage supply, e.g. household appliances, portable tools etc.


CAT I: Electronic instruments and circuits which contain circuit breakers resp. fuses.

Proper operating conditions

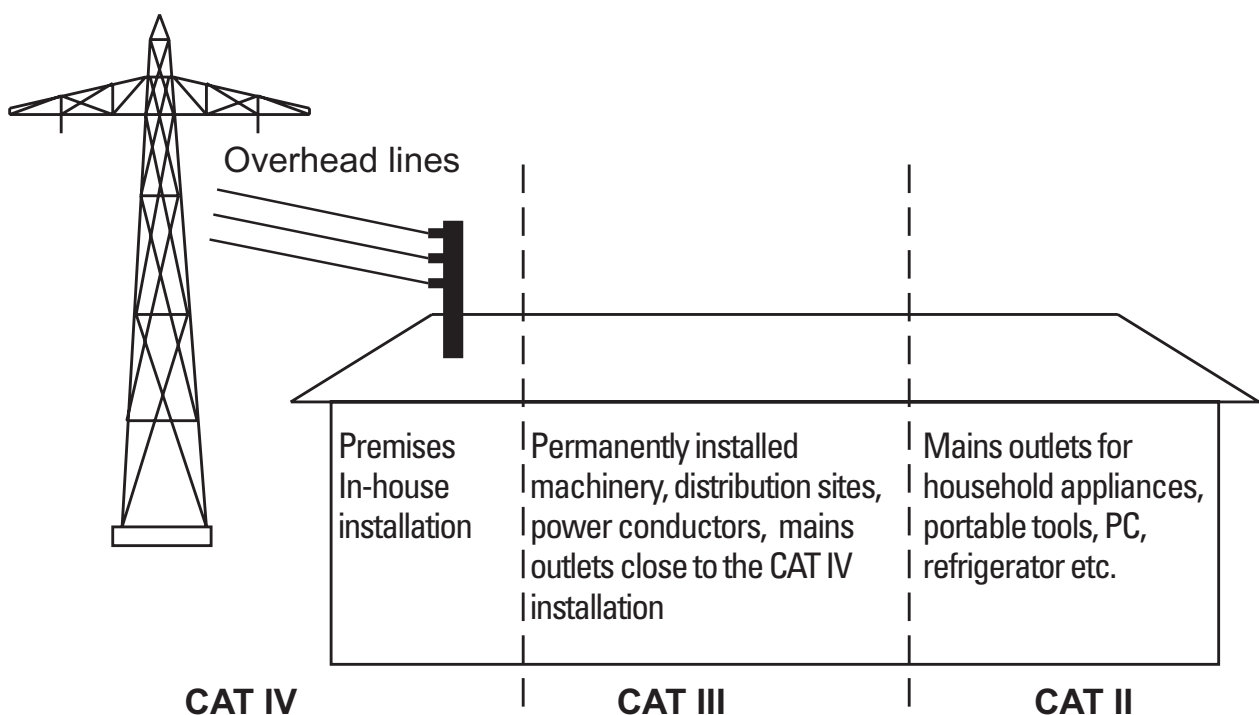
Operation in the following environments: industry, business and living quarters, small industry. The instruments are destined for operation in dry, clean environments. They must not be operated in the presence of excessive dust, humidity, or chemical vapors neither in case of danger of explosion.

The maximum permissible ambient temperature during operation is + 10 to + 40 degr. C. In storage or during transport the temperature limits are: - 40 to + 70 degr. C. In case of exposure to low temperature or if condensation is to be suspected the instrument must be left to stabilize for at least 2 hrs. prior to operation.

In principle the instrument may be used in any position, however, sufficient ventilation must be ensured. Operation for extended periods of time require the horizontal or tilted (hand-le) position.

 **Do not block the ventilation holes.**

Nominal specifications are valid after 30 minutes warm-up at 23 degr. C. Specifications without tolerances are typical values taken of average production units.



Warranty

HAMEG instruments are subject to a strict quality control. All instruments are burned in for 10 hrs prior to shipment. By intermittent operation almost all early failures are detected. After burn-in a thorough test of all functions and of quality is run, all specifications and operating modes are checked.

However, a component may fail after some time. Consequently, HAMEG warrants all instruments for 2 years regarding proper function provided there were no manipulations of the instrument. Only the original packing is considered adequate for shipping by train, postal or parcel service. The warranty will be voided if damage during transport is due to neglect.



In case of any warranty claim please stick a label to the case of the instrument indicating the cause of trouble concisely. Add your address, name and phone number including extension dialling. This will help to accelerate processing your claim by contacting you for further details.

Maintenance

The instrument does not require any maintenance. Dirt may be removed by a soft moist cloth, if necessary adding a mild detergent. (Water and 1 %.) Grease may be removed with benzene (petrol ether). Displays and windows may only be cleaned with a moist cloth.



Do not use alcohol, solvents or paste. Under no circumstances any fluid should be allowed to get into the instrument. If other cleaning fluids are used damage to the lacquered or plastic surfaces is possible.

Protective Switch Off

This instrument is equipped with a switch mode power supply. It has both over voltage and overload protection, which will cause the switch mode supply to limit power consumption to a minimum. In this case a ticking noise may be heard.

Power supply

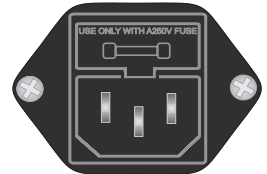
The instrument operates on mains/line voltages between 105 V_{AC} and 254 V_{AC}. No line voltage selector.

Change of line fuse

The line fuse is accessible on the rear panel. The power receptacle and the fuse holder constitute one unit. Change resp. exchange of the fuse is only possible after the female part of the line cord was removed. The fuse may only be exchanged if the fuse holder is not damaged. In order to remove the fuse use a screw driver and put it under the lid of the fuse holder, then pull it forward and out. The fuse can be taken out of the clips and exchanged.

Then insert the fuse holder and press it against the spring force into its proper position. Repairing of fuses or the use of another type are prohibited as well as any means to bridge a defective fuse. Any damage to the instrument caused by such measures will void the warranty.

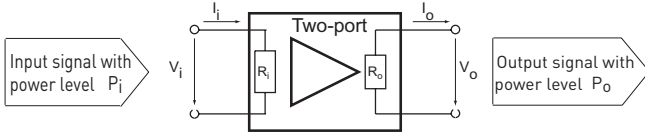
Type of fuse:
Size 5 x 20 mm;
250 V AC, C, IEC 127, p. III;
DIN 41662 (or DIN 41571, p. 3).
Slow blow: T 0.8 A.



Basics of measurement

Attenuation and amplification

The following picture shows a circuit with an input voltage V_i and an output voltage V_o . In order to simplify let the input impedance R_i = output impedance R_o .



Voltage amplification: $g_v = \frac{V_o}{V_i}$ Attenuation: $d_v = \frac{V_i}{V_o} = \frac{1}{g_v}$

Current amplification: $g_c = \frac{I_o}{I_i}$ Attenuation: $d_c = \frac{I_i}{I_o} = \frac{1}{g_c}$

Power amplification: $g_p = \frac{P_o}{P_i} = \frac{V_i \times I_i}{V_o \times I_o} = g_u \times g_i$

Decibel dB

In cases where signals may differ by orders of magnitude it is advantageous to display them on a logarithmic scale. Also, as seen from the above, the amplifications or attenuations of succeeding stages are multiplied, hence it is advantageous to use a logarithmic measure, this is the Bel resp. the decibel. Multiplication thus is reduced to the addition of logarithms resp. the addition of bels (B) or decibels (dB), division to the subtraction of Bels or decibels.

1 Bel = $\lg X_1 / X_2$.

Both nominator and denominator must use the same units. The Bel or decibel is thus always a pure number. It denotes only the quotient of two numbers and does not represent a level.

Relative level

The quotient of two voltages or currents is given in dB by:

$g_u = 20 \lg \frac{V_1}{V_2}$ or

$g_i = 20 \lg \frac{I_1}{I_2}$

The quotient of two powers is given by:

$g_p = 20 \lg \frac{P_1}{P_2}$

In general:

$$g_p = \frac{\frac{V_o^2}{R_o}}{\frac{V_i^2}{R_i}} = 10 \lg \left[\frac{V_o^2}{V_i^2} \times \frac{R_i}{R_o} \right] = 20 \lg \frac{V_o}{V_i} + 10 \lg \frac{R_i}{R_o}$$



In the special case that $R_i = R_o$ the logarithm of 1 is zero, so the decibels of voltage, current and power become identical.

Absolute level

As mentioned decibel values do not represent absolute values but only quotients. However, it has become practical to base decibels in special applications upon fixed numbers, so that a dB value with an affix describing the base denotes an absolute level.

The following standards are in use:

Absolute voltage levels:

$20 \lg \frac{V}{1V} = \text{dBV}$

$20 \lg \frac{V}{1\text{mV}} = \text{dBmV}$

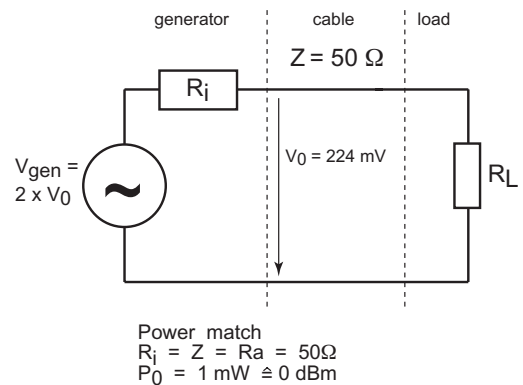
$20 \lg \frac{V}{1\mu\text{V}} = \text{dB}\mu\text{V}$

Absolute power levels:

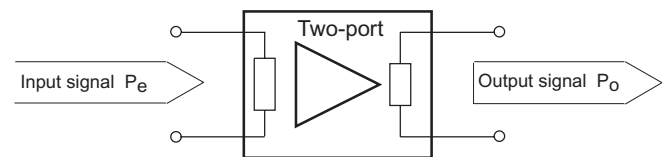
$10 \lg \frac{P}{1W} = \text{dBW}$

$10 \lg \frac{P}{1\text{mW}} = \text{dBmW}$

this is equivalent to 224 mV across a 50 ohm load.



Attenuation



If $P_o > P_i$ amplification takes place, hence the quotient $P_o/P_i > 1$, hence $10 \lg P_o/P_i > 0$.

If $P_o < P_i$ attenuation takes place, hence the quotient $P_o/P_i < 1$, hence $10 \lg P_o/P_i < 0$

Introduction to Spectrum Analysis

Analysis of electrical signals is a fundamental task for most engineers and scientists. Also, many non-electrical signals are converted into electrical signals in order to render them fit for analysis with electric measurement instruments. There are transducers for mechanical signals like pressure or acceleration as well as such for chemical and biological processes.

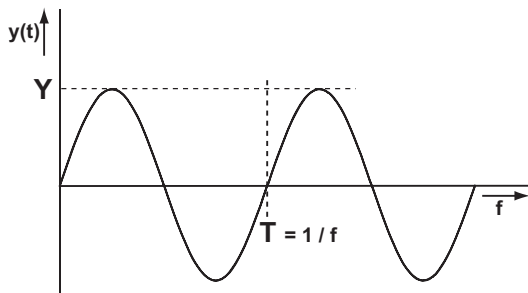
Analysis amplitude vs. time

The traditional route for signal analysis is the representation amplitude vs. time on an oscilloscope.

However, oscilloscope display has its shortcomings: in the first place the dynamic range is limited to in general 8 cm of display, details with less than about 1 % of full scale are hardly discernible. With an ordinary scope increasing the sensitivity leads to overdriving the vertical amplifier which mostly creates distortions. Unless they are fairly strong and visible individual frequencies are not detectable.

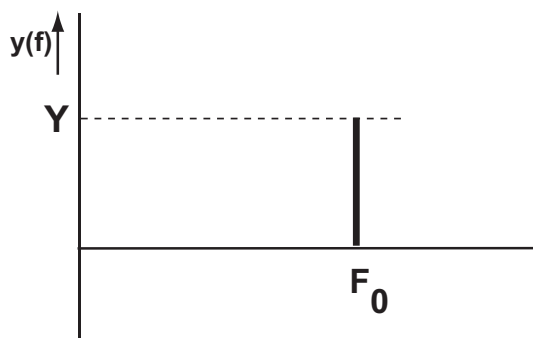
The simplest signal is the sine wave as described by:

$$y(t) = Y \times \sin 2\pi \times f \times t$$



The same signal, represented in the frequency domain will look like this:

$$y(f) = F_0$$

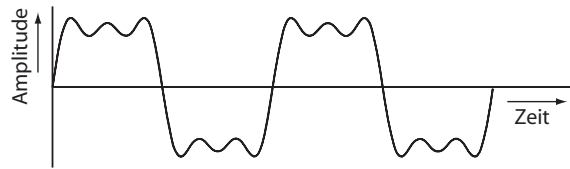


Analysis amplitude vs. frequency

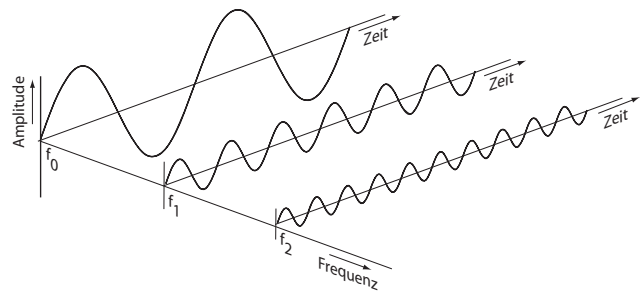
The representation of a signal in the frequency domain is given by amplitude vs. frequency, it is important to note that only the amplitudes of the frequencies contained in a signal are preserved, the phase or time relationship between them is

lost forever. This implies that due to this loss it is impossible to reconstruct the signal again from the frequency spectrum. (It is possible to derive two spectra from the original signal, in this case reconstruction would be possible.)

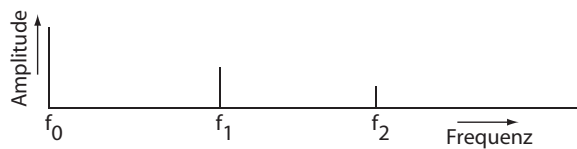
As an example the following signal is first shown in the amplitude vs. time domain:



The next picture shows the individual components of the signal separately :



Now the components are shown in the frequency domain:



FFT (Fast Fourier Transform) analysis

The frequency range over which FFT is possible depends on the properties of available A/D- and D/A converters. FFT analysis requires the fulfillment of these preconditions:

- The signal must be periodic
- Only multiples of the signal period may be used for the calculations

A period (or multiples thereof) is sampled, then the spectrum will be calculated from the samples. As the sampling will yield discrete amplitude values the method is also called Discrete Fourier Transform (DFT). The result is a discrete frequency spectrum.

Spektrum Analyzers

Spectrum analyzers display the amplitudes of the signal components vs. frequency. They excel by their high sensitivity and their large dynamic range which allow them to unveil signal detail not visible on a scope.

Typical examples are: the distortions of a sine wave, low amplitude modulation, measurements of AM, FM signals e.g. carrier frequency, modulation depth, modulation frequency, frequency displacement.

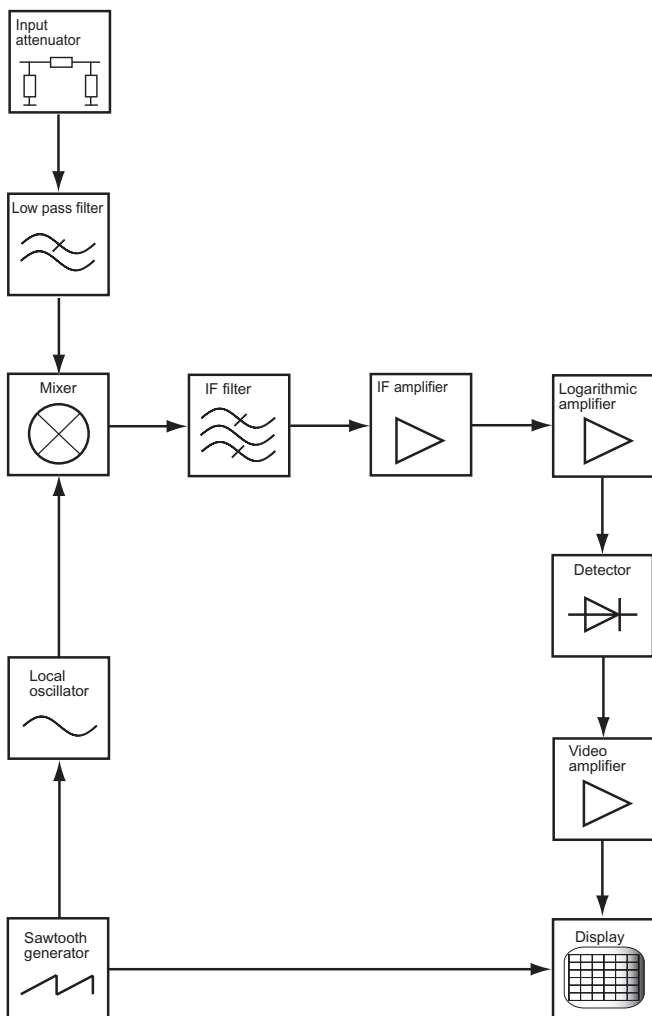
Spectrum analyzers which feature a so-called tracking generator allow measurements on two-ports, e.g. filters, amplifiers.

Real time spectrum analyzers

They consist of a bank of narrow tuned filters in parallel. Obviously, only as many frequencies can be detected as there are filters provided. Such analyzers are rare and expensive.

Superheterodyne spectrum analyzers

Nearly all modern spectrum analyzers use the superheterodyne principle known from radio sets. In the simplest case a spectrum analyzer is nothing else but a radio receiver where the local oscillator does not stay tuned to one frequency (i.e. radio station), but where it is swept by a sawtooth over the whole frequency band to be observed. The output of the



IF amplifier is rectified and used to drive the vertical deflection plates of a scope, the sawtooth drives the horizontal plates. In fact simple spectrum analyzers indeed used radio tuners and a simple scope the sawtooth of which was used for X deflection and sweep.

One of the advantages of this system is the fact that the properties of the IF bandpass filter determine the quality and resolution of the instrument; filter parameters can be changed without any change to other parts of the instrument.

As in any superheterodyne receiver this equation holds:

$$f_{input}(t) = f_{LO}(t) \pm f_{IF}$$

- $f_{input}(t)$ = Frequency input signal
- $f_{LO}(t)$ = Frequency local oscillator (LO)
- f_{IF} = Intermediate frequency

The hf input circuit consists of an input attenuator, a mixer, and a local oscillator.

Input filter

This filter is necessary in order to suppress signals close to the if and outside the desired frequency range, it also prevents the local oscillator signal from reaching the input.

Mixer, LO

The mixer mixes the input signal and that from the LO and generates the sum and difference which is then fed to the if stage. The mixer is a critical component as it determines mainly the sensitivity and the dynamic range.

At the mixer output the following signals are present (example):

1. $f_{LO} = 1369.3$ MHz which shall be above the input signal.
 For a desired input signal at 0 kHz the $f_{LO} = 1369.3$ MHz
 For a desired input signal at 150 kHz $f_{LO} = 1369.45$ MHz
 For a desired input signal of 1050 MHz $f_{LO} = 2419.3$ MHz
2. Input signal spectrum, attenuated and shaped by the input filter, here 150 kHz to 1050 MHz.
3. Sum of all product terms of the input frequencies and the LO. E.g.: for an input signal of 150 kHz $f_{LO} = 1369.45$ MHz, the sum will be 1369.60 MHz. for an input signal of 1050 MHz $f_{LO} = 2419.3$ MHz, the sum will be 3469.3 MHz.
4. Difference of all product terms of the input frequencies and the LO. E.g.: for an input signal of 150 MHz $f_{LO} = 1369.45$ MHz. The difference will be 1369.3 MHz. For an input signal of 1050 MHz $f_{LO} = 2419.3$ MHz the difference will be 1369.3 MHz .

Summing up:

As the center frequency of the IF filter is 1369.3 MHz only such mixing products will be passed which amount to 1369.3 MHz (plus minus 1/2 bandwidth of the filter, of course). But also 0 Hz input will yield 1369.3 MHz and thus also pass, so there will be always a "0 Hz" spectral line in the display.

This "0 Hz" signal is hence unavoidable and may disturb in the lower frequency range if a wide bandwidth (500 kHz) was chosen. Selecting the lower bandwidth (20 kHz) will diminish this problem.



Zero span operation

If the sweep is switched off the LO will stay at a frequency which is 1369,3 MHz above the input frequency, it functions like a radio and displays only this one frequency and such neighbouring frequencies which fall into the bandwidth of the IF filter.

Normal operation

In normal operation the sweep sawtooth sweeps the LO through the selected span range. If a span of e.g. 1000 MHz was chosen and the center frequency was 500 MHz, the display would start on the left hand side of the display at 0 Hz and sweep up to 1000 MHz at the right hand side. The center would correspond to 500 MHz.

As the response time of a filter depends on its bandwidth and shape the sweep must not be too fast, otherwise too low amplitudes and distorted spectral lines may result. If unsuitable combinations of span, resolution bandwidth are chosen and UNCAL will be displayed.

Features of Spectrum Analyzers

The main applications of spectrum analyzers start where the limited analysis performance of scopes end. As mentioned spectrum analyzers excel especially by their enormous dynamic range which, together with logarithmic amplitude display allow to show several orders of magnitude on the same display.

Frequency measurement

As the frequency scale of modern spectrum analyzers is derived from a highly accurate and stable crystal oscillator very precise frequency measurements are possible. First a coarse display with large span will show the frequency to be measured, this can then be shifted to the display center while the span is reduced and the smallest RBW selected at the same time, increasing the accuracy. It is also possible to select zero span and minimum RBW and then turn the center frequency control knob until the maximum amplitude is reached: the frequency can then be read from the center frequency display.

Stability

The frequency stability of a spectrum analyzer should be much better than that of the input signal. The 1st LO's properties determine the quality. Most important is the short term stability including noise, residual FM and spectral purity.

Resolution

The smallest bandwidth and the filter slopes of the IF band-pass filter determine the available resolution of a spectrum analyzer. The definition of bandwidth is the frequency span between the -3 dB points. The relationship between the -60 dB bandwidth and the -3 dB bandwidth is called form factor.



The smaller the form factor the better can adjacent frequencies be separated. E.g.: if the form factor is 15:1 2 frequencies which differ in amplitude by 60 dB must differ in frequency by at least the factor of 7.5, if they should still be discernible as separate, otherwise they will melt into one signal.

In addition to the form factor residual FM and spectral purity of all oscillators will also affect the capability of a spectrum analyzer to separate neighbouring frequencies. The noise side bands created by residual FM and insufficient spectral purity will deteriorate the stop band attenuation of the filters.

With the smallest RBW of 20 kHz 2 frequencies must be more than 20 kHz apart if they should be recognized as separate. The spectrum analyzer displays its own IF filter curve if there is any signal. It appears that infinite resolution should be possible with an infinitely small RBW. In practice this does not happen. The stability of the oscillators sets one limit, if the signal moves too much with frequency it will move back and forth with a very narrow bandwidth filter, no usable display would result, only jitter. Residual FM of the oscillators would cause the display of several spectral lines instead of one. The second practical limit is given by the relationship of filter bandwidth and response time, the narrower the filter the slower must the frequency be swept across, otherwise the filter will yield a decreased amplitude and a distorted display.

Noise

The maximum sensitivity of a spectrum analyzer is determined by the noise level, to be differentiated between thermal noise and non-thermal noise.

Thermal noise is given by: $P_{\text{noise}} = K \times T \times B$

K = Boltzmann's constant
T = absolute temperature
B = bandwidth

Noise is hence directly proportional to bandwidth, thus if the filter bandwidth is reduced by a factor of ten the noise will decrease by 10 dB. The sensitivity increases by the same factor. All other noise sources in a spectrum analyzer are regarded as non-thermal. Sources of such non-thermal noise are e.g.: distortions caused by nonlinear behaviour, mismatches, HF leakage. The quality = noise figure of a system is given by the noise figure of the non-thermal sources plus the thermal noise. This visible noise limits the sensitivity of the instrument. When comparing spectrum analyzers it is important to compare identical instrument settings, i.e. the bandwidths must be identical. Although a spectrum analyzer covers a very broad frequency range the noise depends mainly on the IF filter bandwidth, the detector following the IF sees only the noise passed by it.

Video filter

The measurement of small signals close to the noise level becomes difficult. In order to separate the signal more from the noise a video filter may be inserted following the detector. This filter typically has a bandwidth of a few kHz and averages the noise. Here it also applies that small bandwidth filters respond slowly, hence it is advisable to switch this filter off if the IF bandwidth becomes small compared to the scan selected which means that the sweep speed becomes too high, otherwise the amplitudes will be displayed too low. An UNCAL light will indicate any unfavourable combinations of settings.

Sensitivity – Maximum input levels

The specification of spectrum analyzer sensitivity is not uniform. One method defines the sensitivity as the input level at which the signal power is identical to the average noise power of the analyzer. As an analyzer measures signal plus noise the signal will appear 3 dB higher than the noise in case the above definition holds.

The maximum input level of an analyzer is the level which is safe for the input stage which does not mean that at such level the instrument will still measure within spec. Customarily, the level is considered maximum usable at which a compression of 1 dB takes place. The permissible level is dependent upon the input attenuator setting. When using an analyzer it is good practice to always start with maximum attenuation switched in and then decreasing it. See the specifications for the numbers.

The input stage may be overdriven without that this will be clearly displayed in any case. Hf energy outside the instrument's useful band of 150 kHz to 1050 MHz may e.g. cause input overdrive.

Due to nonlinearities in the input stage it is always advisable to use the highest attenuation setting of the input attenuator which is commensurate with a good display. The distortion products generated by the HM 5510/11 remain < -75 dB if the input level after the attenuator remains < -30 dBm.

Frequency response

As with any system the frequency response should be flat over the useful band in order to assure that the accuracy of the amplitudes displayed is independent of frequency. Filters and amplifiers must have reached steady state levels.

Tracking generator (HM 5511 only)

A tracking generator is a built-in sine wave generator the frequency of which is identical to the frequency setting of the analyzer i.e. its frequency is always in the center of the band-pass.

Signal harmonics from the tracking generator or generated elsewhere in the analyzer thus fall outside the displayed window. The sensitivity of the system is determined by the noise level and the bandwidth. The smallest usable bandwidth will depend on the tracking generator's residual FM.

The spectrum analyzer with tracking generator allows measurements of frequency response and gain resp. attenuation of amplifiers, filters etc. The tracking generator output is fed into the unit under test and its output into the spectrum analyzer input. The output level of the generator is kept constant by an amplitude control loop. Also standing wave measurements are thus possible.

Concept of HM5510 / 11

HM 5510/11 are spectrum analyzers for the range of 150 kHz to 1050 MHz. The signal to be analyzed must repeat periodically.

The analyzer uses the superheterodyne principle. The 1st mixer mixes the input with the local oscillator signal and converts the signal to the 1st IF. There are 2 more mixer stages with different IFs. The 3rd IF filter can be switched from 500 to 20 kHz.

Display (CRT)

Following the detector the signal passes a logarithmic amplifier and is directly or via a video filter fed to the vertical deflection amplifier. The X axis amplifier receives a sawtooth sweep signal. The lowest frequency corresponds to the 1st (left) graticule line, the highest to the last (10th).



With zero span there is no sweep, the frequency remains constant.

Introduction to the operation of HM5511 / HM5510



Turn-on.
Please observe the following hints prior to first-time operation.

- Check whether the correct type of fuse is inserted.
- Mains outlet conforms to safety standards, i.e. it has a safety earth pin.
- No visible damage
- Line cord undamaged
- No loose parts in the instrument.

Operation

The instrument is easy to operate, nevertheless please observe the following precautions:



The most sensitive part of the instrument is the input stage. It consists of an attenuator, a filter and the 1st mixer. With the attenuator at 0 dB the following input levels must not be exceeded:

± 10 dBm = 0.7 V_{rms} (hf)

± 25 V_{DC}

With the attenuator at - 40 dB:

- 20 dBm (hf).

Higher levels may destroy the input stage.

Further precautions:

1. If the signals are unknown it is advisable to first measure their amplitudes e.g. with a scope before applying them to the analyzer. (Use a 50 ohm termination with the scope.) Also start always using -40 dB attenuation and then switch to higher sensitivity if necessary.
2. Remember that signals may contain excessive amplitudes outside the range of the analyzer, i.e. 150 kHz to 1050 MHz. These would not be displayed, will overdrive and possibly destruct the mixer.
3. The range from 0 to 150 kHz is not specified, thus the display of signals in this range does not mean that such display is useful.
4. A "zero peak" signal will be always visible if the 1st local oscillator passes through the 1st IF filter. The level of this peak differs due to tolerances, even if it reaches full screen size this does not constitute a fault of the instrument.



If the base line (noise band) at the bottom of the display shifts upward upon feeding in a signal this will indicate the display of spectra with excessive amplitudes. In such cases attenuate the input signal.

Intensity, Focus

Do not increase the intensity level too much as this will not improve the visibility of signals but to the contrary the focus will be adversely affected. Too much intensity will also cause the phosphor to suffer in the area where the noise band normally is located.

First measurements

Settings

Prior to connecting any signal make sure that any DC content is $< \pm 25$ V and that the hf level is $< +10$ dBm.

Attenuator

Set the attenuator first to maximum = -40 dB, the "40dB-LED" will light.

Frequency adjustment

Set the CENTER FREQ to 500 MHz (C500.000 MHz) and the SPAN to 1000 MHz (S1GHz).

RBW (Resolution bandwidth)

First use the 500 kHz filter and turn the video filter (VBW) off. Is there only the baseline noise band increase the sensitivity i.e. decrease attenuation.

If the baseline should shift upward this may indicate high signal amplitudes outside the instrument's useful band. Do not pay attention to the zero peak, the setting of the attenuator depends on the highest amplitude input signal. Optimum setting is given if the highest spectral line reaches to the top of the display (which is the reference line) but does not exceed it, otherwise the attenuation has to be increased. If the internal attenuator is already at -40 dB use an external one in addition. With high levels it may be wise to check its power rating.

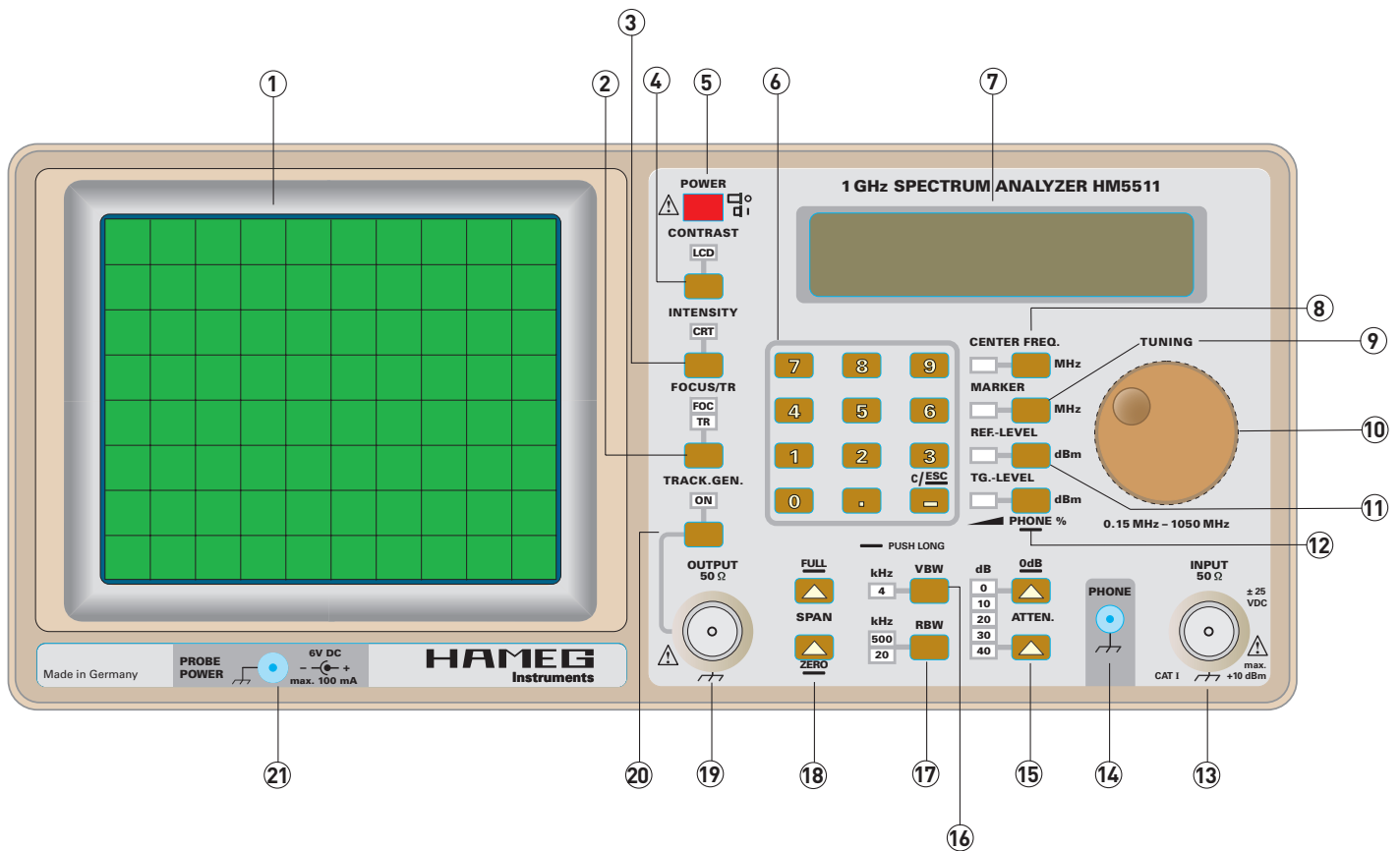
Full span (S1GHz) measurements are in general only useful for a coarse overview. Decreasing the span will require to first change the center frequency (CENTER FREQ) so as to move the signal into the display center, then change the span.

If necessary the RBW can now be decreased to 20 kHz and the video filter inserted. The UNCAL warning in place of REF-LEVEL or MARKER LEVEL would indicate that the amplitudes shown may not be correct. The span may be too high or the RBW too low.

Measurements

The marker is used to derive numbers. Set the MARKER (MRKER LED should light up) to the signal part of interest by turning the knob. Read the frequency (Mxxx.xxx MHz) and the level (Lxx.xdBm) on the LCD display. The level reading automatically takes the reference level (REF.-LEVEL) and the input attenuation (ATTN) into account.

Without using the marker the level can be read from the display: the top graticule line is the reference level (R....dBm).



Controls and display

- ① **Sreen** (CRT)
- ② **FOCUS / TR**: Toggles between focus and trace rotation
- ③ **INTENSITY** of CRT ①
- ④ **CONTRAST**: Sets the LCD contrast for optimum ⑦
- ⑤ **POWER**: Mains switch
- ⑥ **Ziffernblock**: Keyboard
- ⑦ **Display**: LCD with 20 characters in 2 lines
- ⑧ **CENTER FREQ.**: The center frequency may be changed by TUNING ⑩ or by keying it in ⑥
- ⑨ **MARKER**: Shows frequency and level at the marker position
- ⑩ **TUNING**: Adjustment of FOCUS/TR ②, INTENSITY ③, CONTRAST ④, CENTER FREQ. ⑧, MARKER ⑨, REF.-LEVEL ⑪, PHONE% ⑫ and TG.-LEVEL ⑫ (HM5511 only)
- ⑪ **REF.LEVEL**: Reference level
- ⑫ **PHONE%**: HM5510: volume of headphone
TG.-LEVEL: HM5511: press shortly: adjustment of TG-level. ⑩; press longer: volume of headphone PHONE ⑭
- ⑬ **INPUT 50Ω**: Input, N-connector, $\leq \pm 25$ V_{DC}, $< +10$ dBm hf
- ⑭ **PHONE**: 3.5mm connector for headphones
- ⑮ **ATTEN.**: Input attenuator
- ⑯ **VBW**: Video bandwidth filter to attenuate noise
- ⑰ **RBW**: Resolution Bandwidth, 20 or 500 kHz
- ⑱ **SPAN**: Span, 0, 1 to 1000 MHz
- ⑲ **OUTPUT 50Ω**: HM5511 only: Tracking generator output with the same frequency which is set with ⑧
- ⑲ **OUTPUT 50Ω**: HM5510 only: test signal output
- ⑳ **TRACK.GEN.**: HM5511 only: Tracking-Generator switch
- ⑳ **TESTSIGNAL**: HM5510 only: test signal switch
- ㉑ **PROBE POWER**: 6 V_{DC} for Hameg field probes HZ560; 2.5 mm connector

Controls and connection

Remarks

The TUNING knob ⑩ can be used to set the parameters of most functions, if the limits are reached an acoustic signal will sound.

Select the function with any of the keys to the left of the knob, the associated LED will light. Selection of another function will deselect the former.

The following function are adjustable by the knob:

- FOCUS/TR ②
- INTENSITY ③
- CONTRAST ④
- CENTER FREQ. ⑧
- MARKER ⑨
- REF.-LEVEL ⑪
- PHONE% ⑫
- TG.-LEVEL ⑫ (HM5511 only)

Description of controls

- ① Sreen (CRT)
- ② FOCUS / TR - : toggle function. Adjustment by ⑩

Focus: Focus adjustment is best done with a signal which covers most of the screen and with moderate intensity, adjust for optimum focus over the whole screen; it is normal that the focus is best in the screen center and falls off towards the edges.

Trace rotation: The crt has an internal graticule. Due to production tolerances the deflection plates will not be perfectly adjusted to the graticule. In order to correct for this a coil around the crt receives a positive or negative current which causes rotation of the picture with respect to the graticule. Adjust so that the baseline is exactly parallel to the graticule lines.

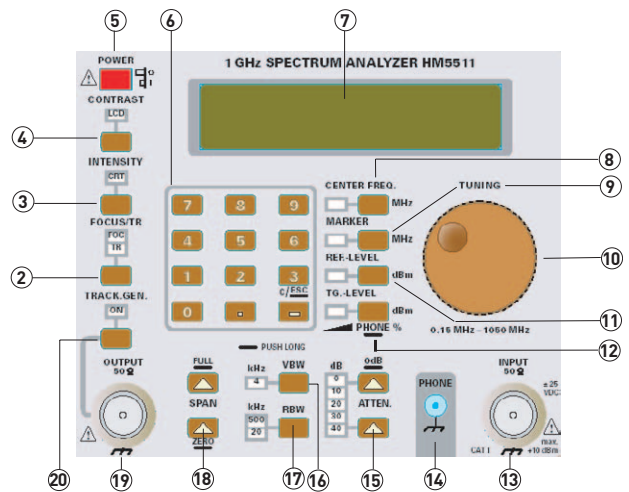
③ **INTENSITY** – Select with the key and adjust with the knob for a moderately bright display. Too much intensity will have the adverse effect of trace blooming (poor focus) and will not reveal more signal details. Normally, intensity and focus are adjusted together as they interact. First set the intensity then adjust for best focus at that level.

④ **CONTRAST** – Adjust for best LCD display contrast, turning right increases the contrast.

⑤ **POWER** – Mains switch. The symbol I denotes ON, 0 OFF. After turn-on the LCD display will show the firmware version for several seconds. Wait appr. 20 s for the crt to warm up.

⑥ **Keyboard** – The keyboard contains 10 decimal keys, a decimal point key, the C/ESC key. The following functions are available: CENTER FREQ, REF.-LEVEL, TG.-LEVEL (HM 5511). Alternatively, these may also be adjusted with the knob TUNING (10). The other functions are only adjustable with the knob.

In case any of the LEDs MARKER, CONTRAST, INTENSITY, FOCUS/TR is lighted or if the LCD display shows PHONE



VOL., operation of the keyboard is disabled, an acoustic warning signal will sound.

Prior to keying in the desired function must be selected by any of the pushbuttons, also the associated LED must light up.

With the REF.-LEVEL please note that this may have to be entered with a minus sign! After entering the sign or of the first digit the value will be displayed. This is also the case with CENTER FREQ., here, of course, no negative sign.

After all digits were entered the new value will be accepted by pressing the associated pushbutton a second time. An attempt to enter values outside the limits will cause the display of the limit value and sounding of the acoustic signal. In REF.-LEVEL function the input attenuator will not be affected.

- ⑦ **Display** – LCD with 20 characters in 2 lines
- ⑧ **CENTER FREQ.** – Can be set either by the knob (10) or the keyboard (6) after selecting this function with the pushbutton, the LED will light up.



The frequency will be displayed at the top left.

Using the keyboard will require to press the pushbutton again after all digits were entered. A signal with the center frequency chosen will be displayed in the screen center, provided the span was not set to zero.

Illegal inputs from the keyboard will not be accepted: inputs beyond limits are automatically corrected by displaying the limit or disregarded by showing a minus sign.

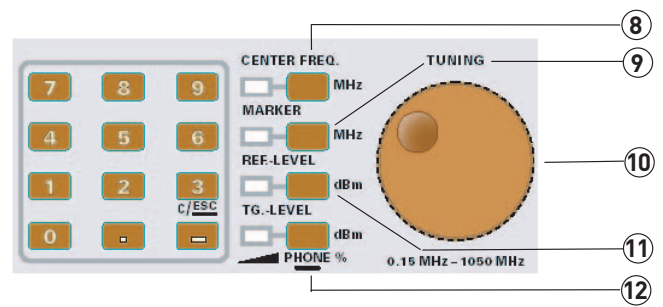
- ⑨ **MARKER** – Frequency and level measurement.



Select MARKER with the pushbutton, the LED will light up. At the same time the crt display will show the marker as a bright spot of appr. 1 mm. The LCD display will show at the top left the marker frequency (M293.002 MHz) and below the marker level L -25.5 dBm), these values, of course correspond to the marker position on the screen.. The marker can be moved using the knob. The keyboard is disabled if MARKER is active.

Please note:

If the level of any signal portion transgresses the top graticule line it will not only no more be visible, but the measuring amplifier's linear range will end at approx. +2.5 dB above the graticule top. The signal will then be limited which causes distortion and false measurements! Therefore LIMIT will be displayed if any signal portion will reach +2.5 dB above the graticule top (= reference level).



⑩ **TUNING** – The values of the following functions can be set with this knob: FOCUS/TR ②, INTENSITY ③, CONTRAST ④, CENTER FREQ.⑧, MARKER⑨, REF.-LEVEL ⑩, PHONE% ⑫ und TG.-LEVEL ⑫ (HM5511 only); That function is active the LED of which is lit.

⑪ **REF.LEVEL** – Setting the reference level.



The function is selected by pressing the pushbutton, the LED will light up. The value can be chosen either with the knob TUNING ⑩ or by entering it into the keyboard and pressing the pushbutton again. The display will show e.g. R-10.0dBm.

Changing the reference level does not influence the sensitivity. If the noise band is at the bottom of the display the reference level can not be increased, only decreased, at the same time the noise band will shift upward decreasing the dynamic range.

The entry of values outside the specifications is not possible, the entry will be automatically corrected. The attenuator setting will not be affected.

⑫ **PHONE%** – Headphone volume. resp. Tracking Generator (HM 5511). The connector ⑭ is a 3.5 mm type and destined for headphones with an impedance ≥ 8 ohms.

The volume is set with TUNING ⑩. This signal comes from an AM detector and may be used to identify sources of interference. The spectrum analyzer may be used as a receiver by connecting an antenna to the input, with zero span it can be tuned to individual frequencies. Use as a receiver may be restricted by laws in certain countries!

HM5510 – PHONE%:

Press the pushbutton shortly, this will select the headphone volume control. The LED will light up. As soon as another function is selected this function will be deactivated.

HM5511 – PHONE%:

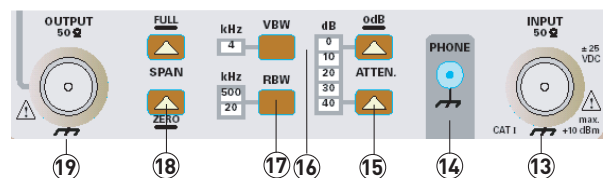
Press the pushbutton longer, this will select the headphone volume control. The LED will remain dark, the display shows "PHONE VOL". As soon as another function is selected this function will be deactivated.

⑫ **TG.-LEVEL** – (HM5511 only): Output level of the tracking generator.

Press shortly, this will activate the TG.-LEVEL, the LED will light up, the display shows e.g. "T-22.5dBm". Activating another function will deactivate this function.

Setting of the TG.-LEVEL can be done either with the knob TUNING ⑩ or by entering the value into the keyboard ⑥. It is possible to preset the level while the output is still off. See also explanation ⑫.

Inputs outside the specifications are not accepted but automatically corrected by setting the appropriate range limit. E.g.: 0 dBm instead of + 20 dBm or – 50 dBm instead of – 80 dBm.



⑬ **INPUT 50Ω** – Measurement input, max. 25 V_{DC} resp. max. +10 dBm hf. With the attenuator set to –40 dB the maximum input hf signal is +20 dBm. Higher levels may destroy the input stage. The N connector is directly connected to the chassis and thus with the safety earth of the power plug!

⑭ **PHONE** – Headphone output connector, 3.5 mm. This output is destined for headphones with an impedance of ≥ 8 ohms. The volume can be set after activating PHONE% ⑫ with TUNING ⑩.

⑮ **ATTEN.** – Input attenuator. The pushbuttons belonging to the attenuator allow selection of 10 to 40 dB of attenuation in 10 dB steps. Depending on the setting selected the maximum signal level will be:

Max. signal level	Attenuator setting
-30 dBm	0 dB
-20 dBm	10 dB
-10 dBm	20 dB
0 dBm	30 dB
+10 dBm	40 dB

In the 0 dB position the maximum signal level which can be displayed will be -30 dBm, but this setting should be avoided resp. only used if necessary.

Please note:



In order to protect the delicate input stage the 0 dB position can only be accessed out of the 10 dB position and after pressing the 0 dB pushbutton for a long time.

The maximum permissible input levels must not be exceeded, otherwise the input stage may be destroyed. The spectrum analyzer displays in general only such frequencies inside its limits of 150 kHz to 1050 MHz, however, it is possible that the input signal contains high levels of hf outside these limits!

⑩ **VBW** – Video filter

This filter averages the noise and thus will in general reduce it, this may make small signals visible.



As the response time of filters precludes too fast a sweep a large span may not be acceptable with the video filter switched in; this will be indicated by **UNCAL**. If this message is shown reduce the span. First use **CENTER FREQ.** to shift the signal to the display center, then reduce the span.

⑪ **RBW** – Choice of resolution bandwidths 500 or 20 kHz. The respective LED will indicate which was selected.

Depending on the IF bandwidth the spectrum analyzer will be able to more or less separate frequencies. E.g. at 20 kHz RBW 2 signals 40 kHz apart can be recognized as separate; at 500 KHz RBW both would melt into one signal. However, the smaller bandwidth requires a slower sweep, otherwise the filter output can not rise to its correct value, hence the amplitude shown will be too small. In case the 4 kHz video filter is also switched in the span must be further reduced. **UNCAL** in the display will be shown if the sweep is too fast. Of, course, as the noise depends on bandwidth a smaller bandwidth will decrease it.

⑫ **SPAN**- The span ist the frequency range displayed on screen, 1 to 1000 MHz.



In order to change the span the pushbuttons up or down must be used. The span will be increased from zero in steps of 1 – 2 – 5 up to full span 1 GHz.

Except for zero span the frequency range on the screen is determined by the span and the center frequency selected.

Example:

Center frequency 300 MHz, span 500 MHz:
The sweep starts at 50 MHz at the lefthand side of the screen and moves up to 550 MHz on the righthand side.

(50 MHz = 300 MHz – ½ span and 550 MHz = 300 MHz + ½ span.)

Please note:

If the span is too large with respect to the RBW (and VBW) false amplitude levels result, indicated by **UNCAL** in the display. At 500 MHz and 1 GHz span this will always be the case. If **UNCAL** is shown move the signal first to the center and then reduce the span until the **UNCAL** disappears.

ZERO SPAN: press the lower pushbutton until the display shows ZERO-SP.



In zero span mode the analyzer acts like a selective voltmeter which measures the frequency selected by **CENTER FREQ.**

In order to exit zero span press one of the span pushbuttons shortly, the instrument will return to the span selected before entering zero span.

FULL SPAN: press the upper pushbutton until the display shows S1GHz .



In order to exit this setting press one of the two pushbuttons shortly, the instrument will return to the former span setting.

⑬ **OUTPUT 50Ω** – N connector, of the tracking generator. (HM 5511)



With the tracking generator turned on by **TRACK.GEN. ON** ⑬ a sine wave signal between -50 to 0 dBm is available here, the frequency of which is identical to the center frequency selected.

⑭ **OUTPUT 50Ω** – N connector, Test signal output (HM 5510)

If this output is activated a 10 MHz signal of 0 ±3 dBm is available here. This may be connected to the analyzer input and displayed.

⑮ **TRACK.GEN.** – Tracking generator (HM5511). After turn-on the TG is always disabled, the LED is dark.

The TG is turned on by pressing the pushbutton ⑮, the LED wil light up. By pressing again it will be turned off.

- ② **TESTSIGNAL** – SIGNAL (HM 5510). The pushbutton turns the test signal on or off.

- ② **PROBE POWER** – 6 V_{DC}/100 mA for Hameg field probes HZ 530. 2.5 mm connector.





Hersteller
Manufacturer
Fabricant

HAMEG Instruments GmbH
Industriestraße 6
D-63533 Mainhausen

KONFORMITÄTSERKLÄRUNG
DECLARATION OF CONFORMITY
DECLARATION DE CONFORMITE

HAMEG[®]
Instruments

Die HAMEG Instruments GmbH bescheinigt die Konformität für das Produkt
The HAMEG Instruments GmbH herewith declares conformity of the product
HAMEG Instruments GmbH déclare la conformité du produit

Bezeichnung / Product name / Designation:

Spektrum-Analysator/
Spectrum Analyzer/
Analyseur de spectre

Typ / Type / Type:

HM5510 / HM55511

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 61010-1:2001 (IEC 61010-1:2001)

Messkategorie / Measuring category / Catégorie de mesure: I

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 / Imunitee: 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. 07. 2004

Unterschrift / Signature / Signatur

Manuel Roth
Manager

Information générale concernant le marquage CE

Les instruments HAMEG répondent aux normes de la directive CEM. Le test de conformité fait par HAMEG répond aux normes génériques actuelles et aux normes des produits. Lorsque différentes valeurs limites sont applicables, HAMEG applique la norme la plus sévère. Pour l'émission, les limites concernant l'environnement domestique, commercial et industriel léger sont respectées. Pour l'immunité, les limites concernant l'environnement industriel sont respectées. Les liaisons de mesures et de données de l'appareil ont une grande influence sur l'émission et l'immunité, et donc sur les limites acceptables. Pour différentes applications, les câbles de mesures et les câbles de données peuvent être différents. Lors des mesures, les précautions suivantes concernant émission et immunité doivent être observées.

1. Câbles de données

La connexion entre les instruments, leurs interfaces et les appareils externes (PC, imprimantes, etc...) doit être réalisée avec des câbles suffisamment blindés. Sauf indication contraire, la longueur maximum d'un câble de données est de 3m. Lorsqu'une interface dispose de plusieurs connecteurs, un seul connecteur doit être branché.

Les interconnexions doivent avoir au moins un double blindage. En IEEE-488, les câbles HAMEG HZ72 qui possèdent un double blindage répondent à cette nécessité.

2. Câbles de signaux

Les cordons de mesure entre point de test et appareil doivent être aussi courts que possible. Sauf indication contraire, la longueur maximum d'un câble de mesure est de 3m.

Les câbles de signaux doivent être blindés (câble coaxial - RG58/U). Une bonne liaison de masse est nécessaire. En liaison avec des générateurs de signaux, il faut utiliser des câbles à double blindage (RG223/U, RG214/U)

3. Influence sur les instruments de mesure

Même en prenant les plus grandes précautions, un champ électrique ou magnétique haute fréquence de niveau élevé a une influence sur

les appareils, sans toutefois endommager l'appareil ou arrêter son fonctionnement. Dans ces conditions extrêmes, seuls de légers écarts par rapport aux caractéristiques de l'appareil peuvent être observés.

4. Tenue aux champs forts des oscilloscopes

4.1 Champ HF électromagnétique

En présence de champs forts électriques ou magnétiques, il peut apparaître sur l'écran des superpositions de signaux dus à ces champs perturbateurs. Ceux-ci peuvent être introduits par le câble secteur ou, par les cordons de mesure ou de télécommande et/ou directement par rayonnement. Ces perturbations peuvent concerner aussi bien l'oscilloscope que les appareils qui génèrent les signaux à mesurer.

Le rayonnement direct dans l'oscilloscope peut se produire malgré le blindage du boîtier métallique par l'ouverture réalisée par l'écran. Comme la bande passante de chaque étage des amplificateurs de mesure est plus large que la bande passante de l'oscilloscope complet, il peut arriver que des perturbations, dont les fréquences sont nettement supérieures à la bande passante de l'oscilloscope, apparaissent à l'écran.

4.2 Transitoires rapides et décharges électrostatiques

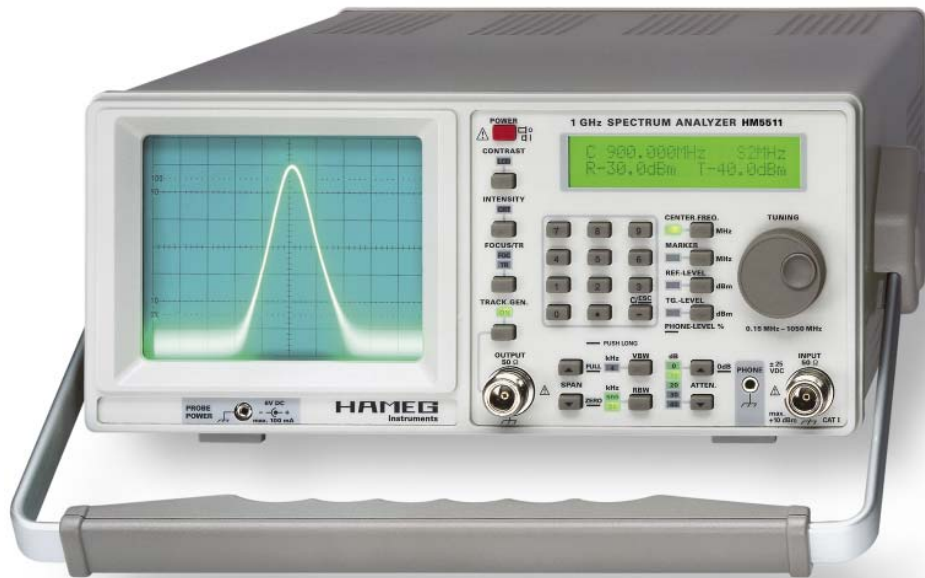
Il peut arriver que le déclenchement se déclenche, lorsque des transitoires rapides (burst) sont induits dans l'appareil, directement, ou par le câble secteur, ou par les cordons de mesure ou de télécommande.

Celui-ci peut également se déclencher par une décharge électrostatique induite directement ou indirectement dans l'appareil. Comme l'oscilloscope doit se déclencher dès la présence d'un faible signal (amplitude inférieure à 500µV), il n'est pas possible d'éviter que le déclenchement ne se produise dans de pareils cas (signaux supérieurs à 1kV).

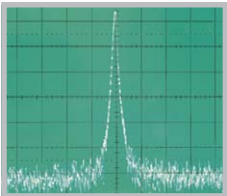
HAMEG Instruments GmbH

Deutsch	4		
English	22		
Français			
Déclaration de conformité CE	40	Concept du HM 5510/5511	52
Information générale concernant le marquage CE	40	Ecran (CRT)	52
Analyseurs de spectre HM5012-2 et HM5014-2	42	Introduction à l'utilisation du HM 5510/5511	52
Caractéristiques techniques	43	Utilisation	52
Remarques importantes	44	Intensité, focus	53
Symboles portés sur l'appareil	44	Premières mesures	53
Déballage	44	Réglages	53
Mise en place de l'appareil	44	ATTN. Atténuation d'entrée	53
Transport	44	Réglage de la fréquence	53
Stockage	44	RBW (bande passante de résolution)	53
Sécurité	44	Valeurs mesurées	53
CAT I	44	Eléments de commande et affichage	54
Conditions de fonctionnement	45	Commandes et connexions	55
Garantie et Réparation	45	Remarques	55
Entretien	46	Description des commandes	55
Coupure de sécurité	46		
Alimentation	46		
Remplacement du fusible d'alimentation	46		
Notions de base des mesures	47		
Atténuation et amplification	47		
Décibel, dB	47		
Niveau relatif	47		
Niveau absolu	47		
Atténuation	47		
Introduction à l'analyse spectrale	48		
Analyse de l'amplitude en fonction du temps	48		
Analyse de l'amplitude en fonction de la fréquence	48		
Analyse FFT (Transformée de Fourier Rapide)	48		
Types d'analyseurs de spectre	49		
Les analyseurs temps réel	49		
Les analyseurs à balayage superhétérodyne	49		
Filtre d'entrée	49		
Mélangeur, oscillateur local LO	49		
Mode Zéro Span	50		
Mode normal	50		
Caractéristiques de l'analyseur de spectre	50		
Mesures de fréquence	50		
Stabilité	50		
Résolution	50		
Bruit	50		
Filtre Vidéo	51		
Sensibilité, niveau d'entrée maximum	51		
Réponse en fréquence	51		
Générateur suiveur (Tracking) – HM 5511 seulement	51		

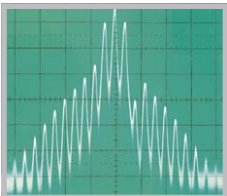
Analyseurs de spectre HM 5510 et HM 5511



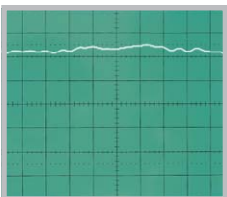
Signal HF sans modulation



Signal HF modulé en Amplitude



réponse en fréquence d'un amplificateur mesurée avec le générateur suiveur (Tracking)



Gamme de fréquence: 150 kHz à 1050 MHz

Bandes passantes de résolution: 20 kHz, 500 kHz

Gamme d'amplitude: -100 dBm à +10dBm; affichage à l'écran 80 dBm

Synthèse numérique directe à synchronisation de phase (DDS)

Oscillateur de référence à haute stabilité compensé en température

Clavier pour des réglages précis et reproductibles de la fréquence

HM 5511 avec générateur suiveur (tracking)

HM 5510 avec générateur de signal test



Analyseur de Spectre HM5510 + HM5511

CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES

Température de référence: 23 °C ±2 °C

Fréquence

Gamme de Fréquence:	0,15 MHz à 1,050 GHz
Stabilité:	±5 ppm par an
Vieillessements:	±1 ppm par an
Résolution d'affichage de la fréquence:	1 kHz (6½ digit)
Fréquence centrale	
Gamme de réglage:	0 à 1,050 GHz
Précision:	±2 kHz
Générateur de fréquence:	TCXO, DDS (synthèse numérique directe)
Excursion de fréquence:	Zero-Span et de 1 MHz à 1000 MHz (en séquence 1,2,5)
Marqueur:	
Résolution en fréquence:	1 kHz, 6½ digits,
Résolution en niveau:	0,5 dB, 3½ digits
Précision:	±1 kHz (±précision de la fréquence centrale)
Bande passante de résolution	
[RBW]:	500 kHz and 20 kHz
Filtre Vidéo (VBW):	4 kHz
Durée du balayage:	20 ms

Amplitude (en liaison avec le marqueur) 150 kHz - 1 GHz

Gamme d'amplitude:	-100 dBm à +10 dBm
Affichage [CRT]:	8 x 10 divisions
Graduation:	10 dB/div., logarithmique
Gamme d'affichage:	80 dB (10dB/div)
Réponse en fréquence:	
attn. 10 dB, zero span, RBW	
500 kHz, signal -20 dBm):	<±3 dB
Affichage LCD:	2 x 20 caractères, fréquence centrale, Span (excursion), Marqueur fréquence, référence, marqueur niveau
Atténuateurs d'entrée:	0 à 40 dB par pas de 10 dB
Précision (atténuateur d'entrée):	<±1 dB à 10 dB
Niveau de référence:	-100 dBm à +10 dBm
Précision du niveau de référence:	
500 MHz [CF], 10dB Attn.	
zéro span, RBW 500kHz:	±2 dB
Plancher de bruit moyen:	-100 dBm (RBW 20 kHz)
Intermodulation (3^e ordre):	
pour 2 signaux -30 dBm,	
espacés de >3 MHz	> 75 dBc
Distorsion harmonique (2^e et 3^e ordre):	
-30 dBm., atténuation,	
0 dB à >3 MHz):	> 75 dBc
Précision d'amplitude absolue:	
RBW 500 kHz, Zéro Span:	<±1 dB
VSWR (atténuateur ≥ 10 dB):	typique 1,5 : 1
Marqueur:	
Résolution en niveau:	0,5 dB, 3½-digit
Précision en niveau:	<±1 LSB (0,5 dB)

Entrées / Sorties

Entrée du signal:	connecteur N
Impédance:	50 Ω
Niveau maximal sur l'entrée RF	
Atténuateur 10 - 40 dB:	+20 dBm (0,1 W)
Atténuateur 0 dB:	+10 dBm
Tension continue (DC max.):	±25 V
Alimentation des sondes	
de champ proche:	6 V _{DC}
Sortie audio (démodulation):	fiche jack Ø 3,5 mm
HM 5511 seulement:	
Sortie générateur suiveur:	connecteur N
Impédance:	50 Ω
HM 5510 seulement:	
Sortie du signal de test:	connecteur N
Impédance:	50 Ω
Fréquence:	10 MHz
Niveau:	0 dBm (±3 dB)

Fonctions

Clavier:	fréquence centrale, niveau de référence et niveau de tracking
Codeur rotatif:	fréquence centrale, niveau de référence et niveau de tracking, marqueur, réglages de l'intensité, du focus, de l'alignement, et du contraste d'écran LCD.
Générateur suiveur (HM5511 seulement):	
Gamme de fréquence:	0.15 MHz à 1.050 GHz
Niveau de sortie:	-50 dBm à 0 dBm
Réponse en fréquence:	
de 0 dBm à -10 dBm:	<±3 dB
de -10,5 dBm à -50 dBm:	<±4 dB
Pureté spectrale:	> 20 dBc

Divers

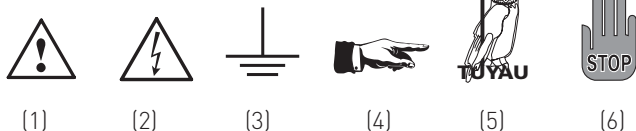
Température de fonctionnement:	+10°...+40 °C
Température de stockage:	-40°...+70 °C
Alimentation:	105 - 254V~, 50/60 Hz
Consommation HM5510:	ca. 31 W
Consommation HM5511:	ca. 37 W
Classe de protection:	I suivant EN 61010-1 (IEC 61010-1)
Dimensions: (W x H x D):	285 x 125 x 380 mm, Hors poignée de transport
Couleur:	techno brun
Masse:	
HM5510:	env. 5.2 kg
HM5511:	env. 5.6 kg

Accessoires fournis: Manuel d'utilisation, cordon secteur, adaptateur N-BNC (HZ 21)

Accessoires en option: Antenne télescopique HZ520, limiteur de transitoires HZ 560, adaptateur d'impédance (75Ω → 50Ω) HZ575.

Remarques importantes

Symboles portés sur l'appareil



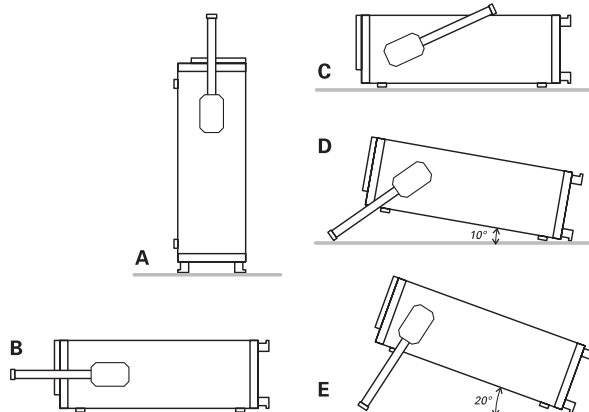
- (1) Attention consultez la notice
- (2) Danger – Haute tension !
- (3) Connexion de masse
- (4) remarque importante
- (5) remarque d'utilisation
- (6) STOP! Risque de dommage pour l'appareil

Déballage

Dès le déballage de l'appareil, vérifiez qu'il n'existe pas de dégâts mécaniques et d'éléments détachés à l'intérieur de l'appareil. En cas de dommages, le transporteur doit être immédiatement informé. L'appareil ne doit alors pas être mis en service. Vérifiez également que la tension sélectionnée correspond bien à la tension du réseau.

Mise en place de l'appareil

Pour l'observation optimale de l'écran l'appareil peut être installé dans trois positions différentes (C, D, E). En plaçant l'appareil en position verticale la poignée restera automatiquement dans cette position de transport (A). Pour travailler en position horizontale,



tourner la poignée et la mettre en contact avec le capot de l'analyseur de spectre (C). Lorsque la poignée est verrouillée en position (D), l'appareil est incliné à 10°, et en position (E) à 20°. En partant de la position de l'appareil dans son carton, soulever la poignée; elle s'enclenche automatiquement en position de transport horizontale de l'appareil (B).

Transport

Veuillez conserver l'emballage en cas de transport ultérieur ou de retour. Les dégâts liés à un emballage inapproprié sont exclus de la garantie.

Stockage

L'appareil doit être stocké dans un endroit sec. S'il a été exposé à des conditions extrêmes il faut prévoir un temps d'acclimatation de 2 heures avant la mise sous tension.

Sécurité

Cet appareil a été construit et contrôlé selon les règles de sécurité pour les appareils de mesure électroniques, norme VDE 0411 Partie 1. Il est également conforme à la norme Européenne EN 61010-1 et à la norme internationale IEC 61010-1 équivalente. Il a quitté l'usine dans un état techniquement sûr. Ce manuel contient informations et mises en garde importantes que doit suivre l'utilisateur pour travailler et pour conserver l'appareil en conditions de sécurité. Le coffret, le châssis et tous les blindages des connecteurs de mesure sont reliés à la terre. L'appareil correspond aux dispositions de la classe de protection I (cordon d'alimentation 3 conducteurs dont un réservé à la terre). L'isolement entre les parties métalliques accessibles telles que capots, embases de prises et les deux connecteurs d'alimentation de l'appareil a été testé jusqu'à 2200 V_{DC}.


Le cordon secteur sera branché pour assurer la mise à la terre des parties métalliques accessibles. Pour raisons de sécurité, il ne faut pas sectionner le conducteur de mise à la terre.


Le cordon secteur doit être branché avant connexion des circuits de mesure. Avant l'utilisation vérifiez que la tension sélectionnée correspond bien à la tension du réseau. Cet appareil ne doit être ouvert que par du personnel qualifié. Avant l'ouverture de l'appareil, celui-ci doit être déconnecté du secteur et de tous autres signaux.


Lorsqu'un fonctionnement sans danger de l'appareil n'est plus possible, celui-ci doit être débranché et protégé contre une mise en service non intentionnelle.

Cette précaution est nécessaire dans les cas suivants:

- lorsque l'appareil a des dommages visibles
- cordon secteur ou porte fusible endommagé
- pièces détachées mobiles dans l'appareil
- lorsque l'appareil ne fonctionne plus,
- après un stockage prolongé dans des conditions défavorables (par ex. à l'extérieur ou dans des locaux humides),
- après des dégâts graves suite au transport (dans le cas d'emballage défectueux).

 La plupart des tubes cathodiques produisent des rayons X. Cependant la dose produite reste bien en dessous du seuil maximum admissible de 36pA/kg (0,5 mR/h).

 Cet appareil de mesure ne doit être utilisé que par du personnel familiarisé avec les risques et dangers associés aux mesures de signaux électriques.

 Cet instrument ne doit être utilisé que branché à une prise secteur conforme aux normes et règles de sécurité. Il est interdit de sectionner le conducteur de mise à la terre. Le cordon secteur doit être branché avant toute connexion de signal à l'instrument.

CAT I

Les remarques suivantes ne concernent que la sécurité des utilisateurs. Les autres aspects comme la tension maximale d'entrée etc. sont traités au chapitre Caractéristiques de ce manuel et doivent également être observées.

Cet appareil de mesure est destiné aux mesures sur des circuits n'étant pas directement reliés au réseau de quelque

manière que ce soit, par exemple appareils sur piles ou batteries ou circuits isolés galvaniquement. Les mesures directes (sans isolation galvanique) dans des circuits de catégorie de mesure II, III et IV sont interdites. L'isolation galvanique doit être assurée par un transformateur d'isolement de classe de protection II ou un convertisseur (transducteur) comme une sonde de courant de classe de protection II, l'usage de ceux-ci permettra au moins d'effectuer une mesure indirecte. dans tous les cas il faudra vérifier la catégorie de mesure du convertisseur (transducteur)

Catégories de mesures

Les catégories de mesure ont été créées afin de se protéger contre les différents types de transitoires auxquels l'on peut être exposé en pratique lors de mesures. Les transitoires sont courts, rapides avec des temps de transition rapides de la tension ou du courant, ils peuvent être périodiques comme apériodiques. L'amplitude des transitoires croît plus la distance de leur source décroît.


- CAT IV: Mesures sur la source des installations basse tension Compteurs d'énergie, équipements primaires de protection
- CAT III: Mesures sur les installations des bâtiments Tableaux de distribution, machines fixes, lignes de distribution, appareils fixes, etc.
- CAT II: Mesures sur les circuits électriques reliés au réseau basse tension par des fiches Appareils électrodomestiques et électroportatifs, bureau-tique, de laboratoire, etc.
- CAT I: Mesures sur les circuits électriques non reliés directement au réseau Appareils sur piles, batteries, isolés galvaniquement.

Conditions de fonctionnement

L'appareil est prévu pour une utilisation en laboratoire. L'appareil doit être utilisé dans des locaux propres et secs. Il

ne peut donc être utilisé dans un air à teneur particulièrement élevée en poussière et humidité, en danger d'explosion ainsi qu'en influence chimique agressive.

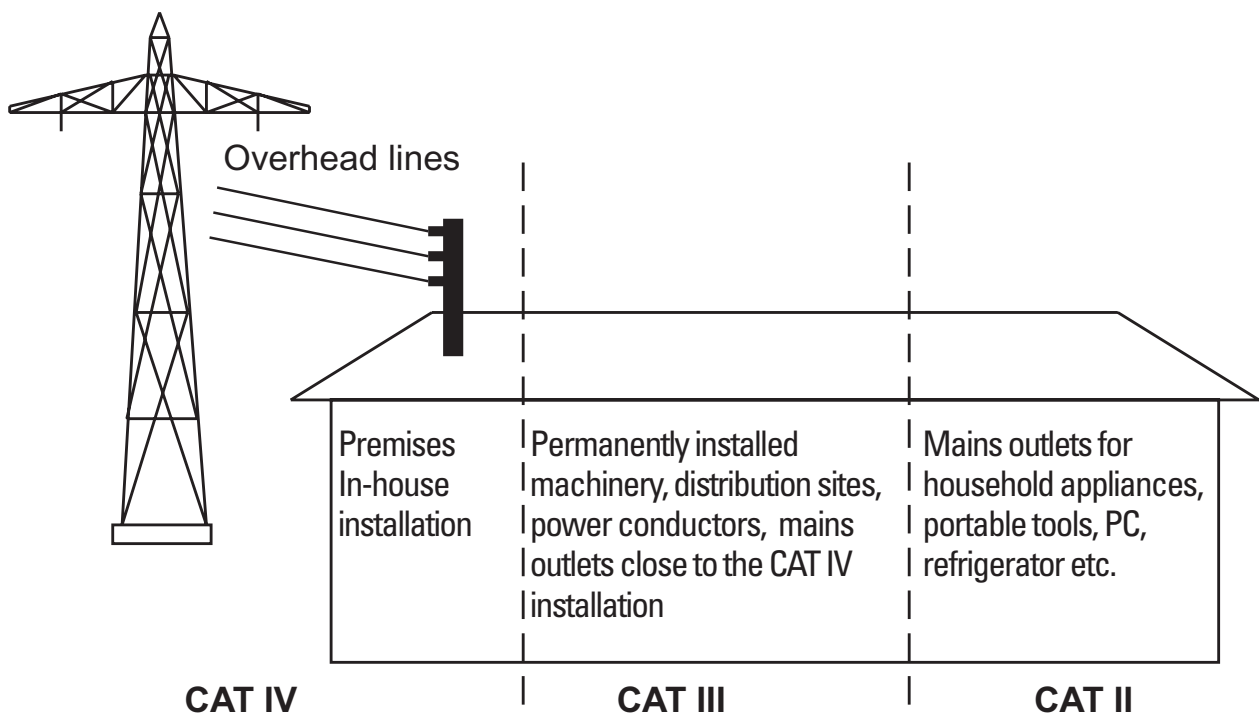
Gamme de température ambiante admissible durant le fonctionnement: +10°C...+40°C. Gamme de température admissible durant le transport et le stockage: -40°C et +70°C. Si pendant le transport ou le stockage l'appareil a été exposé à une basse température ou s'il s'est formé de la condensation, il faut prévoir un temps d'acclimatation d'environ 2 heures avant mise en route. La position de fonctionnement de l'appareil peut être quelconque; cependant la circulation d'air (refroidissement par convection) doit rester libre. En fonctionnement continu, l'appareil doit être en position horizontale ou être incliné (poignée-béquille).

 **Les orifices d'aération ne doivent pas être recouverts.**

Les caractéristiques nominales avec indication de tolérance sont valables après une durée de 30 minutes de chauffe à une température ambiante de 23°C. Les caractéristiques sans tolérances sont des valeurs typiques pour la moyenne des appareils.

Garantie et Réparation

Les appareils HAMEG subissent un contrôle qualité très sévère. Avant de quitter la production, chaque appareil est soumis au «Burn-In-test» durant une période de 10 heures en fonctionnement intermittent qui permet de détecter quasiment toute panne prématurée. Il subit ensuite un test de qualité. Pour toute réclamation durant le délai de garantie (2 ans), veuillez vous adresser au revendeur chez lequel vous avez acquis votre produit HAMEG. Afin d'accélérer la procédure, des clients peuvent faire réparer leurs appareils sous garantie directement en Allemagne. Nos conditions de garantie, que vous pouvez consulter sur notre site Internet, valent pour les réparations durant le délai



de garantie. Après expiration de la garantie, le service clientèle HAMEG se tient à votre disposition pour toute réparation et changement de pièce.

Return Material Authorization (RMA):

Avant de nous expédier un appareil, veuillez demander par Internet ou fax un numéro RMA. Si vous ne disposez pas du carton d'emballage original ou approprié, vous pouvez en commander un en contactant le service de vente HAMEG (Tel: +49 (0) 6182 800 300, E Mail: vertrieb@hameg.de)

Entretien

Diverses propriétés importantes de l'analyseur de spectre doivent être soigneusement vérifiées à certains intervalles. Ceci permet d'être assuré que tous les signaux sont représentés avec la précision indiquée dans les caractéristiques techniques. L'extérieur de l'appareil doit être nettoyé régulièrement avec un chiffon légèrement humide. La saleté résistante sur le coffret, la poignée, les parties en plastique et en aluminium peut être enlevée avec un chiffon humide (eau + 1% de détergent). Pour de la saleté grasse il est possible d'utiliser de la benzine.



L'écran peut être nettoyé avec un chiffon humide (mais pas d'alcool ni solvant ni détachant). Il faut ensuite l'essuyer avec un chiffon propre, sec et non-pelucheux. En aucun cas le liquide de nettoyage ne doit passer dans l'appareil. L'application d'autres produits de nettoyage peut attaquer les surfaces peintes et en plastique.

Coupure de sécurité

L'appareil est équipé d'un dispositif de coupure du secteur. Ce dispositif protège contre les surtensions et les surcharges en courant de l'alimentation secteur. Des coupures ou des distorsions du secteur peuvent également provoquer la mise en service de ce dispositif. Dans ce cas un bruit de cliquetis peut être entendu.

Alimentation

Cet appareil est conçu pour fonctionner avec une tension d'alimentation secteur comprise entre 105V et 254V alternatifs, aucun dispositif de commutation de la tension secteur n'a été prévu.

Remplacement du fusible d'alimentation

Le fusible d'alimentation est accessible sur la face arrière. Le porte fusible est au dessus de la prise d'alimentation secteur à trois broches. N'essayez jamais de remplacer le fusible sans déconnecter d'abord le câble d'alimentation. Utilisez alors un petit tournevis pour extraire le porte-fusible. Remplacer le fusible et remettre en place le porte fusible.

L'utilisation de fusibles bricolés ou de fusible d'un autre type ou le court-circuit du porte fusible interdite. HAMEG n'assume aucune responsabilité de quelque sorte que ce soit pour les dommages qui en résulteraient, et tout recours en garantie serait annulé.

Type du fusible :

taille 5x20mm, 0,8A, 250V;
il doit satisfaire aux spécifications IEC 127 feuille III (soit DIN 41 662 soit DIN 41 571, feuille 3).

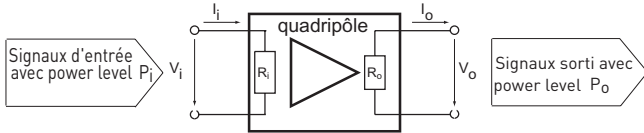
Coupure : temporisée (T) 0,8A.



Notions de base des mesures

Atténuation et amplification

Le schéma ci-dessous montre un circuit (quadripôle) avec une tension d'entrée V_i et une tension de sortie V_o . De façon à simplifier l'on considère les impédances d'entrée et de sortie équivalentes $R_i = R_o$



Amplification en tension: $g_v = \frac{V_o}{V_i}$ Atténuation: $d_v = \frac{V_i}{V_o} = \frac{1}{g_v}$

Amplification en courant: $g_c = \frac{I_o}{I_i}$ Atténuation: $d_c = \frac{I_i}{I_o} = \frac{1}{g_c}$

Amplification en puissance: $g_p = \frac{P_o}{P_i} = \frac{V_i \times I_i}{V_o \times I_o} = g_u \times g_i$

Décibel, dB

Le décibel (dB) représente un dixième d'une unité Bel. Un Bel est le rapport de deux grandeurs dans une échelle logarithmique en base 10. Cette façon d'exprimer un niveau de sortie ou d'entrée est pratique ; dans un système comportant amplificateurs et atténuateurs se succédant, le niveau en un point de la chaîne est donné en effectuant une somme algébrique des différents gains et pertes, il y a donc des dB positifs et des dB négatifs.

$$1 \text{ Bel} = \log X_1/X_2$$

Le numérateur et le dénominateur doivent utiliser la même unité. Le Bel ou le décibel n'a pas d'unité, c'est une grandeur sans dimension, il représente le quotient entre deux nombres mais ne représente pas un niveau.

Niveau relatif

Le quotient de deux tensions ou courants est exprimé en dB par:

$$g_u = 20 \lg \frac{V_1}{V_2} \quad \text{ou}$$

$$g_i = 20 \lg \frac{I_1}{I_2}$$

Le quotient de deux puissances est exprimé en dB par :

$$g_p = 20 \lg \frac{P_1}{P_2}$$

En général :

$$g_p = \frac{V_o^2}{\frac{R_o}{R_i}} = 10 \lg \left[\frac{V_o^2}{V_i^2} \times \frac{R_i}{R_o} \right] = 20 \lg \frac{V_o}{V_i} + 10 \lg \frac{R_i}{R_o}$$



Dans le cas présent ou $R_i = R_o$ le logarithme de 1 est zéro donc les décibels de tension, courant et puissance seront identiques.

Niveau absolu

Le décibel ne représente pas des valeurs absolues mes seulement des quotients. L'unité dB est sans dimension et exprime seulement le rapport de deux puissances ou de deux tensions. Elle est utilisée dans la technique avec des niveaux de référence.

Les valeurs de référence suivantes sont utilisées:

Absolute voltage levels:

$$20 \lg \frac{V}{1V} = \text{dBV}$$

$$20 \lg \frac{V}{1\text{mV}} = \text{dBmV}$$

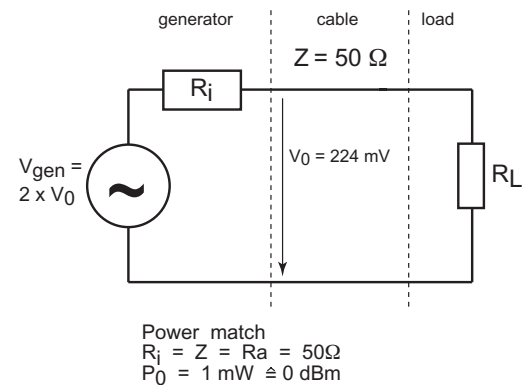
$$20 \lg \frac{V}{1\mu\text{V}} = \text{dB}\mu\text{V}$$

Niveau absolu de puissance:

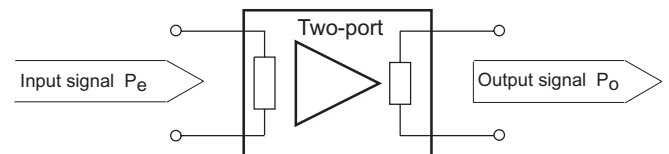
$$10 \lg \frac{P}{1W} = \text{dBW}$$

$$10 \lg \frac{P}{1\text{mW}} = \text{dBmW}$$

Ce qui est équivalent à 224 mV à travers une charge de 50Ω



Atténuation



Si $P_o > P_i$ nous avons une amplification, donc le quotient $P_o/P_i > 1$, dans ce cas $10_{\log} P_o/P_i > 0$.

Si $P_o < P_i$ nous avons une atténuation, donc le quotient $P_o/P_i < 1$, dans ce cas $10_{\log} P_o/P_i < 0$.

Introduction à l'analyse spectrale

L'analyse des signaux électriques est un problème fondamental pour de nombreux ingénieurs et scientifiques. Même si le problème immédiat n'est pas de nature électrique, les grandeurs à analyser sont souvent transformées en signaux électriques par des capteurs. Des capteurs comme les accéléromètres, les jauges de contraintes, des convertisseurs pour les mesures mécaniques, des électrodes et des sondes en biologie et médecine et sondes de conductivité en chimie. La transformation de grandeurs physiques en grandeurs électriques présente un grand avantage, car il existe de nombreux appareils permettant l'analyse des signaux électriques dans le domaine des temps et dans le domaine des fréquences.

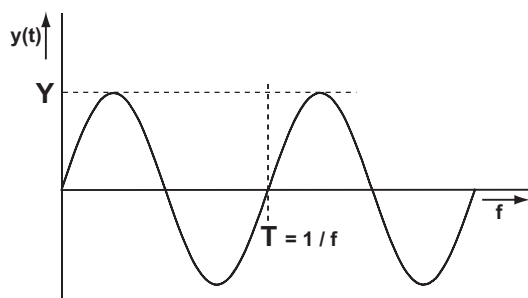
Analyse de l'amplitude en fonction du temps

Le moyen traditionnel d'analyser des signaux électriques est la représentation amplitude en fonction du temps réalisée avec un oscilloscope. Ainsi les informations concernant l'amplitude en fonction du temps deviennent évidentes. La représentation de l'amplitude s'effectuant de façon linéaire, l'oscilloscope a une faible dynamique et les détails ne représentant que moins de 1% de la pleine échelle ne sont que difficilement observables. Avec un oscilloscope, la somme de toutes les composantes est toujours visible, alors qu'avec un analyseur de spectre, seules les composantes spectrales avec leurs amplitudes correspondantes le sont.

Chaque signal périodique peut se représenter en mode temporel et fréquentiel équivalent.

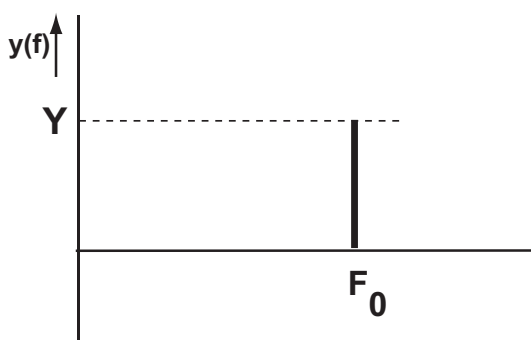
Le signal le plus simple est le signal sinusoïdal décrit comme suit:

$$y(t) = Y \times \sin 2\pi \times f \times t$$



Le même signal représenté dans le domaine fréquentiel ressemblera à ceci:

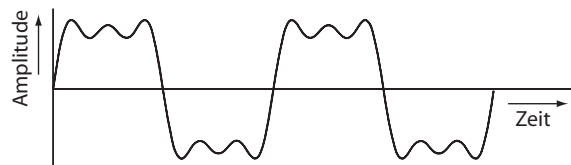
$$y(f) = F_0$$



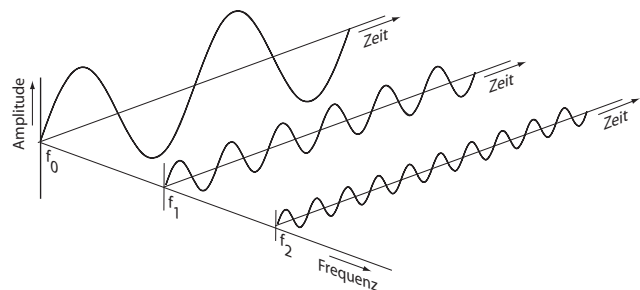
Analyse de l'amplitude en fonction de la fréquence

Toute fonction périodique non sinusoïdale peut être décomposée en une somme infinie de fonctions sinusoïdales (harmoniques de rang 1, 2, 3...) dont la première est appelée fondamentale (harmonique de rang 1). Cela signifie que tout signal périodique peut être représenté par une somme de signaux sinusoïdaux d'amplitude et de phase différentes. La fondamentale a la même fréquence que le signal, et les ondes harmoniques ont des fréquences multiples de la fondamentale.

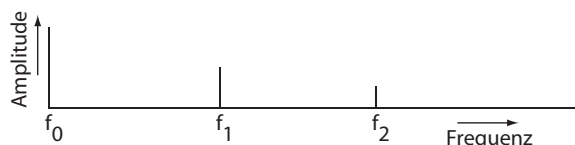
Dans l'exemple suivant le signal est présenté en premier lieu en amplitude en fonction du temps:



L'image suivante présente séparément les composantes individuelles du signal:



Maintenant les composantes f_0 , f_1 et f_2 sont présentées dans le domaine fréquentiel:



Analyse FFT (Transformée de Fourier Rapide)

La transformation entre le domaine fréquentiel et le domaine temporel s'effectue mathématiquement à l'aide de la Transformée de Fourier. Pour cela, on se sert du calcul d'intégrale. Son utilisation est la plupart du temps purement théorique et l'analyseur de spectre calcule la Transformée de Fourier à notre place.

- Le signal doit être périodique
- Seules les multiples de la fondamentale du signal observé seront représentés.

L'analyse FFT couvre des fréquences relativement basses (quelques 100 kHz) et est limitée par la résolution des convertisseurs A/N. Pour cet usage on utilisera un analyseur temps réel dont le principe est la Transformée de Fourier Discrète (DFT).

Types d'analyseurs de spectre

Les analyseurs de spectre affichent les amplitudes des composantes du signal en fonction de la fréquence. Leurs points forts sont une haute sensibilité et une grande dynamique qui leur permet de voir des détails imperceptibles à l'oscilloscope.

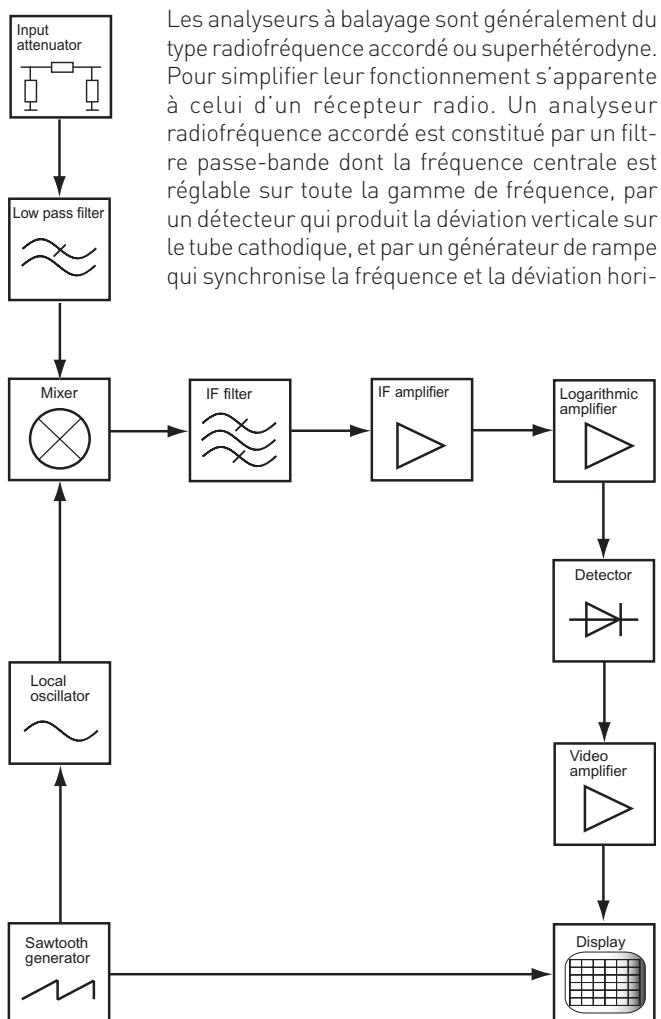
Les exemples typiques sont : les distorsions sur un signal sinusoïdal, une faible modulation d'amplitude, des mesures sur des signaux en AM ou en FM comme la fréquence de la porteuse, la profondeur de modulation, la fréquence de modulation, le glissement de fréquence.

Les analyseurs de spectre équipés de générateur suiveur (Tracking) permettent d'effectuer des mesures sur des quadripôles comme des filtres, des amplificateurs etc.

Les analyseurs temps réel

Ils comprennent un ensemble de filtres à bande étroite accordés en parallèle ce qui leur permet d'afficher simultanément l'amplitude de tous les signaux compris dans la gamme de fréquence de l'analyseur. La chronologie des signaux est préservée, ce qui permet de visualiser les informations de phases. Les analyseurs temps réel sont capables d'afficher aussi bien les signaux transitoires que les signaux périodiques et aléatoires, ces appareils sont rares et onéreux.

Les analyseurs à balayage superhétérodyne



zontale du tube cathodique. C'est un analyseur simple et peu coûteux qui couvre une gamme de fréquence étendue.

Parmi les avantages de cette technique, l'une est que les propriétés du filtre passe-bande IF déterminent la qualité et la résolution de l'appareil, l'on peut ainsi changer les paramètres de filtre sans rien modifier d'autre à l'instrument.

Pour tout récepteur superhétérodyne:

$$f_{\text{input}}(t) = f_{\text{LO}}(t) \pm f_{\text{IF}}$$

$f_{\text{input}}(t)$ = fréquence du signal d'entrée
 $f_{\text{LO}}(t)$ = fréquence de l'oscillateur local (LO)
 f_{IF} = fréquence intermédiaire

Le circuit d'entrée HF est constitué d'un atténuateur d'entrée, un mélangeur et un oscillateur local.

Filtre d'entrée

C'est un filtre passe-bande qui supprime les signaux proches de la fréquence intermédiaire et empêche le signal de l'oscillateur local de sortir de la gamme de fréquence désirée.

Mélangeur, oscillateur local LO

Le signal est appliqué à un premier mélangeur où il est combiné au signal de l'oscillateur local f_{LO} . La différence entre cette fréquence et la fréquence d'entrée donne la première fréquence intermédiaire f_{IF} . Le mélangeur est un élément important car il contribue à déterminer la sensibilité et la gamme dynamique.

A la sortie du premier mélangeur le signal sera (par exemple):

- la fréquence f_{LO} du premier oscillateur local est maintenue à 1369,3 MHz au delà du signal d'entrée.
 Pour un signal d'entrée de 0 kHz la somme de fréquences sera $f_{\text{LO}} = 1369,3 \text{ MHz}$ (0 kHz + 1369,3)
 Pour un signal d'entrée de 150 kHz la somme de fréquences sera $f_{\text{LO}} = 1369,45 \text{ MHz}$ (150 kHz + 1369,3)
 Pour un signal d'entrée de 1050 MHz la somme de fréquences sera $f_{\text{LO}} = 2419,3 \text{ MHz}$ (1050 MHz + 1369,3)
- le spectre du signal d'entrée est atténué et traité par le filtre d'entrée, ici de 150 kHz à 1050 MHz.
- la somme des produits du premier oscillateur local 1.LO (f_{LO}) et du spectre d'entrée (f_{inp})
 par ex ; Pour un signal d'entrée de 150 kHz $f_{\text{LO}} = 1369,45 \text{ MHz}$, la somme sera 1369,60 MHz. Pour un signal d'entrée de 1050 MHz $f_{\text{LO}} = 2419,3 \text{ MHz}$, la somme sera 3469,3 MHz.
- La différence des produits du premier oscillateur local 1.LO (f_{LO}) et du spectre d'entrée (f_{inp})
 par ex; Pour un signal d'entrée de 150 MHz $f_{\text{LO}} = 1369,45 \text{ MHz}$. la différence sera 1369,3 MHz. Pour un signal d'entrée de 1050 MHz $f_{\text{LO}} = 2419,3 \text{ MHz}$ la différence sera 1369,3 MHz.

Résultat:

Après avoir passé le premier étage de mélangeur le signal décrit ci-dessus traverse un filtre passe-bande (filtre intermédiaire). La fréquence centrale du filtre intermédiaire IF est de 1369,3 MHz: par ce moyen seuls passeront les signaux sommés et différenciés à 1369,3 MHz (moins 1/2 de la bande passante du filtre) par l'oscillateur local 1.LO (par accord 0 kHz = 1369,3 MHz) pour sortir dans le filtre passe-bande puis les parties suivantes du traitement du signal.



Un signal „0 Hz“ apparaît lorsque l'analyseur est accordé sur la fréquence zéro et que la sortie de l'oscillateur local traverse directement l'étage intermédiaire créant un pic sur l'écran même en l'absence de signal d'entrée.

Cette «raie de zéro» représente la limite inférieure réglable. Si ce „0 Hz“ gêne une mesure à faible fréquence et que la bande passante de (500 kHz) a été choisie, il est préférable de sélectionner la plus faible bande passante (20 kHz).

Mode Zéro Span

Si le balayage est arrêté, l'oscillateur local LO sera maintenu à une fréquence de 1369,3MHz au-delà de la fréquence d'entrée, il fonctionne comme un récepteur radio et n'affiche que cette seule fréquence et les fréquences voisines tombant dans la bande passante du filtre.

Mode normal

En mode normal, la dent de scie du balayage balaye l'oscillateur local LO à travers la gamme d'excursion choisie. Si une excursion par ex. de 1000 MHz a été choisie et que la fréquence centrale était de 500 MHz, l'affichage commencera au côté gauche de l'écran à 0Hz et balayera jusqu'à 1000 MHz au côté droit de l'écran, le centre correspondant à 500 MHz. Comme le temps de réponse d'un filtre dépend de sa forme et de sa bande passante, le balayage ne doit pas être trop rapide, sinon il en résulte une mesure de niveau erronée et des raies spectrales distordues. Si une combinaison inappropriée entre l'excursion et la bande passante de résolution est choisie, le message UNCAL s'affiche.

Caractéristiques de l'analyseur de spectre

Les principales applications des analyseurs de spectre débutent là où les oscilloscopes atteignent leurs limites de possibilités d'analyse. Comme précisé, les points forts des analyseurs de spectre sont leur large plage dynamique associé à un affichage logarithmique des amplitudes permettant de montrer plusieurs ordres de grandeurs sur le même affichage.

Mesures de fréquence

L'échelle de fréquence d'un analyseur de spectre moderne est dérivée d'un oscillateur stable et de haute précision, qui rend possible des mesures très précises de fréquence. Un premier réglage avec une excursion large permettra de voir la fréquence à mesurer, celle-ci sera ensuite déplacée au centre de l'écran, puis en réduisant l'excursion (Span) et en choisissant le plus petit filtre de bande passante RBW pour accroître la précision. En mode analyse nulle (Zero span) et avec le plus petit filtre de bande passante RBW puis à l'aide du bouton d'accord, régler le niveau d'amplitude maximum. Les mesures de fréquence absolue sont généralement effectuées à l'aide du bouton d'accord de l'analyseur de spectre. Les mesures de fréquence relative nécessitent un balayage en fréquence linéaire. En mesurant l'intervalle entre deux signaux sur l'écran, on peut déterminer l'écart en fréquence.

Stabilité

La stabilité en fréquence d'un analyseur de spectre doit être bien meilleure que celle des signaux mesurés. Les propriétés dont la stabilité de fréquence de l'oscillateur local 1st LO en déterminent la qualité. On considère deux types de stabilité, la stabilité court terme et la stabilité long terme. La mesure de fréquences résiduelles FM est une mesure de stabilité court terme spécifiée en Hz crête à crête. La stabilité court terme est également définie par le bruit des bandes latérales qui est une mesure de pureté spectrale. Le bruit des bandes latérales est défini en affaiblissement (dB) sous la porteuse et en Hz par rapport à une porteuse dans une bande spécifiée. La stabilité à long terme est caractérisée par la dérive en fréquence de l'oscillateur local. La dérive en fréquence est la variation de fréquence par unité de temps, elle s'exprime en Hz/mn ou Hz/h.

Résolution

Avant que la fréquence d'un signal ne puisse être mesurée, ce signal doit être saisi et résolu. La résolution signifie qu'il doit pouvoir être différencié des signaux qui lui sont proches. La résolution d'un analyseur dépend de la largeur de bande de la fréquence intermédiaire. La largeur de bande IF est généralement la bande passante à 3 dB du filtre IF. Le rapport de la bande passante à 60 dB (en Hz) sur la bande passante à 3 dB (en Hz) est appelé facteur de forme du filtre.

Plus ce facteur est faible, plus l'analyseur est capable des distinguer des signaux rapprochés d'amplitude égale. Si le facteur de forme du filtre est de 15, deux signaux dont l'amplitude diffère de 60 dB doivent présenter un écart en fréquence supérieur à 7,5 fois la bande passante du filtre intermédiaire pour pouvoir être distingués. Dans le cas contraire, ils seront confondus.

En plus du facteur de forme, les fréquences résiduelles FM et la pureté spectrale de tous les oscillateurs affectent également l'aptitude de l'analyseur de spectre à séparer des fréquences voisines. Le bruit des bandes latérales et une pureté spectrale insuffisante peuvent altérer la bande d'arrêt d'atténuation des filtres.



Avec la plus petite bande passante RBW de 20 kHz, 2 fréquences doivent être espacées de plus de 20 kHz pour être interprétés comme deux signaux différents. L'analyseur de spectre affiche sa propre courbe de filtre IF en présence d'un signal. Il apparaît qu'une résolution infinie serait possible avec un filtre de bande passante infiniment petit. En pratique cela n'est pas possible. La stabilité des oscillateurs fixe une limite, si le signal bouge trop avec la fréquence il se déplacera d'avant en arrière avec un filtre de bande passante étroit l'affichage ne sera pas exploitable en raison du jitter. La FM résiduelle des oscillateurs peut causer l'affichage de plusieurs raies spectrales au lieu d'une seule. La seconde limite pratique est donnée par la relation entre la bande passante du filtre et le temps de réponse, plus le filtre est étroit et plus le balayage de la fréquence sera lent dans ce cas le filtre produira une amplitude diminuée et une distorsion de l'affichage.

Bruit

La sensibilité maximale d'un analyseur de spectre est limitée par son niveau de bruit interne. Ce bruit a essentiellement deux origines: thermique et non thermique.

La puissance du bruit thermique est exprimé par:

$$P_n(\text{bruit}) = K \times T \times B$$

où

P_n = Puissance de bruit en watt

K = Constante de Boltzman ($1,38 \times 10^{-23}$ joules/°K)

T = Température absolue en °K

B = Bande passante du système en Hz

Le niveau de bruit est directement proportionnel à la bande passante. Par conséquent, une réduction d'une décade de la bande passante donne une diminution de 10 dB du niveau de bruit et donc une sensibilité meilleure de 10 dB. Le bruit non thermique n'est pas lié à la température. Il peut provenir de défauts de linéarité des éléments actifs, de désadaptation d'impédance, etc. Un facteur de bruit est généralement spécifié pour ce bruit non thermique qui ajouté au bruit thermique, donne le bruit global de l'analyseur. Le bruit global, mesuré sur l'écran cathodique, détermine la sensibilité maximale de l'analyseur de spectre. Comme le niveau de bruit est fonction de la bande passante, la comparaison de sensibilité entre analyseurs doit être faite à bande passante égale. Un analyseur de spectre couvre une large gamme de fréquence, mais est en réalité un appareil à bande étroite. Tous les signaux qui apparaissent dans la gamme de fréquence de l'analyseur sont convertis en une fréquence intermédiaire unique qui doit traverser un filtre IF, le détecteur ne voit que le bruit à ce niveau.

Filtre Vidéo

La mesure de signaux de faible niveau peut être difficile lorsqu'ils ont une amplitude proche du bruit moyen de l'analyseur. De façon à séparer le signal du bruit, un filtre vidéo est inséré après le détecteur. Typiquement ce filtre a une bande passante de quelques kHz et opère une moyenne du bruit dans l'analyseur. Lorsqu'on fait la moyenne du bruit, le signal devient visible. Si la bande passante IF est très étroite par rapport au balayage, le filtre vidéo ne doit pas être utilisé, car à cause de la propriété de limitation de la bande passante de ce filtre, l'amplitude des signaux analysés sera réduite. Il faut tenir compte du fait qu'une plage de fréquence (excursion) trop grande lorsque le filtre vidéo est activé peut donner lieu à des valeurs d'amplitude erronées (trop faibles). Le message d'alerte „UNCAL” indique une combinaison de réglages inappropriée.

Sensibilité, niveau d'entrée maximum

Spécifier la sensibilité d'un analyseur de spectre est un peu arbitraire. On peut la définir comme le niveau du signal lorsque la puissance du signal est égale à la puissance moyenne de bruit. L'analyseur de spectre mesure toujours le signal plus le bruit. Par conséquent, lorsque le signal d'entrée a la même amplitude que le bruit interne, le signal apparaît 3dB au dessus du bruit. Lorsque la puissance du signal est ajoutée à la puissance moyenne du bruit, le niveau de puissance à l'écran est doublé (augmenté de 3 dB) parce que la puissance du signal est égale à la puissance moyenne du bruit.

Le niveau d'entrée maximum de l'analyseur de spectre est le niveau qui entraîne une détérioration du circuit d'entrée. Pour le HM5010/HM5011, ce niveau est de +10 dB à l'entrée du mélangeur et de +20 dB à l'entrée de l'atténuateur. Avant d'atteindre le niveau de détérioration, l'analyseur comprime le signal d'entrée. En dessous de 1 dB, cette compression n'est pas sensible. Le niveau de signal d'entrée maximale donnant une compression inférieure à 1 dB est appelé niveau d'entrée linéaire.

Au dessus d'un compression de 1 dB, l'analyseur est considéré comme fonctionnant en régime non linéaire car l'amplitude du signal affiché n'est pas représentative du niveau du signal d'entrée.

Chaque fois qu'un signal est appliqué à l'entrée de l'analyseur, des distorsions sont produites dans l'analyseur lui-même. La plupart du temps, ces distorsions proviennent du comportement non linéaire du mélangeur d'entrée. Dans le cas du HM5510/HM5511, ces distorsions sont typiquement à >75 dB en dessous du niveau du signal d'entrée n'excédant pas <-30 dBm à l'entrée du premier mélangeur. Pour pouvoir accepter des niveaux d'entrée plus élevés, un atténuateur est placé dans le circuit d'entrée juste avant le premier mélangeur. Le signal d'entrée maximum que l'on peut appliquer pour chaque position d'atténuateur, tout en maintenant les distorsions internes en dessous d'un certain niveau, est appelé niveau d'entrée optimum de l'analyseur. Le signal est atténué avant le premier mélangeur parce que le niveau du signal appliqué au mélangeur ne doit pas dépasser -30 dBm, sinon, les produits de distorsion de l'analyseur dépasseront 75 dB. Cette gamme de 75 dB sans distorsion est appelée gamme dynamique utile de l'analyseur. La dynamique d'affichage est le rapport du niveau du signal le plus élevé sur le niveau le plus faible affichable simultanément sans distorsion. La dynamique est donc soumise à plusieurs conditions. La dynamique d'affichage doit être suffisante, on ne doit pas observer de réponse parasite ou non identifiée et la sensibilité doit être suffisante pour permettre d'éliminer le bruit. La dynamique maximale d'un analyseur de spectre doit se déduire des spécifications. Il faut d'abord vérifier la spécification de distorsion. La bande passante en fonction de la sensibilité ne doit pas être trop étroite sinon elle sera inutile. Enfin, la dynamique d'affichage doit être suffisante. Il faut noter que la gamme de mesure sans parasite peut être étendue en réduisant le niveau à l'entrée du mélangeur. La seule limite est alors la sensibilité.

Réponse en fréquence

La réponse en fréquence d'un analyseur est la linéarité d'amplitude sur toute la gamme de fréquence. Si un analyseur doit afficher des amplitudes identiques pour des signaux d'entrée d'amplitudes constantes mais de fréquences différentes, l'affaiblissement de conversion du mélangeur d'entrée ne doit pas dépendre de la fréquence. Si la tension de l'oscillateur local est trop élevée par rapport à la tension d'entrée, l'affaiblissement de conversion du mélangeur d'entrée est lié à la fréquence et la réponse en fréquence du système est non linéaire.

Pour que les mesures d'amplitude soient précises, il faut que la réponse en fréquence de l'analyseur soit aussi plate que possible sur toute la gamme de fréquence.

Générateur suiveur (Tracking) – HM 5511 seulement

L générateur suiveur produit un signal sinusoïdal dont la fréquence suit précisément la fréquence d'accord de l'analyseur de spectre, les deux appareils sont pilotés par le même oscillateur.

Cette poursuite existe dans tous les modes d'analyse. Ainsi, en balayage complet, le générateur suiveur produit un signal volubé sur toute la plage de fréquence, en mode ZERO SPAN, le générateur donne une fréquence fixe. Le signal du générateur suiveur provient de la synthèse et du mélange de deux oscillateurs. L'un des oscillateurs fait partie du générateur suiveur, l'autre oscillateur est le premier oscillateur local de l'analyseur.

L'ensemble analyseur de spectre et générateur suiveur est utilisé dans deux configurations: en boucle ouverte et en boucle fermée. En boucle ouverte, les signaux extérieurs inconnus sont appliqués à l'entrée de l'analyseur et la sortie du générateur suiveur est reliée à un compteur. Cette configuration permet des mesures de fréquences sélectives et sensibles par accord avec le signal en mode ZERO SPAN.

En boucle fermée, le signal de sortie du générateur est appliqué au circuit à tester et la sortie du circuit à test est appliquée à l'entrée de l'analyseur. Dans cette configuration, l'ensemble analyseur de spectre et générateur suiveur constitue un système de mesure de fréquence complet (source, détecteur et affichage) balayé en fréquence par le système. Une boucle d'égalisation interne au générateur suiveur permet d'obtenir un signal uniforme sur toute la fréquence. Ce système permet des mesures de réponse en fréquence (amplitude en fonction de la fréquence), d'amplitude du coefficient de réflexion et l'affaiblissement de retour. A partir de l'affaiblissement de retour ou du coefficient de réflexion, le TOS peut être calculé.

La poursuite de précision signifie qu'à tout moment la fréquence fondamentale du générateur est au centre de la bande passante de l'analyseur et que toutes les harmoniques qui proviennent soit de l'analyseur soit du générateur sont en dehors de la bande passante de l'analyseur. Ainsi, seule la fréquence fondamentale du générateur suiveur apparaît sur l'écran de l'analyseur. Les harmoniques du deuxième et troisième ordre et les produits d'intermodulation sont exclus et ne sont donc pas visibles. Ainsi, même si ces produits de distorsion sont présents sur les circuits à tester, ils sont complètement éliminés à l'affichage.

Concept du HM 5510/5511

Les analyseurs de spectre HM5510/5511 réalisent la visualisation fréquentielle d'un signal dans la gamme de 150 kHz à 1050 MHz. Le signal à analyser doit être répétitif.

L'analyseur de spectre fonctionne suivant le principe d'un récepteur superhétérodyne. Le signal est appliqué à un premier mélangeur où il est combiné au signal de l'oscillateur local et donne la première fréquence intermédiaire (FI) qui passe à travers un filtre passe-bande accordé. Le signal est ensuite amplifié et passe dans deux étages mélangeurs, oscillateurs et amplificateurs. La seconde fréquence intermédiaire et la troisième FI. Au troisième étage de fréquence intermédiaire, le signal peut être traité par un filtre 500 kHz ou 20 kHz.

Ecran (CRT)

La sortie logarithmique (signal vidéo) est réalisée soit directement, soit par un filtre passe-bas vers un autre amplificateur. La sortie de cet amplificateur est reliée aux plaques de déviation verticale du tube cathodique. La déviation X est réalisée par un générateur de rampe. Cette tension peut être superposée à une tension continue qui permet la commande du premier oscillateur local. L'analyseur de spectre balaye une gamme de fréquence qui dépend de l'amplitude de la rampe. Ce balayage est déterminé par le réglage d'échelle de fréquence.

 En mode ZERO SPAN, il n'y a pas de balayage, la fréquence demeure constante.

Introduction à l'utilisation du HM 5510/5511

Mise sous tension

Avant la première mise en service de l'instrument, tenez compte des points suivants:

- Le fusible se trouvant dans le porte-fusible doit correspondre à la tension sélectionnée.
- La tension secteur de l'appareil doit correspondre à la tension secteur disponible.
- Le raccordement au secteur avec prise de terre conformément à la réglementation ou à un transformateur d'isolement de classe de protection 2
- Aucun dommage visible sur l'appareil
- Aucun dommage sur le câble d'alimentation
- Aucune pièce détachée mobile dans l'appareil.

Utilisation

Cet instrument est simple d'utilisation, observez néanmoins les précautions suivantes



Le sous ensemble le plus sensible de l'analyseur de spectre est l'étage d'entrée. Il comprend un atténuateur et un premier mélangeur. Sans atténuation 0 dB, la tension d'entrée ne doit pas dépasser:

± 10 dBm ($0,7 V_{eff}$) alternatif ou ± 25 V continu.

Avec une atténuation d'entrée de 40 dB, ne pas dépasser +20 dBm.

Dans le cas contraire, l'atténuateur d'entrée ou bien le premier mélangeur peut être détruit.

Précautions suivantes

1. Avant d'appliquer un signal inconnu à l'entrée, vérifiez si celui-ci ne contient pas de composante continue d'amplitude supérieure à ± 25 V et si son amplitude maximale est inférieure à +10 dBm. Par précaution, il est recommandé de régler l'atténuateur d'entrée sur 40 dB (la LED 40 dB s'allume) avant d'appliquer le signal pour éviter une surcharge de l'étage d'entrée.

2. Ces signaux peuvent contenir des niveaux anormalement élevés. Il est recommandé de commencer la mesure avec l'atténuation maximale et sur la gamme de balayage de fréquence la plus large (de 150 kHz à 1050 MHz). Il faut également considérer la possibilité de dépassement hors de la gamme de fréquence, même en l'absence d'affichage.

3. La gamme de fréquence de 0 à 150 kHz n'est pas couverte par l'analyseur de spectre. Les signaux affichés dans cette zone du spectre apparaissent avec une amplitude incorrecte.

4. En raison du principe de conversion de fréquence, il apparaît une raie à 0 Hz. Ce phénomène est dû à l'oscillateur local. Le niveau de cette raie est différent pour chaque instrument. Si l'amplitude de cette raie est inférieure à un écran, cela ne signifie pas que l'appareil est défectueux.



Si la ligne de base (bande de bruit) se décale vers le haut, il existe vraisemblablement une raie spectrale de forte amplitude pouvant se trouver en-dehors de la plage de fréquence. Dans ce cas atténuez le signal d'entrée.

Intensité, focus

Il n'est pas nécessaire de trop pousser l'intensité lumineuse. A intensité moyenne, un signal au milieu du bruit, apparaît plus clairement. A intensité plus forte, le signal peut être occulté par l'hyper luminosité de l'écran et par l'augmentation de la largeur de la trace. Ainsi, il est préférable de travailler à intensité moyenne quel que soit le type de signal.

Premières mesures

Réglages:

Avant d'appliquer un signal à l'entrée, vérifiez que toute de composante continue $< \pm 25$ V et si le niveau HF maximal est inférieure à +10 dBm.

ATTN. Atténuation d'entrée

il est recommandé de régler l'atténuateur d'entrée sur -40 dB (la LED 40 dB s'allume) avant d'appliquer le signal.

Réglage de la fréquence

Réglez la fréquence centrale sur 500 MHz (C500.000MHz) et sélectionnez l'excursion SPAN de 1000 MHz (S 1GHz).

RBW (bande passante de résolution)

Pour commencer une mesure, il convient d'activer le filtre 500 kHz et désactiver le filtre vidéo (VBW).

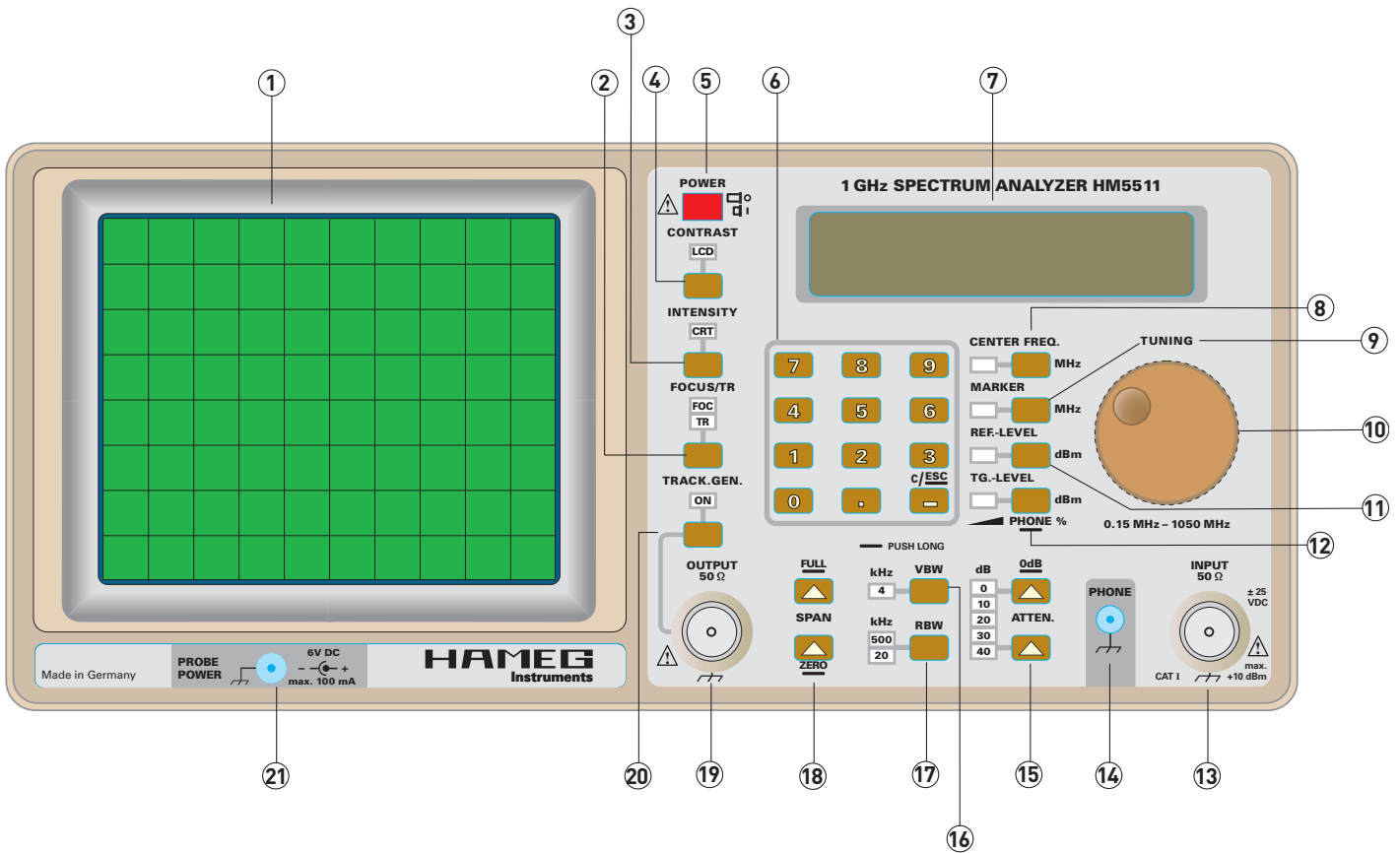
Si seule la ligne de base (bande de bruit) est visible, vous pouvez alors réduire progressivement l'atténuation d'entrée. Si la ligne de base (bande de bruit) se décale vers le haut, cela peut indiquer un signal de forte amplitude pouvant se trouver à l'extérieur de la plage de fréquences de l'instrument. N'accordez aucune attention à la raie de zéro, le réglage de l'atténuateur d'entrée dépend du niveau le plus élevé du signal d'entrée. L'atténuation d'entrée doit être choisie en fonction de l'amplitude maximale présente à l'entrée de mesure. Le résultat optimal est obtenu lorsque l'amplitude maximale du signal atteint la ligne supérieure de la graduation (ligne de référence) sans toutefois la dépasser. En cas de dépassement, il faut sélectionner une atténuation d'entrée supérieure ou si l'atténuateur d'entrée est déjà à -40 dB, ajouter un atténuateur externe ayant une atténuation et une puissance appropriées.

Les mesures à pleine excursion (Full Span) (S 1GHz) ne servent généralement qu'à obtenir une vue d'ensemble du spectre. Pour une analyse précise il faudra réduire l'excursion. Pour ce faire, commencez par amener le signal examiné au centre de l'écran en réglant la fréquence centrale (CENTER FREQ.), ensuite réduisez l'excursion (SPAN).

Si nécessaire vous pouvez réduire la bande passante de résolution (RBW) à 20 kHz et activer le filtre vidéo. L'apparition du message UNCAL à la place de REF-LEVEL ou MARKER-LEVEL signale que l'amplitude affichée est erronée. L'excursion (SPAN) est peut être trop large et le filtre RBW trop bas.

Valeurs mesurées

Le curseur est utilisé pour lire la valeur numérique des grandeurs mesurées. Activez la touche MARKER (la LED s'allume) puis avec le bouton rotatif, amenez le curseur sur la partie du signal qui vous intéresse. Lisez sur l'afficheur LCD les valeurs affichées de la fréquence (M xxx.xxx MHz) et du niveau (Lxx.xx dBm) à l'endroit du curseur. Le niveau de référence (REF.LEVEL) et l'atténuation d'entrée (ATTN) sont automatiquement pris en compte pour l'affichage du niveau. Vous pouvez lire le niveau sans utiliser le curseur, la ligne du haut du graticule est le niveau de référence (R...dBm).



Eléments de commande et affichage

① Ecran (CRT)

② **FOCUS/ TR:** touche à double fonction

③ **INTENSITY:** intensité de l'écran CRT

④ **CONTRAST:** contraste de l'écran LCD ⑦

⑤ **POWER:** bouton Marche/Arrêt

⑥ **Keyboard:** clavier numérique

⑦ **Display:** Afficheur LCD 2 lignes de 20 caractères

⑧ **CENTER FREQ.:** Permet de régler la fréquence centrale par le codeur ⑩ TUNING ou le clavier ⑥

⑨ **MARKER:** affiche sur le LCD ⑦ la fréquence et le niveau à la position du curseur

⑩ **TUNING:** codeur, permet le réglage de: FOCUS/ TR ②, INTENSITY ③, CONTRAST ④, CENTER FREQ ⑧, MARKER ⑨, REF.LEVEL ⑪, PHONE% ⑫ et TG.-LEVEL (seulement sur HM 5511)

⑪ **REF.LEVEL:** Niveau de référence

⑫ **PHONE% (HM 5510):** Volume de l'écouteur ⑭
TG.-LEVEL (HM5511):
 appui court: réglage du niveau de tracking ⑰
 appui long: Volume de l'écouteur ⑭

⑬ **INPUT 50Ω:** entrée Prise N <± 25 V DC, <+10 dBm HF.

⑭ **PHONE:** Sortie audio(démodulation) fiche Jack Ø 3,5 mm

⑮ **ATTEN.:** Atténuateur d'entrée

⑯ **VBW:** (VideoBandWidth), filtre de bande passante vidéo (permet d'atténuer le bruit)

⑰ **RBW:** (ResolutionBandWidth), Filtre de bande passante de résolution réglable 20 kHz ou 500 kHz

⑱ **SPAN:** Excursion, réglable de 0,1 à 1000 MHz

⑲ **OUTPUT 50Ω:** seulement sur HM5511 sortie du générateur suiveur

⑲ **OUTPUT 50Ω:** seulement sur HM5510 sortie du signal test

⑳ **TRACK.GEN.:** seulement sur HM5511 active le générateur suiveur (Tracking)

⑳ **TESTSIGNAL:** seulement sur HM5510 active le signal test

㉑ **PROBE POWER:** 6 V_{DC} Alimentation des sondes de champ proche HZ530 fiche Jack Ø 2,5 mm

Commandes et connexions

Remarques

Le bouton codeur TUNING ⑩ permet le réglage des paramètres pour de nombreuses fonctions, un signal sonore prévient lorsqu'une limite est atteinte. Choisissez la fonction désirée à l'aide des touches situées à gauche du bouton codeur, la LED associée s'allume. Le choix d'une autre fonction désélectionne la précédente.

Les fonctions suivantes peuvent être réglées par le bouton codeur.

- FOCUS/ TR ②
- INTENSITY ③
- CONTRAST ④
- CENTER FREQ ⑧
- MARKER ⑨
- REF.LEVEL ⑪
- PHONE% ⑫
- TG.-LEVEL [seulement sur HM5511]

Description des commandes

① Ecran (CRT)

② **FOCUS/TR:** touche à double fonction – réglage avec le bouton TUNING ⑩

Focus: le meilleur réglage est obtenu avec un signal occupant la majeure partie de l'écran et avec une luminosité modérée, la netteté diminue lorsque la luminosité de la trace augmente. L'astigmatisme dépend de l'endroit de l'écran où vient frapper le rayon. Lorsque l'astigmatisme est réglé de manière optimale au centre de l'écran, il diminue à mesure que l'on s'en éloigne.

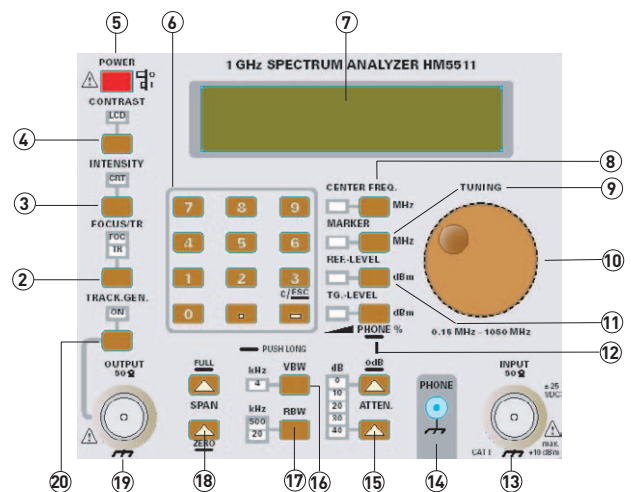
Rotation de trace TR: permet de régler la position horizontale de manière à amener la ligne médiane horizontale parallèlement à la ligne intérieure du graticule et compenser ainsi l'influence du champ magnétique terrestre sur la déviation du faisceau. Tout changement de position de l'appareil par rapport au champ magnétique terrestre impose généralement de retoucher ce réglage.

③ **INTENSITY:** intensité de l'écran CRT

Une brève pression sur cette touche allume la LED le bouton TUNING ⑩ permet ensuite de régler la luminosité (intensité) de la trace. Une rotation à droite augmente la luminosité, une rotation à gauche la réduit. Une luminosité trop importante provoque une augmentation du diamètre du rayon et contraire le focus, la lecture du signal devient moins nette. Normalement l'intensité et l'astigmatisme doivent être réglés ensemble du fait de leur interaction. Il est donc conseillé de régler l'intensité en premier puis de corriger l'astigmatisme (FOCUS).

④ **CONTRAST:** permet de régler le contraste de l'écran LCD Tournez le bouton TUNING ⑩ vers la droite pour augmenter le contraste.

⑤ **POWER:** bouton Marche/Arrêt (I) indique ON et (O) OFF. Après la mise sous tension l'afficheur LCD indique la version de FIRMWARE un bref



instant, il faut attendre environ 20 s pour la stabilisation de l'écran CRT.

⑥ **Keyboard:** clavier numérique

Le clavier numérique comprend les touches numériques de 0 à 9, une touche de point décimal et une touche de signe ou de correction (C/ESC). Les touches numériques permettent de saisir la fréquence centrale (CENTER FREQ), le niveau de référence (REF.-LEVEL) et, sur le HM5511, le niveau de sortie du TRACKING GENERATOR (générateur suiveur) (TG.-LEVEL).

Ces paramètres peuvent également être réglés avec le bouton TUNING ⑩.

Le réglage de la fréquence du curseur (MARKER), du FOCUS, de l'intensité, du contraste et la rotation de trace (TR) ne sont seulement possible qu'avec le bouton TUNING ⑩.

Lorsque la LED correspondante est allumée, le clavier est désactivé et toute pression sur les touches numériques émet un signal sonore d'alerte.

Il faut activer la fonction correspondante avant de pouvoir saisir la valeur au clavier. Ainsi, la LED REF.-LEVEL, par exemple, doit être allumée pour pouvoir modifier le niveau de référence. Saisir ensuite le niveau souhaité (le cas échéant avec un signe négatif). La fonction en cours (par exemple: REF.-LEVEL: dBm) pour laquelle apparaît la valeur saisie au clavier s'affiche sous la fréquence centrale (CENTER FREQ) qui se trouve en haut à gauche dans l'afficheur LCD lors de la saisie du signe (sauf en mode FREQUENCY) ou du premier chiffre.

Lorsque la saisie est terminée, une nouvelle pression sur la touche de fonction correspondante (par exemple: REF.-LEVEL) valide la nouvelle valeur, sous réserve qu'elle corresponde aux spécifications et aux limites de la plage.

⑦ **Display:** Afficheur LCD 2 lignes de 20 caractères

⑧ **CENTER FREQ.:** Permet de régler la fréquence centrale soit par le codeur TUNING ⑩ ou le clavier numérique ⑥ après l'appui de la touche de fonction la LED associée s'allume.

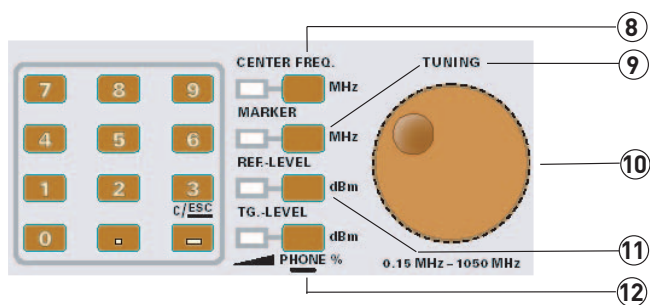


La valeur est affichée en haut à gauche de l'écran LCD. Toute valeur de la fréquence centrale saisie avec les

touches du pavé numérique doit être validée par une nouvelle pression sur la touche CENTER FREQ.

Le signal correspondant à la fréquence centrale est affiché au centre de l'écran lorsque la mesure porte sur une plage de fréquences, c'est à dire lorsque la mesure est effectuée avec une excursion différente de zéro.

Les entrées erronées depuis le clavier ne sont pas acceptées: les entrées au-delà des limites sont automatiquement corrigées par l'affichage de la limite ou écartées par l'affichage du signe moins (-).



- ⑨ **MARKER:** affiche sur le LCD ⑦ la fréquence et le niveau à la position du curseur



Une pression sur cette touche active le curseur, allume la LED MARKER et superpose un spot en surbrillance d'environ 1mm sur le spectre affiché.

L'afficheur LCD affiche la fréquence du curseur (par exemple: M293.002MHz) en haut à gauche et, sous celle-ci, le niveau du signal sur lequel se trouve le curseur (par ex.: -25,5 dBm).

La fréquence et le niveau indiqués par le curseur se rapportent à la position du symbole de celui-ci à l'écran. Le bouton TUNING ⑩ permet de le déplacer vers la gauche et la droite en suivant le signal.

Le clavier numérique ⑥ est hors service lorsque le curseur est activé.

Note:

Si le niveau d'une partie quelconque du signal dépasse la ligne du haut du graticule (niveau de référence), celui-ci ne sera non seulement plus visible, mais comme la gamme linéaire de l'amplificateur de mesure coupe à environ +2,5 dB au-delà du haut du graticule, le signal ainsi limité causera distorsion et mesures erronées. Dans ce cas, le message LIMIT s'affiche dès qu'une portion du signal dépasse de +2,5 dB la ligne du haut du graticule (niveau de référence).

- ⑩ **TUNING:** codeur, permet de régler les valeurs des fonctions suivantes; FOCUS/TR ②, INTENSITY ③, CONTRAST ④, CENTER FREQ ③, MARKER ⑨, REF.-LEVEL ⑪, PHONE% ⑫ et TG.-LEVEL (seulement sur HM 5511), suivant la LED allumée à côté de la touche de fonction correspondante.

- ⑪ **REF.LEVEL:** Niveau de référence



Une pression sur cette touche allume la LED REF.-LEVEL. Le réglage du niveau de référence peut ensuite être effectué à l'aide des touches numériques ⑥ ou du bouton TUNING ⑩. Il est affiché à gauche dans la deuxième ligne de l'afficheur LCD (par ex.: R -10.0 dBm).

Le niveau de référence (REF.-LEVEL) peut être réglé de manière à simplifier la lecture. Le réglage du niveau de

référence ne modifie en rien la sensibilité. Lorsque la „bande de bruit” se trouve sur le bord inférieur de l'écran, il est alors seulement possible de réduire le niveau de référence avec les touches numériques ou le bouton TUNING ⑩, pas de l'augmenter. La BANDE DE BRUIT se décale en même temps vers le haut, ce qui réduit la plage dynamique de l'affichage.

L'entrée de valeurs en dehors des spécifications n'est pas possible, l'entrée sera automatiquement corrigée, le réglage de l'atténuateur n'en sera pas affecté.

- ⑫ **PHONE%:** Volume de l'écouteur ⑭
La prise PHONE est destinée au branchement d'un écouteur ayant une impédance ≥ 8 ohms et équipé d'une fiche jack de 3,5 mm. Le bouton TUNING ⑩ permet de régler le volume sonore. Le signal délivré sur cette prise provient d'un démodulateur AM et permet, par exemple, d'identifier plus facilement la source d'un parasite lors des pré-études de CEM. Lorsqu'une antenne est raccordée à l'entrée de l'analyseur de spectre, la fonction ZERO SPAN permet de s'accorder sur un émetteur unique. Il faut ici tenir compte des dispositions légales du pays dans lequel est effectuée cette manipulation.

HM 5510 – PHONE%:
Un appui court sur cette touche permet de régler le volume d'écoute, la LED associée s'allume. Le choix d'une autre fonction désactive celle-ci.

HM 5511 – PHONE%:
Un appui long sur cette touche permet de sélectionner le réglage du volume d'écoute, la LED reste éteinte, mais le LCD affiche PHONE VOL. Le choix d'une autre fonction désactive celle-ci.

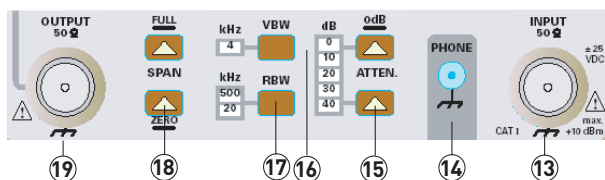
- ⑫ **TG.-LEVEL (HM5511):** réglage du niveau de sortie du générateur suiveur (Tracking).

Un appui court active le générateur suiveur (Tracking), la LED associée s'allume, l'affichage indique par exemple: T -22,5 dBm. Le choix d'une autre fonction désactive celle-ci.

Le réglage du niveau de Tracking (TG.-LEVEL) peut être effectué à l'aide du clavier numérique ⑥ ou du bouton TUNING ⑩.

Les entrées de valeurs situées hors des spécifications ne sont pas acceptées: les entrées hors des limites seront automatiquement corrigées, par exemple: 0 dBm pour +20dBm ou -50 dBm pour -80 dBm.

- ⑬ **INPUT 50Ω:** entrée Prise N
La tension d'entrée ne doit pas dépasser ± 10 dBm HF (0,7 V_{eff}) alternatif ou ± 25 V continu. Avec une atténuation d'entrée de 40 dB, ne pas dépasser +20 dBm. Un niveau d'entrée plus élevé pourrait détruire l'atténuateur d'entrée ou bien le premier mélangeur.



La partie externe de la prise N est reliée au châssis et de ce fait à la terre.

⑭ **PHONE:** Sortie audio (démodulation) fiche Jack Ø 3,5 mm
La prise PHONE est destinée au branchement d'un écouteur ayant une impédance ≥ 8 ohms et équipé d'une fiche jack de 3,5 mm. Après avoir activé la touche PHONE% ⑫, le bouton TUNING ⑩ permet de régler le volume sonore.

⑮ **ATTEN.:** Atténuateur d'entrée
Chaque pression brève sur l'une des 2 touches de réglage de l'atténuateur d'entrée modifie la valeur de 10 dB et permet un réglage de 10 dBm à 40 dB. L'amplitude maximale du signal [niveau (dBm)] pouvant être représentée dépend de l'atténuateur d'entrée (dB) :

Niveau d'entrée max	réglage de l'atténuateur
-30 dBm	0 dB
-20 dBm	10 dB
-10 dBm	20 dB
0 dBm	30 dB
+10 dBm	40 dB



Le niveau d'entrée maximal d'un signal pouvant être représenté en position 0 dB est de -30 dBm, mais celle-ci ne doit être utilisée qu'avec précaution.

Remarque :
Du fait de la sensibilité particulière de l'étage d'entrée, la position 0 dB ne peut être activée qu'avec une pression prolongée sur la touche à partir de la position 10 dB. Cette sécurité a pour but d'éviter une activation involontaire du calibre 0dB.

Il ne faut pas dépasser le niveau d'entrée maximal admissible, dans le cas contraire, l'étage d'entrée pourrait être détruit. Cette précaution est très importante dans le cas d'un analyseur de spectre, car du fait de son principe d'affichage, seule une portion du signal réellement appliqué (de 150 kHz à 1050 MHz) est représentée et un niveau HF trop élevé aux fréquences situées hors de la plage de mesure peut détériorer les étages d'entrée.

⑯ **VBW:** (VideoBandWidth), filtre de bande passante vidéo permet de pondérer et ainsi de réduire les composantes de bruit. Le filtre vidéo (filtre passe-bas) peut être utilisé lors de la mesure de signaux de faible niveau dont l'amplitude est du même ordre de grandeur que celle du bruit. Cette fonction permet, dans certaines circonstances, de détecter des signaux encore plus faibles qui seraient sinon dissimulés dans le bruit.



Il faut tenir compte du fait qu'une plage de fréquence (excursion) trop grande lorsque le filtre vidéo est activé peut donner lieu à des valeurs d'amplitude erronées (trop faibles). Le message d'alerte UNCAL s'affiche. Avant que cela se produise, il faut alors réduire l'excursion (SPAN).

Pour ce faire, il faut commencer par amener le signal examiné au centre de l'écran en réglage de la fréquence centrale (CENTER FREQ.) et ensuite réduire l'excursion (SPAN).

Si vous réduisez l'excursion sans avoir préalablement amené le signal qui vous intéresse approximativement au centre de l'écran, celui-ci risque de se retrouver en dehors de la plage de mesure et ne sera alors pas affiché. Il faut éviter d'utiliser le filtre vidéo en présence de signaux impulsionnels pour éviter les erreurs de mesure liés au temps de réponse.

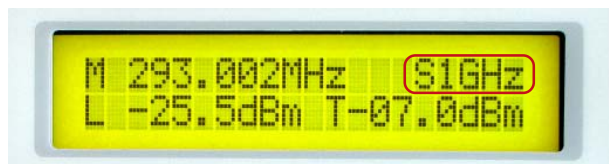
⑰ **RBW:** (Resolution Band Width), Filtre de bande passante de résolution. La bande passante sélectionnée 20 kHz ou 500 kHz est indiquée par la LED correspondante.

Ces touches permettent de sélectionner l'une des deux bandes passantes de l'amplificateur de fréquence intermédiaire. Lors de la mesure d'un signal, les filtres de l'amplificateur FI sont plus ou moins sollicités, suivant le niveau du signal, et entraînent, sauf en position ZERO SPAN, l'affichage de la courbe du filtre FI avec une déviation dans le sens vertical qui dépend du niveau du signal

La bande passante FI (RBW = Resolution Bandwidth (bande passante de résolution)) détermine si l'analyseur de spectre est en mesure de représenter individuellement deux signaux dont les fréquences ne sont espacées que de quelques kilohertz et, dans l'affirmative, à quel niveau de qualité. Par exemple deux signaux de même niveau et dont l'écart en fréquence est de 40 kHz, peuvent ainsi encore très bien être interprétés comme deux signaux différents avec une bande passante de filtrage de 20 kHz. Mesurés avec une bande passante de 500 kHz, ces deux signaux seraient affichés comme s'il s'agissait d'un signal unique.

Une bande passante de résolution faible permet d'afficher plus de détails du spectre des fréquences, mais entraîne également un temps de réponse plus élevé du filtre. Si l'excursion est trop grande ou si le temps est insuffisant pour l'excursion, l'analyseur de spectre augmente alors automatiquement le temps pendant lequel a lieu l'excursion et accorde ainsi au filtre plus de temps pour réagir. Mais cela entraîne également une baisse du taux de rafraîchissement de la mesure.

⑱ **SPAN:** Excursion, réglable de 0,1 à 1000 MHz



Les mesures à pleine excursion (S1000MHz) ne servent généralement qu'à obtenir une vue d'ensemble du spectre. Une analyse précise n'est possible qu'après avoir réduit l'excursion. Pour ce faire, il faut commencer par amener le signal examiné au centre de l'écran en réglant la fréquence centrale (CENTER FREQ.) et ensuite réduire l'excursion (SPAN).

Ces touches permettent d'augmenter (touche du haut) ou de réduire (touche du bas) l'excursion en fréquence (plage de mesure) entre 1 MHz et 1000 MHz par pas de 1-2-5. Combinée avec la fréquence centrale (FREQUENCY)

l'excursion détermine la fréquence de début (bord gauche de l'écran) et la fréquence de fin (bord droit de l'écran) excepté pour Zéro Span).

Exemple:

Pour une fréquence centrale de 300 MHz et une excursion de 500 MHz, le balayage débute à 50 MHz sur le bord gauche de l'écran et prend fin à 550 MHz sur le bord droit de l'écran.

$$50 \text{ MHz} = 300 \text{ MHz} - \frac{1}{2} \text{ SPAN et}$$

$$550 \text{ MHz} = 300 \text{ MHz} + \frac{1}{2} \text{ SPAN}.$$

Remarque:

Si l'excursion SPAN est trop large en fonction du filtre de résolution (RBW) et, ou du filtre vidéo (VBW) il en résulte une mesure de niveau erronée, le message UNCAL s'affiche dans le LCD pour le signaler. Ce sera le cas pour un SPAN à 500 MHz et 1 GHz, déplacez le signal à mesurer au centre de l'écran et réduisez l'excursion (SPAN) jusqu'à ce que le message UNCAL disparaisse.

ZERO SPAN



Un appui long sur la touche du bas ZERO permet d'activer la fonction. La désactivation de cette fonction rétablit l'excursion initiale. Lorsque la fonction ZERO SPAN (excursion nulle) est activée, le LCD affiche ZERO-SP. en haut à droite. L'analyseur fonctionne alors comme un mesureur sélectif de niveau, ce qui veut dire que la mesure n'est effectuée qu'à la fréquence réglée avec CENTER FREQ. ⑩ et non sur la plage définie par l'excursion (SPAN). Pour désactiver la fonction ZERO SPAN appuyez brièvement sur l'une ou l'autre des deux touches SPAN ⑪.

FULL SPAN



Un appui long sur la touche du haut FULL permet d'activer la fonction l'afficheur LCD indique alors S1GHz. Pour désactiver la fonction appuyez brièvement sur l'une ou l'autre des deux touches SPAN ⑪.

- ⑩ **OUTPUT 50Ω:** Connecteur N sur HM5511 sortie du générateur suiveur (tracking).



Lorsque le générateur suiveur (Tracking Generator) est activé, cette sortie délivre un signal sinusoïdal entre -50 dBm et 0 dBm. La fréquence du signal sinusoïdal est toujours égale à la FRÉQUENCE CENTRALE de l'analyseur de spectre.

- ⑪ **OUTPUT 50Ω:** Connecteur N sur HM5510 sortie du signal test.

Lorsque cette sortie est activée un signal à 10 MHz de 0 ±3 dB est disponible. Il peut être connecté à l'entrée de l'analyseur pour être affiché.

- ⑫ **TRACK.GEN.:** sur HM5511 active le générateur suiveur (Tracking)

À chaque mise sous tension de l'appareil le générateur suiveur est désactivé et la LED est éteinte.

Un appui court sur cette touche active le générateur suiveur (Tracking) la LED associée s'allume, un nouvel appui le désactive.

- ⑬ **TESTSIGNAL:** sur HM5510 active/désactive le signal test.

- ⑭ **PROBE POWER:** 6 V_{DC} Alimentation des sondes de champ proche HZ530 fiche Jack Ø 2,5 mm



Oscilloscopes



Spectrum Analyzer



Power Supplies



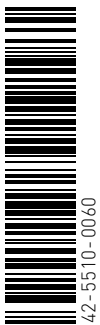
Modular System
Series 8000



Programmable Instruments
Series 8100



authorized dealer



www.hameg.de

Subject to change without notice
29-08-2005-gw / 42-5510-0060
© HAMEG Instruments GmbH
A Rohde & Schwarz Company
® registered trademark



DQS-Certification: DIN EN ISO 9001:2000
Reg.-Nr.: 071040 QM

HAMEG Instruments GmbH
Industriestraße 6
D-63533 Mainhausen
Tel +49 (0) 61 82 800-0
Fax +49 (0) 61 82 800-100
sales@hameg.de