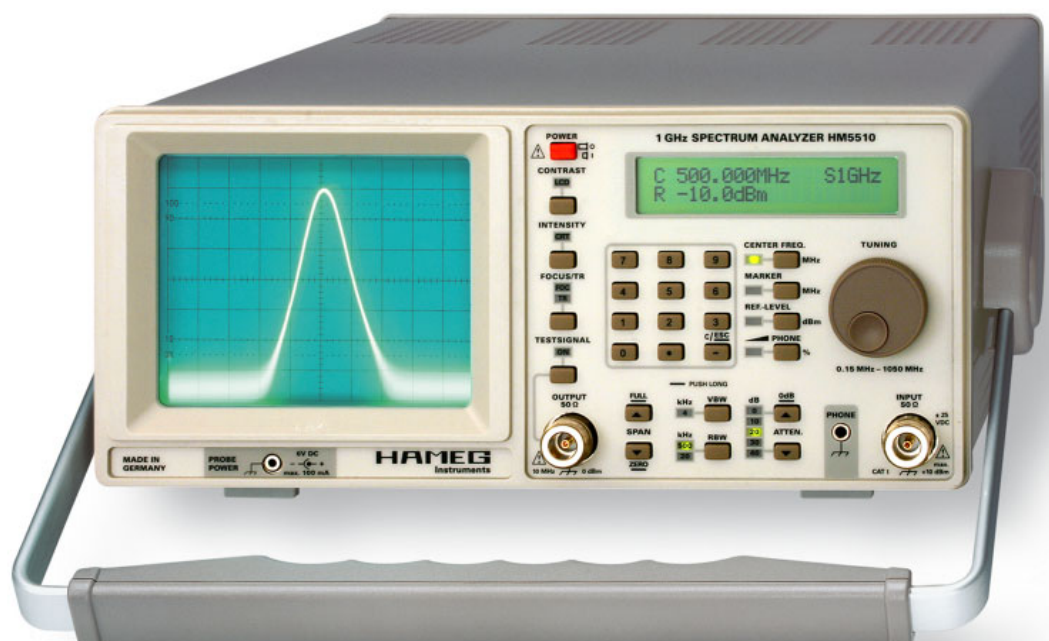


# Spectrum Analyzer HM5510

Handbuch / Manual / Manuel / Manual

Deutsch / English / Français / Español





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

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 beziehbaren doppelt geschirmten Kabel HZ72S bzw. HZ72L geeignet.

### 2. Signalleitungen

Messleitungen zur Signalübertragung zwischen Messstelle und Messgerät sollten generell so kurz wie möglich gehalten werden. Falls

keine geringere Länge vorgeschrieben ist, dürfen Signal-leitungen 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

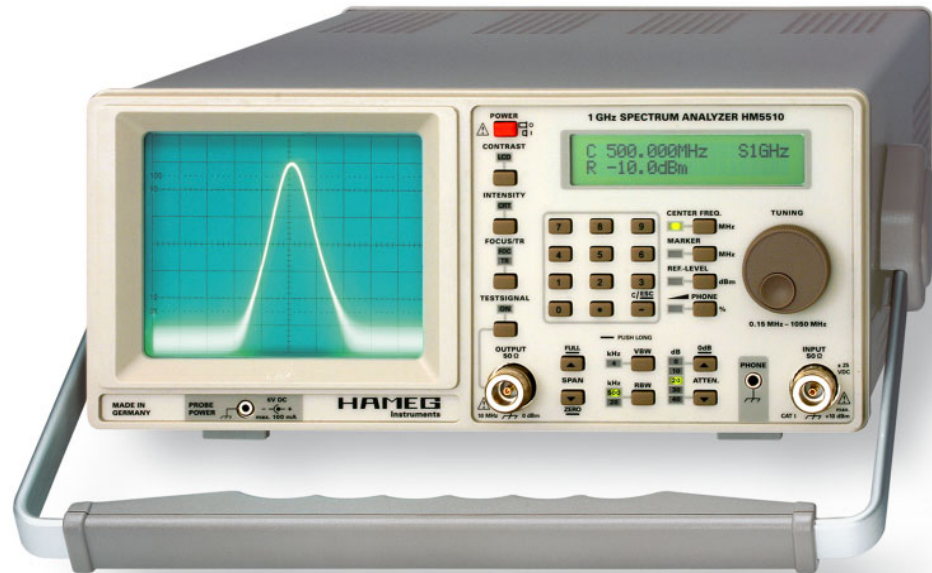
HAMEG Instruments GmbH

English	22
Français	40
Español	58

#### Deutsch

<b>Allgemeine Hinweise zur CE-Kennzeichnung</b>	<b>2</b>
<b>Spektrumanalysator HM5510</b>	<b>4</b>
<b>Technische Daten</b>	<b>5</b>
<b>Wichtige Hinweise</b>	<b>6</b>
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
<b>Messgrundlagen</b>	<b>9</b>
Dämpfung und Verstärkung	9
Pegel – Dezibel dB	9
Relativer Pegel	9
Absoluter Pegel	9
Dämpfung	9
<b>Einführung in die Spektrum-Analyse</b>	<b>10</b>
Zeitbereich	10
Frequenzbereich	10
FFT-Analyse (Fast Fourier Transformation)	11
<b>Spektrumanalysatoren</b>	<b>11</b>
Echtzeit-Analysatoren	11
Überlagerungs-Spektrumanalysatoren	11
Bandpassfilter	11
<b>Anforderungen an Spektrumanalysatoren</b>	<b>13</b>
Frequenzmessung	13
Stabilität	13
Auflösung	13
Rauschen	14
Video-Filter	14
Empfindlichkeit – Max. Eingangspegel	14
Frequenzgang	14
<b>Gerätekonzept des HM5510</b>	<b>15</b>
<b>Einführung in die Bedienung des HM5510</b>	<b>15</b>
<b>Erste Messungen</b>	<b>16</b>
<b>Bedienelemente und Anzeigen</b>	<b>17</b>
<b>Bedienelemente und Geräteanschlüsse</b>	<b>18</b>

# 1 GHz Spektrumanalysator HM5510



Frequenzbereich von 150 kHz bis 1050 MHz

Amplitudenbereich  $-100$  bis  $+10$  dBm;

Phasensynchrone direkte digitale Frequenzsynthese

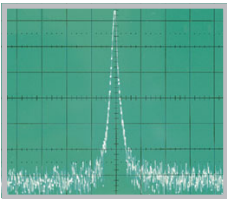
Auflösungsbandbreiten (RBW) 20 kHz und 500 kHz

Keypad für Frequenz- und Pegel eingabe

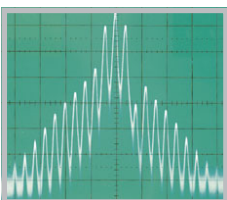
Analoge Signalaufbereitung und Darstellung

Testsignalausgang

Unmoduliertes HF-Signal



Amplitudenmoduliertes HF-Signal



## Spektrum-Analysator HM5510

### 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 im readout)
Mittelfrequenzeinstellbereich:	0 bis 1,050 GHz
Frequenzgenerierung:	TCXO mit DDS (digitale Frequenzsynthese)
Spanbereich:	Zero-Span u. 1 MHz – 1000 MHz (Schaltfolge 1-2-5)
Marker:	
Frequenzauflösung:	1 kHz, 6½ Digit,
Amplitudenauflösung:	0,5 dB, 3½ Digit
Auflösungsbandbreiten (RBW) @ 3dB:	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 (10 dB/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:	±1 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, 10 dB Attn. Zero Span und RBW 500 kHz:	±2 dB
Min. Rauschpegelmittelwert	ca. -100 dBm (RBW 20 kHz)
Intermodulationsabstand (3. Ordnung)	besser als 75 dBc (2 Signale: 200 MHz u. 203 MHz -30 dBm unter Referenzpegel)
Abstand harmonischer Verzerrungen (2. harm.):	besser als 75 dBc (200 MHz, Referenzpegel)
Bandbreitenabhängiger Amplitudenfehler bezogen auf RBW 500 kHz u. Zero Span:	±1 dB

#### Eingänge/Ausgänge

Messeingang:	N-Buchse
Eingangsimpedanz:	50 Ω
VSWR: (Attn. ≥10 dB)	typ. 1,5 : 1
Versorgungsspannung für Sonden HZ 530:	6 V <sub>DC</sub>
Audioausgang (Phone):	3,5 mm Ø, Klinke
Testsignalausgang:	N-Buchse, Ausgangsimpedanz 50 Ω
Frequenz:	10 MHz
Pegel:	0 dBm (±3 dB)

#### Funktionen

Eingabe Tastatur:	Mittelfrequenz, Referenzpegel
Eingabe Drehgeber:	Mittelfrequenz, Referenzpegel, Marker; Intensität (CRT), Kontrast (LCD),

#### Verschiedenes

CRT:	D14-363GY, 8 x 10 cm, mit Innenraster
Beschleunigungsspannung:	ca. 2 kV
Strahldrehung:	auf Frontseite einstellbar
Betriebsbedingungen:	+10°...+40 °C
Netzanschluss:	105 - 250V~, 50/60 Hz
Leistungsaufnahme:	ca. 31 W bei 230 V/50 Hz
Schutzart:	Schutzklasse I, (EN 61010-1)
Gehäuse (B x H x T):	285 x 125 x 380 mm, verstellbarer Aufstell-Tragegriff
Farbe:	techno-braun
Gewicht:	ca. 5,6 kg

#### Im Lieferumfang enthalten:

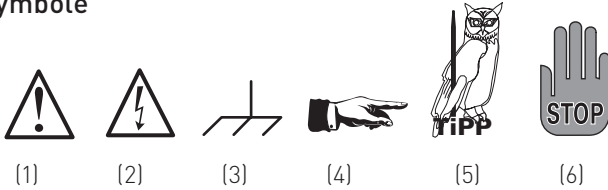
Spektrum-Analysator HM5510, Netzkabel, Bedienungsanleitung, Adapter N zu BNC (2 Stück)

**Optionales Zubehör:** HZ520 Ansteckantenne (BNC); HZ530 SONDENSATZ für EMV-Diagnose; HZ575 Konverter (75 Ω → 50 Ω)

www.hameg.com

## Wichtige Hinweise

### Symbole

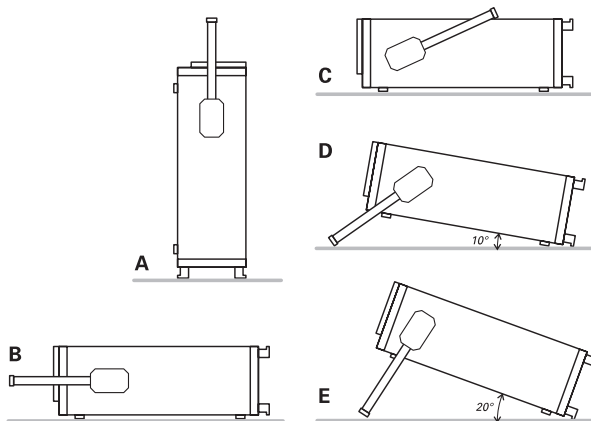


- Symbol 1: Achtung - Bedienungsanleitung beachten  
 Symbol 2: Vorsicht Hochspannung  
 Symbol 3: Erdanschluss  
 Symbol 4: Hinweis - unbedingt beachten  
 Symbol 5: Tipp! - Interessante Info zur Anwendung  
 Symbol 6: Stop! - Gefahr für das Gerät

### 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 Bildschirms 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 Bildschirms 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 Gewährleistung 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**

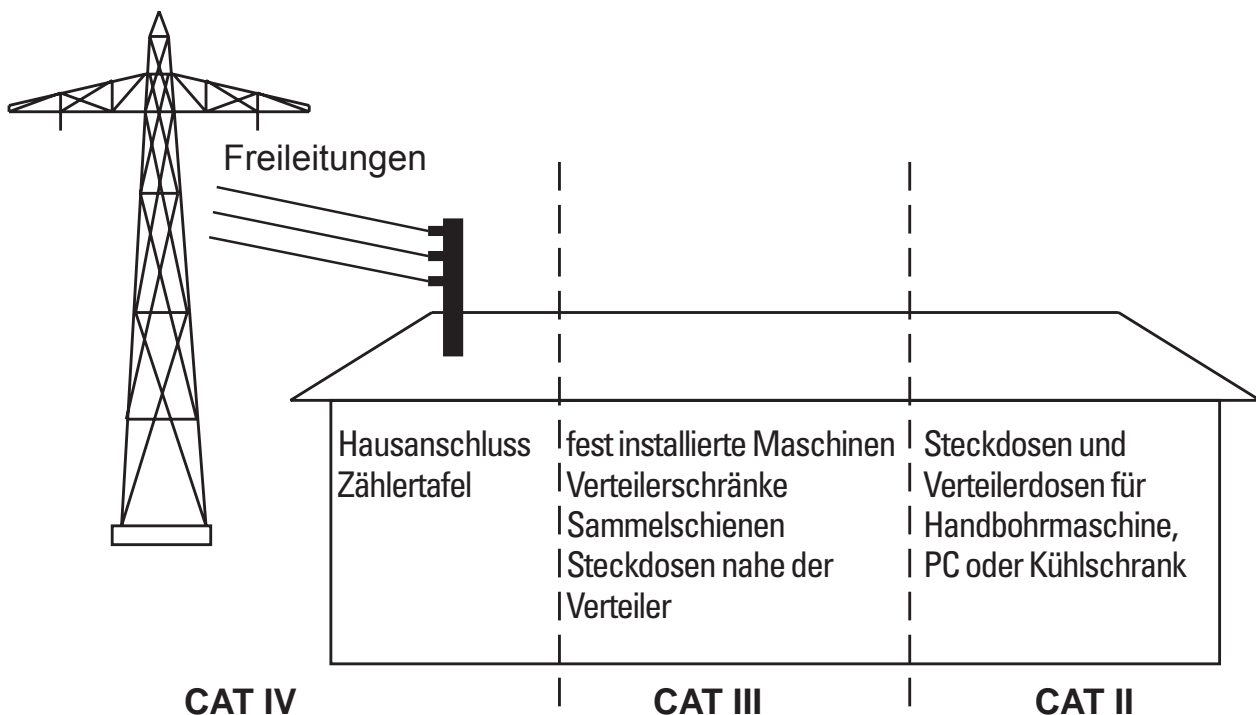
Betrieb in folgenden Bereichen: Industrie-, Wohn-, Geschäfts- und Gewerbebereich sowie Kleinbetriebe. Die Geräte sind zum Gebrauch in sauberen, trockenen Räumen bestimmt. Sie dürfen **nicht** bei besonders großem Staub- bzw. Feuchtigkeitsgehalt der Luft, bei Explosionsgefahr sowie bei aggressiver chemischer 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 Anwärmzeit 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](mailto: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 (Petro-leumäther) 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

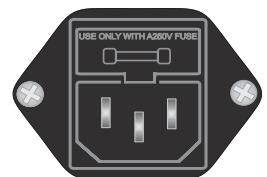
Das Gerät arbeitet mit einer Netzwechselspannung von 105 bis 250V bei 50/60Hz. Eine Netzspannungsumschaltung ist daher nicht vorgesehen.

### 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 herausgehoben 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 Gewährleistung.

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.

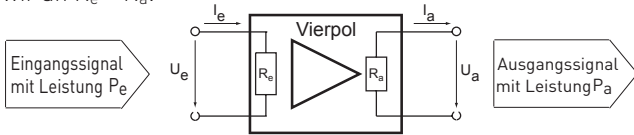




## Messgrundlagen

### 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:  $V_P = \frac{P_a}{P_e} = \frac{U_a \times I_a}{U_e \times I_e} = V_u \times V_i$  oder auch Wirkungsgrad  $\eta$

### 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 dimensionslos. 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.

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

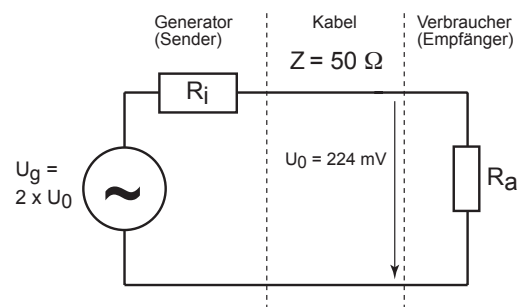
$$\text{damit ist } 10 \lg \frac{R_e}{R_a} = 0$$

### 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

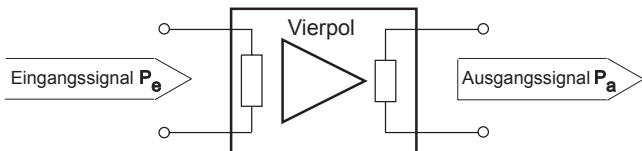
$20 \lg \frac{U}{1 \text{ mV}}$  in dBmV

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

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  $P_e$  kleiner als die Eingangsgröße  $P_a$  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

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

## 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).

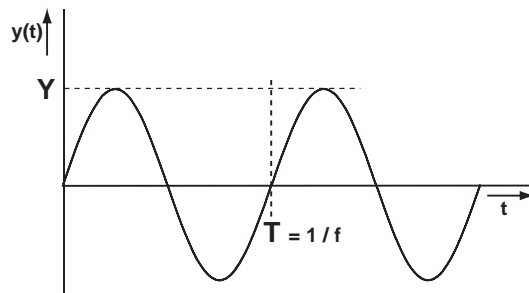
### Zeitbereich

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.

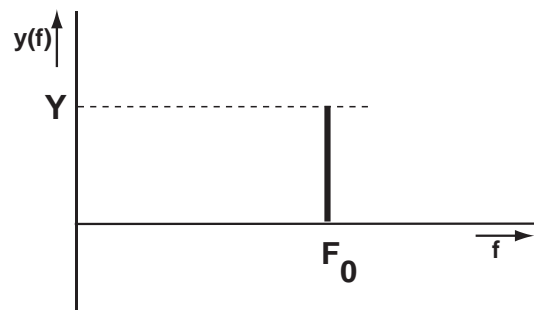
Das einfachste periodische Signal im Zeitbereich ist eine Sinusschwingung. Sie wird durch folgende Gleichung beschrieben:

$$Y(t) = Y \times \sin(2\pi \times \frac{t}{T})$$



Das selbe Sinussignal im Frequenzbereich wird wie folgt dargestellt:

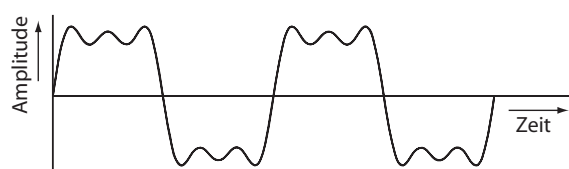
$$y(f) = F_0$$



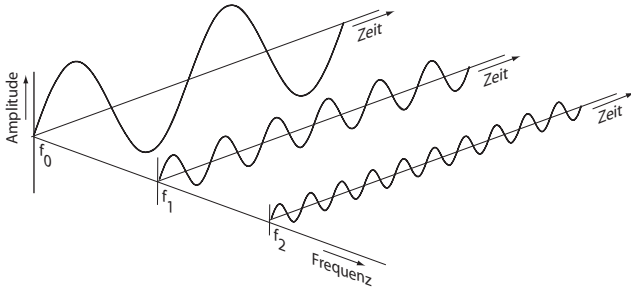
### Frequenzbereich

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.

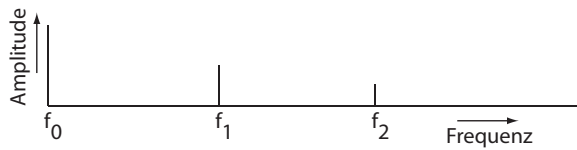
Als erstes wird ein Signal, bestehend aus den Frequenzen  $f_0$ ,  $f_1$  und  $f_2$  im Zeitbereich dargestellt.



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 100kHz) 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.

## Spektrumanalysatoren

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 Spektrumanalysatoren 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 Spektrumanalysatoren, die mit Mitlaufgeneratoren ausgerüstet sind, ist die Messung an Vierpolen. So etwa Frequenzgangmessungen an Filtern und Verstärkern. Spektrumanalysatoren lassen sich nach zwei grundsätzlichen Verfahren unterscheiden: gewobbelte und abgestimmte Analysatoren oder Echtzeit-Analysatoren. Nachfolgend sind kurz einige Typen von Spektrumanalysatoren 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 Spektrumanalysatoren 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.

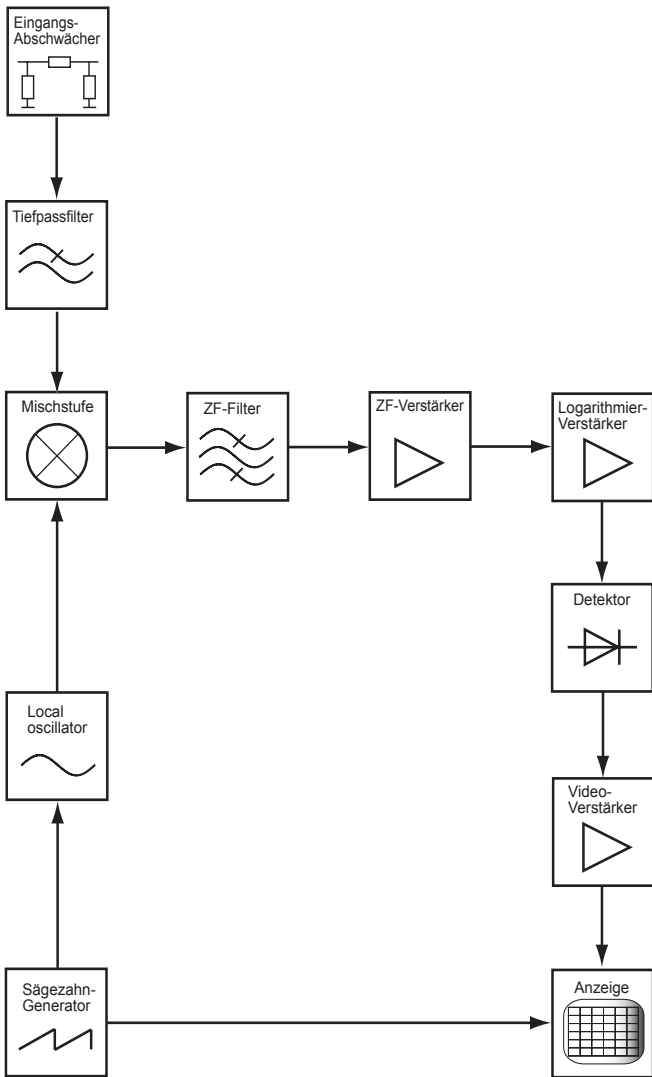
### Bandpassfilter

Die gebräuchlichere Art der Spektrumanalysatoren 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,

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

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

Durch die Umsetzung auf eine feste Zwischenfrequenz werden die Nachteile des Systems mit abstimmbarem Bandpassfilter umgangen. Der nutzbare Frequenzbereich und die Grenzempfindlichkeit eines Spektrumanalysators hängen zum



größten Teil vom Konzept und der technischen Ausführung des Eingangsteils ab. Das HF-Eingangsteil wird durch die Komponenten Eingangsabschwächer, Eingangsfiler, Mischer und Umsetzoszillator (LO) bestimmt. Das zu analysierende Signal gelangt über den in 10dB-Schritten schaltbaren Eingangsabschwächer auf ein Eingangsfiler.

**Dieses Filter 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 niedrigen 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 Spektrumanalysatoren

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

Spektrumanalysatoren 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: 1000MHz) betrachtet und die Frequenz eines Signals grob bestimmt werden. Anschließend kann diese Frequenz als CENTER FREQ. vorgegeben und die Signaldarstellung mit geringem 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 Spektrumanalysator 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 Spektrumanalysators 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 Spektrumanalysators 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 Spektrumanalysator 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 Spektrumanalysator 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 Spektrumanalysators eng benachbarte Signale zu trennen. Ist z.B. der Formfaktor eines Filters im Spektrumanalysator 15:1, dann müssen zwei in der Amplitude um 60dB unterschiedliche Signale sich in der Frequenz mindestens um den Faktor 7,5 der ZF-Filterbandbreite unterscheiden, um einzeln erkennbar zu sein. Andernfalls erscheinen sie als ein Signal auf dem Bildschirm.**



Der Formfaktor ist jedoch nicht der allein bestimmende Faktor zur Unterscheidung zweier eng benachbarter Signale mit 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. 20kHz, dann ist der kleinste Frequenzabstand, um zwei Spektrallinien voneinander zu trennen, ebenfalls 20kHz. Dies ist deshalb der Fall, weil der Spektrumanalysator seine eigene ZF-Filterkurve darstellt, wenn er ein Signal im Spektrum detektiert. Da die Auflösung des Spektrumanalysators 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 Spektrumanalysators (Rest-FM) begrenzt wird. Dies bedeutet, dass bei einer Rest-FM des Spektrumanalysators von z.B. 20kHz, die kleinste sinnvolle ZF-Bandbreite, die verwendet werden kann um ein einzelnes 20kHz-Signal zu bestimmen, ebenfalls 20kHz 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 Spektrumanalysators, 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 Fehlanpassungen 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 Gesamtrauschzahl des Systems zu erhalten.

Dieses Rauschen, welches auch auf dem Schirm sichtbar wird, bestimmt die Empfindlichkeit eines Spektrumanalysators. Da der Rauschpegel sich mit der Bandbreite ändert, ist es notwendig sich beim Empfindlichkeitsvergleich zweier Analysatoren auf die gleiche Filterbandbreite zu beziehen. Spektrumanalysatoren werden über ein breites Frequenzband gewobbelt, sind aber eigentlich schmalbandige Messinstrumente. Alle Signale, die im Frequenzbereich des Spektrumanalysators 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 Spektrumanalysators liegt. Um für diesen Fall die Signale besser sichtbar zu machen lässt sich im Signalweg des Spektrumanalysators hinter dem ZF-Filter ein Video-Filter zuschalten. Durch dieses Filter, mit einer Bandbreite von wenigen kHz, wird das interne Rauschen des Spektrumanalysators 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 Spektrumanalysators 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 Spektrumanalysator 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 Spektrumanalysator 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 Spektrumanalysator ein. Diese ist unkritisch, solange eine Kompression von 1 dB 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 Spektrumanalysator Verzerrungsprodukte. Diese werden größtenteils durch die nichtlinearen Eigenschaften der Eingangsstufe verursacht. Sie bewegt sich beim 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 Spektrumanalysator 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 Spektrumanalysators. 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 Spektrumanalysators 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.

## Gerätekonzept des HM5510

Der HM5510 ist ein Spektrumanalysator für den Frequenzbereich von 150 kHz bis 1050 MHz.

Der Spektrumanalysator 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 Strahlablenkvorgangs 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



### 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 Spektrumanalysators. Sie besteht aus dem Eingangsschwächer, einem Tiefpassfilter und der ersten Mischstufe.**

**Ohne Eingangssignal-Abschwächung dürfen folgende Pegel am Eingang INPUT 50Ω <sup>®</sup> nicht überschritten werden:**

- +10 dBm (0,7 V<sub>eff</sub>) 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 Spektrumanalysator 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 Spektrumanalysators.

### 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 Schärfeeinstellung (FOCUS), schlechter erkennbar. Normalerweise sind auf Grund des Darstellungsprinzips beim Spektrumanalysator 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 max.  $\pm 25$  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 1000MHz (S1GHz) wählen.

### RBW (Auflösungsbandbreite)

Es sollte zu Anfang einer Messung das 500kHz-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 50 $\Omega$   anliegenden Signal richten, also nicht nach dem „Zero-Peak“. Die optimale Aussteuerung des Gerätes ist dann gegeben, wenn das größte Signal (Frequenzbereich 0Hz – 1000MHz) 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.

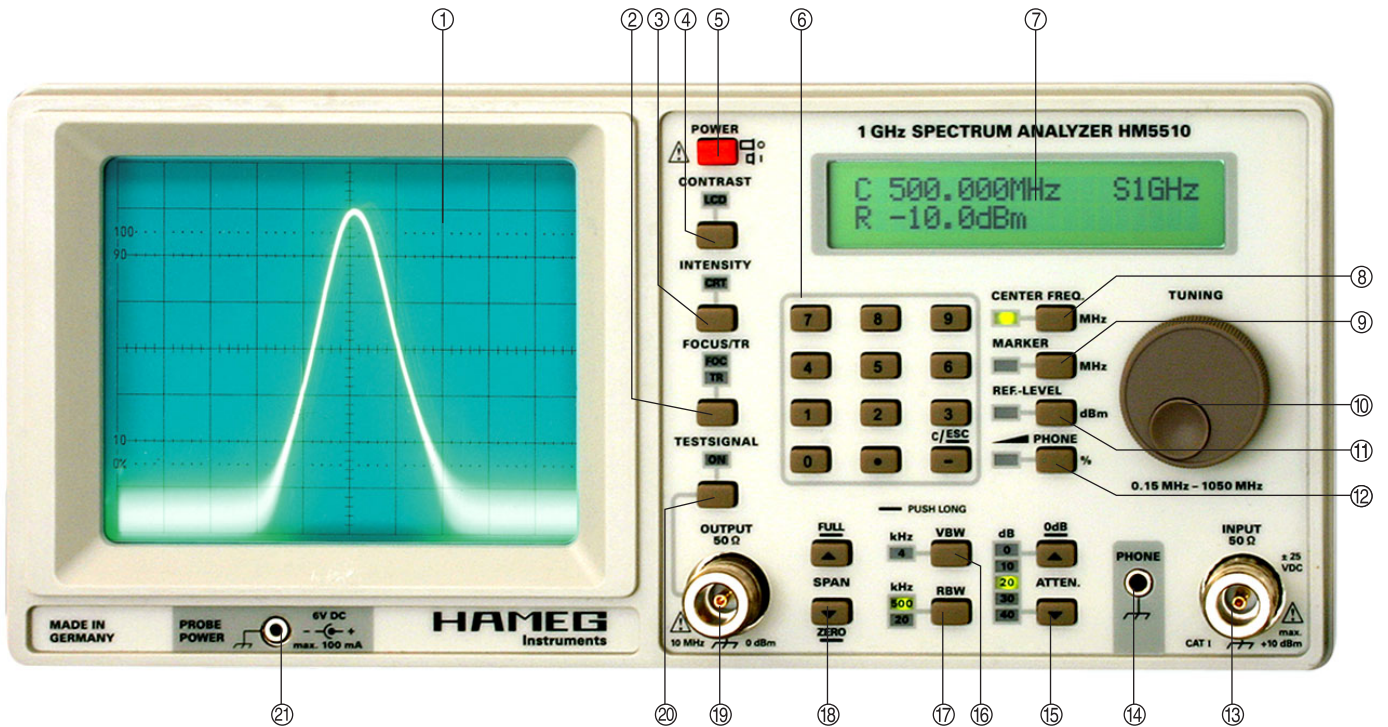
Anschließend wird die Auflösungsbandbreite (RBW) verringert und gegebenenfalls das Videofilter eingeschaltet. Mit dem Warnhinweis „UNCAL“, anstelle der REF.-LEVEL- bzw. MARKER-LEVEL-Anzeige, wird auf eine fehlerhafte Amplitudenanzeige hingewiesen. Dann ist der SPAN für die Einschwingzeit des Filters (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 Eingangsschwächung (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 Trace-Rotation
- 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 und PHONE % ⑫
- ⑪ **REF.-LEVEL**  
Referenzpegel einstellen
- ⑫ **PHONE %**  
Kopfhörerlautstärke einstellen
- ⑬ **INPUT 50Ω**  
Messeingang, N-Buchse, max. 25V<sub>DC</sub> oder Amplitude max. +10 dBm !
- ⑭ **PHONE**  
Kopfhöreranschluss; 3,5mm Klinenstecker
- ⑮ **ATTEN.**  
Eingangsabschwächer
- ⑯ **VBW**  
Videobandwith, Filter zur Reduktion von Rauschteilen
- ⑰ **RBW**  
Resolution Bandwith, Auflösungsbandbreite 20kHz und 500kHz
- ⑱ **SPAN**  
Messbereichsumfang 1 MHz bis 1000 MHz, Zerospan
- ⑲ **OUTPUT 50Ω**  
Ausgang des Testsignals
- ⑳ **TESTSIGNAL**  
10 MHz Testsignal an OUTPUT 50Ω ⑲ zuschalten
- ㉑ **PROBE POWER**  
6V<sub>DC</sub> Stromversorgung, Nahfeldsonden HZ560; 2,5 mm Klinenstecker

Bedienelemente und Geräteanschlüsse

Vorbemerkung

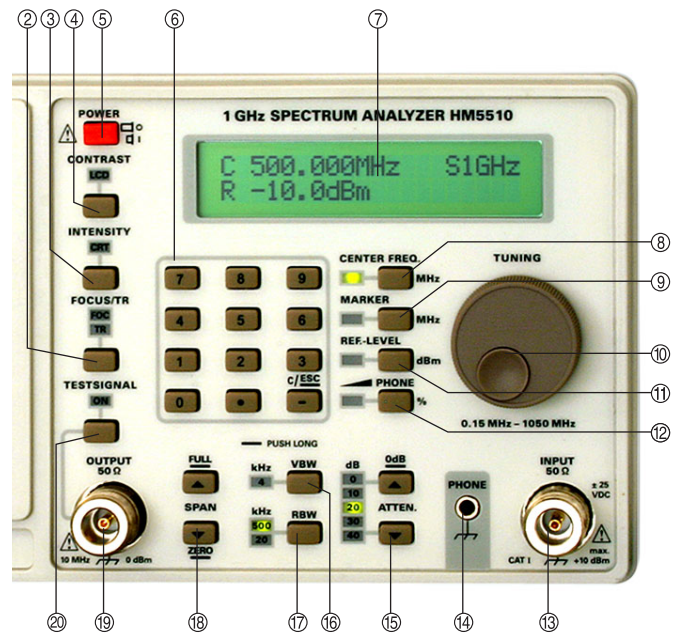
Der TUNING-Drehknopf ⑩ kann zur Einstellung der Parameter verschiedener Funktionen benutzt werden. Bei Erreichen der Einstellgrenzen ertönt ein akustisches Signal. Die Auswahl der Funktionen erfolgt mit den links vom Drehknopf angeordneten Funktionstasten. Die ausgewählte Funktion wird mit einer der 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. ⑧ Mittenfrequenz
- MARKER ⑨ Markerfrequenz
- REF.-LEVEL ⑪ Referenzpegel
- PHONE % ⑫ Kopfhörerlautstärke

Die Bedienelemente im Einzelnen

- ① **Bildschirm** – Kathodenstrahlröhre (CRT)
- ② **FOCUS / TR**  
Toggelfunktion Fokussierung / Trace-Rotation  
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-Drehknopf 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 (eingerastet), 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]. 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. M293.002MHz) 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 und PHONE % ⑫ 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 -10.0dBm“) 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 einstellen.  
Lautstärkeeinstellung für das Kopfhörersignal 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.

**Tastendruck „kurz“:** Lautstärkeeinstellung einschalten, LED leuchtet.

**Betätigen einer anderen Funktion:**  
Lautstärkeeinstellung ausschalten, LED dunkel

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

- ⑬ **INPUT 50Ω** – Messeingang, max. 25V<sub>DC</sub>  
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 ≥8Ω und einem 3,5mm Klinkenstecker

bestimmt. Die Lautstärkeinstellung 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 10 dB bis 40 dB in 10 dB-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 0 dB-Stellung beträgt der höchste darstellbare Signalpegel -30 dBm, jedoch sollte diese Stellung nur wenn absolut erforderlich benutzt werden.

Bitte beachten Sie:

Wegen der besonders empfindlichen Eingangsstufe kann die 0 dB-Stellung nur durch „langes“ Drücken erreicht werden, wenn zuvor die 10 dB-Stellung vorlag. Damit soll ein versehentliches Einschalten der 0 dB-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 Spektrumanalysator 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.

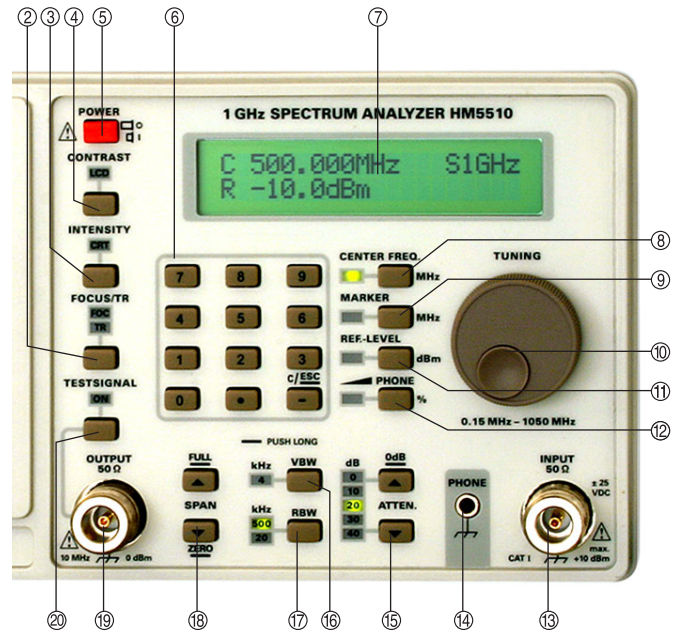


16 **VBW** – Filter zur Reduktion von Rauschteilen  
Das Videofilter (VBW = Videobandwidth) dient zur Mittelung und damit zur Reduktion von Rauschteilen. Bei der Messung kleiner Pegelwerte, die in der Größenordnung des durchschnittlichen Rauschens liegen, kann das Video-Filter (Tiefpass) zur Rauschminderung 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 Zwischen-



frequenzverstärkers 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 Spektrumanalysator 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.

18 **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 ⑧ 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

$$50 \text{ MHz} = (300 \text{ MHz} - \text{SPAN} / 2) \text{ bis}$$

$$550 \text{ MHz} = (300 \text{ MHz} + \text{SPAN} / 2) \text{ gemessen.}$$

#### 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 ⑧ bestimmten Frequenz, mit der vorliegenden 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.

#### ⑲ OUTPUT 50 Ω – Ausgang des Testsignals

N-Buchse mit einer Quellimpedanz von 50 Ω.

Bei eingeschaltetem OUTPUT ⑲ wird ein 10 MHz Signal mit einem Pegel von 0 dBm ( $\pm 3$  dB) auf den Ausgang geschaltet. Dies kann über ein 50 Ω Kabel direkt mit INPUT 50 Ω ⑬ verbunden und zur Überprüfung der korrekten Funktion des Analysatoreingangs benutzt werden.

#### ⑳ TESTSIGNAL – Testsignal 10 MHz zuschalten

#### ㉑ PROBE POWER – 6 V<sub>DC</sub> 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 maximal 100 mA belastbar ist.



Hersteller  
Manufacturer  
Fabricant

HAMEG Instruments GmbH  
Industriestraße 6  
D-63533 Mainhausen

KONFORMITÄTSERKLÄRUNG  
DECLARATION OF CONFORMITY  
DECLARATION DE CONFORMITE

**HAMEG**<sup>®</sup>  
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

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 / Imunité: Tabelle / table / tableau A1.

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

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

Datum /Date /Date  
15. 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.

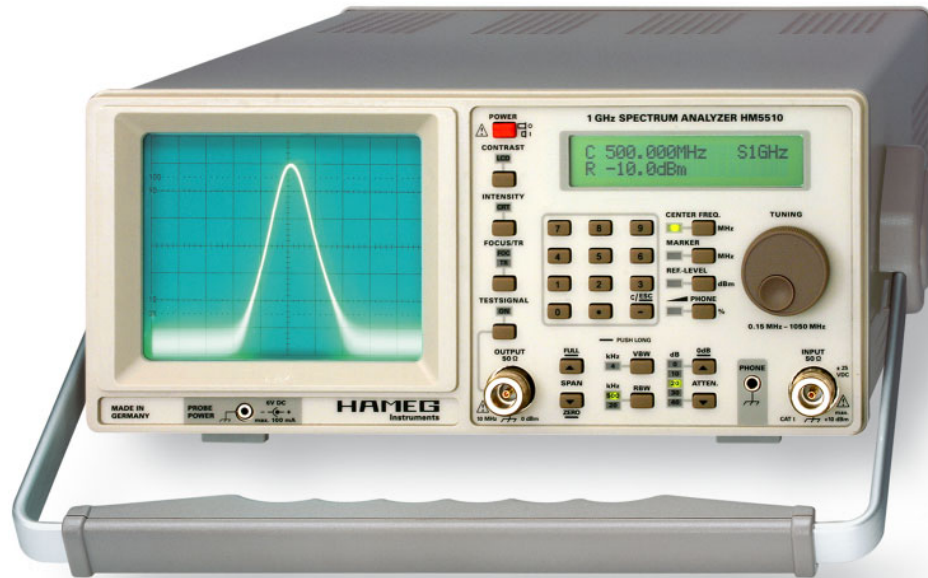
HAMEG Instruments GmbH

<b>Deutsch</b>	<b>2</b>
<b>Français</b>	<b>40</b>
<b>Español</b>	<b>58</b>

### English

<b>General remarks concerning the CE marking</b>	<b>22</b>
<b>Spectrum Analyzer HM5510</b>	<b>24</b>
<b>Specifications</b>	<b>25</b>
<b>Important hints</b>	<b>26</b>
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 and repair	28
Maintenance	28
Protective switch off	28
Power Supply	28
Change of line fuse	28
<b>Basics of measurement</b>	<b>29</b>
Attenuation and amplification	29
Dezibel dB	29
Relative level	29
Absolute level	29
Attenuation	29
<b>Introduction to spectrum analysis</b>	<b>30</b>
Analysis amplitude vs. time	30
Analysis amplitude vs. frequency	30
FFT (Fast Fourier transform) analysis	30
<b>Spectrum analyzers</b>	<b>31</b>
Real time spectrum analyzers	31
Superheterodyne spectrum analyzers	31
<b>Features of spectrum analyzers</b>	<b>32</b>
Frequency measurement	32
Stability	32
Resolution	32
Noise	32
Video filter	32
Sensitivity – maximum input levels	33
Frequency response	33
Tracking generator	33
<b>Concept of the HM5510</b>	<b>33</b>
<b>Introduction to the operation of the HM5510</b>	<b>33</b>
<b>First measurements</b>	<b>34</b>
<b>Controls and displays</b>	<b>35</b>
<b>Controls and connection</b>	<b>36</b>

# 1 GHz Spectrum Analyzer HM5510



Frequency range: 150 kHz to 1050 MHz

Resolution bandwidths: 20 kHz and 500 kHz

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

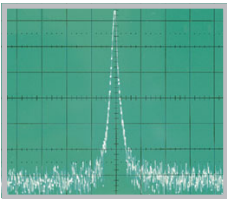
Highly stable temperature-compensated reference oscillator

Phase synchronous direct digital synthesis (DDS)

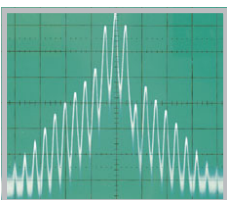
Keyboard allows precise and reproducible frequency settings

HM5510 Test signal output

Unmodulated HF signal



HF signal  
amplitude modulated





## 1 GHz Spectrum Analyzer HM5510 Specifications

(Valid at 23 degr. C after a 30 min. warm-up period.)

### Frequency Characteristics

Frequency Range:	0.15 MHz to 1.050 GHz
Stability:	±5ppm
Ageing:	±1 ppm/year
Frequency Resolution:	1 kHz (6½ -digit in readout)
Center Frequency Range:	0 to 1.050 GHz
LO Frequency Generation:	TCXO with DDS (Digital Frequency Synthesis)
Span Setting Range:	Zero-Span and 1 MHz – 1000 MHz (1-2-5 Sequence)
Marker:	
Frequency Resolution:	1 kHz, 6½ digit,
Amplitude Resolution:	0.5 dB, 3½ digit
Resolution Bandwidths	
(RBW) @ 3dB:	500 kHz and 20 kHz
Video filter (VBW):	4 kHz
Sweep Time:	20 ms

### Amplitude Characteristics (Marker Related) 150 kHz – 1 GHz

Measurement Range:	-100 dBm to +10 dBm
Scaling:	10 dB/div.
Display Range:	80 dB (10dB/div.)
Amplitude Frequency Response (at 10 dB Attn., Zero Span and RBW 500 kHz, Signal – 20 dBm):	±3 dB
Display (CRT):	8 x 10 division
Amplitude Scale:	logarithmic
Display Units:	dBm
Parameter Display (LCD):	2 lines, 20 characters each, Center Frequency, Span Marker Frequency, Reference Level, Marker Level
Input Attenuator Range:	0 – 40 dB (10 dB increments)
Input Attenuator Accuracy rel. to 10 dB:	±1 dB
Max. Input Level (continuous)	
10 – 40 dB attenuation:	+20 dBm (0.1 W)
0 dB attenuation:	+10 dBm
Max. DC Voltage:	±25 V
Range of Reference Level:	-100 dBm to +10 dBm
Reference Level Accuracy rel. to 500 MHz, 10 dB Attn., Zero Span and RBW 500 kHz:	±2 dB
Min. Average Noise Level:	approx. -100 dBm (RBW 20 kHz)
Intermodulation Ratio typical >75 dBc (2 Signals: 200 MHz, (3rd Order):	203 MHz, – 3 dB below Reference Level)
Harmonic Distortion Ratio (2nd harm.):	typical >75 dBc (200 MHz, Reference Level)
Bandwidth Dependent Amplitude Error rel. to RBW 500 kHz and Zero Span:	±1 dB

### Inputs / Outputs

Measurement Input:	N-socket
Input Impedance:	50 Ω
VSWR (Attn. ≥ 10 dB):	typ. 1.5 : 1
Supply Voltage for Probes (HZ530):	6 V <sub>DC</sub>
Audio output (phone):	3.5 mm Ø jack
Test Signal output:	N-socket, output Impedance 50 Ω
Frequency:	10 MHz
Level:	0 dBm (±3 dB)

### Functions

Keyboard Input:	Center Frequency, Reference
Rotary Encoder Input:	Center Frequency, Reference Level, Marker, Intensity (CRT), Contrast (LCD),

### Miscellaneous

CRT:	D14-363GY, 8 x 10 cm with internal graticule
Acceleration Voltage:	approx. 2 kV
Trace Rotation:	adjustable on front panel
Ambient Temperature:	+10° C to +40° C
Power Supply:	105 - 253 V, 50/60 Hz ± 10%, CAT II
Power Consumption:	approx. 31 W at 230 V/50Hz
Safety class:	Safety class I (EN61010-1)
Dimensions (W x H x D):	285 x 125 x 380 mm, with adjustable, lockable tilt handle
Color:	techno-brown
Weight:	approx. 5.6 kg

### Accessories supplied:

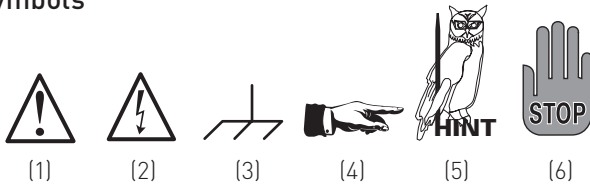
Spectrum Analyzer HM5510, Line Cord, Operators Manual,  
2 x Adapter N to BNC

**Optional accessories:** HZ520 Antenna; HZ530 Near field  
Probe Set for EMI Diagnosis; HZ575 Converter (75Ω →  
50Ω)

www.hameg.com

## Important hints

### Symbols



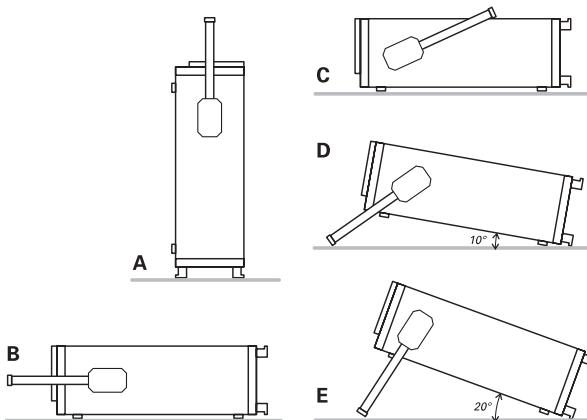
- Symbol 1: Attention, please consult manual  
 Symbol 2: Danger! High voltage!  
 Symbol 3: Ground connection  
 Symbol 4: Important note  
 Symbol 5: Hints for application  
 Symbol 6: Stop! Possible instrument damage!

### 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 (handle) position.

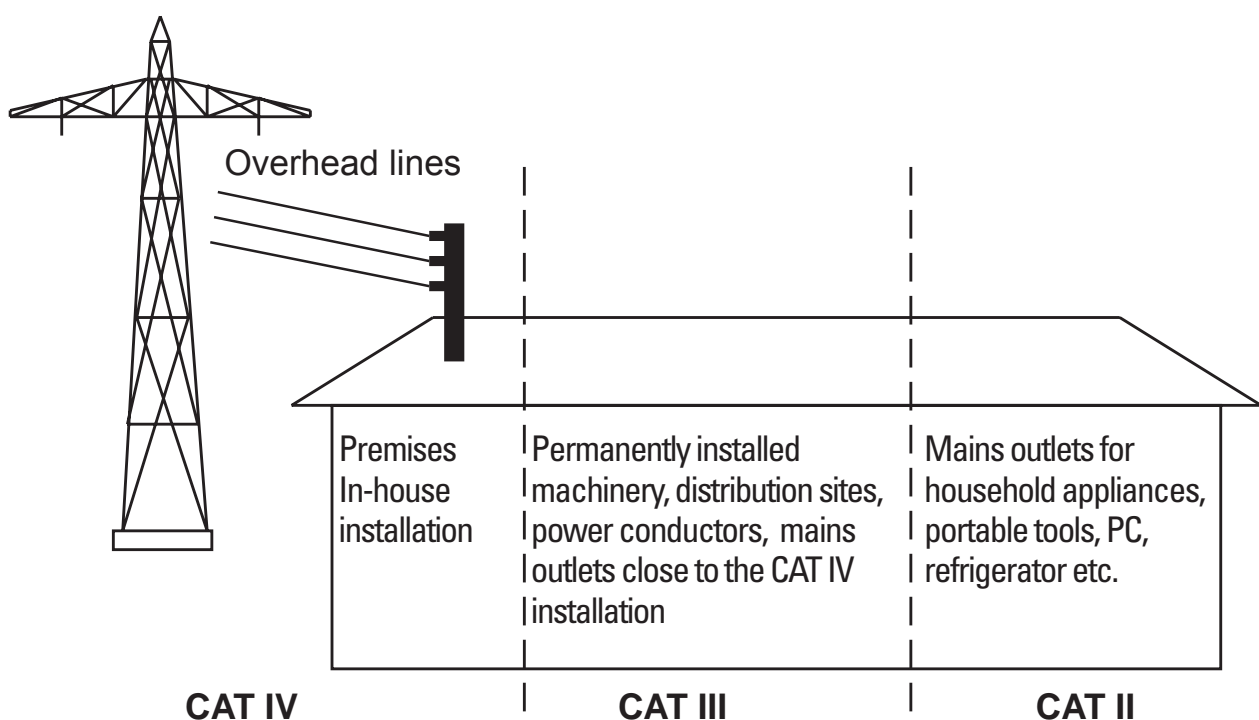
 **Do not block the ventilation holes.**

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 and repair

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.

In case of reclamations during the two years warranty period please contact the dealer from whom you purchased your HAMEG instrument. Customers from the Federal Republic of Germany may directly contact HAMEG for warranty processing in order to speed up the procedure.



The proceeding of repairs during the warranty period is subject to our terms of warranty which are available on our web-site <http://www.hameg.com>

Even after expiry of the warranty period please do not hesitate to contact our HAMEG customer service for repairs and spare parts.

### Return Material Authorization (RMA):

Before sending back your instrument to HAMEG do apply for a RMA number either by fax or on the Internet: <http://www.hameg.de>.

If you do not have suitable packaging for the instrument on hand please contact the HAMAG sales department (Tel.: +49 (0) 6182/800 300, E-mail: [vertrieb@hameg.de](mailto:vertrieb@hameg.de)) to order an empty original cardboard box.

### 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 benzine (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

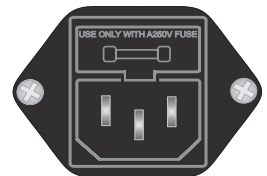
The instrument operates on mains/line voltages between 105VAC and 254VAC. No line voltage selector.

### 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.

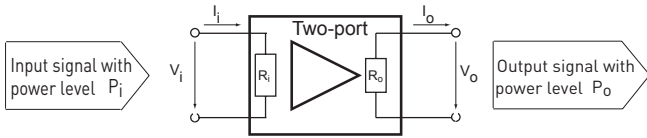
Type of fuse:  
Size 5 x 20 mm;  
250 V AC, C, IEC 127, p. III;  
DIN 41662 (or DIN 41571, p. 3).  
Slow blow: T 0.8 A.



# 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:  $g_p = \frac{P_o}{P_i} = \frac{V_i \times I_i}{V_o \times I_o} = g_u \times g_i$  or efficiency factor  $\eta$

## 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:

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



**HINT** 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:

$20 \lg \frac{V}{1V}$  in dBV

$20 \lg \frac{V}{1mV}$  in dBmV

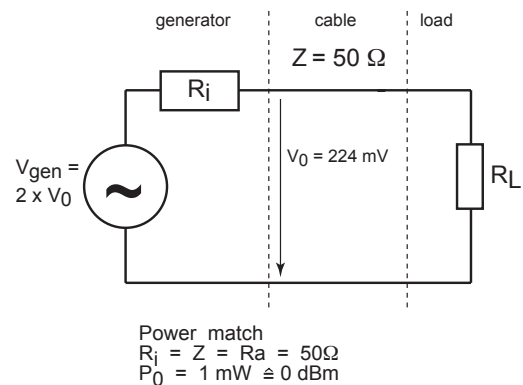
$20 \lg \frac{V}{1\mu V}$  in dB $\mu$ V

Absolute power levels:

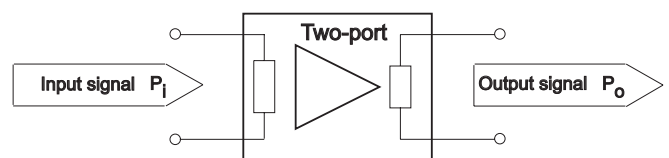
$10 \lg \frac{P}{1W}$  in dBW

$10 \lg \frac{P}{1mW}$  in dBmW

this is equivalent to 224 mV across a 50  $\Omega$  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.

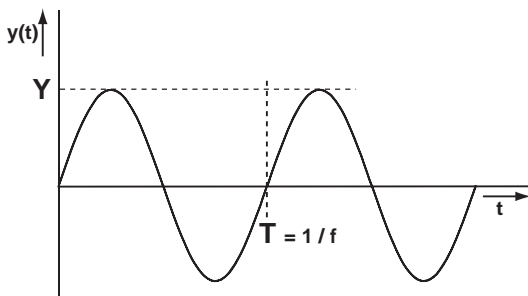
**Analysis amplitude vs. time**

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.

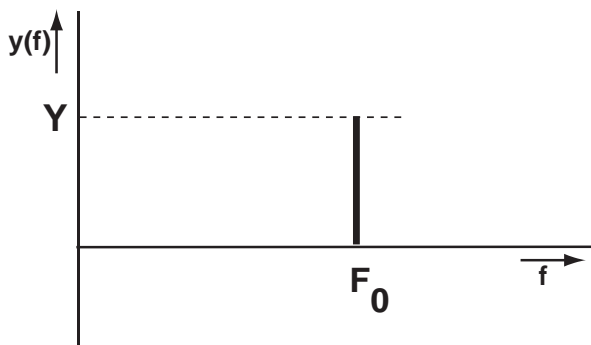
The simplest signal is the sine wave as described by:

$$Y(t) = Y \times \sin(2\pi \times \frac{t}{T})$$



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

$$y(f) = F_0$$

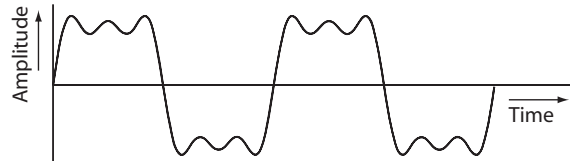


**Analysis amplitude vs. frequency**

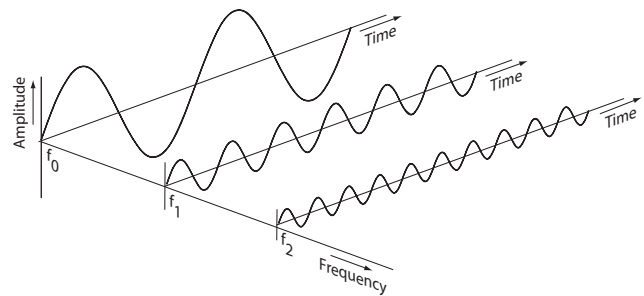
The representation of a signal in the frequency domain is given by amplitude vs. frequency, it is important to note that only the amplitudes of the frequencies contained in a signal are preserved, the phase or time relationship between them is

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.)

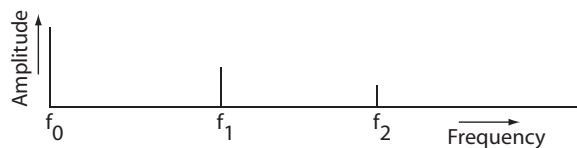
As an example the following signal is first shown in the amplitude vs. time domain:



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.

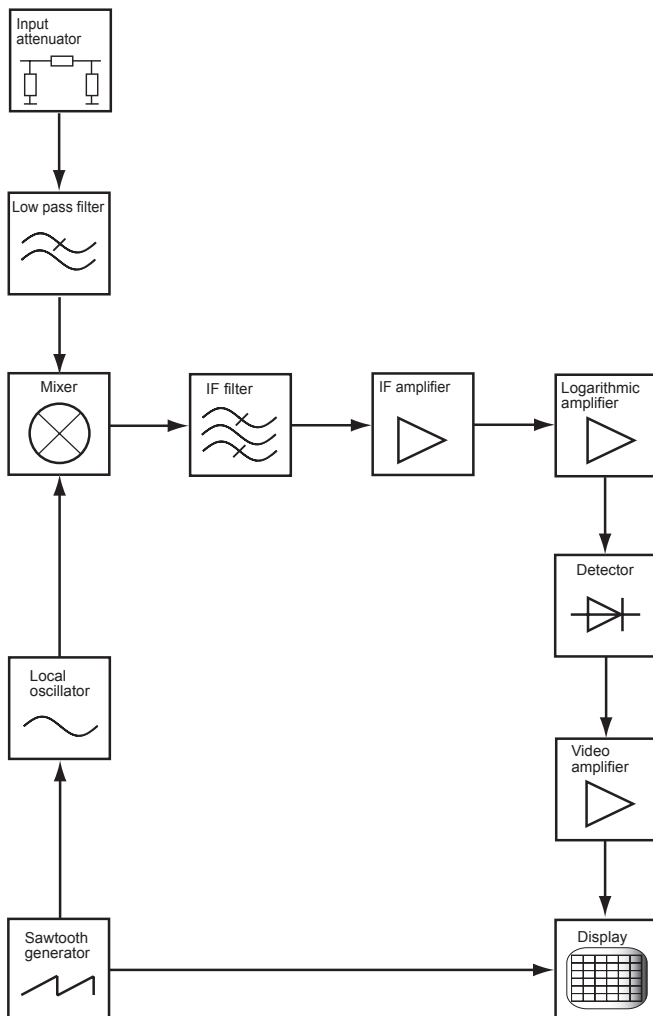
Spectrum analyzers which feature a so-called tracking generator allow measurements on two-ports, e.g. filters, amplifiers.

### 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 super-heterodyne 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 localoscillator (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.



**HINT** 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 1<sup>st</sup> 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 bandpass 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 HM5510 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.

## Concept of the HM5510

The HM5510 is a spectrum analyzer for the range of 150 kHz to 1050 MHz. The signal to be analyzed must repeat periodically.

The analyzer uses the superheterodyne principle. The 1<sup>st</sup> mixer mixes the input with the local oscillator signal and converts the signal to the 1<sup>st</sup> IF. There are 2 more mixer stages with different IFs. The 3<sup>rd</sup> 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 1<sup>st</sup> (left) graticule line, the highest to the last (10<sup>th</sup>).



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

## Introduction to the operation of the 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 1<sup>st</sup> mixer. With the attenuator at 0 dB the following input levels must not be exceeded:**

**+10 dBm (0.7 V<sub>rms</sub>) HF**

**±25 V<sub>DC</sub>**

**With the attenuator at 40 dB: max. 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 1<sup>st</sup> local oscillator passes through the 1<sup>st</sup> 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 max.  $\pm 25$  V and that the HF level is +10 dBm.

### Attenuator

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

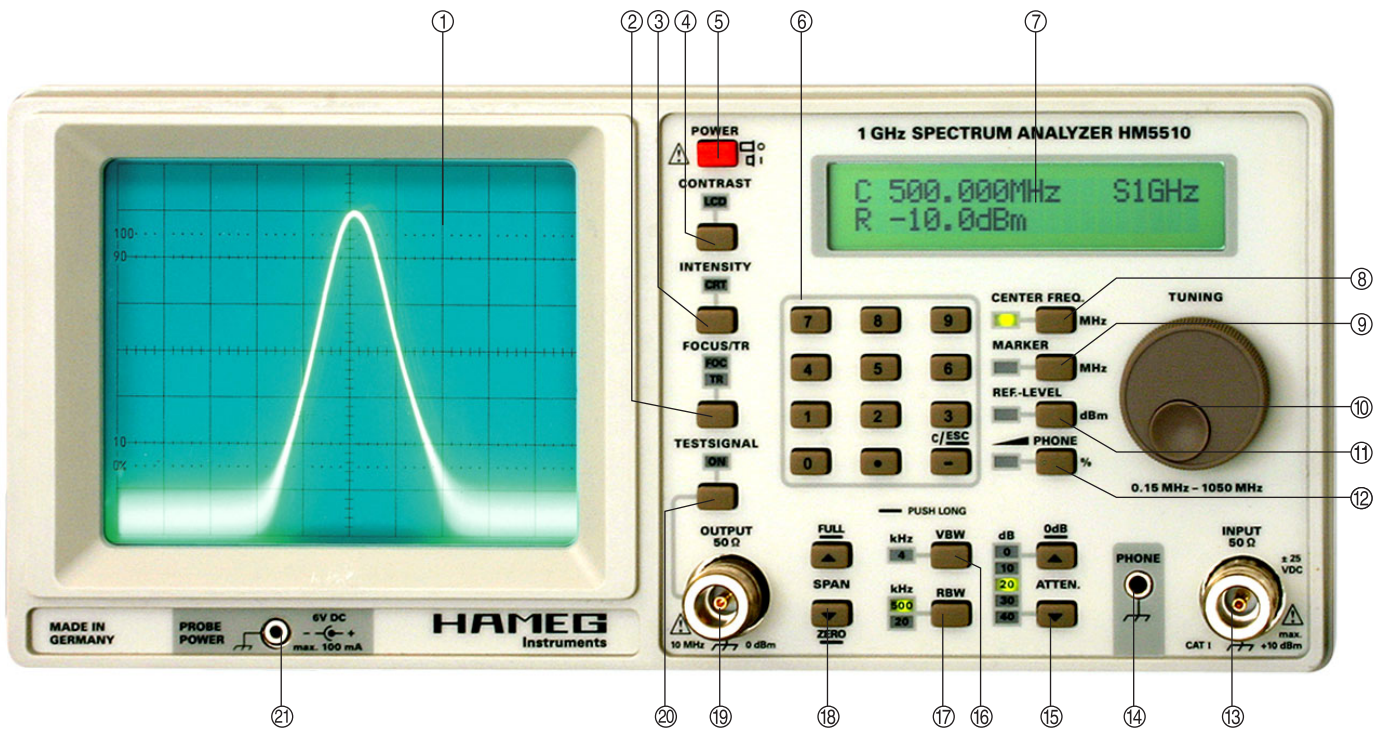
Full span (S1GHz) measurements are in general only useful for a coarse overview. Decreasing the span will require to first change the center frequency (CENTER FREQ) so as to move the signal into the display center, then change the span.

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 **Screen (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 **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 and PHONE % ⑫.
- ⑪ **REF.-LEVEL:** Reference level
- ⑫ **PHONE%:** Volume of headphone
- ⑬ **INPUT 50Ω:** Input, N-connector, max. 25V<sub>DC</sub>, +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:** Test signal output
- ⑳ **TESTSIGNAL:** Test signal switch
- ㉑ **PROBE POWER:** 6V<sub>DC</sub> for Hameg field probes HZ560; 2.5mm 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

Description of controls

① Sreen (CRT)

② FOCUS / TR  
Toggle function. Adjustment by TUNING knob 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.

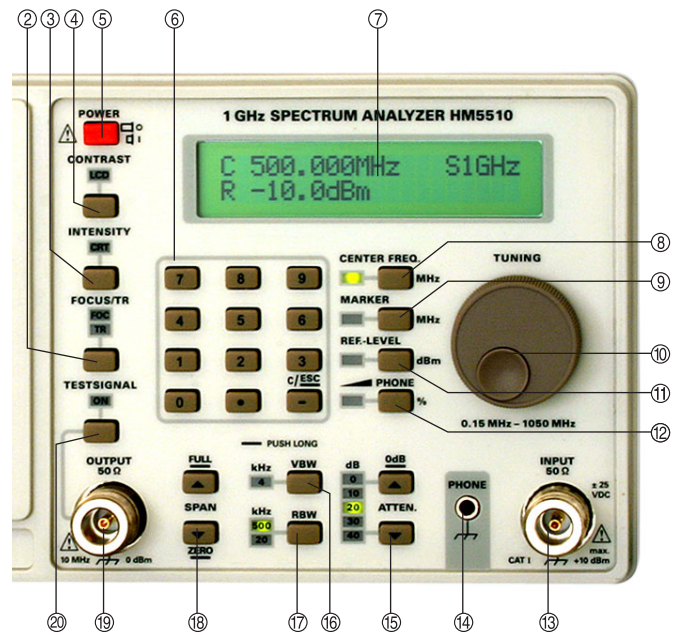
③ INTENSITY – Select with the key and adjust with the knob for a moderately bright display. Too much intensity will have the adverse effect of trace blooming (poor focus) and will not reveal more signal details. Normally, intensity and focus are adjusted together as they interact. First set the intensity 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, O OFF. After turn-on the LCD display will show the firmware version for several seconds. Wait approx. 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 and REF.-LEVEL. 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, MARKER ⑨, REF.-LEVEL ⑪ and PHONE % ⑫. 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.

The connector ⑭ is a 3.5 mm type and destined for headphones with an impedance  $\geq 8 \Omega$ .

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!

**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.

⑬ **INPUT 50Ω** – Measurement input, max. 25 V<sub>DC</sub> 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  $\geq 8 \Omega$ . The volume can be set after activating PHONE-LEVEL % ⑫ with the TUNING knob 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!**



⑯ **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.**



⑰ **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.

- 18 **SPAN** - The span is 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.

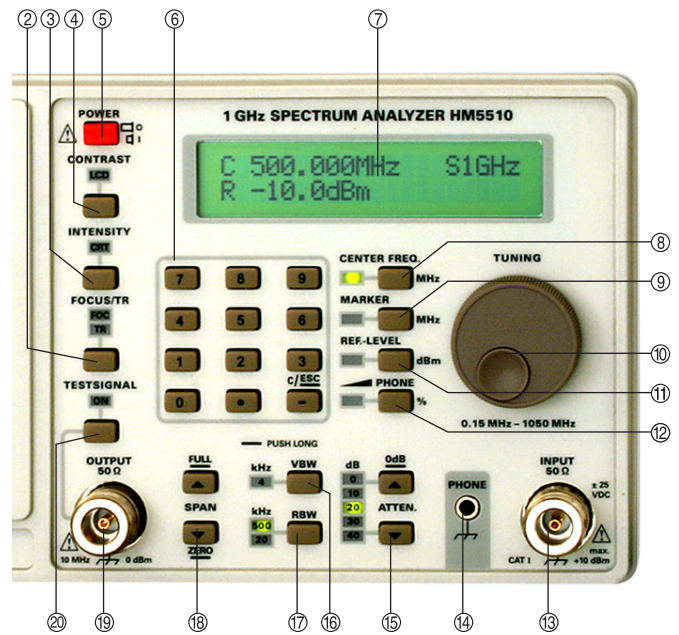
In order to exit zero span press one of the span pushbuttons shortly, the instrument will return to the span selected before entering zero span.

**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.

- 19 **OUTPUT 50Ω** – N connector, Test signal output  
 If this output is activated a 10 MHz signal is activated of 0 ±3 dBm is available here. This may be connected to the analyzer input and displayed.
- 20 **TESTSIGNAL** – SIGNAL. The pushbutton turns the test signal on or off.
- 21 **PROBE POWER** – 6 V<sub>DC</sub>/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**<sup>®</sup>  
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

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 / Imunité: Tabelle / table / tableau A1.

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

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

Datum / Date / Date  
15. 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

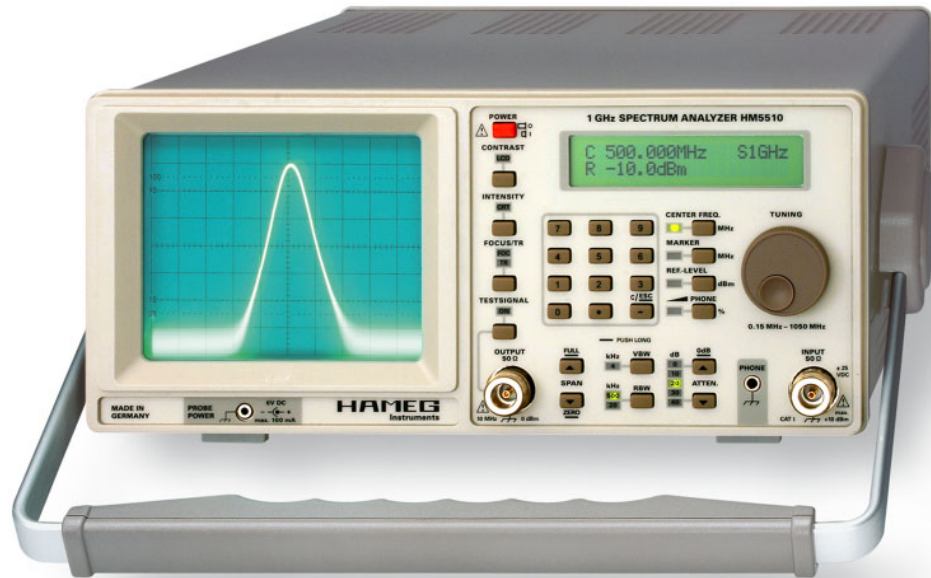
Il peut arriver que le déclenchement se déclenche, lorsque des transitoires rapides (burst) sont induits dans l'appareil, directement, ou par le câble secteur, ou par les cordons de mesure ou de télécommande. Celui-ci peut également se déclencher par une décharge électrostatique induite directement ou 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



<b>Deutsch</b>	<b>2</b>	<b>Concept du HM5510</b>	<b>52</b>
<b>English</b>	<b>22</b>	Ecran (CRT)	52
<b>Español</b>	<b>58</b>	<b>Introduction à l'utilisation du HM5510</b>	<b>52</b>
<b>Français</b>		Utilisation	52
		Intensité, focus	53
<b>Déclaration de conformité CE</b>	<b>40</b>	<b>Premières mesures</b>	<b>53</b>
<b>Information générale concernant le marquage CE</b>	<b>40</b>	Réglages	53
<b>Analyseur de spectre HM5510</b>	<b>42</b>	ATTN. Atténuation d'entrée	53
<b>Caractéristiques techniques</b>	<b>43</b>	Réglage de la fréquence	53
<b>Remarques importantes</b>	<b>44</b>	RBW (bande passante de résolution)	53
Symboles portés sur l'appareil	44	Valeurs mesurées	53
Déballage	44	<b>Eléments de commande et affichage</b>	<b>54</b>
Mise en place de l'appareil	44	<b>Commandes et connexions</b>	<b>55</b>
Transport	44	<b>Description des commandes</b>	<b>55</b>
Stockage	44		
Sécurité	44		
CAT I	44		
Conditions de fonctionnement	45		
Garantie et Réparation	45		
Entretien	46		
Coupure de sécurité	46		
Alimentation	46		
Remplacement du fusible d'alimentation	46		
<b>Notions de base des mesures</b>	<b>47</b>		
Atténuation et amplification	47		
Décibel, dB	47		
Niveau relatif	47		
Niveau absolu	47		
Atténuation	47		
<b>Introduction à l'analyse spectrale</b>	<b>48</b>		
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		
<b>Types d'analyseurs de spectre</b>	<b>49</b>		
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		
<b>Caractéristiques de l'analyseur de spectre</b>	<b>50</b>		
Mesures de fréquence	50		
Stabilité	50		
Résolution	50		
Bruit	50		
Filtre Vidéo	51		
Sensibilité, niveau d'entrée maximum	51		
Réponse en fréquence	51		

# Analyseur de spectre 1 GHz HM5510



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

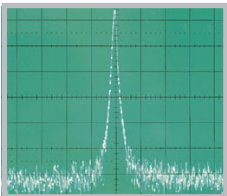
Synthèse numérique directe à synchronisation de phase (DDS)

Oscillateur de référence à haute stabilité compensé en température

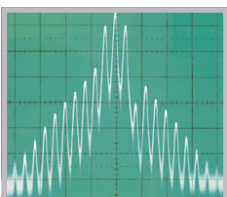
Clavier pour des réglages précis et reproductibles de la fréquence

HM5510 avec générateur de signal test

Signal HF sans modulation



Signal HF modulé en Amplitude



## Analyseur de spectre 1GHz HM5510

Caractéristiques à 23°C après période de chauffe de 30 minutes

### Fréquence

Gamme de fréquence:	0,15 MHz à 1,050 GHz
Stabilité:	±5 ppm
Vieillessement:	±1 ppm/an
Précision de l'affichage:	1 kHz (6½ digit)
Gamme de fréquence centrale:	0 à 1,050 GHz
Générateur de fréquence:	TCXO avec DDS (synthèse numérique directe)
Excursion:	Zero-Span et 1 MHz – 1 GHz (Séquence 1-2-5)
Marqueur:	
Résolution fréquentielle:	1 kHz, 6½ digit,
Résolution d'amplitude:	0,5 dB, 3½ digit
Bande passante de résolution	
RBW @ [3 dB]:	500 kHz et 20 kHz
Filtre vidéo (VBW):	4 kHz
Durée de balayage:	20ms

### Amplitude (utilisation du marqueur) 150 kHz – 1 GHz

Gamme de mesure:	-100 dB à +10 dbm
Echelle:	10 dB/div
Gamme d'affichage:	80 dB (10 dB/div)
Réponse en fréquence (attn. de 10 dB, Zero Span, et RBW 500 kHz, Signal -20 dBm):	± 3 dB
Affichage (CRT):	8 x 10 divisions
Affichage:	échelle logarithmique
Unité d'affichage:	dBm
Affichage LCD:	2 lignes à 20 caractères, fréquence centrale, Span fréquence et niveau du marqueur, niveau de référence
Atténuateurs d'entrée:	0 à 40 dB (10 dB par pas)
Précision de l'atténuateur d'entrée	
par rapport à 10 dB:	± 1 dB
Niveau d'entrée max.	
atténuation 40 dB:	± 20 dB (0,1 W)
atténuation 0 dB:	± 10 dB
Tension max. d'entrée:	± 25 V
Variation du niveau de référence:	-100 dBm à +10 dBm
Précision du niveau de référence à 500 MHz, attn. 10 dB, Zero Span, et RBW 500 kHz:	±2 dB
Niveau de bruit moyen minimum:	env. -100 dBm (RBW 20 kHz)
Intermodulation (3ème ordre):	mieux que 75 dBc (2 signaux : 200 MHz et 203 MHz, -3 dB sous le niveau de référence)
Distorsion harmonique (2ème harmonique) :	mieux que 75 dBc (200MHz, niveau de référence)
Erreur d'amplitude liée a la bande passante par rapport à RBW 500 kHz et Zero Span:	± 1 dB

### Entrées / sorties

Entrée:	prise N
Impédance d'entrée:	50 Ω
Pont de mesure VSWR (attn. 10 dB):	typ. 1,5:1
Tension d'alimentation de la sonde HZ530:	6 V <sub>DC</sub>
Sortie audio:	prise jack, Ø 3,5mm
Sortie du signal de test:	prise N, impédance de sortie: 50Ω
Fréquence:	10 MHz
Niveau:	0 dBm (± 3 dB)

### Fonctions

Clavier:	fréquence moyenne, niveau de référence
Codeur:	fréquence moyenne, niveau de référence, marqueur, intensité (CRT), contraste (LCD), focus, rotation de trace

### Divers

Tube cathodique:	D14-363GY, 8 x 10 cm avec graticule interne
Tension d'accélération:	env. 2 kV
Inversion:	réglable en façade
Temp. de fonctionnement:	10°C à 40°C
Alimentation:	105-253 V, 50/60 Hz ± 10%, CAT II
Consommation:	env. 31 W à 230 V/50Hz
Protection:	classe I (EN61010-1)
Dimensions (L x H x P):	285 x 125 x 380 mm, poignée réglable
Couleur:	techno-brun
Poids:	env. 5,6 kg

### Accessoires fournis:

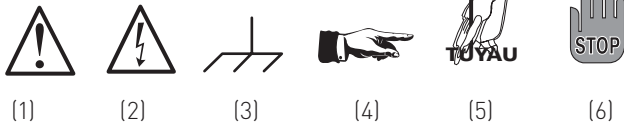
Analyseur de spectre HM5510, câble d'alimentation, Notice d'utilisation, 2 x adaptateur N – BNC HZ21

**Optional accessories:** antenne HZ520; coffret de sondes de champ proche HZ530; HZ575 Converteur (75Ω → 50Ω)

www.hameg.com

## Remarques importantes

### Symboles portés sur l'appareil

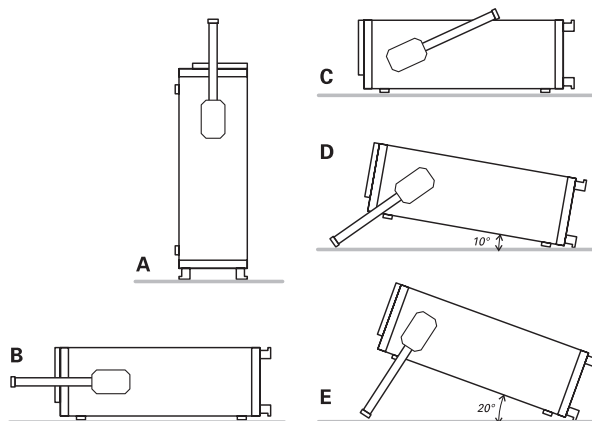


- (1) Attention consultez la notice
- (2) Danger – Haute tension !
- (3) Connexion de masse
- (4) Remarque importante
- (5) Remarque d'utilisation
- (6) STOP! Risque de dommage pour l'appareil

### 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'enclenchera 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 2200V<sub>DC</sub>.


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 inversement à la distance qui les sépare de leur source.


- 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.

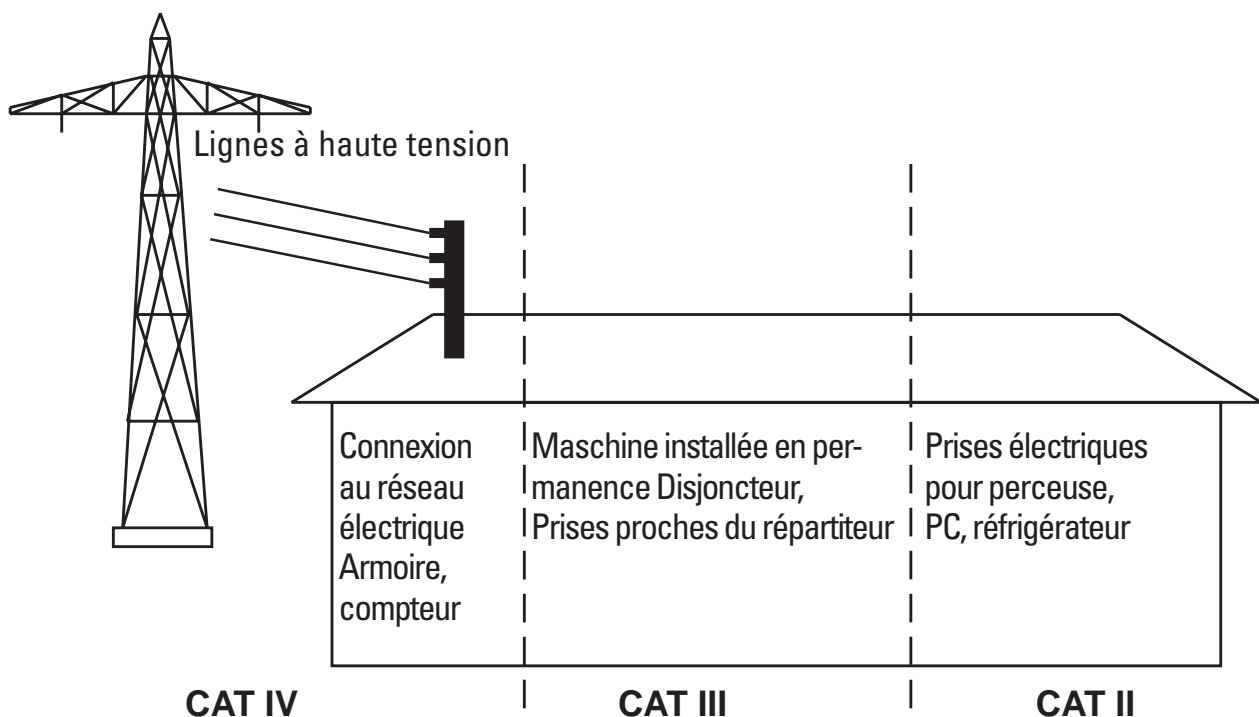
Si pendant le transport ou le stockage l'appareil a été exposé à une basse température ou s'il s'est formé de la condensation, il faut prévoir un temps d'acclimatation d'environ 2 heures avant mise en route. La position de fonctionnement de l'appareil peut être quelconque; cependant la circulation d'air (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-pelucreux. 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

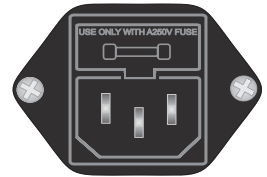
Cet appareil est conçu pour fonctionner avec une tension d'alimentation secteur comprise entre 105V et 254V alternatifs, aucun dispositif de commutation de la tension secteur n'a été prévu.

### 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.

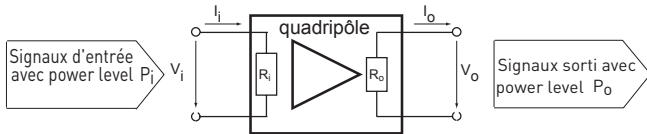
Type du fusible :  
taille 5x20mm, 0,8A, 250V;  
il doit satisfaire aux spécifications IEC 127 feuille III (soit DIN 41 662 soit DIN 41 571, feuille 3).  
Coupure : temporisée (T) 0,8A.



# 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:  $g_p = \frac{P_o}{P_i} = \frac{V_o \times I_o}{V_i \times I_i} = g_v \times g_c$

## 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 :

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



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:

$$20 \lg \frac{V}{1V} \quad \text{en dBV}$$

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

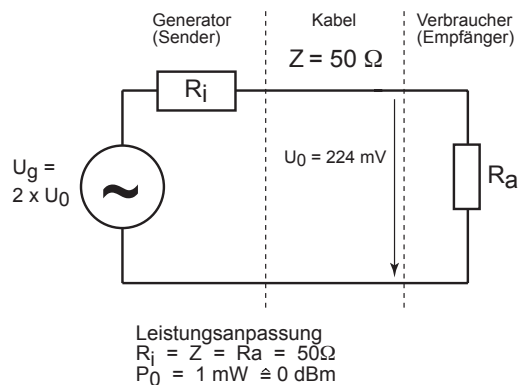
$$20 \lg \frac{V}{1\mu V} \quad \text{en dB}\mu V$$

Niveau absolu de puissance:

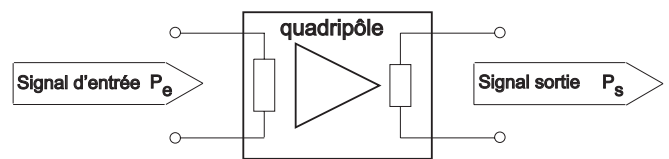
$$10 \lg \frac{P}{1W} \quad \text{en dBW}$$

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

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



## Atténuation



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

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

## 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.

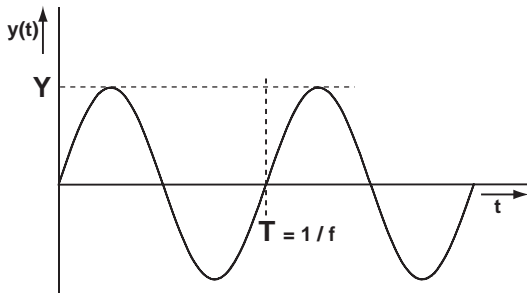
## Analyse de l'amplitude en fonction du temps

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.

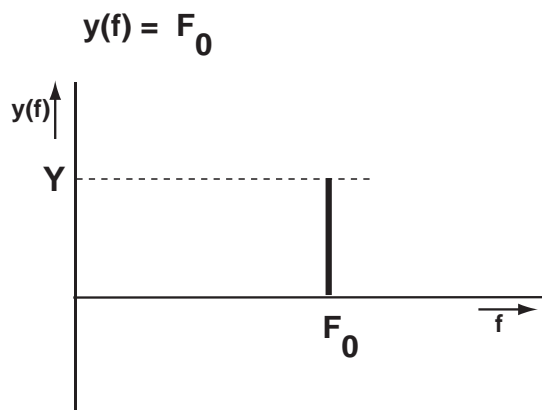
Chaque signal périodique peut se représenter en mode temporel et fréquentiel équivalent.

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

$$Y(t) = Y \times \sin\left(2\pi \times \frac{t}{T}\right)$$



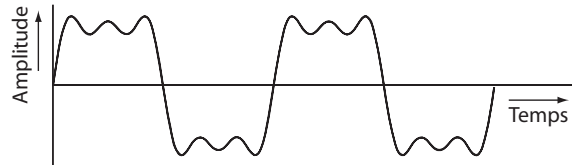
Le même signal représenté dans le domaine fréquentiel ressemblera à ceci:



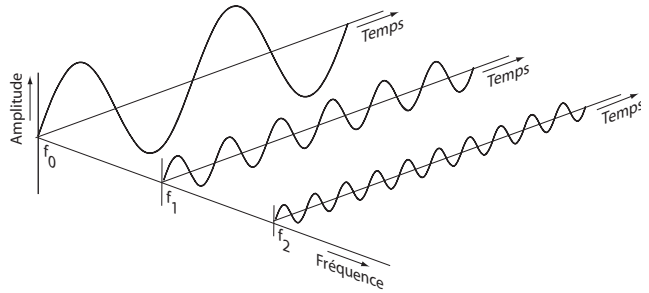
## Analyse de l'amplitude en fonction de la fréquence

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.

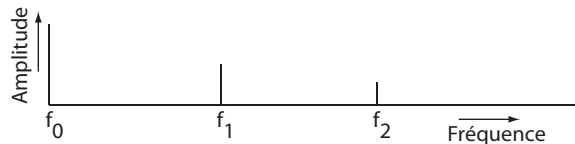
Dans l'exemple suivant le signal est présenté en premier lieu en amplitude en fonction du temps:



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 100kHz) 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.

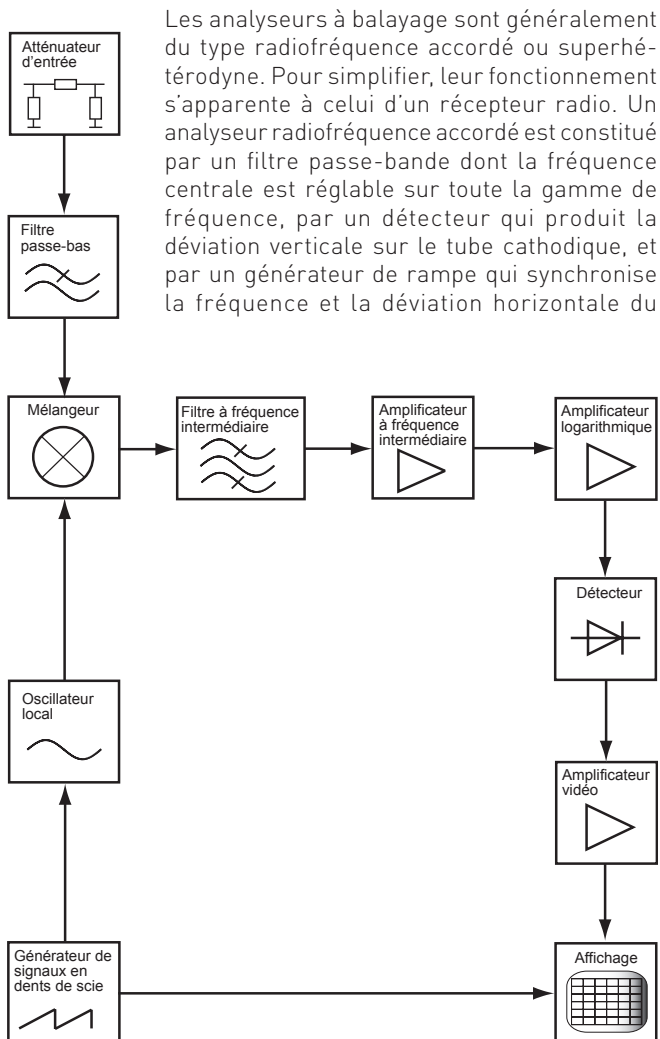
Les exemples typiques sont: les distorsions sur un signal sinusoïdal, une faible modulation d'amplitude, des mesures sur des signaux en AM ou en FM comme la fréquence de la porteuse, la profondeur de modulation, la fréquence de modulation, le glissement de fréquence.

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



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

Les propriétés du filtre passe-bande IF déterminant la qualité et la résolution de l'appareil sont un des nombreux avantages de cette technique. 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)  
 $f_{\text{IF}}$  = 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  $f_{\text{LO}}$ . La différence entre cette fréquence et la fréquence d'entrée donne la première fréquence intermédiaire  $f_{\text{IF}}$ . 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  $f_{\text{LO}}$  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 ( $f_{\text{LO}}$ ) et du spectre d'entrée ( $f_{\text{inp}}$ )  
 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 ( $f_{\text{LO}}$ ) et du spectre d'entrée ( $f_{\text{inp}}$ )  
 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  $\frac{1}{2}$  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 associée 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 3dB du filtre IF. Le rapport de la bande passante à 60dB (en Hz) sur la bande passante à 3dB (en Hz) est appelé facteur de forme du filtre.

Plus ce facteur est faible, plus l'analyseur est capable de distinguer des signaux rapprochés d'amplitude égale. Si le facteur de forme du filtre est de 15, deux signaux dont l'amplitude diffère de 60dB 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 20kHz 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 et 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 plus le balayage de la fréquence sera lent et 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 du 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, 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.

## Concept du HM5510

L'analyseur de spectre HM5510 réalise 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 HM5510

### 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:  $\pm 10$  dBm ( $0,7 V_{eff}$ ) alternatif ou  $\pm 25$  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  $\pm 25$  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 du 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 -40dB, ajouter un atténuateur externe ayant une atténuation et une puissance appropriées.

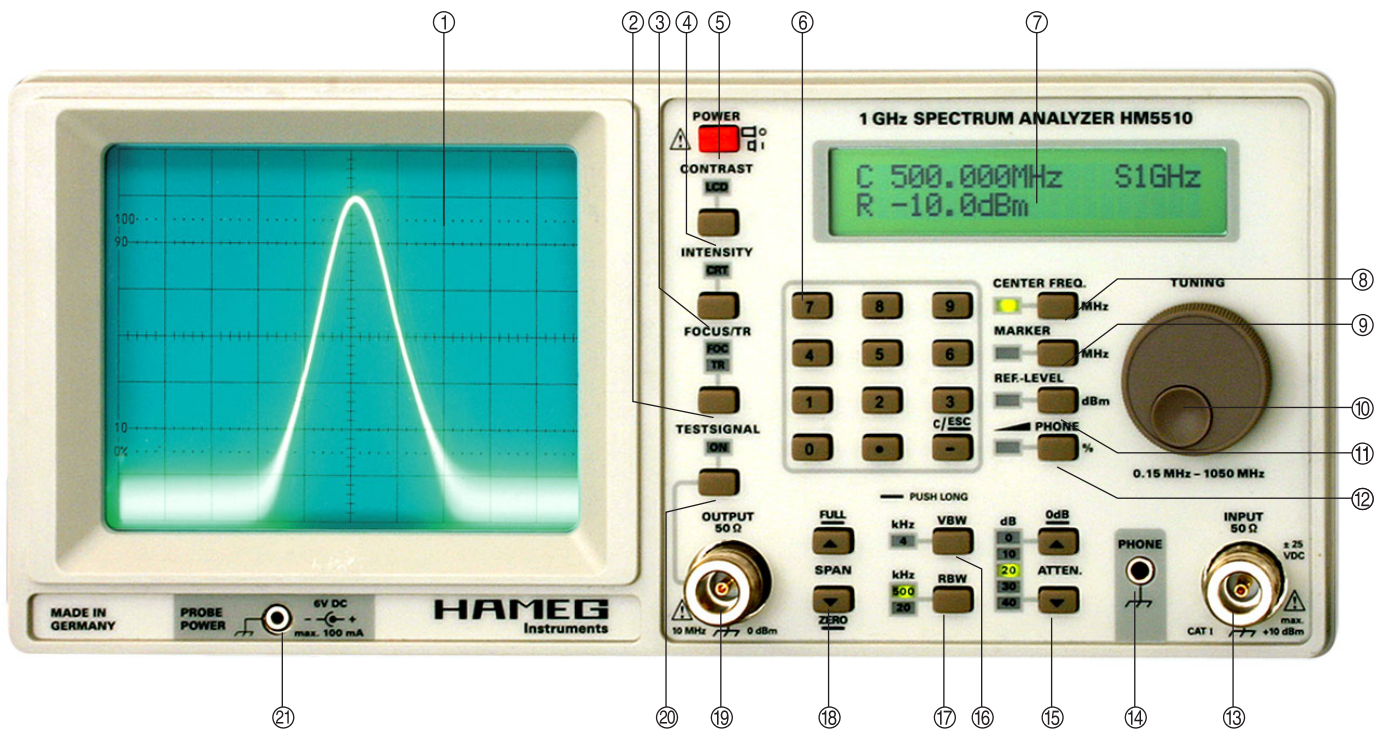
Les mesures à pleine excursion (Full Span) (S 1GHz) ne servent généralement qu'à obtenir une vue d'ensemble du spectre. Pour une analyse précise il faudra réduire l'excursion. Pour ce faire, commencez par amener le signal examiné au centre de l'écran en réglant la fréquence centrale (CENTER FREQ.), ensuite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

Si nécessaire vous pouvez réduire la bande passante de résolution (RBW) à 20kHz 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 mesures

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 et PHONE % ⑫.
- ⑪ **REF.-LEVEL:** Niveau de référence
- ⑫ **PHONE %:** Volume de l'écouteur ⑭  
appui long: Volume de l'écouteur ⑭
- ⑬ **INPUT 50Ω:** entrée Prise N max.  $\pm 25 V_{DC}$ , +10 dBm HF.
- ⑭ **PHONE:** Sortie audio (démodulation) fiche Jack  $\varnothing$  3,5 mm
- ⑮ **ATTEN.:** Atténuateur d'entrée
- ⑯ **VBW:** (Video Band Width), filtre de bande passante vidéo (permet d'atténuer le bruit)

- ⑰ **RBW:** (Resolution Band Width), 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:** sortie du signal test
- ⑳ **TESTSIGNAL:** active le signal test
- ㉑ **PROBE POWER:** 6 V<sub>DC</sub> Alimentation des sondes de champ proche HZ530 fiche Jack  $\varnothing$  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

## Description des commandes

### ① Écran (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 contrarie 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 20s 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), et le niveau de référence (REF.-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 en 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: M293.002 MHz) 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 +2,5dB 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 ⑧, MARKER ⑨, REF.-LEVEL ⑪ et PHONE % ⑫, 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 -10.0dBm).

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.

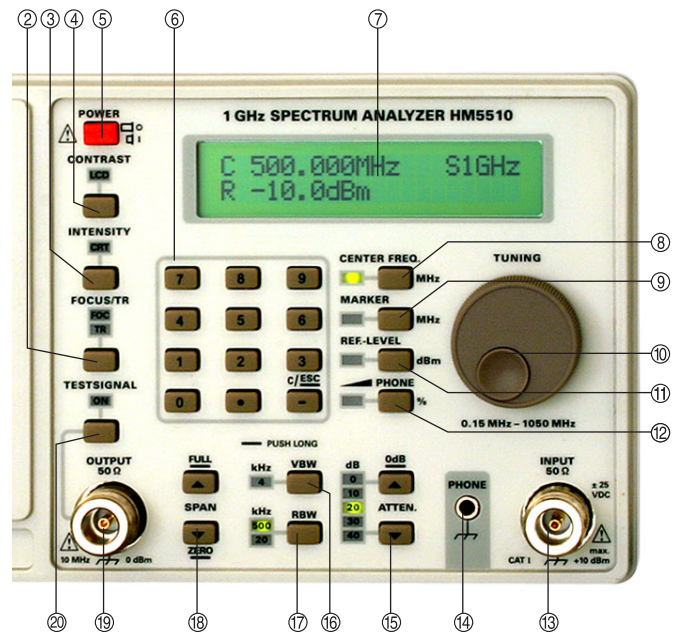
⑫ **PHONE %**: Volume de l'écouteur  
Un appui court sur cette touche permet de régler le volume d'écoute, la LED associée s'allume. Le choix d'une autre fonction désactive celle-ci.

⑬ **INPUT 50Ω**: entrée Prise N  
La tension d'entrée ne doit pas dépasser  $\pm 10\text{dBm}$  HF ( $0,7V_{\text{eff}}$ ) alternatif ou  $\pm 25\text{V}$  continu. Avec une atténuation d'entrée de 40dB, ne pas dépasser +20dBm. 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)**  
La prise est destinée au branchement d'un écouteur ayant une impédance  $\geq 8\Omega$  et équipé d'une fiche jack de 3,5mm. 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 de 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.

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 10dB et permet un réglage de 10dBm à 40dB. 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 0dB 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 0dB ne peut être activée qu'avec une pression prolongée sur la touche à partir de la position 10dB. 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 150kHz 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:** (Video Band Width), 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 20kHz ou 500kHz 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 500MHz, le balayage débute à 50MHz sur le bord gauche de l'écran et prend fin à 550MHz sur le bord droit de l'écran.

$$\begin{aligned} 50 \text{ MHz} &= 300 \text{ MHz} - \frac{1}{2} \text{ SPAN} \text{ et} \\ 550 \text{ MHz} &= 300 \text{ MHz} + \frac{1}{2} \text{ SPAN} \end{aligned}$$

#### 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 500MHz et 1GHz, 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. ⑧ 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 ⑩.

#### 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 ⑩.

- ⑲ **OUTPUT 50Ω:** Connecteur N, sortie du signal test. Lorsque cette sortie est activée un signal à 10 MHz de  $0 \pm 3 \text{ dB}$  est disponible. Il peut être connecté à l'entrée de l'analyseur pour être affiché.
- ⑳ **TESTSIGNAL:** active/désactive le signal test.
- ㉑ **PROBE POWER:** 6V<sub>DC</sub> Alimentation des sondes de champ proche HZ530 fiche Jack Ø 2,5 mm





**KONFORMITÄTSERKLÄRUNG  
DECLARATION OF CONFORMITY  
DECLARATION DE CONFORMITE  
DECLARACIÓN DE CONFORMIDAD**

Hersteller / Manufacturer / Fabricant / Fabricante:  
HAMEG Instruments GmbH · Industriestraße 6 · D-63533 Mainhausen

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  
HAMEG Instruments GmbH certifica la conformidad para el producto

Bezeichnung: Spektrum-Analysator  
Product name: Spectrum Analyzer  
Designation: Analyseur de spectre  
Descripción: Analizador de espectros

Typ / Type / Type / Tipo: HM5510

mit / with / avec / con: -

Optionen / Options /  
Options / Opciones: -

mit den folgenden Bestimmungen / with applicable regulations /  
avec les directives suivantes / con las siguientes directivas:

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  
Directiva EMC 89/336/CEE enmendada por 91/263/CEE, 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  
Directiva de equipos de baja tensión 73/23/CEE enmendada por 93/68/EWG

Angewendete harmonisierte Normen / Harmonized standards applied /  
Normes harmonisées utilisées / Normas armonizadas utilizadas:

Sicherheit / Safety / Sécurité / Seguridad:

EN 61010-1:2001 (IEC 61010-1:2001)  
Messkategorie / Measuring category / Catégorie de mesure: I

Verschmutzungsgrad / Degree of pollution / Degré de pollution / Nivel de  
polución: 2

Elektromagnetische Verträglichkeit / Electromagnetic compatibility /  
Compatibilité électromagnétique / Compatibilidad electromagnética:

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

Störfestigkeit / Immunity / Imunitee / inmunidad:  
Tabelle / table / tableau / tabla A1.

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

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

Datum / Date / Date / Fecha  
15. 07. 2004

Unterschrift / Signature / Signatur / Signatura

Manuel Roth  
Manager

## Indicaciones generales en relación al mercado CE

Los instrumentos de medida HAMEG cumplen las prescripciones técnicas de la compatibilidad electromagnética (CE). La prueba de conformidad se efectúa bajo las normas de producto y especialidad vigentes. En casos en los que hay diversidad en los valores de límites, HAMEG elige los de mayor rigor. En relación a los valores de emisión se han elegido los valores para el campo de los negocios e industrias, así como el de las pequeñas empresas (clase 1B). En relación a los márgenes de protección a la perturbación externa se han elegido los valores límite válidos para la industria. Los cables o conexiones (conductores) acoplados necesariamente a un osciloscopio para la transmisión de señales o datos influyen en un grado elevado en el cumplimiento de los valores límite predeterminados. Los conductores utilizados son diferentes según su uso. Por esta razón se debe tener en cuenta en la práctica las siguientes indicaciones y condiciones adicionales respecto a la emisión y/o a la impermeabilidad de ruidos.

### 1. Conductores de datos

La conexión de aparatos de medida con aparatos externos (impresoras, ordenadores, etc.) sólo se debe realizar con conectores suficientemente blindados. Si las instrucciones de manejo no prescriben una longitud máxima inferior, ésta deberá ser de máximo 3 metros para las conexiones entre aparato y ordenador. Si es posible la conexión múltiple en el interfaz del aparato de varios cables de interfaces, sólo se deberá conectar uno. Los conductores que transmitan datos deberán utilizar como norma general un aislamiento doble. Como cables de bus IEEE se prestan los cables de HAMEG con doble aislamiento HZ72S y HZ72L.

### 2. Conductores de señal

Los cables de medida para la transmisión de señales deberán ser generalmente lo más cortos posible entre el objeto de medida y el instrumento de medida. Si no queda prescrita una longitud diferente, esta no deberá sobrepasar los 3 metros como máximo. Todos los cables de medida deberán ser aislados (tipo coaxial RG58/U). Se deberá prestar especial atención en la conexión correcta de la masa. Los generadores de señal deberán utilizarse con cables coaxiales doblemente aislados (RG223/U, RG214/U).

### 3. Repercusión sobre los instrumentos de medida

Si se está expuesto a fuertes campos magnéticos o eléctricos de alta frecuencia puede suceder que a pesar de tener una medición minuciosamente elaborada se cuelen porciones de señales indeseadas en el aparato de medida. Esto no conlleva a un defecto o paro de funcionamiento en los aparatos HAMEG. Pero pueden aparecer, en algunos casos por los factores externos y en casos individuales, pequeñas variaciones del valor de medida más allá de las especificaciones predeterminadas.

### 4. Inmunidad al ruido de osciloscopios, analizadores de espectros

#### 4.1 Campo electromagnético H

La influencia de campos eléctricos o magnéticos de radio frecuencia puede visualizarse (p. ej. RF superpuesta), si la intensidad del campo es elevada. El acoplamiento de estos campos se produce a través de la red de suministro eléctrico o los cables de medida y control, pero también por radiación directa. La radiación directa al instrumento de medida puede penetrar, a pesar del blindaje de la caja metálica, a través de los diferentes orificios de ventilación y de la pantalla.

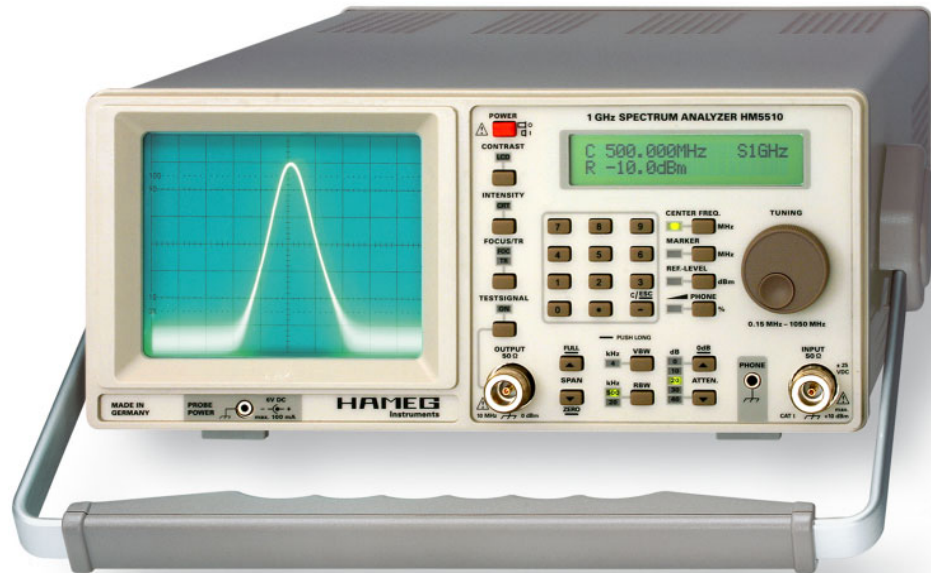
#### 4.2 Transientes rápidos / Descarga de electricidad estática

Cuando aparece un transiente rápido (Burst) y/o un acoplamiento directo vía suministro eléctrico o de forma indirecta (capacidad) vía cables de medida o control, puede ser posible que se inicie el disparo. El disparo puede iniciarse también, por una descarga estática directa o indirecta (ESD). Ya que la presentación de señales en el osciloscopio debe poder realizarse también con una amplitud de señal pequeña (<500µV), no se puede evitar un inicio del disparo y su presentación posterior, a causa de estas señales (>1kV).

HAMEG Instruments GmbH

<b>Deutsch</b>	<b>3</b>	<b>Inicio de las mediciones</b>	<b>72</b>
<b>English</b>	<b>22</b>	Ajustes	72
<b>Français</b>	<b>40</b>	ATTN. (Atenuación de entrada)	72
<b>Español</b>		RBW (Ancho de banda de la resolución)	72
 		<b>Mandos de control e indicaciones</b>	<b>73</b>
<b>Indicaciones generales en relación al mercado CE</b>	<b>58</b>	<b>Mandos de control y conexiones</b>	<b>74</b>
<b>Analizador de Espectros HM5510</b>	<b>60</b>	Comentarios previos	74
<b>Datos Técnicos</b>	<b>61</b>	Los elementos de mandos, individualmente	74
<b>Indicaciones importantes</b>	<b>62</b>		
Símbolos	62		
Desembalar el equipo	62		
Colocación del aparato	62		
Transporte	62		
Seguridad	62		
CAT I	63		
Funcionamiento predeterminado	63		
Garantía y reparaciones	64		
Mantenimiento	64		
Desconexión de seguridad	64		
Tensión de red	64		
Cambio de fusible de red del equipo	64		
<b>Principios básicos de medida</b>	<b>65</b>		
Atenuación y amplificación	65		
Nivel – Decibelios dB	65		
Nivel relativo	65		
Nivel absoluto	65		
Atenuación	66		
Introducción en el análisis espectral	66		
El dominio en el tiempo	66		
El dominio en frecuencia	66		
Análisis FFT (Fast Fourier Transformation)	67		
<b>Analizadores de espectros</b>	<b>67</b>		
Analizadores de tiempo real	67		
Analizadores de espectros superheterodinos	67		
<b>Requisitos en un analizador de espectros</b>	<b>69</b>		
Medición de frecuencia	69		
Estabilidad	69		
Resolución	69		
Ruido	70		
Filtro de vídeo	70		
Sensibilidad - Nivel de entrada máximo	70		
Respuesta en frecuencia	70		
<b>Principio de funcionamiento</b>	<b>71</b>		
Tubo de rayos catódicos (TRC)	71		
<b>Introducción en el manejo del HM5510</b>	<b>71</b>		
Puesta en funcionamiento	71		
Intensidad / Focus	72		

# Analizador de Espectros de 1 GHz HM5510



Margen de frecuencia de 150 kHz hasta 1 GHz

Margen de medida de amplitud de  $-100$  dBm hasta  $+10$  dBm

Síntesis de frecuencia digital directa, sincronizada en fase

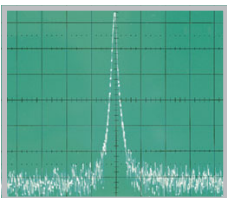
Anchos de banda de resolución (RBW): 20 kHz y 500 kHz

Teclado para la introducción de la frecuencia y los niveles

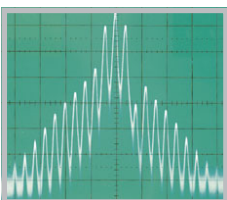
Elaboración y presentación analógica de la señal

Salida de señal de test

Señal de AF sin modular



Señal de AF modulada en AM



## Analizador de Espectros HM5510 Datos técnicos

Con 23° C, después de 30 minutos de calentamiento

### Características de frecuencia

Margen de frecuencias:	0,15 MHz hasta 1,050 GHz
Estabilidad:	±5 ppm
Envejecimiento:	±1 ppm/año
Resolución ind. de frec.:	1 kHz (6½ digit en el readout)
Ajuste de la frec. central:	0 hasta 1,050 GHz
Generación de la frecuencia:	TCXO con DDS (síntesis de frecuencia digital)
Span:	Zero-Span y 1 MHz – 1000 MHz (Secuencia 1-2-5)
Marquer:	
Resolución de frecuencia:	1 kHz, 6½ digit,
Resolución en amplitud:	0,5 dB, 3½ digit
Anchos de banda de la resolución (RBW) @ 3dB:	500 kHz y 20 kHz
Filtro de vídeo-Filtro (VBW):	4 kHz
Tiempo de barrido:	20 ms

### Características en amplitud (referido a la marca) 150 kHz-1 GHz

Margen de medida:	-100 dBm hasta +10 dBm
Escalado:	10 dB/div
Margen de indicación:	80 dB (10 dB/div)
Margen de frec. de ampl. (con 10 dB Attn., Zero Span y RBW 500 kHz, Señal -20 dBm):	±3 dB
Indicación (CRT):	8 x 10 Division
Indicación:	logarítmica
Unidad de indicación:	dBm
Indicación (LCD):	2 líneas x 20 signos, frecuencia central, Span, frecuencia de la marca, nivel de referencia, Level de la marca
Atenuador de entrada:	0 – 40 dB, (pasos de 10 dB)
Precisión del atenuador de entrada referido a 10 dB:	±1 dB
Nivel de entrada (conectado de forma continua)	
10 - 40 dB Atenuación:	+20 dBm (0,1 W)
0 dB Atenuación:	+10 dBm
Máx. tensión continua:	±25 V
Margen de nivel de referencia:	-100 dBm hasta +10 dBm
Precisión del nivel de referencia referido a 500 MHz, 10 dB Attn., Zero, Span y RBW 500 kHz:	±2 dB
Valor medio mín. de nivel de ruido:	aprox. -100 dBm (RBW 20 kHz)
Distancia intermodular (3. orden):	mejor a 75 dBc (2 señales a -30 dBm, distancia > 3 MHz)
Distancia distorsiones armónicas (2. arm.):	mejor a 75 dBc (200 MHz, nivel de referencia)
Error de amplitud dependiente del ancho de banda referido a RBW 500 kHz y Zero Span:	±1 dB

### Entradas / Salidas

Entrada de medida:	Borne N
Impedancia de entrada:	50Ω
VSWR (Attn. ≥ 10 dB):	tip. 1,5:1
Alimentación para sondas (HZ530):	6 V <sub>DC</sub>
Salida de audio (Phone):	3,5 mm Ø banana
Salida de señal de test:	Borne N, Impedancia de salida 50Ω
Frecuencia:	10 MHz
Nivel:	0 dBm (±3 dB)

### Funciones

Introducción por el teclado:	Frecuencia central, nivel de referencia
por el mando giratorio:	Frecuencia central, nivel de referencia, Marca; Intensidad (TRC), contraste (LCD)

### Varios

TRC:	D14-363GY, 8 x 10 cm, reticulación int.
Tensión de aceleración:	aprox. 2 kV
Rotación del trazo:	Ajustable desde el frontal
Margen de temperatura de funcionamiento:	+10° C hasta +40° C
Conexión a red:	105 - 253 V, 50/60 Hz ± 10%, CAT II
Consumo:	aprox. 31 W con 230 V/50Hz
Clase de protección:	Clase de protección I (EN 61010-1)
Dimensiones (An x Al x Pr):	285 x 125 x 380 mm, asa orientable
Color:	marrón-tecnico
Peso:	aprox. 5,6 kg

### Contenido del suministro:

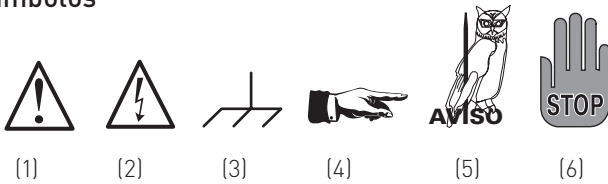
Analizador de Espectros HM5510, Manual de instrucciones, cable de red, 2 x HZ21 Adaptador N – BNC

**Accesorios opcionales:** Antena con BNC HZ520, Conjunto de sondas para medidas EMC HZ530

www.hameg.com

## Indicaciones importantes

### Símbolos

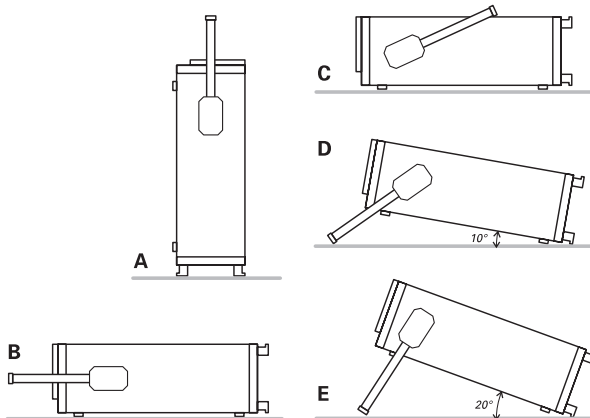


- Símbolo 1: Atención! Observe las indicaciones en el manual  
 Símbolo 2: Atención – aquí hay alta tensión  
 Símbolo 3: Conexión a tierra  
 Símbolo 4: Indicación – imprescindible tenerla en cuenta  
 Símbolo 5: Consejo!  
 Información interesante para la utilización  
 Símbolo 6: Stop! Alberga riesgo para el equipo

### Desembalar el equipo

Compruebe el contenido completo del suministro. Su tensión de red local se corresponde con la tensión del equipo? Después de desembalar el equipo, compruebe que este no tiene desperfectos causados por el transporte o que haya piezas sueltas en el interior. Informe al transporte que le ha entregado el equipo inmediatamente si encontrara algún desperfecto. Entonces no deberá poner el equipo en marcha.

### Colocación del aparato



Para que la visibilidad de la pantalla sea óptima, el aparato se puede colocar en tres posiciones (C,D,E).

Si después de su transporte en mano el aparato se apoya en posición vertical, el asa permanece en posición de transporte, (A). Para colocar el aparato en posición horizontal, el asa se apoya en la parte superior, (C). Para colocarlo en la posición D (inclinación de 10°), hay que mover el asa hacia abajo hasta que encaje automáticamente. Si requiere una posición más inclinada, sólo tiene que tirar de ella hasta que encaje de nuevo en la posición deseada (fig. E con 20° de inclinación).

El asa también permite transportar el aparato en posición horizontal. Para ello gire el asa hacia arriba y tire de él en sentido diagonal para encajarlo en pos. B. Entonces se tira del asa en dirección contraria al aparato y se apoya el equipo para poder llevarlo verticalmente (fig. A). Al soltar el asa, esta encaja en posición de reposo.

### Transporte

Aconsejamos guardar el embalaje original para cualquier tipo de transporte que se precise efectuar en el futuro. Si el equipo ha sido transportado con temperaturas extremas, se deberá mantener este apagado durante 2 horas antes de volver a ponerlo en marcha, para que pueda aclimatizarse.

### Seguridad

Este aparato ha sido construido y verificado según las Normas de Seguridad para Aparatos Electrónicos de Medida VDE 0411 parte 1ª, indicaciones de seguridad para aparatos de medida, control, regulación y de laboratorio y ha salido de fábrica en perfecto estado técnico de seguridad. Se corresponde también con la normativa europea EN 61010-1 o a la normativa internacional CEI 61010-1.

El manual de instrucciones, el plan de chequeo y las instrucciones de mantenimiento contienen informaciones y advertencias importantes que deberán ser observadas por el usuario para conservar el estado de seguridad del aparato y garantizar un manejo seguro. La caja, el chasis y todas las conexiones de medida están conectadas al contacto protector de red (tierra). El aparato corresponde a la clase de protección I.

Las partes metálicas accesibles para el usuario están comprobadas con respecto a los polos de red con 2200 V<sub>DC</sub>.

Por razones de seguridad, solamente deberá conectarse el aparato a enchufes con toma de tierra según las normas en vigor. El aparato deberá estar conectado a un enchufe de red antes de conectarlo a circuitos de señales de corriente.

Si tuviera dudas sobre el funcionamiento correcto y/o sobre la seguridad de los enchufes de red, deberá comprobar estos según la norma DIN VDE0100, parte 610.



**Queda determinadamente prohibido manipular las conexiones a tierra dentro o fuera del equipo.**

- La tensión de red local se corresponde con los valores ajustados en el equipo
- Sólo un profesional cualificado y experimentado deberá abrir el equipo
- Antes de abrir el equipo, se deberá desconectar este de red y de cualquier otro circuito

En los siguientes casos, se deberá apagar el equipo y se deberá asegurar que éste no pueda ser puesto en marcha accidentalmente:


- Hay visiblemente desperfectos en el equipo
- Hay desperfectos en el cable de red o en las conexiones
- Hay desperfectos en la base del fusible
- Hay piezas sueltas dentro del equipo
- El equipo no funciona correctamente
- Después de un almacenamiento prolongado bajo condiciones adversas (p.ej. en el exterior o en ambientes húmedos)
- Daños serios causados por transporte



**Como en la mayoría de tubos electrónicos, el tubo de rayos catódicos también produce rayos-γ. Pero en este aparato la dosis iónica es muy inferior al valor permisible de 36pA/kg.**



**Atención!**  
 Este equipo de medida debe ser utilizado sólo por personas conocedoras de los riesgos que se acumulan al medir magnitudes eléctricas.

 **Por razones de seguridad, sólo se deberá conectar el equipo a los enchufes de red que se correspondan con la normas establecidas. Queda terminantemente prohibido descomponer el cable de red. El cable de red deberá estar conectado al enchufe de red, antes que se conecte alguna circuitería y/o señal al equipo.**

**CAT I**

Las siguientes aclaraciones se refieren únicamente a la seguridad del usuario. Otros puntos de interés, como p. ej. la tensión máxima de entrada permitida, deberán extraerse de la hoja técnica del equipo y deberán tenerse en cuenta por el usuario. El uso de este equipo queda destinado a la medición de circuitos, que no están (alimentación por baterías) conectadas a la red eléctrica o no tienen una conexión galvánica a la red eléctrica. Las mediciones directas (sin separación galvánica) a circuitos de medida correspondientes a las categorías de medida II, III y IV quedan terminantemente prohibidas! Los circuitos de un objeto bajo medida, no quedan directamente conectados a red, cuando se trabaja con un transformador separador protegido, que corresponda a la clase de protección II. Es posible medir indirectamente en la red, si se utilizan convertidores adecuados (p. ej. pinzas amperimétricas), que por lo menos correspondan con las prescripciones de la categoría de clase de protección II. Al efectuar la medición, se deberá observar, la clase de protección que el fabricante ha designado a su convertidor.

**Categorías de medida CAT**

Las categorías de medida se refieren a los impulsos esporádicos (transientes) que aparecen en la red eléctrica. Los transientes son variaciones de corriente y de tensión muy cortos, muy rápidos y con una pendiente muy pronunciada. Estos pueden ser periódicos o no. La altura de los posibles transientes aumenta, según se vaya acortando la distancia hacia la fuente de la instalación de baja tensión.


CAT IV Mediciones en la fuente de baja tensión (p. ej. en contadores eléctricos)

- CAT III ediciones en instalaciones de edificios (p. ej. distribuidores de corriente, conmutadores de potencia, enchufes de instalación fija, motores de instalación fija, etc.).
- CAT II Mediciones en circuitos de corriente, conectados directamente con la red de baja tensión (p. ej. electrodomésticos, herramientas portátiles, etc.)
- CAT I Equipos electrónicos y circuitos de corriente protegidos en equipos

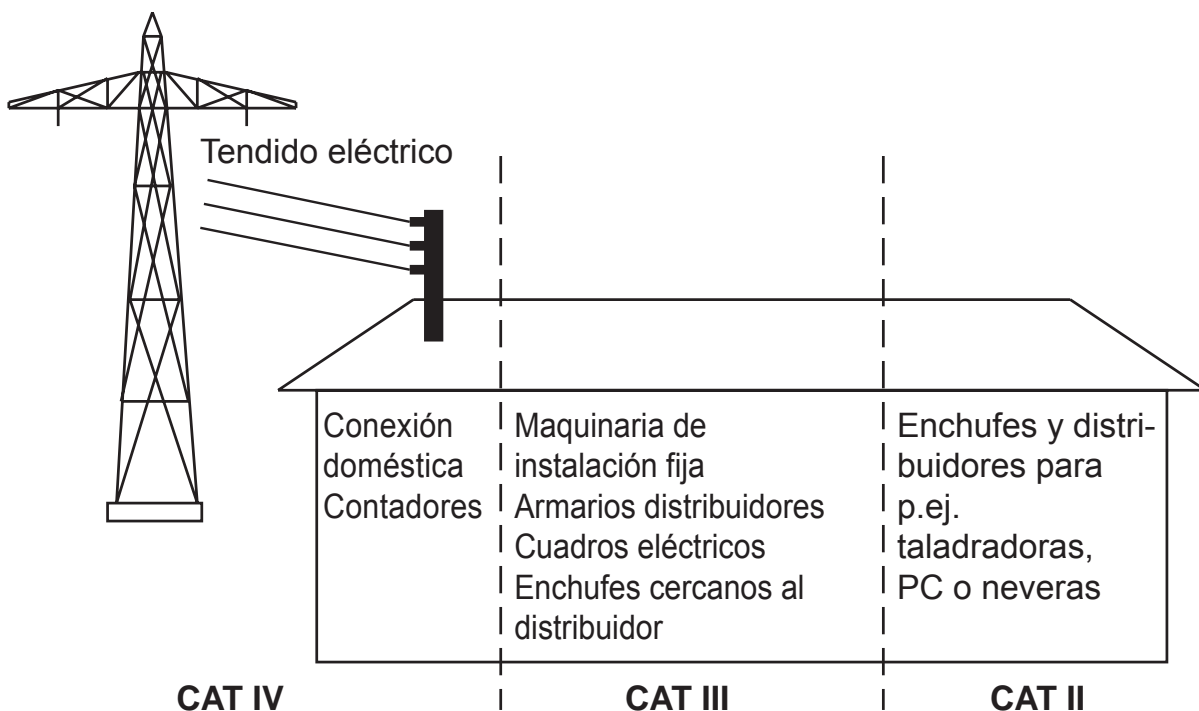
**Funcionamiento predeterminado**

El equipo ha sido determinado para ser utilizado en los ambientes de la industria, de los núcleos urbanos y empresas. El instrumento se debe utilizar en espacios limpios y secos. Por eso no es conveniente trabajar con él en lugares de mucho polvo o humedad y nunca cuando exista peligro de explosión. Se debe evitar que actúen sobre y alrededor de él sustancias químicas agresivas. El margen de temperatura ambiental admisible durante el funcionamiento: +10°C...+40°C. La temperatura permitida durante el almacenaje y el transporte queda establecida entre -40°C y +70°C. Si durante el almacenaje se ha producido condensación, habrá que climatizar el aparato durante 2 horas antes de ponerlo en marcha.

El equipo funciona en cualquier posición. Es necesario asegurar suficiente circulación de aire para la refrigeración (refrigeración por convección). Por eso, durante su funcionamiento, es preferible situarlo en posición horizontal o inclinada (sobre el asa).

 **Los orificios de ventilación siempre deben permanecer despejados.**

Los datos técnicos y sus tolerancias sólo son válidos después de un tiempo de precalentamiento de 30 minutos y a una temperatura ambiental de 23°C. Los valores sin datos de tolerancia deben considerarse como valores aproximados para una aparato normal.



### Garantía y reparaciones

Su equipo de medida HAMEG ha sido fabricado con la máxima diligencia y ha sido comprobado antes de su entrega por nuestro departamento de control de calidad, pasando por una comprobación de fatiga intermitente de 10 horas. A continuación se han controlado en un test intensivo de calidad todas las funciones y los datos técnicos.

Por favor contacte con su proveedor en caso de una reclamación durante el período de 2 años de garantía. Los clientes en Alemania pueden realizar sus reparaciones de garantía directamente con HAMEG. En otros países deberá contactar con su distribuidor habitual.

En caso de reparaciones durante el período de garantía valen nuestras condiciones de garantía, expuestas en nuestra página de internet <http://www.hameg.com>.

El servicio técnico de HAMEG está a su disposición en caso de que precise una reparación o piezas de recambio.

#### Return Material Authorization – RMA (sólo en Alemania)

Por favor solicite un número RMA por internet o fax antes de reenviar un equipo. Si no dispone de un embalaje adecuado puede pedir un cartón original vacío de nuestro servicio de ventas (Tel: +49 (0) 6182 800 300, E-Mail: [vertrieb@hameg.de](mailto:vertrieb@hameg.de)).

### Mantenimiento

Es aconsejable controlar periódicamente algunas de las características más importantes del analizador de espectros. Sólo así se puede garantizar que la presentación de todas las señales sea tan exacta como lo indican los datos técnicos. Se recomienda limpiar de vez en cuando la parte exterior del instrumento con un pincel. La suciedad incrustada en la caja, el asa y las piezas de plástico y aluminio se puede limpiar con un paño húmedo (agua con 1% de detergente suave).

Para limpiar la suciedad grasienta se puede emplear alcohol de quemar o bencina para limpieza (éter de petróleo). La pantalla se puede limpiar con agua o bencina para limpieza (pero no con alcohol ni disolventes), secándola después con un paño limpio y seco sin pelusa. Después de la limpieza, es aconsejable tratarla con un spray antiestático convencional, idóneo para plásticos.



No utilice alcohol, disolventes o detergentes agresivos. En ningún caso debe penetrar en el aparato, el líquido empleado para efectuar la limpieza. La utilización de otros productos puede dañar las superficies plásticas y barnizadas.

### Desconexión de seguridad

Este aparato viene provisto con una fuente conmutada con circuitos de protección contra la sobrecarga, intensidad y tensión. En caso de avería, puede aparecer un sonido periódico desde la fuente de alimentación, situada en la parte posterior del equipo.

### Tensión de red

El aparato trabaja con tensiones de red alternas de 105V a 250V con 50/60Hz. Por esta razón, no se ha previsto un cambio de tensión.

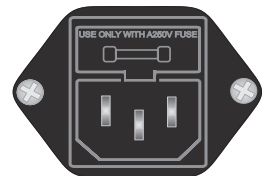
### Cambio de fusible de red del equipo

Los fusibles de entrada de red son accesibles desde el exterior. El borne de red y el portafusibles crean una unidad. El portafusibles se encuentra por encima del borne de red de 3 polos. El cambio de un fusible sólo debe efectuarse, habiendo desconectado el cable de red. Con la ayuda de un pequeño destornillador se aprietan hacia adentro las muescas que se encuentran a ambos lados del portafusibles. Véanse también las marcas en la caja. El portafusibles se desplaza gracias a unos muelles y puede ser extraído para cambiar el fusible. Hay que tener precaución que los muelles de contacto que sobresalen en los lados, no sean dañados. La introducción del portafusibles sólo es posible si la muesca inferior está en su posición correcta. El portafusibles se introduce, salvando la presión de los muelles, hasta que las muescas laterales encajan en su posición original. La utilización de fusibles «reparados» o el cortocircuito del portafusibles es ilícito. Cualquier defecto que tuviera el aparato por esta causa, no daría lugar al derecho de garantía.

#### Tipo de fusible:

Tamaño 5 x 20mm; 250V~  
IEC 127, h. III; DIN 41662  
(ó DIN 41571, h.3)

Desconexión: lenta (T) 0,8A

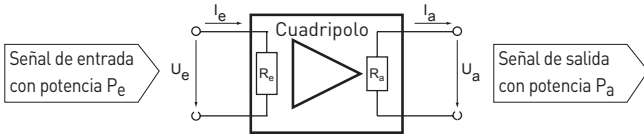




# Principios básicos de medida

## Atenuación y amplificación

La figura siguiente muestra un cuadripolo con la magnitud de entrada  $U_e$  y de salida  $U_a$ . Simplificando tomaremos  $R_e = R_a$



Amplificación de tensión:  $V_u = \frac{U_a}{U_e}$       Atenuación:  $D_u = \frac{U_e}{U_a} = \frac{1}{V_u}$

Amplificación de corriente:  $V_i = \frac{I_a}{I_e}$       Atenuación:  $D_i = \frac{I_e}{I_a} = \frac{1}{V_i}$

Amplificación de potencia:  $V_p = \frac{P_a}{P_e} = \frac{U_a \times I_a}{U_e \times I_e} = V_u \times V_i$  o grado de efectividad  $\eta$

## Nivel - Decibelios dB

El nivel es la relación logarítmica de dos magnitudes de la misma unidad. Al estar relacionadas ambas magnitudes y también las unidades como fracción, se eliminan las unidades, por lo que los niveles no tienen unidad, o dimensión. Al realizar cálculos de amplificación y atenuación se obtienen cifras, diferentes en décadas. Estas se vuelven rápidamente complicadas. Para simplificar el cálculo se utilizan niveles.

Relación de las magnitudes:  $\frac{X_1 \text{ (unidad)}}{X_2 \text{ (unidad)}}$

Nivel de las magnitudes:  $\lg \frac{X_1 \text{ (unidad)}}{X_2 \text{ (unidad)}}$  en Bel (B)

Para identificar las magnitudes de niveles, se utilizan las unidades Bel (B) y decibelios (dB). Si se utiliza en vez del logaritmo decádico el logaritmo natural, para obtener un nivel, se identifica este entonces con la "unidad" Neper (Np) [matemático inglés John Neper 1550 - 1617], que está prácticamente en desuso.

## Nivel relativo

Para caracterizar la amplificación de la potencia se utiliza generalmente el logaritmo decádico multiplicado por el factor 10. La amplificación de corriente y de tensión, se caracteriza por el factor 20 del logaritmo decádico.

## Magnitud de amplificación de la potencia:

$$v_p = 10 \lg V_p = 10 \lg \frac{P_a}{P_e}$$

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

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

## Magnitud de la amplificación de la tensión:

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

## Magnitud de la amplificación de la corriente:

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



Si la resistencia de salida del amplificador es igual a la resistencia de entrada, coinciden las magnitudes de amplificación para potencia, corriente y tensión.

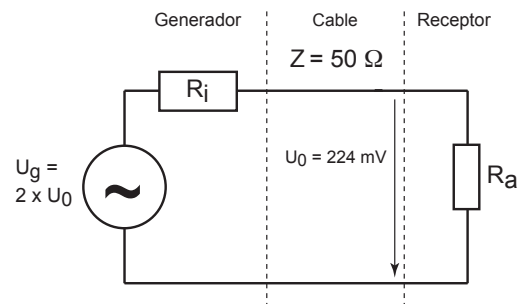
Si  $R_e = R_a$  resulta que  $\frac{R_e}{R_a} = 1$

y con ello  $10 \lg \frac{R_e}{R_a} = 0$

## Nivel absoluto

Solo es aconsejable utilizar los valores de nivel, si se conocen las correspondientes magnitudes relacionadas. Las magnitudes  $P_0$ ,  $U_0$ , e  $I_0$  pueden ser elegidas libremente. Pero para poder efectuar comparaciones, se utiliza en telecomunicaciones las siguientes magnitudes:

Partiendo de un cable coaxial adaptado:  
En la resistencia  $Z = 50 \Omega$  se tiene una tensión de  $U_0 = 224 \text{ mV}$ .  
Esto se corresponde a una potencia de  $P_0 = 1 \text{ mW}$



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

Por eso se encuentran, en el campo de la electrónica, las siguientes indicaciones de nivel:

Nivel absoluto de tensión:  $20 \lg \frac{U}{1V}$  in dBV

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

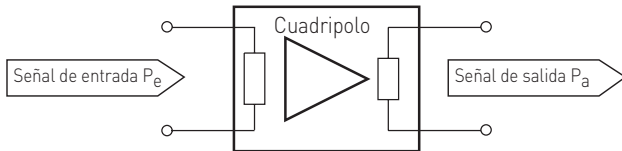
$$20 \lg \frac{U}{1\mu V} \quad \text{in dB}\mu V$$

Nivel absoluto de potencia:

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

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

**Atenuación**



Si la magnitud de salida  $P_a$  es superior a la de entrada  $P_e$ , el cuadripolo amplifica la señal.

La fracción  $\frac{P_a}{P_e}$  es mayor a 1

El nivel  $10 \lg \frac{P_a}{P_e}$  es también positivo.

Si la magnitud de salida  $P_e$  es inferior a la de entrada  $P_a$ , el cuadripolo atenúa la señal.

La fracción  $\frac{P_a}{P_e}$  es inferior a 1.

Con ello, el nivel  $10 \lg \frac{P_a}{P_e}$  es negativo.

Para calcular también en la atenuación con cifras positivas, se invierte el cociente.

Si la magnitud de salida  $P_a$  es inferior a la de entrada  $P_e$ ,

el cociente  $\frac{P_e}{P_a}$  será mayor a 1.

Al mismo tiempo, el nivel o en este caso la atenuación será nuevamente positiva con

$$a = 10 \lg \frac{P_e}{P_a}$$

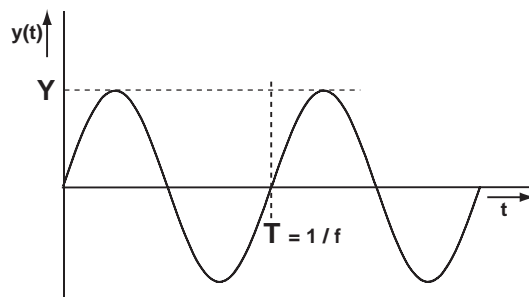
El sistema tradicional de observar señales eléctricas es el de observarlos en dominio de tiempo y amplitud.

**El dominio en el tiempo**

El dominio en el tiempo se realiza mediante la presentación de las señales con osciloscopios en el modo Yt en las coordenadas de amplitud y tiempo. Así se reconoce la información sobre la amplitud y su relación en tiempo, pero no es suficiente para caracterizar todo el conjunto de señales. Es difícil presentar una señal, que se compone de varios elementos senoidales. Un osciloscopio presenta en este caso la suma de los elementos. Pero los diferentes elementos de frecuencia y de amplitudes no quedan presentados.

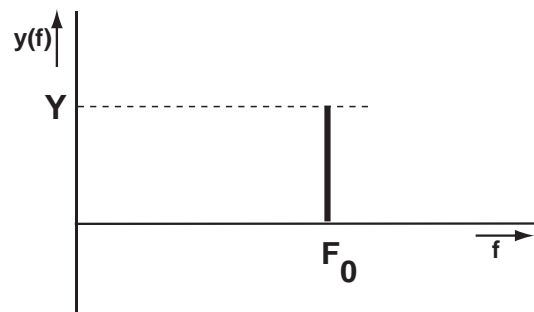
La señal periódica más simple en dominio del tiempo es una onda senoidal. Queda descrita por la siguiente ecuación:

$$Y(t) = Y \times \sin(2\pi \times \frac{t}{T})$$



La misma señal en el dominio de la frecuencia se describe con:

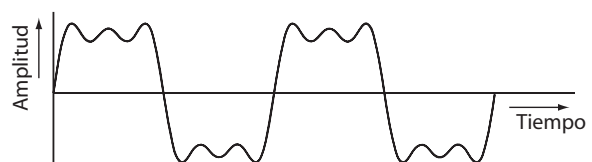
$$y(f) = F_0$$



**El dominio en frecuencia**

En vez de presentar una señal en dominio de tiempo, esta se puede presentar en dominio de frecuencia en dos coordenadas, correspondientes a amplitud y a frecuencia. La señal queda entonces definida por las frecuencias que contiene y las amplitudes de estas. En esta presentación no se obtiene información sobre la relación entre las diferentes fases de la señal.

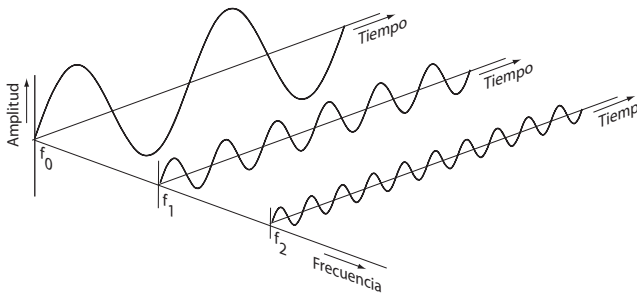
Primero se presenta una señal, compuesta de las frecuencias  $f_0, f_1$  y  $f_2$  en dominio del tiempo.



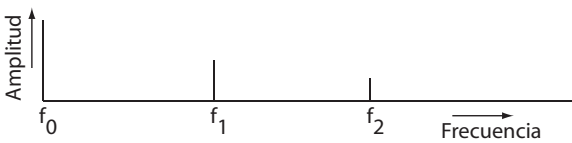
Introducción en el análisis espectral

El análisis de señales eléctricas es una de las tareas fundamentales de muchos ingenieros y científicos. Aún cuando el problema inmediato no es eléctrico en muchas ocasiones, se cambian los parámetros fundamentales de interés, en señales eléctricas con ayuda de transductores. Esto abarca a los transductores para magnitudes mecánicas como la presión o la aceleración, así como los que transforman procesos biológicos o químicos. La transformación de magnitudes físicas posibilita a continuación la investigación de varios fenómenos en el ámbito del tiempo y de la frecuencia.

Después se presentan las tres frecuencias contenidas en la señal  $f_0$ ,  $f_1$  y  $f_2$  en dominio del tiempo, de forma individual.



Ahora se obtiene la presentación de la misma señal con las frecuencias  $f_0$ ,  $f_1$  y  $f_2$  en dominio de frecuencia.



### Análisis FFT (Fast Fourier Transformation)

El análisis FFT se utiliza para frecuencias relativamente bajas (unos pocos de 100kHz), ya que la resolución de los convertidores D/A (digital/análogo) es limitada. Se utilizan analizadores en tiempo real que trabajan según el principio de la transformación discreta de Fourier.

Se toma como muestra de la señal un espacio de tiempo limitado. La señal que se pretende analizar se muestrea y de los valores de medida individualmente capturados se calcula el espectro de la señal. Como esta forma de obtención de datos trabaja con valores de medida individuales y discretos, este método recibe el nombre de transformación discreta de Fourier (DFT). Como resultado se obtiene nuevamente un espectro en frecuencia discreto. Para reducir la cantidad de cálculos precisados para este tipo de transformación, se dispone de diferentes algoritmos de cálculo. El algoritmo comúnmente utilizado es el de la transformación rápida de Fourier (FFT).

Para que el resultado del análisis de FFT se pueda interpretar suficientemente, se deberán cumplir dos condiciones:

- La señal deberá ser una señal periódica.
- El espacio de tiempo limitado bajo observación de la señal, deberá ser un múltiplo entero de la duración del periodo de la señal.

Si no se cumplen estas condiciones, se obtendrán errores al calcular las frecuencias del espectro y sus amplitudes.

## Analizadores de espectros

Los analizadores de espectros proporcionan la presentación de la señal en una superficie correspondiente al las coordenadas de amplitud y frecuencia (Yf). Se presentan los diferentes componentes de espectro con sus amplitudes. La alta sensibilidad de entrada y el amplio margen dinámico de estos equipos, posibilitan el análisis de señales, que no pueden ser presentadas por un osciloscopio. Hay similitudes con la demostración de distorsiones de señales senoidales, la demostración de baja modulación en amplitud y medidas en el ámbito de la tecnología de AM y FM, como la frecuencia de la portadora, la frecuencia de modulación o mediciones de grados de modulación. Además se pueden caracterizar fácilmente los convertidores de frecuencia, en relación a sus pérdidas de transmisión y sus distorsiones. Otra de las aplicaciones de los analizadores de espectros, que vienen provistos con generadores de seguimiento (tracking generator), es poder realizar mediciones en sistemas de cuatro polos. Como por ejemplo en mediciones en el ámbito de la respuesta en frecuencia de amplificadores y de filtros. Los analizadores de espectros se pueden clasificar en dos grupos, diferenciados por sus principios de funcionamiento: analizadores vobulados o sintonizados o analizadores de tiempo real. A continuación se describen brevemente algunos de los diferentes tipos.

### Analizadores de tiempo real

Los analizadores de espectros con principio de funcionamiento de filtros en paralelo se componen de un conexionado en paralelo de múltiples filtros analógicos de banda estrecha. Con este sistema se pueden presentar tantas frecuencias discretas, como filtros disponibles haya. La limitación económica se alcanza rápidamente dependiendo de la cantidad y calidad de los filtros. Los analizadores por filtros paralelos son muy rápidos y muy caros.

### Analizadores de espectros superheterodinos

Casi todos los analizadores de espectros modernos funcionan bajo el principio del sobreposicionamiento (principio superheterodino). Uno de los procesos es el de sintonizar la frecuencia central de un filtro de paso de banda, con el margen de frecuencia deseado. Un detector genera entonces una desviación vertical en pantalla y un generador con barrido variable se encarga de la sintonización sincrónica de la frecuencia central del filtro y de la desviación horizontal. Este método sencillo es relativamente económico, pero abarca algunas desventajas en relación a la selección y la sensibilidad.

### Filtros de paso de banda

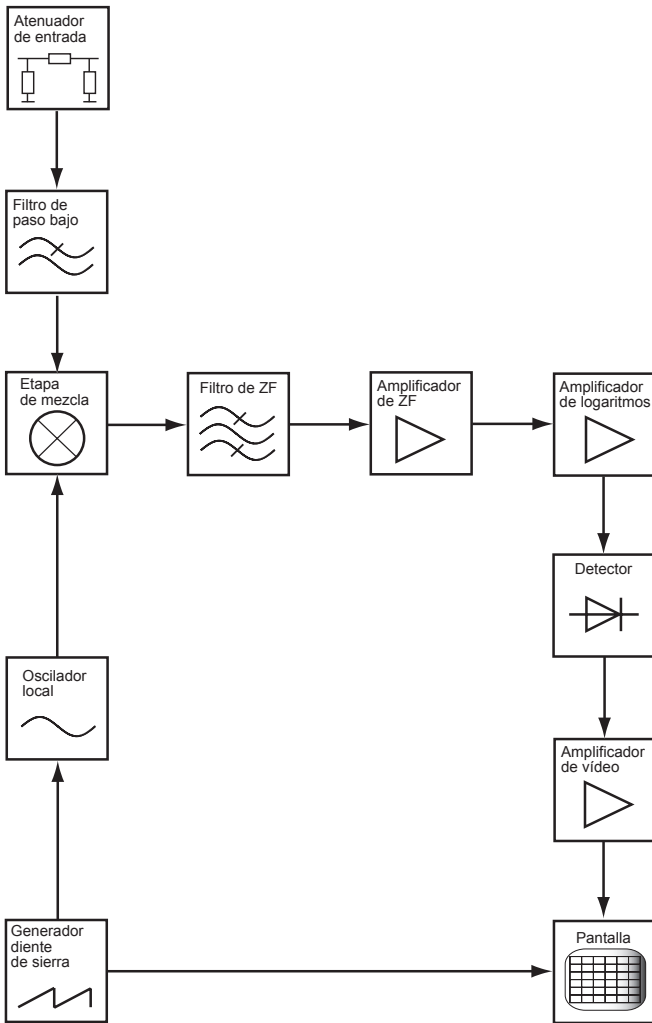
Los analizadores de espectros más comunes utilizan para la selección un filtro de paso de banda con frecuencia central fija. Entonces se varía la frecuencia de un oscilador local (LO). Un oscilador sintonizable se puede diseñar con características buenas y estables, también para frecuencias elevadas. Un filtro de paso de banda fija de alta calidad, es más fácil de construir y más estable en sus características, que un filtro sintonizable en todo su margen de trabajo. Un filtro de paso de banda fijo solo deja pasar en cada momento esa parte que corresponde a la función bajo análisis,

para la que se define:  $f_{imp}(t) = f_{LO}(t) \pm f_{ZF}$

$f_{imp}(t)$  = Frecuencia de la señal de entrada

$f_{LO}(t)$  = Frecuencia del oscilador local (LO)

$f_{ZF}$  = Frecuencia intermedia



Mediante la transformación a una frecuencia central fija, se evitan las desventajas del método de los filtros de paso de banda sintonizables. La gama de frecuencia utilizable y la sensibilidad límite de un analizador de espectros dependen en gran parte del concepto y de la realización técnica de la etapa de entrada. La etapa de entrada de AF queda determinada por los atenuadores de entrada, los filtros de entrada, el mezclador y el oscilador local (LO). La señal que se desea analizar, queda determinada por los diferentes elementos como los atenuadores de entrada, filtros de entrada, mezclador y oscilador local (LO). La señal que se desea analizar, llega a través de los atenuadores de entrada complementarios de 10 dB, al filtro de entrada.

**Este filtro tiene características de paso bajo y realiza las siguientes tareas:**

se encarga de: evitar la recepción múltiple de una señal, la recepción directa de la frecuencia intermedia y suprime el efecto de retorno del oscilador a la entrada. El mezclador de entrada actúa conjuntamente con el oscilador sintonizable (1er oscilador local) al convertir las señales de entrada. Determina la característica en frecuencia y la de dinámica del aparato.

El analizador trabaja como un receptor de banda reducida sintonizado electrónicamente. La sincronización en frecuencia se realiza mediante un oscilador local (1. LO; "Local Oscillator"), cuya señal alcanza la primera etapa del mezclador. El espectro de frecuencia completo disponible a la entrada del analizador de espectros, alcanza también la etapa del 1. mezclador.

En la salida del 1. mezclador se tienen las siguientes señales:

1. Señal ( $f_{LO}$ ) del 1. oscilador local (1. LO)  
La frecuencia del 1er LO siempre queda 1369,3 MHz por encima de la frecuencia de entrada deseada.  
  
Para 0 kHz la frecuencia es entonces  
1369,3 MHz (0 kHz + 1369,3 MHz).  
  
Con 150 kHz deberá tener  
1369,45 MHz (150 kHz + 1369,45 MHz)  
  
y con 1050 MHz son  
2419,3 MHz (1050 MHz + 1350,7 MHz).
2. Espectro de entrada ( $f_{inp}$ )  
La señal de entrada como se recibe en la entrada del analizador y ésta se guía hacia el mezclador de entrada pasando por los atenuadores de entrada (margen de medida especificado: 150 kHz hasta 1050 MHz).
3. Suma de producto de la mezcla del 1. LO ( $f_{LO}$ ) y del espectro total de entrada ( $f_{inp}$ ).  
Al medir una frecuencia de 150 kHz la frecuencia del 1. LO es de 1369,45 MHz; la suma es entonces 1369,60 MHz. Para 1050 MHz la frecuencia del 1. LO es 2419,3 MHz y la suma es 3469,3 MHz.
4. Diferencia del producto de mezcla del 1. LO ( $f_{LO}$ ) y del espectro de entrada total ( $f_{inp}$ ).  
Con 150 kHz la frecuencia del 1. LO es 1369,3 MHz, lo que resulta ser una diferencia de 1369,3 MHz (1369,45 MHz - 150 kHz). En el caso de 1050 MHz (2419,3 MHz - 1050 MHz) la diferencia sería nuevamente 1369,3 MHz.

**Resumiendo:**

Después de la primera etapa de mezcla, las señales anteriormente descritas llegan al filtro de la frecuencia central (filtro de paso de banda). La frecuencia central de este filtro tiene 1369,3 MHz. Así sólo podrá llegar la diferencia del producto de mezcla, que tiene 1369,3 MHz y la señal del 1. LO - al sintonizar a 0 kHz = 1369,3 MHz - a la salida del filtro, desde donde se continúa procesando la señal.

**La señal del 1. LO con "0 kHz" no se puede evitar y puede tener ruido en mediciones con una resoluciones con un ancho de banda de 500 kHz (RBW) en el margen de 0 kHz hasta aprox. 2,5 MHz. Con un ancho de banda de resolución inferior, se pueden evitar estos efectos.**



**AVISO** Al medir se diferencia entre Zero-Span (margen de medida = 0) y un span diferente a cero.

**Se dan las siguientes condiciones, dependiendo si se mide con o sin SPAN:**

En modo de funcionamiento de Zero-Span, el primer oscilador local (1. LO) genera una frecuencia estable, alrededor de 1369,3 MHz superior que la frecuencia de entrada que se desea analizar. El analizador presenta entonces sólo la frecuencia de entrada deseada y las partes de frecuencia, que dependiendo del ancho de banda de resolución seleccionado (RBW), pasan por los filtros de la frecuencia central (ZF).

Si no se trabaja en modo Zero-Span, se presenta un margen de frecuencia, cuya anchura depende del ajuste de Span seleccionado. Si la frecuencia central es 500 MHz y el Span es 1000 MHz (full span), la medición se inicia - presentándola en el borde izquierdo - con 0 kHz y finaliza - con la presentación en el borde derecho - con 1000 MHz. Con este ajuste se eleva la frecuencia del 1. LO linealmente en tiempo de 1369,3 MHz

a 2469,3 MHz, hasta que se ha efectuado un barrido y se inicia el siguiente.

Entre el margen de frecuencia que se desea analizar (margen del SPAN) y el ancho de banda de la resolución (RBW), existen relaciones físicas, que pueden generar presentaciones de niveles de señal demasiado bajos. Estos errores aparecen, cuando no se mantienen las condiciones necesarias (tiempo de oscilación) solicitadas por los filtros ZF y/o de vídeo (el tiempo de medida es demasiado corto). La indicación UNCAL. avisa esta circunstancia.

## Requisitos en un analizador de espectros

Las diferentes aplicaciones posibles de los analizadores de espectros exigen características múltiples, que son, en los diferentes casos excluyentes entre si o que sólo son realizables en base a un esfuerzo económico y técnico elevado. El campo de aplicaciones de los analizadores de espectros se centra especialmente allí, en donde la precisión y la capacidad de resolución en tiempo y la relativamente baja dinámica de un osciloscopio no alcanza, para efectuar análisis de señales. No se contraponen necesariamente el margen de sintonización de frecuencia, las exigencias a los filtros entre banda estrecha y „full span“ así como una sensibilidad de entrada elevada. Pero son difíciles y costosos de realizar conjuntamente con una resolución elevada, gran estabilidad, un comportamiento en frecuencia plano y un factor de ruido mínimo.

### Medición de frecuencia

Los analizadores de espectros posibilitan las mediciones de frecuencia en el modo SPAN y en modo SPAN desactivado (Zero-SPAN) en función del tiempo. En modo SPAN se puede observar todo el margen de frecuencia con „full span“ (SPAN: 1000 MHz) y se puede determinar de forma aproximada la frecuencia de una señal. A continuación se puede determinar esta frecuencia obtenida como CENTER FREQ. y se puede efectuar la presentación de la señal con un SPAN más pequeño. Como más pequeño sean el SPAN y la resolución de ancho de banda (RBW), más precisión tendrá la medición de frecuencia, ya que entonces aumenta la precisión de la indicación y del MARKER (RBW). En „Zero Span“ y con la resolución de ancho de banda más pequeña es suficiente ajustar la señal, que se presenta sin modular como una línea horizontal continua, con el mando de CENTER FREQ. a un nivel máximo y efectuar la lectura de su frecuencia. El analizador trabaja entonces como un receptor sintonizado, a una frecuencia discreta, con anchos de banda seleccionables.

### Estabilidad

Es importante que el analizador de espectros tenga una estabilidad en frecuencia superior a la de la señal que se pretende analizar. La estabilidad depende de la estabilidad del oscilador local (LO). Se distingue entre estabilidad a tiempo corto y largo. Una medida para la estabilidad a tiempo corto es la FM-residual. Bandas de ruido laterales, son una medida para la pureza espectral del oscilador local (1.LO) e influyen también en el factor de la estabilidad a corto tiempo del analizador. Se especifican mediante una atenuación en dB y una distancia en Hz, referenciados a la señal que se desea investigar, con

una ancho de banda de filtro determinado. La estabilidad a un plazo de tiempo largo de un analizador de espectros, se determina esencialmente por la variación en frecuencia del oscilador local (1.LO). Es una medida, para saber en cuanto varía la frecuencia, dentro de un tiempo determinado.

### Resolución

Antes de poder medir la frecuencia de una señal con el analizador de espectros, se deberá determinar la señal o identificarla. Identificarla quiere decir, el poder separar esta señal de las señales vecinas (selectividad). Esto es una condición previa para muchas aplicaciones con el analizador, y se determina básicamente por el ancho de banda de filtro de ZF más pequeño.

Valores muy importantes para la separación de dos líneas Espectrales, con una amplitud diferente e importante, son el ancho de banda y la pendiente de los filtros de frecuencia central (ZF). El ancho de banda se indica con la frecuencia, en la que el nivel de la señal cae en relación a la frecuencia central por 3 dB. La relación del ancho de banda de 60 dB, con la de 3 dB, se denomina factor de forma.

**Como más pequeño sea el factor de forma, mejor será la capacidad del analizador de espectros para separar las señales vecinas. Si p. ej.: (dos señales con diferencia en amplitud de 60 dB) el factor de forma de un filtro del analizador es de 15:1, entonces se deberán diferenciar en frecuencia por un factor de 7,5 del ancho de banda de filtros para ser identificables individualmente. De otra manera, aparecerían como una única señal en pantalla.**



El factor de forma, no es el único factor para determinar la identificación de dos señales vecinas, con amplitud diferente. La separabilidad (selectividad) se influencia también por la FM-residual y la pureza espectral de los osciladores internos. Estos generan bandas laterales de ruidos y empeoran así la resolución alcanzable. Las bandas laterales de ruidos se visualizan en los márgenes de las bases de los filtros de la frecuencia central (ZF) y empeoran con ello la atenuación de rechazo de los filtros ZF.

Si el ancho de banda de la frecuencia central más pequeña es p. ej. 20 kHz, se deberá tener una distancia en frecuencia entre las dos líneas espectrales de 20 kHz. Esto es porque el analizador presenta su propia curva de frecuencia central, cuando detecta una señal en el espectro. Ya que la resolución del analizador de espectros queda determinada por su ancho de banda de filtros de la frecuencia central (ZF), se podría deducir, que con un ancho de banda de filtros infinitamente estrecho, se obtendría una resolución infinita. Pero el ancho de banda de ZF utilizable, queda limitado por la estabilidad del analizador de espectros (FM-residual). Es decir, con una FM-residual del analizador de p. ej. 20 kHz, el ancho de banda de ZF más pequeño utilizable para determinar una señal singular de 20 kHz es igualmente de 20 kHz. Un filtro de ZF más estrecho, presentaría en este caso, más de una línea espectral en pantalla o una imagen inestable (según la velocidad de vobulación) o una señal defectuosa.

Además, existe una limitación adicional para el ancho de banda del filtro: la velocidad de muestreo o de Scan, en relación al ancho de banda del filtro seleccionado: como más estrecho sea el ancho de banda del filtro, más pequeña deberá ser la velocidad de Scan, para que el filtro oscile correctamente. Si la velocidad de Scan se elige demasiado grande, es decir que el filtro no ha podido alcanzar su oscilación correcta, se presenta una amplitud errónea del espectro. Generalmente se

presentan entonces las líneas espectrales con una amplitud reducida. De este modo, se obtienen limitaciones prácticas para el ancho de banda del filtro central (ZF).

### Ruido

La sensibilidad es una medida que determina la capacidad del analizador de espectros, para medir señales pequeñas. La sensibilidad máxima queda determinada por el ruido propio del equipo. Aquí se diferencian esencialmente dos grupos: ruido térmico y no-térmico.

El ruido térmico se describe mediante la ecuación:

$$PN = K \times T \times B$$

Con:

PN = Potencia de ruido en vatios

K = Constante de Boltzmann ( $1,38 \times 10^{-23}$  Joule/K)

T = Temperatura absoluta (K)

B = Ancho de banda del sistema en Hz

Esta ecuación demuestra, que la magnitud del ruido es directamente proporcional al ancho de banda. De esto se deduce, que una reducción del ancho de banda de los filtros por una década, reduce el ruido en 10 dB, lo que conlleva una subida de sensibilidad del sistema en 10 dB.

Todas las otras fuentes de ruido del analizador, son supuestamente no-térmicas. Las emisiones indeseadas, distorsiones en base a líneas características no-lineales y adaptaciones erróneas son fuentes de ruido no-térmicas. Bajo calidad de transmisión se entiende normalmente, las fuentes de ruido no-térmicas, a las que se suma el ruido térmico, para obtener la cuota total de ruido del sistema.

Este ruido, visible en pantalla, determina la sensibilidad del analizador de espectros. Como el nivel de ruido varía con el ancho de banda, es necesario utilizar el mismo ancho de banda de filtros, cuando se desea comparar la sensibilidad de 2 analizadores. Los analizadores de espectros se vobulan en una banda de frecuencia ancha, siendo en si instrumentos de medida de banda estrecha. Todas las señales incluidas en el margen de frecuencias de un analizador de espectros, son convertidas a una frecuencia intermedia, pasando después por los filtros de ZF.

El detector posterior al filtro de ZF sólo contempla la parte de ruido, contenido en el ancho de banda estrecho del filtro. Por esta razón, sólo se presenta en pantalla el ruido, contenido dentro del margen de paso del filtro de ZF. Cuando se efectúan mediciones de señales discretas, se alcanza la sensibilidad máxima con el filtro de ZF más estrecho.

### Filtro de vídeo

La medición de señales pequeñas puede ser dificultosa, cuando la amplitud de la señal se encuentra en el mismo nivel como el ruido medio del analizador de espectros. Para visualizar mejor las señales en estos casos, se puede activar adicionalmente en la circuitería interior un filtro de vídeo. Este filtro, media el ruido interno del analizador de espectros, con un ancho de banda de unos pocos kHz. Así se puede visualizar, en algunos casos, las señales, que quedan tapadas por el ruido general. Cuando el ancho de banda de ZF es muy estrecho, en relación al ajuste de SPAN seleccionado, no es conveniente activar el filtro de vídeo, ya que podría generar una amplitud reducida, a causa de la limitación del ancho de banda. [El readout presenta mediante la indicación de UNCAL., que hay una combinación de parámetros no admitidos].

### Sensibilidad - Nivel de entrada máximo

Las especificaciones de la sensibilidad de entrada de un analizador de espectros son arbitrarias. Una posibilidad de especificación es la de definirla como el nivel, en la que la potencia de la señal, se corresponde al nivel medio de la potencia de ruido del analizador. Como el analizador mide siempre la señal con el ruido, aparece la señal a medir 3dB por encima del nivel de ruido.

La tensión de entrada máxima admitida en un analizador de espectros, es el nivel que justo no lleva al deterioro de la etapa de entrada (Burn Out). Para el mezclador está en +10 dBm y para el atenuador de entrada está en +20 dBm. Antes de alcanzar el nivel de "burn out", se inicia una compresión de amplificación en el analizador de espectros. Esta no es crítica, mientras no se sobrepase una compresión de 1dB. El analizador de espectros además distorsiona a causa de la sobrecarga. Además aumenta el peligro de sobrecargar accidentalmente la etapa de entrada, ya que las líneas espectrales presentadas individualmente en pantalla, varían casi imperceptiblemente, incluso en el momento del inicio de la compresión. En cualquier caso, la presentación de las amplitudes, ya no se corresponde con la realidad.

Cada análisis de señal viene acompañado con alguna distorsión, generado por las características no-lineales de la etapa de entrada. La magnitud queda en superior a 75 dB por debajo del nivel de entrada, en el HM5510, mientras que este no supere los -30 dBm. Para poder trabajar con señales de entrada superiores, se ha antepuesto al mezclador un atenuador de entrada. La señal de entrada mayor, que el analizador de espectros puede aceptar en cualquier posición del atenuador y sin sobrepasar un determinado nivel de distorsión, se denomina „nivel de entrada óptimo“. Se atenúa la señal, de forma que el mezclador no recibe un nivel superior a los -30dBm. De otra forma no se mantendrían las especificaciones correspondientes a la distancia de los armónicos.

Esta distancia de margen, libre de distorsiones, se denomina también gama dinámica utilizable del analizador de espectros. Como diferenciación se define el margen de presentación (visualizable), como la relación del nivel más grande hasta el más pequeño presentado al mismo momento, sin que se presenten en pantalla productos de intermodulación del analizador. El margen de medida, libre de distorsiones, se puede ampliar reduciendo el nivel de entrada. La única limitación se da en base a la sensibilidad del analizador de espectros. El margen dinámico más amplio se alcanza, cuando la línea espectral con el nivel más alto, justo no sobrepasa el nivel de referencia.

### Respuesta en frecuencia

La respuesta en frecuencia de un analizador de espectros, se describe por su estabilidad en amplitud, a lo largo de la frecuencia. La respuesta en frecuencia, debe dar una curva plana y la exactitud del nivel de la señal presentada, debe ser independiente de la frecuencia de la señal. Los filtros y los amplificadores deben estar en estado de oscilación.

## Principio de funcionamiento

El HM5510 es un analizador de espectro, utilizable para un margen de frecuencia de 150 kHz hasta 1050 MHz.

El analizador de espectro trabaja según el principio de un receptor doble superhet. La señal que se debe medir ( $F_{inp}=0,15$  Mhz hasta 1050 MHz) se aplica al primer mezclador en donde se mezcla con la señal de un oscilador controlado por tensión variable. Este oscilador se denomina el primer OL (oscilador local). La diferencia entre el oscilador y la frecuencia de entrada ( $F_{LO} - F_{inp} = F_{ZF}$ ) llega como señal de la primera frecuencia intermedia, por un filtro ajustado a una etapa amplificadora. A ésta le siguen dos mezcladores más y filtros de banda para la 3ª frecuencia intermedia. En la tercera etapa de ZF, la señal se puede transferir selectivamente a través de un filtro de 500 kHz o de 20 kHz de ancho de banda antes de llegar a un detector.

### Tubo de rayos catódicos (TRC)

Se calcula el logaritmo de la señal (señal de vídeo) y se transmite directamente a través de un filtro de paso bajo (filtro de vídeo). Con esta señal analógica, se controla el amplificador Y del tubo de rayos catódicos. Su salida queda conectada a las placas deflectoras Y del TRC. Conforme va aumentando la amplitud de la señal, se desvía el rayo electrónico en dirección de la reticulación superior. El desvío en dirección X se realiza con una tensión en forma de diente de sierra. La señal con frecuencia más baja se presenta al inicio (izquierda) de la pantalla del TRC y la frecuencia más elevada al final (derecha) de la pantalla del TRC.



**En modo de funcionamiento de Zero-Span no varía la frecuencia de medida y el desvío en dirección X queda en función del tiempo.**

## Introducción en el manejo del HM5510



### Puesta en marcha:

**Por favor, antes de la primera puesta en marcha del equipo, tenga en cuenta las siguientes indicaciones:**

- La tensión de red debe coincidir con la que viene indicada en el equipo y se está utilizando el fusible de red adecuado, situado en el portafusibles.
- Se ha conectado el equipo a un enchufe de red protegido, siguiendo las normas locales.
- El equipo no exterioriza ningún defecto o deterioro.
- La conexión a red no tiene defectos o deterioros.
- El equipo no contiene piezas sueltas en su interior.

### Puesta en funcionamiento

No se precisa un conocimiento especial, para operar el instrumento. Su panel frontal claro y despejado, así como la limitación de su uso a funciones básicas, garantiza un manejo eficiente desde el comienzo.

No obstante, hay que seguir unas instrucciones básicas, para asegurar el funcionamiento óptimo del instrumento.



**El componente más sensible del analizador de espectros es la sección de entrada. Ésta se compone del atenuador de señal, un filtro de paso bajo y el mezclador primario. Sin atenuación de entrada, la tensión acoplada a la entrada INPUT 50Ω, no debe sobrepasar**

- +10 dBm (0,7 V<sub>ef</sub>) de tensión alterna (CA)
  - ±25 V de tensión continua (DC)
  - con una atenuación de entrada máxima de 40 dB no deben sobrepasarse los +20 dBm.
- Estos valores máximos, no deben ser sobrepasados o el grupo de entrada puede deteriorarse!**

### Además habrá que tener en cuenta:

- a) Si se utiliza un reproductor de redes (LISN) se debe proteger la entrada del analizador de espectros mediante un limitador de transientes (HZ560). De lo contrario, se corre el riesgo de deteriorar el atenuador de entrada y/o la primera etapa del mezclador.
- b) Antes de examinar señales sin identificar, tiene que verificarse la presencia de tensiones altas inaceptables. También se recomienda empezar la medición con la atenuación más alta posible y seleccionar un margen de frecuencia máximo (0,15 MHz – 1050 MHz).
- c) El usuario debería considerar también la posibilidad de que existieran amplitudes de señal excesivamente altas, fuera del margen de frecuencias cubierto, aunque no sean presentadas en pantalla (p.ej. 1200 MHz) y que en casos extremos pueden deteriorar la etapa del primer mezclador.
- d) El margen de frecuencia de 0 Hz a 150 kHz no queda cubierto por el equipo. Líneas espectrales dentro de este margen se presentarían con amplitud incorrecta.



Si se acopla una señal de medida a la entrada y se desplaza la línea base de frecuencias (banda de ruido en el borde inferior de la pantalla) hacia arriba, es un indicio para la existencia de espectros con una amplitud demasiado elevada. Aumente en este caso, la atenuación de entrada del analizador de espectros.

### Intensidad / Focus


Un ajuste a mayor intensidad de la pantalla (INTENS) no es necesario ya que las señales "escondidas" entre el ruido no pueden presentarse con mayor claridad. Al contrario, en base al diámetro del rayo que va aumentando conforme se aumenta la intensidad del trazo, se visualizan peor, incluso con un ajuste de nitidez (FOCUS) optimizado, ya que el fósforo del TRC se excita más en los puntos en donde se presenta el ruido continuamente. Normalmente y en base al principio de presentación de las señales en un analizador de espectros, se reconocen estas ya con una intensidad de trazo relativamente baja.

## Inicio de las mediciones

### Ajustes

Antes de acoplar una señal desconocida a la entrada, se debería comprobar, que la señal de entrada no contuviera una componente de tensión continua mayor de  $\pm 25$  V. La amplitud máxima de la señal a comprobar deberá ser inferior a +10 dBm.

### ATTN. (Atenuación de entrada)


Para no sobrecargar la entrada, aconsejamos ajustar el atenuador de entrada, antes de conectar la señal, a 40 dB. El LED de 40 dB  se ilumina entonces.

### Ajuste de la frecuencia

Ajustar CENTER FREQ. A 500MHz (C500.000MHz) y seleccionar un SPAN de 1000 MHz (S1GHz).

### RBW (Ancho de banda de la resolución)

Al iniciar una medición, es conveniente tener activado el filtro de 500 kHz y el filtro de vídeo (VBW). Si no se visualiza ninguna señal y sólo se puede observar la línea de base de las frecuencias (banda de ruido en la zona inferior de la pantalla), se pueden desactivar secuencialmente los atenuadores de entrada, para permitir la visualización de nivel de señal más bajos.

Si con ello se desplaza hacia arriba la línea base de frecuencias (banda de ruido), será un indicio para saber que hay una línea espectral (una señal) fuera del margen de frecuencias, con una amplitud demasiado grande. La atenuación de entrada, deberá seleccionarse conforme a la señal acoplada a la entrada INPUT 50 $\Omega$   que contenga más amplitud (tensión, potencia), y no según el "Zero-Peak". Se obtiene el ajuste más idóneo del equipo, cuando la señal con más amplitud (margen de frecuencia de 0 hasta 1000 MHz) alcanza la línea reticulada superior, pero no la sobrepasa. En caso de sobrepasar esta, se deberá utilizar una atenuación de entrada. Se deberá utilizar

un atenuador externo, adecuado en potencia y atenuación. Las mediciones en modo Full-Span (S1GHz), normalmente sólo sirven para tener una visión generalizada de la señal(es) de entrada. Un análisis más exhaustivo, sólo se podrá obtener con un SPAN reducido. Para ello, se deberá posicionar la señal de interés en el centro de la pantalla, con ayuda de la frecuencia central (CENTER FREQ.). A continuación se reduce el SPAN.

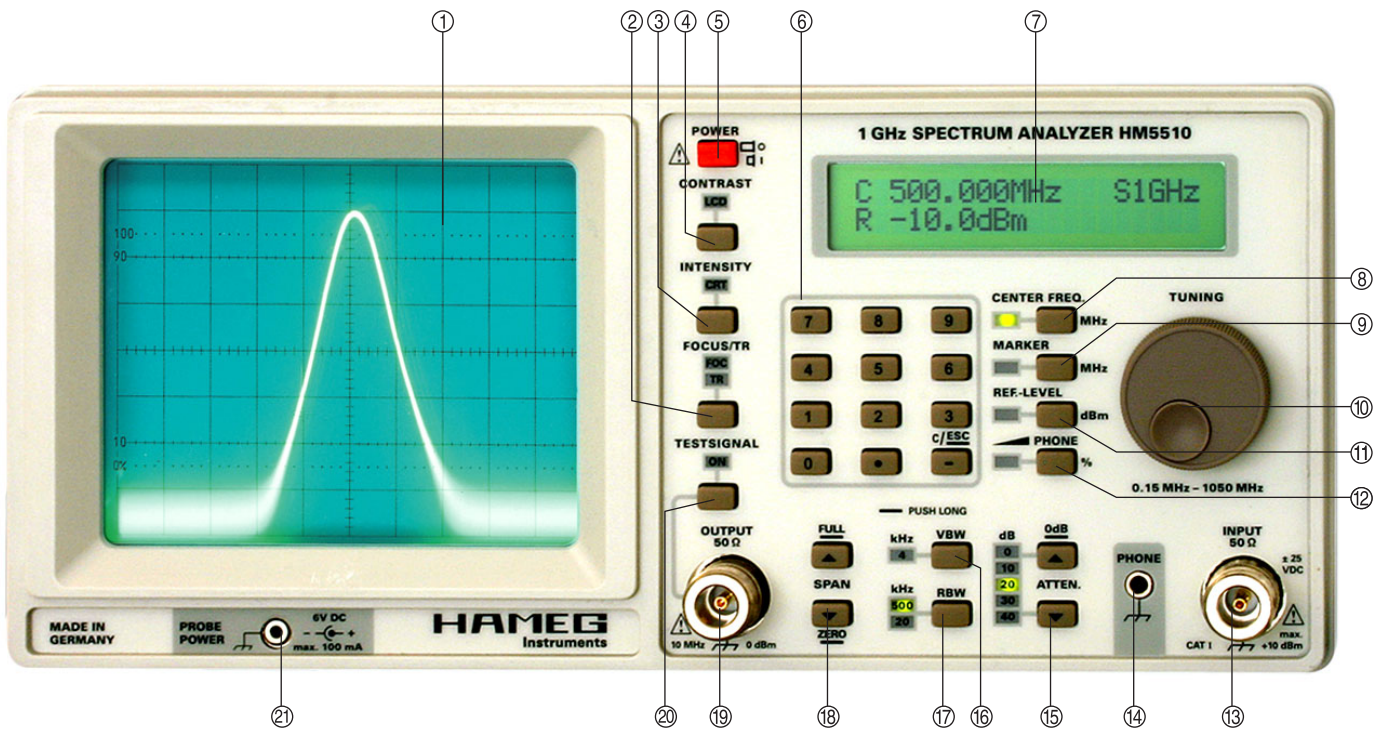
A continuación se reduce el ancho de banda de la resolución (RBW) y si fuera necesario se activa el filtro de vídeo. La indicación de aviso "UNCAL", en sustitución de las indicaciones de REF.-LEVEL o de MARKER-LEVEL, alerta sobre una indicación errónea de amplitud. Entonces el SPAN es demasiado grande, para que el filtro (ancho de banda del filtro = RBW) tenga tiempo para oscilar o el ancho de banda de resolución es demasiado pequeño.

### Lectura de los valores de medida

El marker permite determinar de forma sencilla, los valores de medida en forma numérica. Se desplaza el Marker con el mando rotativo (y el LED de MARKER iluminado) al punto de señal de interés y se lee en el display la frecuencia (Mxxx. xxx MHz) y el nivel (Lxx.xdBm) correspondiente al punto del marker. La indicación del valor de nivel en pantalla, tiene en cuenta automáticamente el nivel de referencia (REF.-LEVEL) y la atenuación de entrada (ATTN.).

Si se desea capturar un valor de medida, sin utilizar la marca (marker), se deberá determinar la distancia, medida en dB, desde la línea reticulada superior hasta la punta de la señal. La línea reticulada superior se corresponde con el nivel de referencia (R....dBm) presentado en el display.





## Mandos de control e indicaciones

- ① **Pantalla**  
Tubo de rayos catódicos (TRC)
- ② **FOCUS / TR**  
Conmutador para seleccionar entre utilización para enfocar el trazo y rotación de trazo
- ③ **INTENSITY**  
Intensidad de luminosidad del trazo en pantalla del TRC ①
- ④ **CONTRAST**  
Ajuste del contraste del LCD ⑦
- ⑤ **POWER**  
Interruptor de red
- ⑥ **Campo numérico**  
Campo que contiene las teclas para la introducción numérica
- ⑦ **Display**  
LCD con 20 signos y 2 líneas
- ⑧ **CENTER FREQ.**  
Frecuencia central, variable con el mando TUNING ⑩ o con las teclas numéricas
- ⑨ **MARKER**  
Indicación de frecuencia y de nivel en la posición correspondiente al símbolo de la marca electrónica en pantalla (marker)
- ⑩ **TUNING**  
Ajuste de FOCUS/TR ②, INTENSITY ③, CONTRAST ④, CENTER FREQ. ⑧, MARKER ⑨, REF.-LEVEL ⑪ y PHONE % ⑫
- ⑪ **REF.-LEVEL**  
Ajuste del nivel de referencia
- ⑫ **PHONE %**  
Ajuste del volumen del auricular
- ⑬ **INPUT 50Ω**  
Entrada de medida, borne N, máx. 25V<sub>DC</sub> o amplitud inferior a +10 dBm!
- ⑭ **PHONE**  
Conector para el auricular: conector tipo banana de 3,5 mm
- ⑮ **ATTEN.**  
Atenuador de entrada
- ⑯ **VBW**  
Videobandwidth, ancho de banda de video, filtro para la reducción de porciones de ruido
- ⑰ **RBW**  
Resolution Bandwidth, ancho de banda de la resolución
- ⑱ **SPAN**  
Margen de la gama de medida de 1 MHz hasta 1000MHz, Zerospan
- ⑲ **OUTPUT 50Ω**  
Salida de la señal de test
- ⑳ **Señal de test**  
Activar señal de test de 10 MHz en OUTPUT 50Ω ⑲
- ㉑ **PROBE POWER**  
Salida de 6 V<sub>DC</sub>, para alimentar las sondas de campo cercano HZ560; conector banana de 2,5 mm

## Mandos de control y conexiones

## Comentarios previos

El mando rotativo TUNING ⑩, se puede utilizar para ajustar los parámetros de varias funciones. Al alcanzar los límites de ajuste, suena una señal acústica.

La selección de las funciones se realiza mediante las teclas de función situadas a la izquierda del mando rotativo. La función seleccionada queda indicada con un LED específico para cada tecla de función. Para activar otra función, es suficiente pulsar la tecla de función correspondiente, de forma que se ilumine su LED específico.

Las siguientes funciones se pueden variar con el mando rotativo TUNING.

- FOCUS/TR ② Enfoque del trazo / y rotación del trazo
- INTENSITY ③ Intensidad de la luminosidad del trazo
- CONTRAST ④ Indicación LCD
- CENTER FREQ. ⑧ Frecuencia central
- Marker ⑨ Frecuencia del marker
- REF.-LEVEL ⑪ Nivel de referencia
- PHONE % ⑫ Volumen del auricular

## Los elementos de mando, individualmente

① **Pantalla** – Tubo de Rayos Catódicos (TRC).

② **FOCUS / TR**

Función de conmutación entre enfoque y rotación del trazo. Al pulsar esta tecla el equipo conmuta entre enfoque del trazo y rotación del trazo (Trace Rotation). Para ajustar se utiliza el mando TUNING ⑩.

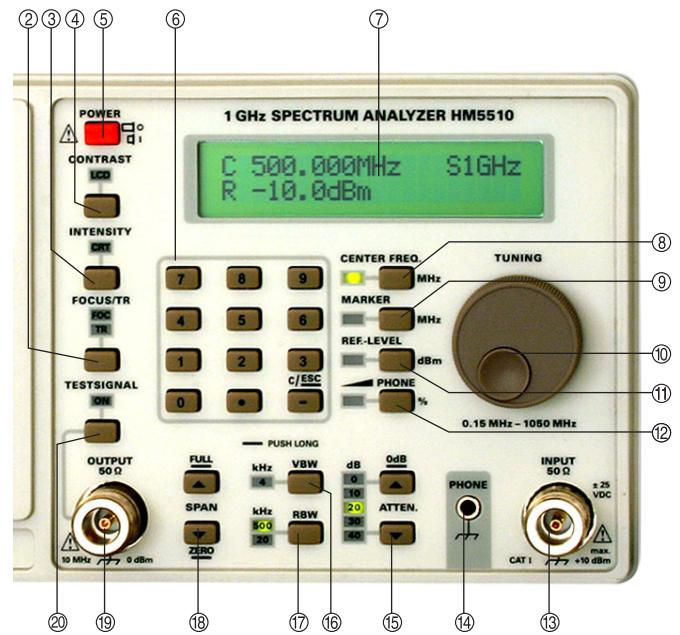
**Enfocar**, se refiere a poner nítidos los contornos del trazo proyectado en la pantalla. La pulsación sobre esta tecla, conmuta entre las funciones de enfocar y rotar el trazo (rotación del trazo). Para el ajuste se utiliza el mando TUNING ⑩.

**Trace Rotation** significa rotación de la traza del rayo catódico. Con el mando TUNING ⑩ se puede variar el ángulo horizontal de la línea de base de frecuencias (banda de ruido). Se debe ajustar de forma, que la banda de ruidos esté lo más paralelamente posible a la reticulación de la pantalla.

③ **INTENSITY** – Luminosidad del rayo catódico del TRC ①

Mediante una breve pulsación sobre la tecla, se activa el LED INTENS. El mando rotatorio TUNING ⑩ sirve a continuación como ajuste de la intensidad del trazo. El giro a la derecha aumenta la intensidad, el giro hacia la izquierda la reduce. Al aumentar la intensidad del trazo, este aumenta en diámetro y la presentación aparece como más desenfocada. Esto es especialmente así, en los bordes del reticulado, pero puede ser corregido, con cierto límite, con el ajuste de enfoque FOCUS ②. Por esta razón, es aconsejable, no ajustar más intensidad de trazo que lo precisamente necesario en base a la iluminación ambiental.

④ **CONTRAST** – Ajuste del contraste de la pantalla LCD ⑦. Mediante una breve pulsación sobre la tecla, se activa el LED CONTRAST. A continuación, se utiliza el mando gira-



torio de TUNING ⑩ para ajustar el contraste de la pantalla de LCD. El giro hacia la derecha aumenta el contraste, el hacia la izquierda lo reduce.

⑤ **POWER** – Interruptor de red con los símbolos de ON (I) y OFF (O). Si se pulsa el interruptor hacia su posición de ON (posición introducida), el LCD presentará durante unos segundos la versión de firmware implementada en el equipo. Después de alcanzar el cátodo del tubo de rayos su temperatura de trabajo, aparece en la pantalla la banda de ruido (línea de base de frecuencias).

⑥ **Bloque numérico** – Bloque de teclas para la introducción numérica.

En el bloque numérico se encuentran las teclas con los números de 0 hasta 9, además de una tecla con punto decimal y la tecla de antesigno/borrado (C/ESC). Se pueden introducir la frecuencia central (CENTER FREQ.), y el nivel de referencia (REF.-LEVEL). Estos ajustes se pueden modificar también con el mando giratorio TUNING ⑩. El ajuste de la frecuencia del MARKER y del volumen PHONE % ⑫ en la salida del auricular PHONE ⑭, solo se puede variar con TUNING ⑩.

Si se ilumina el LED MARKER, CONTRAST, INTENSITY, FOCUS/TR o si la indicación LCD presenta PHONE VOL., la pulsación sobre las teclas numéricas solo generará una señal acústica de aviso.

Antes de efectuar una entrada numérica, se deberá elegir la función deseada, de forma que por ejemplo se ilumine el LED (REF.-LEVEL), si se desea variar el nivel de referencia. Entonces se introduce el nivel deseado (con signo negativo si fuera menester). Al introducir el antesigno (no con CENTER FREQ.) o el primer número, aparece en el display ⑦ el valor introducido.

Después de completar la introducción numérica, el equipo acepta, después de que se ha pulsado nuevamente la tecla de función, por ejemplo REF.-LEVEL, el nuevo valor introducido. Si el valor introducido queda fuera de los márgenes especificados por los datos técnicos, el equipo se ajusta en su valor límite de la gama y se señaliza la situación con un aviso acústico. En el caso del ajuste de REF.-LEVEL, no se influencia el ajuste de los atenuadores.

Después de introducir un antesigno o uno o varios números, se puede eliminar una introducción errónea con la función de borrado, pulsando brevemente la tecla C/ESC. Mediante una pulsación prolongada de la tecla C/ESC se borra la totalidad de los números introducidos.

- ⑦ **Display** – LCD con 20 signos y 2 líneas.
- ⑧ **CENTER FREQ.** – Variar frecuencia central con TUNING ⑩ o bloque numérico ⑥.

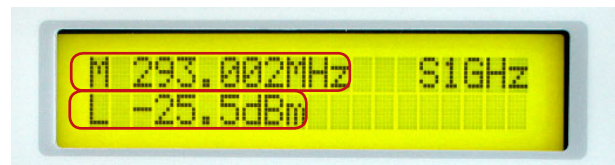


Mediante una pulsación sobre la tecla se activa el LED de la presentación en frecuencia central CENTER FREQ. A continuación se puede variar la frecuencia central con las teclas ⑥ o TUNING ⑩. La frecuencia central se presenta en el display arriba a la izquierda (p.ej. "C 100.000MHz").

Las entradas numéricas de la frecuencia central, realizadas mediante las teclas del bloque numérico, deberán confirmarse nuevamente pulsando la tecla CENTER FREQ. La señal correspondiente a la frecuencia central (CENTER FREQUENCY) se presenta en el centro de la pantalla TRC, si se mide un margen de frecuencias diferente al Zero-Span.

Las entradas erróneas realizadas por el bloque numérico, que comprenden valores fuera de las especificaciones del equipo se corrigen automáticamente (p.ej. 1050 MHz al introducir 1800MHz) o no son aceptadas (con antesignos negativos).

- ⑨ **MARKER** – Indicación de frecuencia y nivel.



El MARKER se activa con la tecla (MARKER), de forma que se ilumina el LED MARKER. Al mismo momento se presenta sobre la línea espectral TRC ① una zona de aprox. 1 mm. de ancho con intensidad superior (sector intensificado). El display muestra arriba a la izquierda la indicación de frecuencia del MARKER (p.ej. M293.002MHz) y por debajo de éste la indicación del nivel del MARKER (p.ej. -25,5dBm) de la señal medida. La indicación de la frecuencia del MARKER y del nivel, se refieren a la posición actual del sector intensificado del MARKER. Éste se puede desplazar con el mando TUNING ⑩ a la derecha o a la izquierda y sigue la señal. El bloque numérico ⑥ queda inactivo mientras que la función MARKER está funcionando.

#### Atención:

Si el nivel de una parte de la señal es superior al nivel de referencia (línea reticulada superior), la señal se encuentra entonces por encima del reticulado del tubo de rayos catódicos y generalmente ya no es visible. Si el nivel de señal sobrepasa el nivel de referencia por más de 2,5 dB, se alcanza los límites de amplificación del amplificador de medida y la señal queda limitada. Esta limitación proporciona valores de medida erróneos, que no son presentados en el margen visible del tubo de rayos catódicos por sobrepasar los límites de presentación

del mismo. Para evitar un error de medida al utilizar la función MARKER, no se presenta un nivel si no LIMIT con niveles de señales >2,5 dB al nivel del referencia.

- ⑩ **TUNING** – Variación de valores de ajuste.  
Dependiendo del LED de función iluminado, se pueden variar con el mando rotativo TUNING ⑩ los ajustes de FOCUS/TR ②, INTENSITY ③, CONTRAST ④, CENTER FREQ. ⑧, MARKER ⑨, REF.-LEVEL ⑪ y PHONE % ⑫.
- ⑪ **REF.-LEVEL** – Ajuste del nivel de referencia.



Mediante pulsación sobre la tecla se activa el LED REF.-LEVEL. A continuación se pueden modificar el nivel de referencia mediante las teclas ⑥ o TUNING ⑩. Esto se presenta en el display (p.ej. "R - 10.0 dBm").

Se puede ajustar el nivel de referencia de forma que la lectura se facilita. La sensibilidad no cambia con REF.-LEVEL. Si la banda de ruido se encuentra en el borde inferior de la reticulación, no se puede aumentar el REF.-LEVEL con las teclas numéricas ni con TUNING ⑩, si no que solo que puede reducir. Al mismo tiempo la banda de ruido se desplaza hacia arriba, de forma que la gama de presentación dinámica se va reduciendo.

Las entradas erróneas por el bloque numérico con valores fuera de las especificaciones, se corrigen automáticamente. Esta corrección no afecta el ajuste de los atenuadores.

- ⑫ **PHONE %** – Ajuste del volumen del auricular / generador de tracking. Ajuste del volumen para la señal del auricular en el borne PHONE ⑭.  
El volumen se ajusta con TUNING ⑩. La señal de este borne proviene de un demodulador de AM. Si a la entrada del analizador de espectros se ha conectado una antena, se puede sintonizar mediante el ZERO SPAN un emisor específico. Habrá que respetar las ordenanzas legales del país, en las que se realiza esta función.

**Pulsación breve sobre la tecla:** activar el ajuste del volumen, se ilumina el LED.

**Activar otra función:** desactivar el ajuste del volumen, se apaga el LED.

- ⑬ **INPUT 50Ω** – Entrada de medida, máx. 25 V<sub>DC</sub>  
No se deben sobrepasar los ±25V de tensión continua o +10 dBm en la entrada, sin utilizar el atenuador de señal de entrada. Con la atenuación máxima de señal de entrada (40 dB) se permiten como máximo +20 dBm. Estos valores límite deben ser respetados!  
La conexión externa del borne N está conectada con el chasis y con ello galvánicamente con el conducto de protección de red (PE).
- ⑭ **PHONE** – Conexión de auricular: conector tipo banana de 3,5 mm.  
El borne PHONE está determinado para la conexión de auriculares con impedancia ≥8Ω y conectores de tipo banana de 3,5 mm. de diámetro. El ajuste del volumen se modifica con PHONE % ⑫ y con TUNING ⑩.

15 **ATTEN.** – Atenuador de entrada.

Se deberán pulsar brevemente las teclas para el ajuste del atenuador de entrada si se desea variar el ajuste en el margen de 10 dB hasta 40 dB en pasos de 10 dB. El nivel de señal (dBm) más alto que se puede presentar depende del ajuste del atenuador de entrada (dB):

Nivel de señal máx.	Atenuación
-30 dBm	0 dB
-20 dBm	10 dB
-10 dBm	20 dB
0 dBm	30 dB
+10 dBm	40 dB

En la posición de 0 dB, el nivel de señal mayor que se puede presentar es de -30 dBm, pero esta posición deberá utilizarse cuando sea sumamente imprescindible.

Por favor tenga en cuenta:

En base a la etapa de entrada extremadamente sensible, sólo se puede llegar a la posición de 0 dB mediante pulsación prolongada, si anteriormente se partía de la posición de 10 dB. Con ello, se pretende evitar una activación accidental de la posición de 0 dB. Se vuelve a remarcar, que no se deben sobrepasar las tensiones de entrada máximas permitidas. Esto es tan importante, ya que un analizador de espectros, en base al principio de presentación, sólo presenta en algunas ocasiones una parte del espectro de la señal acoplada. Niveles demasiado elevados con frecuencias fuera del margen de medida, pueden ocasionar el deterioro de las etapas de entrada.



**AVISO**

16 **VBW** – Filtro para la reducción de ruidos.

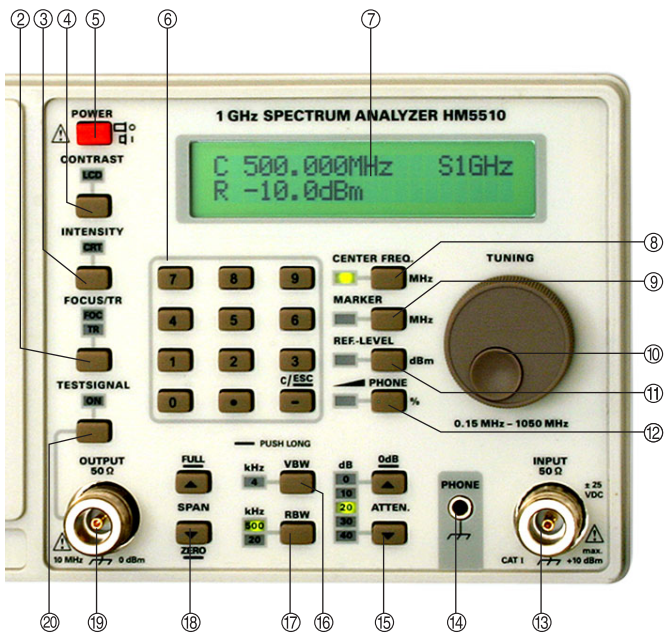
El filtro de vídeo (VBW = Videobandwidth = Ancho de banda de vídeo) sirve para notificar y con ello reducir partes de ruido. Al efectuar medidas de valores de nivel pequeños, comprendidos en magnitudes del ruido general, se puede utilizar el filtro de vídeo (paso bajo) para reducir el ruido. Con ello se logra reconocer en algunos casos señales de baja potencia, que desaparecerían normalmente en el ruido general



Hay que tener en cuenta, que un margen de frecuencia (SPAN) demasiado amplio con un filtro de vídeo activo, puede llevar a valores de amplitud (reducidos) erróneos. Esta situación se avisa en el display mediante UNCAL. En este caso hay que reducir el SPAN. Para ello se deberá posicionar la señal que se está investigando al centro de la pantalla con ayuda del ajuste de la frecuencia central (CENTER FREQ.). Después se reduce el SPAN. Si se reduce el SPAN sin haber desplazado la señal de interés al centro de la pantalla, puede ocurrir que la señal se encuentre después fuera del margen de medida y no se muestre en pantalla. Con señales pulsadas no es aconsejable utilizar el filtro de vídeo, ya que así se evitan errores de medida (tiempo de oscilación).

17 **RBW** – Ancho de banda de resolución del amplificador de frecuencia intermedia (ZF) de 20 kHz y 500 kHz.

Con esta tecla (RBW = Resolution Bandwidth = Ancho de banda de resolución) se puede seleccionar el ancho de banda del amplificador de la frecuencia intermedia de 20 kHz o 500 kHz. La selección queda señalizada con la indicación



LED 17. Al medir una señal, se incitan más o menos los filtros del amplificador ZF-dependiendo del nivel de señal – y entregan – con excepción del modo ZERO SPAN – la presentación de la curva de filtros ZF, con una desviación en dirección vertical que depende del nivel de señal.

El ancho de banda ZF determina, en que medida puede presentar el analizador de espectros individualmente dos señales senoidales, cuyas frecuencias sólo se diferencian en unos pocos kilohercios. Con un ancho de banda de filtro de 20 kHz aún pueden reconocerse perfectamente como dos señales diferentes, dos señales senoidales del mismo nivel y con una variación de frecuencia de 40 kHz. Medido con un ancho de banda de filtro de 500 kHz, ambas señales se presentarían como si solamente hubiera una única señal. Un RBW bajo muestra más detalles del espectro de frecuencia pero precisa un tiempo de oscilación de filtros superior.

Si el tiempo no es suficiente porque el SPAN es demasiado grande o porque el tiempo es demasiado pequeño para el SPAN, se presenta la señal con un nivel demasiado bajo y display presenta "UNCAL". Entonces se deberá reducir el margen de la gama de medida con el SPAN (p.ej. 1 MHz en vez de 2 MHz). En combinación con el filtro de vídeo de 4 kHz en modo activo, se vuelve a obtener una reducción de ancho de banda. Con ancho de banda inferior, se reduce el ruido y aumenta la sensibilidad de entrada. Esto queda visible cuando se conmuta de 500 kHz a 20 kHz de ancho de banda por la amplitud de ruido inferior y su desplazamiento hacia el borde inferior de la retícula.

18 **SPAN** – Margen de la gama de medida 1 MHz hasta 1000 MHz.



Con las teclas SPAN se aumenta el margen de la gama de medida (tecla superior) o se reduce (tecla inferior). El SPAN puede aumentarse con cada pulsación sobre la tecla, partiendo desde ZERO-SP (Zero Span) y siguiendo una secuencia de conmutación de 1-2-5.

Con excepción del Zero Span, se determina la frecuencia de inicio (borde izquierdo de la retícula) y la frecuencia de paro (borde derecho de la retícula) en combinación con el ajuste de la frecuencia central CENTER FREQ. ⑧.

#### Ejemplo:

Con un ajuste de la frecuencia central de 300MHz y un SPAN de 500MHz se mide desde

$$50 \text{ MHz} = (300 \text{ MHz} - \text{SPAN} / 2) \text{ hasta}$$

$$550 \text{ MHz} = (300 \text{ MHz} + \text{SPAN} / 2).$$

#### Atención:

Si el SPAN es en referencia al ancho de banda de la resolución (RBW) demasiado grande, queda indicado mediante la presentación LCD "UNCAL", por ser los niveles de señal presentados con niveles demasiado bajos. Trabajando con 500 MHz y 1 GHz de SPAN esto será siempre el caso, independientemente del ancho de banda del filtro. Es decir se presenta siempre "UNCAL". Entonces sería conveniente realizar la medición con un SPAN inferior.

**ZERO SPAN** – Pulsación prolongada de la tecla inferior.



Una pulsación prolongada sobre la tecla ZERO SPAN (SPAN = margen de la gama de medida, ZERO = Cero) activa esta función directamente. Para desactivar ZERO SPAN, es suficiente con pulsar brevemente una de las teclas SPAN. Entonces el SPAN, se ajusta de la manera que se había estado utilizando, antes de conmutar a ZERO SPAN.

Con el ZERO SPAN activado, el display presenta en su línea superior a la derecha "ZERO-SP". Entonces, el analizador de espectros se semeja a un medidor de niveles selectivo. Se efectúan las medidas a la frecuencia determinada con CENTER.FREQ. ⑧, con el ancho de banda de resolución actual y no con la gama de medida determinada por un SPAN.

**FULL SPAN** – Pulsación prolongada sobre la tecla superior



Una pulsación prolongada sobre la tecla FULL SPAN (SPAN = margen de la gama de medida, FULL = Completo) activa esta función directamente. Con el FULL SPAN activado, el display presenta en su línea superior a la derecha "S1GHz". Para desactivar FULL SPAN, es suficiente con pulsar brevemente una de las teclas SPAN. Entonces el SPAN, se ajusta de la manera que se había estado utilizando, antes de conmutar a FULL SPAN.

#### ⑩ OUTPUT 50Ω -

Salida del señal de test

Borne tipo N con una impedancia interna de 50Ω.

Estando la salida OUTPUT ⑩ activada, se conecta a la salida una señal de 10 MHz con un nivel de 0 dBm ( $\pm 3$  dB). Ésta puede ser conectada directamente a través de un cable de 50Ω a la entrada INPUT 50Ω ⑩ y puede ser utilizada

para la comprobación del funcionamiento correcto de la entrada del analizador de espectros.

⑳ TESTSIGNAL – Activar señal de test de 10 MHz.

㉑ PROBE POWER – Alimentación de 6 V<sub>DC</sub>



El borne de banana tiene un diámetro de 2,5 mm. Sirve p.ej. como alimentación para las sondas de campo cercano HZ530. El polo interior suministra una tensión continua de +6 V contra la conexión exterior, la cual queda conectada con el potencial de referencia de medida (PE) y suministra como máximo 100 mA.





Oscilloscopes



Spectrum Analyzer



Power Supplies



Modular System  
Series 8000



Programmable Instruments  
Series 8100



authorized dealer



[www.hameg.de](http://www.hameg.de)

Subject to change without notice  
42-5510-0040 / 12-05-2006-gw  
© 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](mailto:sales@hameg.de)