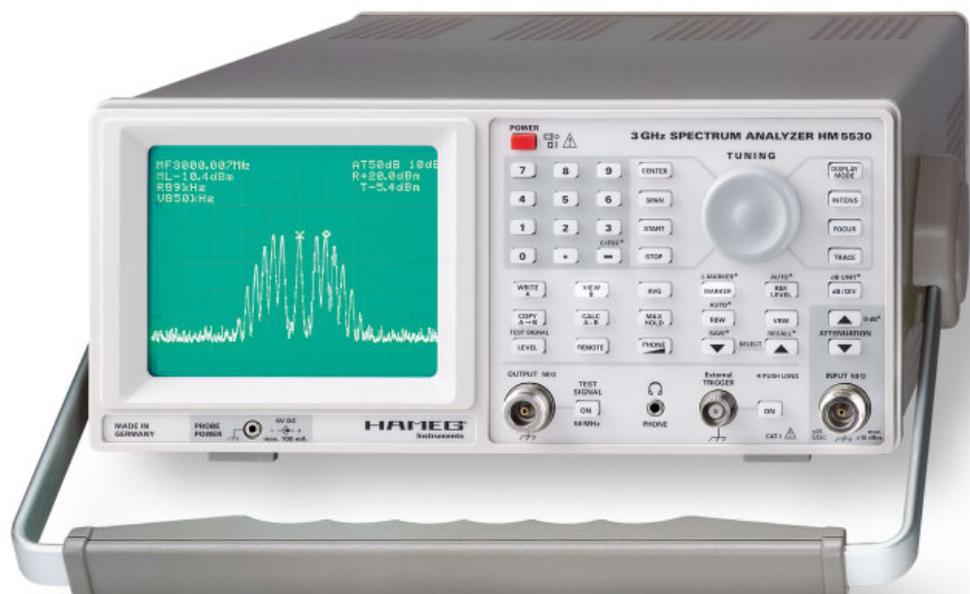


# Spectrum - Analyzer HM5530

Handbuch / Manual

Deutsch / English





Hersteller  
Manufacturer  
Fabricant

HAMEG Instruments GmbH  
Industriestraße 6  
D-63533 Mainhausen

KONFORMITÄTSERKLÄRUNG  
DECLARATION OF CONFORMITY  
DECLARATION DE CONFORMITE



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:

HM5530

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

Überspannungskategorie / Overvoltage category / Catégorie de surtension: II  
Verschmutzungsgrad / Degree of pollution / Degré de pollution: 2

Elektromagnetische Verträglichkeit / Electromagnetic compatibility /  
Compatibilité électromagnétique

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

Störfestigkeit / Immunity / Imunité: Tabelle / table / tableau A1.

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

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

Datum / Date / Date  
10. 04. 2006

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 Signalleitungen eine Länge von 3 Metern nicht erreichen und sich nicht außerhalb von Gebäuden befinden.

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

### 3. Auswirkungen auf die Messgeräte

Beim Vorliegen starker hochfrequenter elektrischer oder magnetischer Felder kann es trotz sorgfältigen Messaufbaues über die angeschlossenen Messkabel zu Einspeisung unerwünschter Signale in das Messgerät kommen. Dies führt bei HAMEG Messgeräten nicht zu einer Zerstörung oder Außerbetriebsetzung des Messgerätes.

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

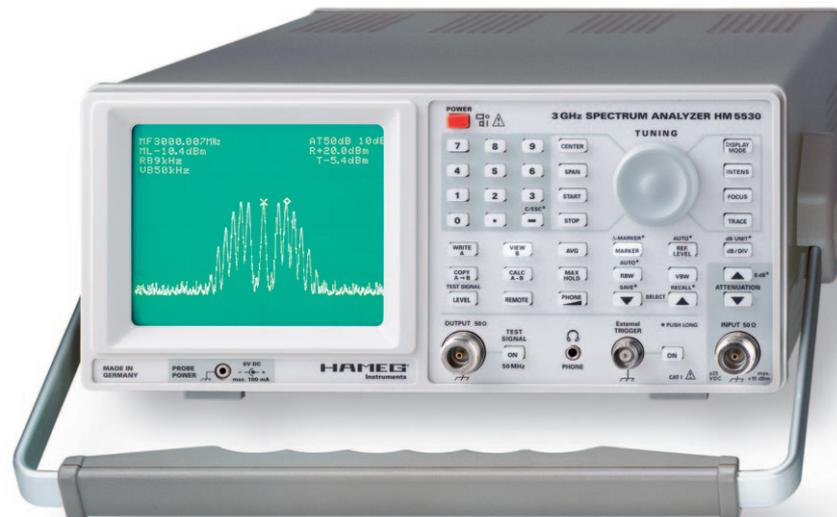
### 4. Störfestigkeit von Spektrumanalysatoren

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

HAMEG Instruments GmbH

English	26
<b>Deutsch</b>	
CE-Konformitätserklärung	2
Allgemeine Hinweise zur CE-Kennzeichnung	2
Spektrumanalysator HM5530	4
Technische Daten	5
<b>Wichtige Hinweise</b>	<b>6</b>
Symbole	6
Aufstellung des Gerätes	6
Sicherheit	6
Bestimmungsgemäßer Betrieb	6
Gewährleistung und Reparatur	7
Wartung	7
Schutzschaltung	7
Netzspannung	7
<b>Kurzbeschreibung der Bedienelemente</b>	<b>8</b>
<b>Test Signal Display</b>	<b>10</b>
<b>Betriebshinweise und Hinweise für erste Messungen</b>	<b>11</b>
Betriebshinweise	11
Erste Messungen	11
<b>Allgemeine Grundlagen Spektralanalysatoren</b>	<b>12</b>
<b>Anforderungen an Spektralanalysatoren</b>	<b>13</b>
Frequenzmessung	13
Stabilität	13
Auflösung	13
Rauschen	14
Video-Filter	14
Empfindlichkeit – Max. Eingangspegel	14
Frequenzgang	15
<b>Funktionsprinzip des HM5530</b>	<b>15</b>
Normalbetrieb und ZERO SPAN-Betrieb	16
<b>Bedienungselemente und Readout</b>	<b>17</b>
<b>RS-232 Interface: Messwertabfrage und Fernsteuerung</b>	<b>23</b>
Liste der Einstellbefehle	24

# 3 GHz Spektrumanalysator HM5530



Frequenzbereich von 150 kHz bis 3 GHz

Amplitudenmessbereich -110 bis +20 dBm

Phasensynchrone, direkte digitale Frequenzsynthese

Auflösungsbandbreiten: 9 kHz, 120 kHz und 1 MHz

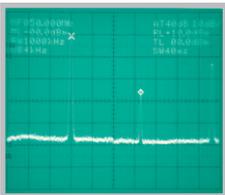
YIG-Oszillator

Pre-Compliance EMV-Messungen

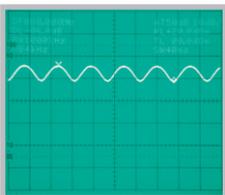
Serielle Schnittstelle für Dokumentation und Steuerung

Erweiterte Messfunktionen für EMV-Messungen  
mit optionaler Software

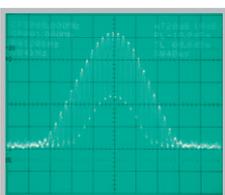
Testsignal 50 MHz



AM-Signal mit externem  
Trigger im Zero Span



3GHz-Signal mit AM



RS-232

inklusive

**3 GHz Spektrumanalysator HM5530**

bei 23 °C nach einer Warmlaufzeitzeit von 30 Minuten

**Frequenzeigenschaften**

<b>Frequenzbereich:</b>	150 kHz bis 3 GHz
<b>Frequenzerzeugung:</b>	TXCO mit DDS (digitale Frequenzsynthese)
<b>Stabilität:</b>	± 5 ppm
<b>Alterung:</b>	± 1 ppm/Jahr
<b>Auflösung Frequenzanzeige:</b>	1 kHz (6½ Digit Readout)
<b>Mittenfrequenzeinstellbereich:</b>	0 bis 3 GHz
<b>Mittenfrequenztoleranz:</b>	± 2 kHz
<b>Spanbereich:</b>	0 (zero span) und 1 bis 3000 MHz

**Amplitudeneigenschaften**

<b>Anzeigebereich:</b>	-110 dBm bis +20 dBm
<b>Skalierung:</b>	10 oder 5 dB/div, umschaltbar auf dBm, dBmV, dBµV
<b>Dynamikbereich:</b>	80 dB (10 dB/div), 40 dB (5 dB/div)
<b>Amplitudenfrequenzgang (bei ATT 10 dB, Zero Span, 1 MHz – RBW, Signal -20 dBm):</b>	± 3 dB
<b>Anzeige Bildröhre (CRT):</b>	8 cm x 10 cm
<b>Anzeigecharakteristik:</b>	logarithmisch
<b>Anzeigeeinheit:</b>	dB (dBm, dBmV, dBµV)
<b>Eingangsteiler (Attenuator):</b>	0 bis 50 dB (10 dB-Stufen)
<b>Toleranz:</b>	± 2 dB, bezogen auf 10 dB
<b>Max., dauernd zul. Eingangspegel:</b>	
Abschwächung 10 – 50 dB:	+20 dBm (0,1 W)
Abschwächung 0 dB:	+10 dBm
<b>Max. zul. Gleichspannung:</b>	± 25 V
<b>Referenzpegel:</b>	
Einstellbereich:	-110 dBm bis +20 dBm
Toleranz, bezogen auf 1500 MHz, ATT 10 dB,	
Zero Span, RBW 1 MHz:	± 1 dB
<b>Min. Rauschpegelmittelwert (RBW 9 kHz):</b>	
150 kHz – 1,5 MHz:	-90 dBm
1,5 MHz – 2,6 GHz:	-100 dBm
2,6 GHz – 3,0 GHz:	-90 dBm
<b>Intermodulationsabstand 3. Ordnung:</b>	
2 Signale je -33 dBm,	
Abstand > 3 MHz:	> 75 dBc
<b>Abstand harmonischer Verzerrungen (2. Harm. bei -30 dBm, ATT 0 dB, Frequenzabstand &gt; 3 MHz):</b>	> 75 dBc
<b>Bandbreitenabhängiger Amplitudenfehler, bezogen auf RBW 1 MHz, Zero Span:</b>	± 1 dB
<b>Digitalisierung:</b>	± 1 Digit (0,4 dB) bei 10 dB/div Skalierung (average, Zero Span)

**Marker/Deltamarker**

<b>Frequenzauflösung:</b>	Span/200 kHz, 6½ Digit
<b>Frequenzgenauigkeit:</b>	± (1 kHz + Mittenfrequenztoleranz + 0,02 % x Span)
<b>Amplitudenauflösung:</b>	0,4 dB, 3½ Digit

**Bandbreiten**

<b>Auflösebandbreiten (RBW) [-6 dB]:</b>	1 MHz, 120 kHz, 9 kHz
<b>Videobandbreiten (VBW):</b>	50 kHz, 4 kHz
<b>mit automatischer Umschaltung der Sweepzeit:</b>	40, 80, 160, 320 und 1000 ms

**Eingänge/Ausgänge**

<b>Messeingang:</b>	N-Buchse
Eingangsimpedanz:	50 Ω
VSWR (ATT 10dB):	typ. 1,5 : 1
<b>Testsignalausgang:</b>	N-Buchse
Ausgangsimpedanz:	50 Ω
Frequenz:	50 MHz ± 1 kHz
Pegel:	-10 bis 0 dBm (in 0,2 dB-Stufen)
Genauigkeit des Pegels:	± 1 dB
<b>Versorgungsausgang für Sonden:</b>	6 V <sub>DC</sub> , max. 100 mA (2,5 mm DIN Klinckenstecker)
<b>Audioausgang (Phone):</b>	3,5 mm DIN Klinckenstecker
<b>RS-232 Schnittstelle:</b>	9 pol. Submin-D
<b>Eingang für ext. Trigger:</b>	BNC-Buchse
Digitales Signal:	
Low Pegel:	0 bis +0,8 V
High Pegel:	+2,5 V bis +5,0 V

**Funktionen**

<b>Eingabe Tastatur:</b>	Mittenfrequenz, Span, Startfrequenz, Stopfrequenz, Marker, Deltamarker, Referenzpegel, Testsignalpegel.
<b>Eingabe Drehgeber:</b>	Mittenfrequenz, Span, Startfrequenz, Stopfrequenz, Marker, Deltamarker, Referenzpegel, Testsignalpegel, Helligkeit, Schärfe, Strahldrehung, Lautstärke.
<b>„Max. Hold“ – Funktion:</b>	Spitzenwertdetektion
<b>AVG (average):</b>	Mittelwertbildung
<b>Referenzkurve:</b>	Speichertiefe: 2 k x 8 Bit
<b>SAVE/RECALL:</b>	Speicherung und Aufruf von 10 Geräteeinstellungen
<b>AM-Demodulation:</b>	für Audio (Kopfhöreranschluss)
<b>REMOTE:</b>	Anzeige/Aufheben der RS-232 Schnittstellensteuerung
<b>Readout:</b>	Messparameteranzeige

**Verschiedenes**

<b>Bildröhre (CRT):</b>	D 14-363GY, 8 cm x 10 cm Innenraster
<b>Beschleunigungsspannung:</b>	ca. 2 kV
<b>Strahldrehung:</b>	auf der Frontplatte einstellbar
<b>Arbeitstemperaturbereich:</b>	+ 10 bis + 40 °C
<b>Lagertemperatur:</b>	- 40 bis + 70 °C
<b>Netzanschluss:</b>	105 bis 254 V <sub>AC</sub> , 50 bis 60 Hz, ca. 37 W, CAT II
<b>Schutzart:</b>	Schutzklasse I mit Schutzleiter, EN(IEC) 61010-1
<b>Gehäuse (B x H x T):</b>	285 x 125 x 380 mm verstellbarer Aufstell-/Tragegriff
<b>Farbe:</b>	techno-braun
<b>Gewicht:</b>	ca. 6,5 Kg

**Im Lieferumfang enthalten:** Netzkabel, Bedienungsanleitung, CD-ROM, Adapter N-Stecker auf BNC-Buchse.

**Optionales Zubehör:**

HZ70 (27-0070-0000) Opto-Interface
HZ520 (17-0520-0000) Ansteckantenne
HZ530 (27-0530-0100) Sondensatz für EMV-Diagnose
HZ560 (27-0560-0000) Transient limiter
Impedanzwandler 50 auf 75 Ohm

www.hameg.com

## Wichtige Hinweise

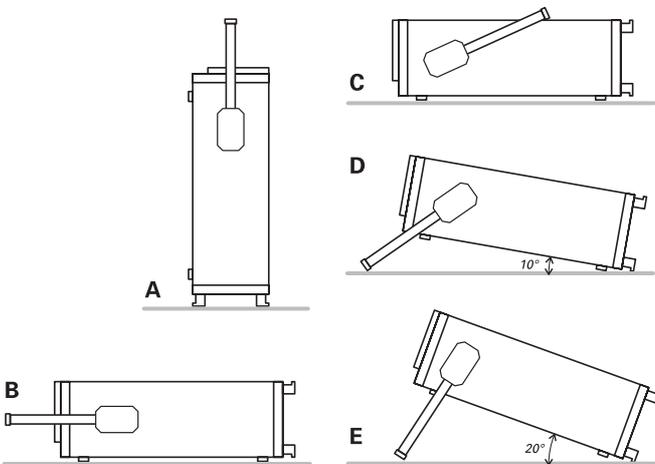
Sofort nach dem Auspacken sollte das Gerät auf mechanische Beschädigungen und lose Teile im Innern überprüft werden. Falls ein Transportschaden vorliegt, ist sofort der Lieferant zu informieren. Das Gerät darf dann nicht in Betrieb gesetzt werden.

### Symbole

-  Bedienungsanleitung beachten
-  Hochspannung
-  Erde
-  Hinweis! Unbedingt beachten.

### Aufstellung des Gerätes

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



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

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

### Sicherheit

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

Gehäuse, Chassis und alle Messanschlüsse sind mit dem Netzschutzleiter verbunden. Das Gerät entspricht den Bestimmungen der Schutzklasse I. Die berührbaren Metallteile sind gegen die Netzpole mit 2200V Gleichspannung geprüft. Das Gerät darf aus Sicherheitsgründen nur an vorschriftsmäßigen Schutzkontaktsteckdosen betrieben werden.

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

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

Wenn anzunehmen ist dass ein gefahrloser Betrieb nicht mehr möglich ist, so ist das Gerät außer Betrieb zu setzen und gegen unabsichtlichen Betrieb zu sichern. Diese Annahme ist berechtigt:

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

### Bestimmungsgemäßer Betrieb

Das Messgerät ist für den Betrieb in folgenden Bereichen bestimmt: Industrie-, Wohn-, Geschäfts-, und Gewerbebereich sowie Kleinbetriebe.

Aus Sicherheitsgründen darf das Messgerät nur an vorschriftsmäßigen Schutzkontaktsteckdosen betrieben werden. Die Auftrennung der Schutzkontaktverbindung ist unzulässig. Der Netzstecker muss eingeführt sein, bevor Signalstromkreise angeschlossen werden.

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

zu gewährleisten. Bei Dauerbetrieb ist folglich eine horizontale oder schräge Betriebslage (Aufstellbügel) zu bevorzugen.



**Die Lüftungslöcher dürfen nicht abgedeckt werden!**

Nenndaten mit Toleranzangaben gelten nach einer Anwärmezeit von min. 20 Minuten, im Umgebungstemperaturbereich von 15°C bis 30°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**

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

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

**Schutzschaltung**

Dieses Gerät ist mit einem Schaltnetzteil ausgerüstet, welches über Überstrom und -spannungs Schutzschaltungen verfügt. Im Fehlerfall kann ein, sich periodisch wiederholendes, tickendes Geräusch hörbar sein.

**Netzspannung**

Das Gerät arbeitet mit Netzwechselfspannungen von 105V bis 250V. Eine Netzspannungsumschaltung ist daher nicht vorgesehen.

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

Der Sicherungshalter wird gegen den Federdruck eingeschoben, bis er eingerastet ist. Die Verwendung „geflickter“ Sicherungen oder das Kurzschließen des Sicherungshalters ist unzulässig. Dadurch entstehende Schäden fallen nicht unter die Garantieleistungen.

**Sicherungstyp:**

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



**ACHTUNG!**

**Im Inneren des Gerätes befindet sich im Bereich des Schaltnetzteiles eine Sicherung:**

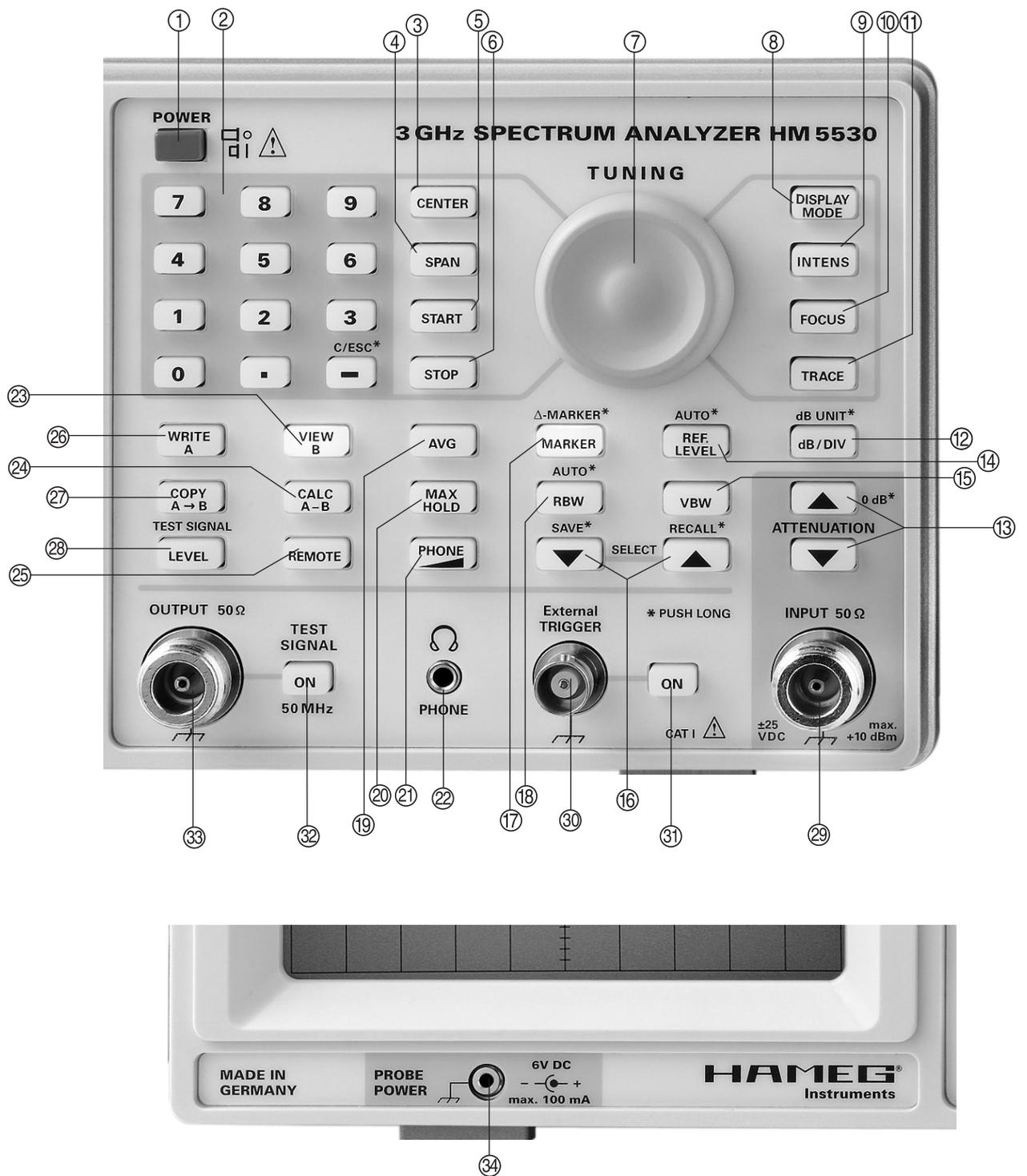
Größe 5 x 20 mm; 250V~, C;  
 IEC 127, Bl. III; DIN 41 662  
 (evtl. DIN 41 571, Bl. 3).  
 Abschaltung: flink (F) 0,8A.

Diese Sicherung darf nicht vom Anwender ersetzt werden!

## Kurzbeschreibung der Bedienelemente

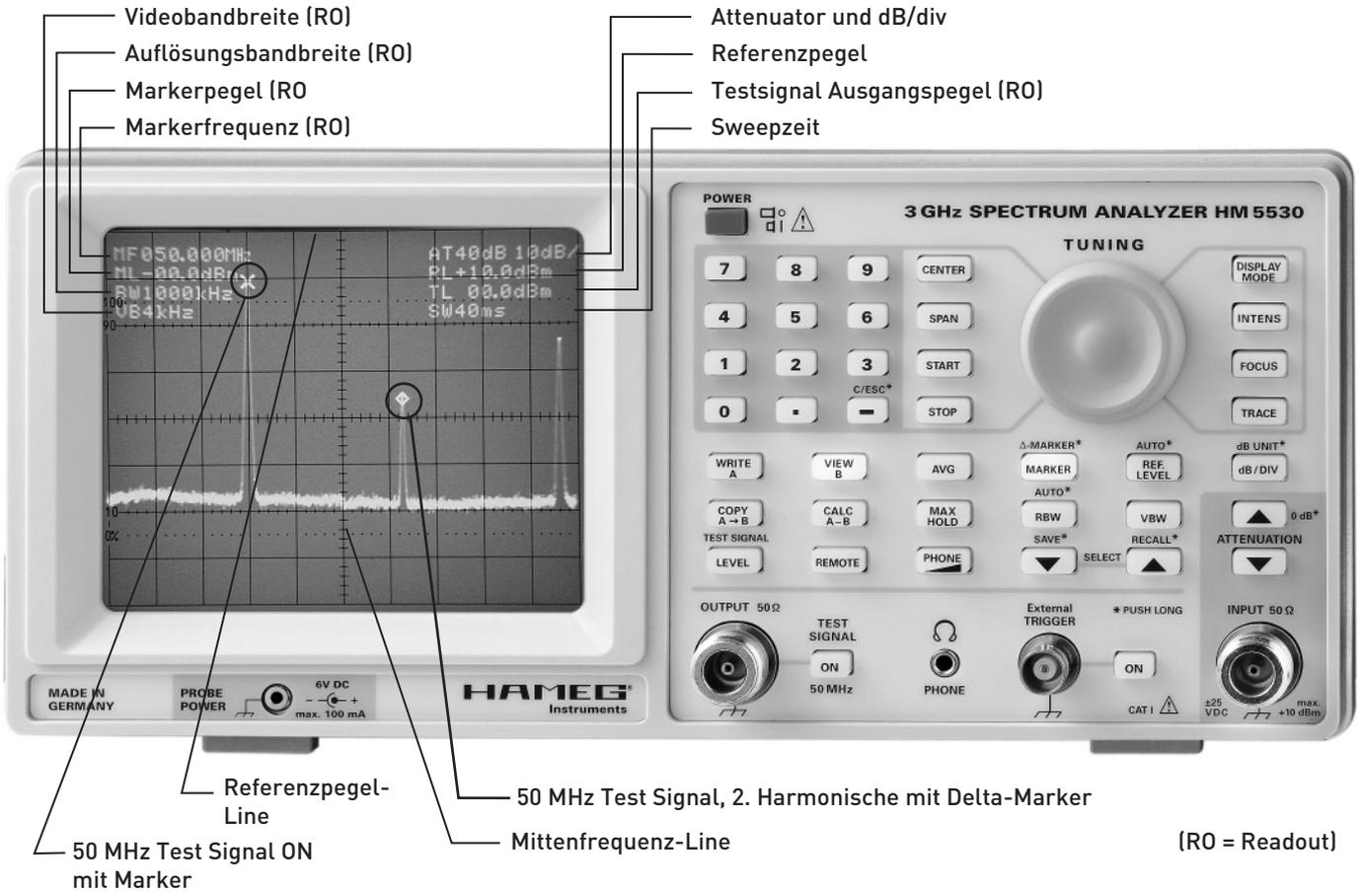
Diese Seitenzahlen verweisen auf die ausführliche Beschreibung im Kapitel „Bedienelemente und Readout“! ▼

- |  |    |  |    |
|--|----|--|----|
| ① <b>POWER</b>   | 17 | ⑮ <b>VBW</b>   | 20 |
| Netz, Ein/Ausschalter.   |    | Video Bandwidth, Umschaltung Videofilter zwischen 50 kHz und 4 kHz.  |    |
| ② <b>10er-Tastatur</b>   | 17 | ⑯ <b>SELECT</b>  | 20 |
| Tastenblock zur Zifferneingabe.  |    | Nach einem kurzen Tastendruck auf eine der beiden Tasten, wird die gewählte Funktion (SAVE oder RECALL) und der Speicherplatz für einige Sekunden angezeigt. Innerhalb dieser Zeitspanne lässt sich der Speicherplatz mit kurzem Betätigen einer der Tasten auswählen. |    |
| ③ <b>CENTER</b>  | 18 | <b>SAVE* / RECALL*</b>   | 20 |
| Mittenfrequenz-Einstellung mit Tastatur ② oder Drehgeber ⑦ (Anzeige: CF.....).   |    | Wird die mit SELECT gewählte Funktion (SAVE oder RECALL) zusammen mit dem Speicherplatz angezeigt, kann sie mit einem langen Tastendruck ausgeführt werden (Speichern oder Aufrufen).  |    |
| ④ <b>SPAN</b>  | 18 | ⑰ <b>MARKER</b>  | 20 |
| Frequenzmessbereich-Einstellung mit Tastatur ② oder Drehgeber ⑦. (Anzeige: SP.....).   |    | Kurzes Drücken: Einschalten des absoluten Markers (Kreuz-Symbol auf dem Signal). (Anzeige MF..... und ML.....)<br>Nochmaliges kurzes Drücken: Automatische Positionierung auf höchstem Pegel.  |    |
| ⑤ <b>START</b>   | 18 | <b>Δ-MARKER*</b>   | 20 |
| Startfrequenz-Einstellung des Frequenzmessbereichs (in Verbindung mit einer Stopfrequenz) mit Tastatur ② oder Drehgeber ⑦ (Anzeige: SR.....).  |    | Langes Drücken: Einschalten des relativen Markers (Rhombus-Symbol auf dem Signal). (Anzeige DF..... und DL.....)<br>Nochmaliges langes Drücken: Automatische Positionierung auf höchstem Pegel.  |    |
| ⑥ <b>STOP</b>  | 18 | ⑱ <b>RBW</b>   | 20 |
| Stopfrequenz-Einstellung des Frequenzmessbereichs (in Verbindung mit einer Startfrequenz) mit Tastatur ② oder Drehgeber ⑦ (Anzeige: SP.....).  |    | Kurzes Drücken: Umschaltung der Auflösungsbandbreite 1000 kHz, 120 kHz oder 9 kHz. (Anzeige: BW ..... kHz)   |    |
| ⑦ <b>TUNING</b>  | 18 | <b>AUTO*</b>   |    |
| (Drehgeber) Zur Parametereingabe bzw. -änderung von: Mittenfrequenz CENTER, SPAN, START/STOP-Frequenz, MARKER, Deltamarker, REF.-LEVEL, TEST-Signalpegel, Helligkeit (INTENS), Schärfe (FOCUS), Strahldrehung (TRACE rotation) und Lautstärke (PHONE). |    | Langes Drücken: Ein- und Ausschalten der automatischen Wahl der Auflösungsbandbreite.<br>(Funktion eingeschaltet; Anzeige: B*.....)<br>(Funktion ausgeschaltet; Anzeige: BW.....)  |    |
| ⑧ <b>DISPLAY MODE</b>  | 18 | ⑲ <b>AVG</b>   | 21 |
| Readout-Helligkeit (Sequenz: 100%, 50%, 0%, 100% etc.).  |    | Ein- und Ausschalten der Mittelwertbildung.  |    |
| ⑨ <b>INTENS</b>  | 18 | ⑳ <b>MAX HOLD</b>  | 22 |
| Helligkeitseinstellung mit Drehgeber ⑦.  |    | Ein- und Ausschalten der Maximalwerterfassung.   |    |
| ⑩ <b>FOCUS</b>   | 18 | ㉑ <b>PHONE</b>  (Taste)   | 22 |
| Schärfereinstellung mit Drehgeber ⑦.   |    | Lautstärkeeinstellung mit dem Drehgeber ⑦.   |    |
| ⑪ <b>TRACE</b>   | 18 | ㉒ <b>PHONE</b>  (Buchse)  | 22 |
| Strahldrehung mit Drehgeber ⑦.   |    | Kopfhöreranschluss für 3,5 mm Klinkenstecker; Impedanz > 8 Ω.  |    |
| ⑫ <b>dB/DIV</b>  | 19 | ㉓ <b>VIEW B</b>  | 22 |
| Kurzes Drücken: Umschaltung von 10 dB/div auf 5 dB/div.  |    | Anzeige des Referenzspeicherinhalts (B).   |    |
| <b>dB UNIT*</b> Langes Drücken: Umschaltung von dBm auf dBμV und dBpV .  |    | ㉔ <b>CALC A – B</b>  | 22 |
| ⑬ <b>ATTENUATION</b>   | 19 | Anzeige der Differenz (A – B) zwischen aktuellem Signal (A) und dem Referenzspeicherinhalt (B).  |    |
| Eingangsschwächer von 0 bis 50 dB.   |    | ㉕ <b>REMOTE</b>  | 22 |
| <b>0 dB*</b> Stellung 0 dB aus Sicherheitsgründen nur durch langes Drücken einschaltbar.   |    | Leuchtet bei Fernsteuerbetrieb.<br>Tastendruck schaltet Fernsteuerbetrieb ab.  |    |
| ⑭ <b>REF.-LEVEL</b>  | 19 | ㉖ <b>WRITE A</b>   | 22 |
| Kurzes Drücken: Einstellung des Referenzpegels mit Tastatur ② oder Drehgeber ⑦. (Anzeige: RL..... oder R*.....)  |    | Anzeige des aktuellen Signals (A).   |    |
| <b>AUTO*</b> Langes Drücken: Ein- und Ausschalten der automatischen Anpassung des Attenuators beim Einstellen des Referenzpegels.<br>(Funktion eingeschaltet; Anzeige: R*.....)<br>(Funktion ausgeschaltet; Anzeige: RL.....)                          |    | ㉗ <b>COPY A → B</b>  | 22 |
|  |    | Mit Tastendruck wird das aktuelle Signal (A) in den Referenzspeicher (B) kopiert.  |    |

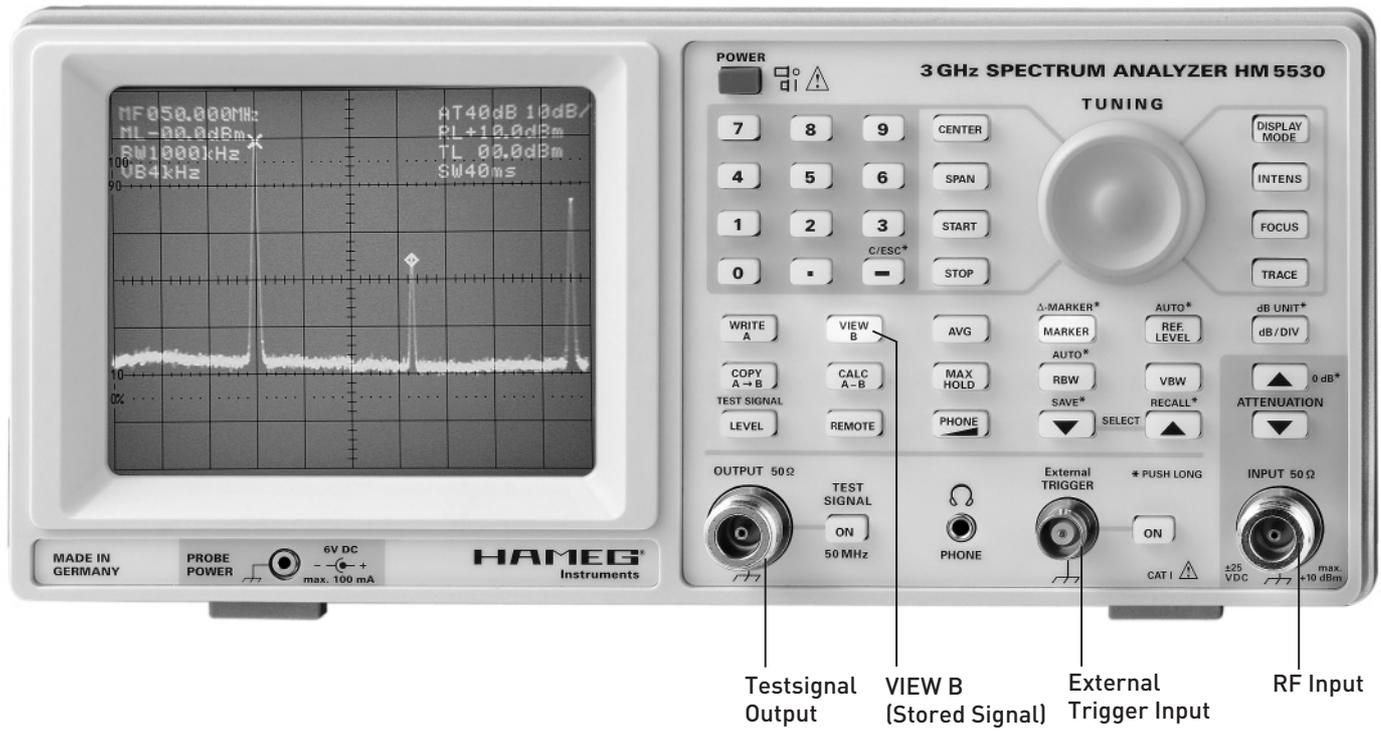


- |   |   |    |   |   |    |
|---|---|----|---|---|----|
| ⑳ | <b>TEST SIGNAL / LEVEL</b>  | 22 | ㉓ | <b>TEST SIGNAL ON</b>   | 22 |
|   | Einstellung des Testsignalpegels mit Tastatur ② oder Drehgeber ⑦. (Anzeige: TL.....)                            |    |   | Taste zum Ein-/Aussschalten des Testsignals.                                      |    |
| ㉔ | <b>INPUT 50 Ω</b>   | 22 | ㉕ | <b>OUTPUT 50 Ω</b>  | 22 |
|   | Eingangsbuchse. Die maximal zulässigen Eingangsspannungen dürfen nicht überschritten werden: Zerstörungsgefahr! |    |   | Testsignal-Ausgang (N-Buchse).  |    |
| ㉖ | <b>External TRIGGER</b>   | 22 | ㉔ | <b>PROBE POWER</b>  | 22 |
|   | BNC-Eingang für externes Triggersignal (Sweepauslösung).  |    |   | Stromversorgungsanschluß (6 V <sub>DC</sub> ) von Sonden (2,5 mm Klinkenstecker). |    |
| ㉗ | <b>ON</b>   | 22 |   |   |    |
|   | Taste zum Ein-/Aussschalten des externen Triggers.  |    |   |   |    |

Test Signal Display



(RO = Readout)



## Betriebshinweise und Hinweise für erste Messungen

### Betriebshinweise

Vor der Inbetriebnahme des HM5530 ist unbedingt der Abschnitt „Sicherheit“ zu lesen, und es sind die darin enthaltenen Hinweise zu beachten. Für den Betrieb des Gerätes sind keine besonderen Vorkenntnisse erforderlich. Die übersichtliche Gliederung der Frontplatte und die Beschränkung auf die wesentlichen Funktionen erlauben ein effizientes Arbeiten sofort nach der Inbetriebnahme. Dennoch sollten einige grundsätzliche Hinweise für den störungsfreien Betrieb beachtet werden.

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

Ohne Eingangssignal-Abschwächung dürfen folgende Pegel am Eingang (50  $\Omega$ ) nicht überschritten werden: +10 dBm (0,7V<sub>eff</sub>) Wechselspannung;  $\pm$ 10Volt Gleichspannung. Mit 10 ... 40dB Abschwächung sind maximal +20dBm zulässig. Diese Grenzwerte dürfen nicht überschritten werden, da ansonsten mit der Zerstörung der Eingangsbaugruppe zu rechnen ist!

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

Bei der Untersuchung von unbekanntem Signalen sollte zunächst geprüft werden, ob unzulässig hohe Spannungen vorliegen. Außerdem ist es empfehlenswert, die Messung mit maximaler Abschwächung und dem maximal erfassbaren Frequenzbereich (0,1 MHz – 3000 MHz) zu beginnen. Trotzdem ist zu berücksichtigen, dass unzulässig hohe Signalamplituden auch außerhalb des erfassten Frequenzbereichs vorliegen können, die zwar nicht angezeigt werden können (z.B. 3200 MHz), jedoch zur Übersteuerung und in Extremfall zur Zerstörung des 1. Mischers führen können.

Der Frequenzbereich von 0 Hz bis 100 kHz ist für den Spektrumanalysator nicht spezifiziert. In diesem Bereich angezeigte Spektralkomponenten sind bezüglich ihrer Amplitude nur bedingt auswertbar.

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

Aufgrund des Umsetzungsprinzips moderner Spektrum-Analysatoren ist bei einer eingestellten Mittenfrequenz von 0 MHz auch ohne anliegendes Signal eine Spektrallinie auf dem Bildschirm sichtbar. Sie ist immer dann sichtbar, wenn die Frequenz des 1st LO in den Bereich der 1. Zwischenfrequenz fällt. Diese Linie wird oft als sogenannter „Zero-Peak“ bezeichnet. Sie wird durch den Trägerrest des 1. Mischers (Local-Oscillator-Durchgriff) verursacht. Der Pegel dieser Spektrallinie ist von Gerät zu

Gerät verschieden. Eine Abweichung von der vollen Bildschirmhöhe stellt also keine Fehlfunktion des Gerätes dar.

### Erste Messungen

**Einstellungen:** Bevor ein unbekanntes Signal an den Messeingang angelegt wird, sollte geprüft und sichergestellt werden, dass das Signal keinen Gleichspannungsanteil von  $> \pm 10V$  aufweist und die maximale Amplitude  $< +10\text{ dBm}$  ist.

**ATTN. (Eingangsdämpfung):** Damit das Eingangsteil nicht überlastet wird, sollte der Abschwächer vor dem Anlegen des Signals auf 50 dB geschaltet sein. (AT 50 dB)

**Frequenzeinstellung:** CENTER (CF) auf 500 MHz einstellen und einen SPAN (SF) von 1000 MHz wählen.

**Vertikalskalierung:** Die vertikale Skalierung sollte 10 dB/div. betragen, damit der größte Anzeigebereich 80 dB vorliegt. (10 dB/div.)

**RBW (Auflösungsbandbreite):** Es sollten zu Anfang einer Messung das 1 MHz-Filter (RB 1 MHz) eingeschaltet und das Videofilter ausgeschaltet (VB 50 kHz) sein.

Ist kein Signal und ist nur die Frequenzbasislinie (Rauschband) sichtbar, kann nun 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) anliegenden Signal richten, also nicht nach ZERO PEAK. Die optimale Aussteuerung des Gerätes ist dann gegeben, wenn das größte Signal (Frequenzbereich 100 kHz bis 3000 MHz) bis an die oberste Rasterlinie (Referenzlinie) heranreicht, diese jedoch nicht überschreitet. Im Falle einer Überschreitung muss zusätzliche Eingangsdämpfung eingeschaltet werden bzw. ist ein externes Dämpfungsglied geeigneter Dämpfung und Leistung zu verwenden.

Messungen im Full Span (SF 3000 MHz) sind in aller Regel nur als Übersichtsmessungen sinnvoll. Eine genaue Analyse ist nur mit verringertem SPAN möglich. Hierzu muss zuvor das interessierende Signal durch eine Veränderung der Mittenfrequenz (CENTER) in die Bildschirmmitte gebracht werden, danach kann der SPAN reduziert werden. Anschließend kann die Auflösungsbandbreite (RBW) verringert und gegebenenfalls das Videofilter eingeschaltet werden. Der Warnhinweis „uncal“ darf nicht im Anzeigefenster (SW ...) erscheinen, da sonst Messfehler zu befürchten sind.

**Messwerte ablesen:** Um die Messwerte zahlenmäßig zu erfassen, besteht der einfachste Weg in der Benutzung der Marker. Hierzu wird die Taste MARKER kurz gedrückt, der 1. Marker (Kreuz) mit dem Drehknopf auf die interessierende Signalspitze gesetzt und die für Frequenz und Pegel angezeigten Markerwerte (MF, ML) abgelesen. Bei der Anzeige des Pegelwertes werden der Referenzpegel (REF.-LEVEL) und die Eingangsabschwächung (ATT) automatisch berücksichtigt. Mit einem 2. Marker können Differenzfrequenz und Differenzpegel zum 1. Marker bestimmt werden, siehe hierzu die ausführliche Beschreibung.

Sollen Messwerte ohne Benutzung der Marker erfasst werden, so ist zu beachten, dass alles vom Bezugswert im Readout (RL ... dBm), dies ist der obere Rasterrand, her zu rechnen ist! Dies ist ungewohnt, weil es beim Oszilloskop anders ist. Die Skalierung kann 10 oder 5 dB/div betragen. Bei 10 dB/div umfasst der Bildschirm also einen Dynamikbereich von 80 dB, die untere Rasterlinie entspricht  $- 80\text{ dBm}$ , falls der Bezugswert (RL 0 dBm) beträgt.

## Allgemeine Grundlagen Spektralanalysatoren

## Einführung in die Spektralanalyse, Vorzüge von Spektralanalysatoren

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

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

Ein Spektralanalysator stellt die Amplituden der einzelnen Signalbestandteile über der Frequenz ( $Y/f$ ) dar. Das zu erfassende Signal bzw. seine Anteile müssen sich periodisch wiederholen.

Es gibt Oszilloskope, die mathematisch ein Fourier-Spektrum berechnen und anzeigen können; obwohl dieses Leistungsmerkmal für manche Anwendungsfälle ausreichen mag, wird jedoch dadurch aus einem Oszilloskop niemals ein Spektralanalysator, denn es verbleiben erhebliche Unterschiede, man benötigt in der Praxis daher beide Geräte:

1. Die Empfindlichkeit eines Spektralanalysators ist um Größenordnungen höher als die eines jeden Oszilloskops. Dies, u.U. in Verbindung mit Punkt 2, ermöglicht überhaupt erst die Analyse von Signalen, die mit einem Oszilloskop nicht darstellbar sind.
2. Der Dynamikbereich eines Spektralanalysators liegt um Größenordnungen über dem eines jeden Oszilloskops.
3. 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.
4. Ein Oszilloskop verstärkt das gesamte Eingangssignal breitbandig bis zur Anzeige auf der Bildröhre (beim Analogoszilloskop) oder bis zum A/D-Wandler (beim DSO). Große Signalbestandteile oder hohe Störungen erzwingen eine entsprechende Einstellung der Empfindlichkeit, so dass schwache Signale bzw. Signalanteile nicht mehr erkennbar sind. Eine Erhöhung der Empfindlichkeit ist in solchen Fällen nicht möglich, da der Vertikalverstärker übersteuert würde, wodurch Verzerrungen entstünden. (Ausnahme:

Echte Differenzverstärker mit Offset können aus einem großen Signal mit hoher Empfindlichkeit kleine Signalteile vergrößert darstellen.)

Ein Spektralanalysator hingegen ist – wie noch ausgeführt wird – ein äußerst aufwendiger durchstimmbarer Schmalbandempfänger mit einer hochwertigen Eingangsselektion und mehrfacher Umsetzung mit den bekannten Vorteilen. Er kann deswegen in Verbindung mit der logarithmischen Anzeige auch in Gegenwart weit höherer Amplituden anderer Frequenzen sehr kleine Amplituden erkennen und quantitativ auswerten.

5. Ein Spektralanalysator kann ein u. U. sehr breites Frequenzband gleichzeitig abbilden, wobei wegen der logarithmischen Anzeige z.B. wie beim HM 5530 80 dB auf dem Bildschirm dargestellt werden. Dies ist für viele Anwendungen wie z.B. EMV-Messungen ein unschätzbare Vorteil, u.a., weil die Auswirkung von Maßnahmen über einen großen Frequenzbereich auf einen Blick erkennbar ist. Bei EMV-Arbeiten gibt es z.B. den sog. „Wasserbett-Effekt“, der besagt, dass die Absenkung eines Frequenzbereiches oft eine Erhöhung in einem anderen und damit in Summe nichts bewirkt; dies sieht man sofort.

Spektralanalysatoren lassen sich nach zwei grundsätzlichen Verfahren unterscheiden: gewobbelte bzw. abgestimmte sowie Echtzeit-Analysatoren. Echtzeit-Analysatoren nach dem Prinzip der diskreten Fouriertransformation bestehen aus der Parallelschaltung einer Vielzahl von frequenzselektiven Indikatoren. Es können dabei so viele diskrete Frequenzen zur Anzeige gebracht werden, wie Filter vorhanden sind. Die Grenze der Wirtschaftlichkeit wird hier je nach Anzahl und Güte der Filter teilweise schnell erreicht.

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

Die gebräuchlichen Spektralanalysatoren arbeiten nach demselben Prinzip wie ein hochwertiger Radioempfänger und verwenden für die Selektion ein (oder mehrere) Bandpassfilter mit fester Mittenfrequenz. Es lässt zu jedem Zeitpunkt denjenigen Anteil der zu analysierenden Funktion passieren, für den gilt:

$$f_{\text{inp}}(t) = f_{\text{LO}}(t) \pm f_{\text{ZF}}.$$

Durch die Umsetzung auf eine feste Zwischenfrequenz werden die Nachteile des Systems mit abstimmbarem Bandpassfilter umgangen.

Der nutzbare Frequenzbereich und die Grenzempfindlichkeit eines Spektralanalysators 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.

## Anforderungen an Spektralanalysatoren

Die verschiedenen Einsatzgebiete der Spektralanalysatoren erfordern von diesen Geräten vielfältige Eigenschaften, die sich zum Teil untereinander ausschließen oder sich nur durch großen Aufwand zusammenfassen lassen. Das Anwendungsgebiet dieser Geräte 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 ein großer Frequenzabstimmbereich, Filteranforderungen zwischen extrem schmalbandig und „full span“-Darstellung sowie eine hohe Eingangsempfindlichkeit nicht unbedingt im Gegensatz zueinander. Sie lassen sich jedoch zusammen mit hoher Auflösung, großer Stabilität, möglichst ebenem Frequenzgang, und geringem Eigenklirrfaktor meist nur unter großem Aufwand realisieren.

### Frequenzmessung

Spektralanalysatoren ermöglichen Frequenzmessungen im SPAN-Betrieb und bei abgeschaltetem SPAN (Zero-SPAN). In der Betriebsart SPAN kann der gesamte nutzbare Frequenzbereich mit „full span“ (SPAN: 3000 MHz) betrachtet und die Frequenz eines Signals grob bestimmt werden. Anschließend kann diese Frequenz als Mittenfrequenz CENTER vorgegeben und die Signaldarstellung mit geringerem SPAN vorgenommen werden.

Je kleiner der SPAN und die Auflösungsbandbreite (RBW) sind, umso höher ist die Frequenzmessgenauigkeit, da sich dann die Anzeige- und MARKER-Genauigkeit erhöhen (RBW).

Bei „Zero Span“ und kleinster Auflösungsbandbreite genügt es, das Signal, welches unmoduliert als waagerechte, konstante Linie angezeigt wird, mit den Mittenfrequenz (CENTER)-Einstellelementen 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 Spektralanalysator eine größere Frequenzstabilität besitzt als das Signal, das untersucht werden soll. Die Frequenzstabilität ist abhängig von der Stabilität des Umsetz- (1. Local-) Oszillators. Dabei wird zwischen Kurzzeit- und Langzeitstabilität unterschieden. Ein Maß für die Kurzzeitstabilität ist die Rest-FM. Rauschseitenbänder sind ein Maß für die spektrale Reinheit des (1. Local-) Oszillators, und gehen ebenfalls in die Kurzzeit-Stabilität eines Spektralanalysators ein. Sie werden spezifiziert durch eine Dämpfung in dB und einen Abstand in Hz, bezogen auf das zu untersuchende Signal bei einer bestimmten Filterbandbreite.

Die Langzeit-Stabilität eines Spektralanalysators 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 Spektralanalysator gemessen werden kann, muss dieses Signal ermittelt bzw. aufgelöst werden. Auflösung heißt dabei, es muss von benach-

barten Signalen im zu untersuchenden Spektrum unterschieden werden. Diese Möglichkeit ist eine entscheidende Voraussetzung für viele Applikationen mit dem Spektralanalysator. Die Auflösung wird bestimmt durch:

- Sweepzeit
- Span (dispersion)
- 6 dB – Bandbreite des schmalbandigsten Verstärkers resp. Filters.

Die 6 dB/Bandbreite des schmalbandigsten Verstärkers resp. Filters, falls Gaußverhalten eingehalten wird, nennt man Auflösungsbandbreite, dies ist die schmalste Bandbreite, die überhaupt dargestellt werden kann, wenn die anderen beiden Parameter (Sweepzeit und Span) verändert werden.

Wichtige Kennwerte für die Trennbarkeit zweier benachbarter Spektrallinien mit stark unterschiedlicher Amplitude sind also die Bandbreite und die Flankensteilheit der ZF-Filter. Die Bandbreite wird im allgemeinen als die Frequenz angegeben, bei der der Signalpegel gegenüber der Mittenfrequenz um 3 dB abgefallen ist; bei Spektralanalysatoren ist Abfall um 6 dB üblich und gilt für den HM5530; dies ist bei einem Bandbreitenvergleich zu beachten. Das Verhältnis der 60 dB-Bandbreite zur 3 dB-Bandbreite wird als Formfaktor bezeichnet. Dabei gilt: je kleiner der Formfaktor, desto besser die Fähigkeit des Spektralanalysators, eng benachbarte Signale zu trennen.

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

Der Formfaktor ist jedoch nicht der allein bestimmende Faktor zur Unterscheidung zweier eng benachbarter Signale mit unterschiedlicher Amplitude. Ebenso wird die Trennbarkeit durch 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. 9 kHz, dann ist der kleinste Frequenzabstand, um 2 Spektrallinien voneinander zu trennen, ebenfalls 9 kHz. Dies ist deshalb der Fall, weil der Spektralanalysator seine eigene ZF-Filterkurve darstellt (wobbelt), wenn er ein Signal im Spektrum detektiert. Da die Auflösung des Spektralanalysators 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 eben durch die Stabilität des Spektralanalysators (Rest-FM) begrenzt wird. D.h., bei einer Rest-FM des Spektralanalysators von z.B. 9 kHz, ist die kleinste sinnvolle ZF-Bandbreite, die verwendet werden kann, um ein einzelnes 9 kHz-Signal zu bestimmen, ebenfalls 9 kHz. 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 Wobbelgeschwindigkeit im Verhältnis zur gewählten Filterbandbreite. Dabei gilt: je schmaler die Filterbandbreite ist, desto niedriger muss die Wobbelgeschwindigkeit sein, um dem Filter noch korrektes Einschwingen zu ermöglichen. Wird die Wobbelgeschwindigkeit

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

Man definiert eine sog. Optimale Auflösung (optimum resolution) zu:

$$\text{Optimale Auflösung} = \frac{\text{SQRT Span (dispersion) in Hz}}{\text{Sweepzeit in s}}$$

Fern definiert man eine Optimale Auflösungsbandbreite (optimum resolution bandwidth) zu:

$$\text{Opt. Auflösungsbandbreite} = \frac{0,66 \times \text{SQRT Span (dispersion)}}{\text{Sweepzeit}}$$

Für sehr lange Sweepzeiten fallen beide zusammen.

Bei gepulsten Signalen beträgt die optimale Auflösungsbandbreite:

Opt. Auflösungsbandbreite [-3 dB!] für gepulste Signale  $\leq 0,1/\text{Pulsdauer}$ .

Ist die Bandbreite zu klein, so werden die Amplituden der Seitenbänder zu klein wiedergegeben. Bei optimaler Bandbreite ergeben sich klare Nullstellen und eine korrekte Spektrumsdarstellung. Bei zu großer Bandbreite werden die Seitenbänder durch Mittelung verschliffen, die Nullstellen sind kaum noch erkennbar, das Spektrum ist verzerrt.

### Rauschen

Die Empfindlichkeit ist ein Maß für die Fähigkeit des Spektralanalysators, kleine Signale zu messen. Die maximale Empfindlichkeit wird durch das Eigenrauschen bestimmt. Hier unterscheidet man grundsätzlich zwei Arten: thermisches- und nicht-thermisches Rauschen. Das thermische Rauschen wird mit der Formel  $PN = K \times T \times B$  beschrieben. Dabei ist:

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 10dB senkt, was wiederum eine Empfindlichkeitssteigerung des Systems um 10dB ergibt.

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

Da der Rauschpegel sich mit der Bandbreite ändert, ist es notwendig, sich beim Empfindlichkeitsvergleich zweier Analysatoren auf die gleiche Filterbandbreite zu beziehen. Spektralanalysatoren werden über ein breites Frequenzband gewobbelt, sind aber eigentlich schmalbandige Meßinstrumente. Alle Signale die im Frequenzbereich des Spektralanalysators liegen, werden auf eine Zwischenfrequenz, u.U. mehrfach, konvertiert und durchlaufen so die ZF-Filter. Der Detektor hinter dem ZF-Filter sieht nur den Rauschanteil, der innerhalb der schmalsten Filterbandbreite liegt, dieses wird auf dem Bildschirm dargestellt. Bei der Messung diskreter Signale wird die maximale Empfindlichkeit also mit dem schmalsten ZF-Filter erreicht.

Die Messung kleiner Signale kann sich immer dann schwierig gestalten, wenn die Signalamplitude im gleichen Pegelbereich wie das mittlere Rauschen des Spektralanalysators liegt. Um für diesen Fall die Signale besser sichtbar zu machen, lässt sich im Signalweg des Spektralanalysators hinter dem ZF-Filter ein Video-Filter zuschalten. Durch dieses Filter mit einer Bandbreite von 4 kHz wird das interne Rauschen des Spektralanalysators gemittelt. Dadurch wird unter Umständen ein sonst im Rauschen verstecktes Signal sichtbar.

### Video-Filter

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 (SW ... ) Readout angezeigt).

### Empfindlichkeit – Max. Eingangspegel

Die Spezifikation der Eingangsempfindlichkeit eines Spektralanalysators 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 Spektralanalysator 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 Spektralanalysator ist ein Pegel, der sicher noch nicht zur Zerstörung der Eingangsstufe führt. Dies ist bei einem Pegel von +10 dBm für den Eingangsmischer (Abschwächer 1 : 1, d.h. 0 dB), und +20 dBm mit Eingangsabschwächer (10 bis 50 dB) der Fall. Bevor der „burn out“-Pegel erreicht wird, setzt eine Verstärkungskompression beim Spektralanalysator ein. Diese ist unkritisch, solange eine Kompression von 1 dB nicht überschritten wird.

Darüber hinaus kann man erwarten, dass der Analysator Nichtlinearitäten aufgrund von Übersteuerung produziert. Außerdem steigt die Gefahr einer unbemerkten Überlastung der Eingangsstufe, weil sich einzeln dargestellte Spektrallinien in der Abbildung auf dem Bildschirm auch bei einsetzender Verstärkungskompression meist nur unmerklich verändern. Auf jeden Fall entspricht die Abbildung der Amplituden dann nicht mehr den tatsächlichen Verhältnissen.

Bei jeder Signalanalyse entstehen im Spektralanalysator selbst Verzerrungsprodukte, und zwar größtenteils verursacht durch die nichtlinearen Eigenschaften der Eingangsstufe. Sie bewegen sich beim HM5530 in der Größenordnung von >75 dBc unterhalb des Eingangspegels, solange dieser nicht größer als -30dBm ist.

Um größere Eingangssignale verarbeiten zu können, ist dem Mischer ein Eingangsabschwächer vorgeschaltet. Das größte Eingangssignal, welches der Spektralanalysator 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  $-30\text{ dBm}$  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 maximale Dynamikbereich eines Spektralanalysators lässt sich aus den Spezifikationen ermitteln. Den ersten Hinweis gibt die Spezifikation für die Verzerrungen. So beträgt dieser Wert z.B.  $75\text{ dBc}$  bis zu einem Eingangspegel von  $-30\text{ dBm}$  am Eingang bei  $0\text{ dB}$  Eingangsabschwächung. Um diese Werte nutzbar zu machen, muss der Spektralanalysator in der Lage sein, Pegel von  $-110\text{ dBm}$  erkennen zu lassen. Die dafür erforderliche ZF-Bandbreite sollte nicht zu schmal sein, sonst ergeben sich Schwierigkeiten aufgrund von Seitenbandrauschen und Rest-FM. Die ZF-Bandbreite von  $9\text{ kHz}$  ist ausreichend, um Spektrallinien mit diesem Pegel darzustellen.

Der verzerrungsfreie Messbereich kann durch eine Reduzierung des Eingangspegels weiter ausgedehnt werden. Die einzige Einschränkung bildet dann die Empfindlichkeit des Spektralanalysators. 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 Spektralanalysators beschrieben. Der Frequenzgang soll möglichst eben, d.h. die Genauigkeit des angezeigten Signalpegels soll unabhängig von der Signalfrequenz sein. Dabei müssen sich Filter und Verstärker im eingeschwungenen Zustand befinden.

## Funktionsprinzip des HM5530

Der HM5530 ist ein Spektralanalysator für den Frequenzbereich von  $100\text{ kHz}$  bis  $3000\text{ MHz}$ . Damit lassen sich Spektralkomponenten elektrischer Signale im diesem Frequenzbereich erfassen und von  $-110$  bis  $+20\text{ dBm}$  quantifizieren.

Das zu analysierende Signal gelangt über den in  $10\text{ dB}$ -Schritten von  $0$  bis  $50\text{ dB}$  schaltbaren Eingangsabschwächer auf ein Eingangsfilter (Vorselektion). Dieses Filter erfüllt mehrere Aufgaben: Es verhindert in gewissem Maße den Mehrfachempfang eines Signals, den Direktempfang der Zwischenfrequenz (ZF-Durchschlag) und unterdrückt die Rückwirkung des Oszillators auf den Eingang. Der Eingangsmischer ist zusammen mit dem durchstimmbaren Oszillator (1. LO) für die Umsetzung der Eingangssignale zuständig. Er bestimmt die frequenzabhängige Amplitudencharakteristik und die dynamischen Eigenschaften des Gerätes.

Der Analysator arbeitet nach dem Prinzip des Dreifach - Superhet - Empfängers, er ist ein elektronisch abgestimmter Schmalbandempfänger: Die Frequenzabstimmung erfolgt durch einen im Bereich  $3537,3$  bis  $6537,3$  abstimmbaren Umsetzoszillator (1. LO: „Local Oscillator“), dessen Signal der ersten Mischstufe (Eingangsmischer) zugeführt wird. Das gesamte am Analysatoreingang vorhandene Frequenzspektrum (Eingangsspektrum) gelangt ebenfalls auf die 1. Mischstufe. Am Ausgang der ersten Mischstufe kommen folgende Signale vor:

1. Signal ( $f_{\text{LO}}$ ) des 1. Umsetzoszillators (1. LO), dessen Frequenz immer um  $3537,3\text{ MHz}$  über der gewünschten Eingangsfrequenz liegen muss. Die Frequenz des 1. LO beträgt für  $0\text{ kHz}$  somit  $3537,3\text{ MHz}$  ( $0\text{ kHz} + 3537,3\text{ MHz}$ ). Bei  $100\text{ kHz}$  muss sie  $3537,4\text{ MHz}$  ( $100\text{ kHz} + 3537,3\text{ MHz}$ ) betragen und bei  $1000\text{ MHz}$  sind es  $4537,3\text{ MHz}$  ( $1000\text{ MHz} + 3537,3\text{ MHz}$ ). Der Durchstimmbereich des 1. LO ist somit  $3537,3$  bis  $6537,3\text{ MHz}$ .
2. Eingangsspektrum ( $f_{\text{inp}}$ ), so wie es am Analysatoreingang vorliegt und über den Eingangsabschwächer auf den Eingangsmischer gelangt (spezifizierter Messbereich:  $100\text{ kHz}$  bis  $3000\text{ MHz}$ ).
3. Mischproduktsumme von 1. LO ( $f_{\text{LO}}$ ) und des gesamten Eingangsspektrums ( $f_{\text{inp}}$ ). Bei einer zu messenden Frequenz von  $100\text{ kHz}$  beträgt die Frequenz des 1. LO  $3537,4\text{ MHz}$ ; die Summe beträgt dann  $3537,5\text{ MHz}$ . Für  $1000\text{ MHz}$  muss die Frequenz des 1. LO  $4537,3\text{ MHz}$  betragen und die Summe ist  $5537,3\text{ MHz}$ .
4. Mischprodukt Differenz von 1. LO ( $f_{\text{LO}}$ ) und des gesamten Eingangsspektrums ( $f_{\text{inp}}$ ). Bei  $100\text{ kHz}$  beträgt die Frequenz des 1. LO  $3537,4\text{ MHz}$ , was eine Differenz von  $3537,3\text{ MHz}$  ( $3537,4\text{ MHz} - 100\text{ kHz}$ ) ergibt. Im Falle  $1000\text{ MHz}$  ( $4537,3\text{ MHz} - 1000\text{ MHz}$ ) ist die Differenz erneut  $3537,3\text{ MHz}$ .

Nach der 1. Mischstufe gelangen die zuvor beschriebenen Signale auf ein Bandpassfilter (ZF-Filter). Die Mittenfrequenz dieses 1. ZF-Filters beträgt  $3537,3\text{ MHz}$ . Damit können nur die Mischprodukt Differenz ( $3537,3\text{ MHz}$ ) und das Signal des 1. LO (bei Abstimmung auf  $0\text{ kHz}$ :  $= 3537,3\text{ MHz}$ ) zum Ausgang des Bandpassfilters gelangen, von wo aus die weitere Signalverarbeitung erfolgt.

**Anmerkung:** Das vom 1. LO bewirkte „ $0\text{ kHz}$ -Signal“ ist unvermeidlich und kann bei Messungen mit  $1\text{ MHz}$  Auflösungsband-

breite (RBW) im Bereich von 100 kHz bis einige MHz stören. Mit einer niedrigeren Auflösungsbandbreite lassen sich derartige Effekte vermeiden.

Es folgen nun eine 2. Mischstufe mit einem 2. LO (3200 MHz) und einer 2. Zf = 337,3 MHz und eine 3. Mischstufe mit einem 3. LO (348 MHz) und einer 3. Zf = 10,7 MHz.

In der letzten ZF-Stufe wird das Signal durch ein Bandpassfilter mit einer einstellbaren oder vom Gerät automatisch optimal gewählten Bandbreite von 1000 kHz, 120 kHz oder 9 kHz geschickt und gelangt auf einen AM-Demodulator. Das Signal (Video-Signal) wird logarithmiert und direkt oder über einen Tiefpass (Videofilter) einem Analog/Digital-Wandler zugeführt. Die Signaldaten werden in einem RAM gespeichert, wobei das Signal der niedrigsten Frequenz unter der niedrigsten Adresse des RAM gespeichert wird und die höchste Frequenz sinngemäß unter der höchsten Adresse.

Die im Speicher (A) befindlichen Signaldaten werden ständig aktualisiert (mit neuen aktuellen Daten überschrieben) und über einen D/A-Wandler wieder als Analogsignal ausgegeben. Mit dem Analogsignal wird der Y-Verstärker angesteuert, dessen Ausgang mit den Y-Ablenkplatten der Bildröhre verbunden ist. Mit zunehmender Signalamplitude wird der Elektronenstrahl (logarithmisch) in Richtung oberer Rasterrand abgelenkt. Auf dem Bildschirm lässt sich ein Dynamikumfang von 80 bzw. 40 dB unterbringen, der mit der ReferenzpegelEinstellung über den gesamten Eingangspegelbereich von -110 bis +20 dBm verschoben werden kann. Dies ist ähnlich einem sog. Fensterverstärker (Differenzverstärker mit Offset) bei Oszilloskopen.

Die X-Ablenkung erfolgt mit einer sägezahnförmigen Spannung, die von der Adressierung des RAM abgeleitet ist. Das Signal mit der niedrigsten Frequenz wird am Anfang des Rasters und das Signal mit der höchsten Frequenz an dessen rechtem Rand auf der Bildröhre angezeigt. Die Zeit für einen Strahldurchlauf in X-Richtung ist identisch mit der Zeit zum Durchwobeln des mit SPAN eingestellten Frequenzbereiches und wird im Readout als (SW ...) angezeigt.

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 zu kurz bzw. die Wobbelgeschwindigkeit zu hoch ist und nicht die Erfordernisse der vom ZF- und/oder Video-Filter benötigten Einschwingzeit erfüllen. Das Gerät zeigt dann im Anzeigefeld der Messzeit (SW ...) „uncal“ an.

### Normalbetrieb und ZERO SPAN-Betrieb

Bei der Messung wird zwischen Zero-Span (Messbereichsumfang = Span gleich Null)-Betrieb und Normalbetrieb (SPAN 1 bis 3000 MHz) unterschieden.

Im Zero SPAN-Betrieb erzeugt der 1. LO eine feste Frequenz, die 3537,3 MHz höher als die zu analysierende Eingangsfrequenz ist. Der Analysator zeigt dann nur die gewünschte Eingangsfrequenz (Mittenfrequenz) und die Frequenzanteile an, die abhängig von der gewählten Auflösungsbandbreite (RBW) von den ZF-Filtern durchgelassen werden. Das Gerät ist also nunmehr ein selektiver Pegelmesser und zeigt den Pegel durch die Lage der Nulllinie mit der gewählten Skalierung logarithmisch an, ähnlich einem Oszilloskop, das einen DC-Pegel (linear) anzeigt.

Im Normalbetrieb (SPAN 1 bis 3000 MHz) wird ein Frequenzbereich angezeigt, dessen Umfang von der SPAN-Einstellung

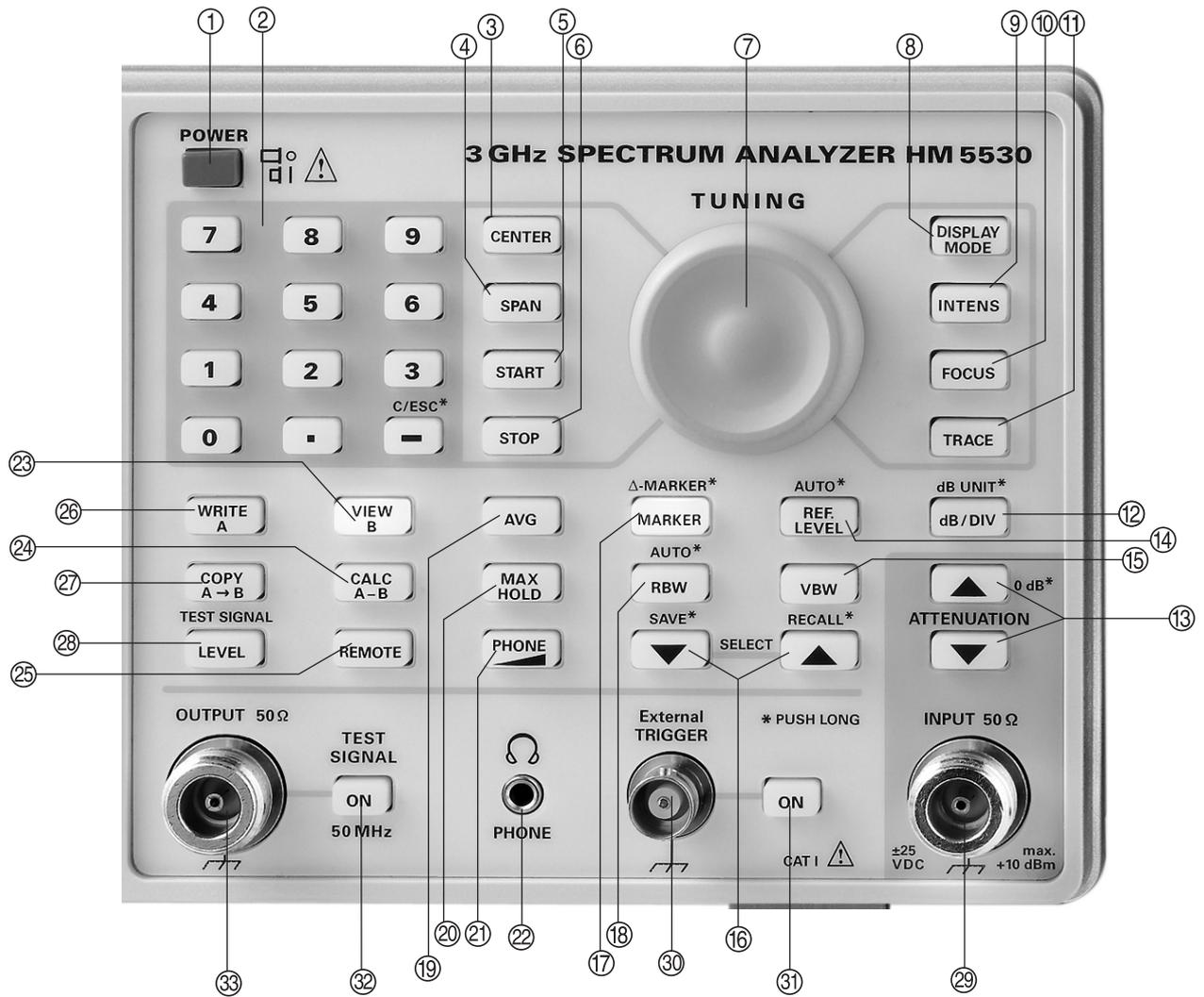
abhängig ist. Beträgt z.B. die Mittenfrequenz 500 MHz und der Span 1000 MHz (Full Span), beginnt die Messung (angezeigt am linken Rand der Darstellung) mit 0 kHz und endet (am rechten Rand der Darstellung) mit 1000 MHz. Bei dieser Einstellung wird die Frequenz des 1. LO zeitlinear von 3537,3 MHz auf 4537,3 MHz erhöht, bis ein Sweep abgeschlossen ist und der nächste beginnt. Das Gerät ermöglicht auch die direkte Wahl einer START- und STOP-Frequenz.

Die gespeicherten Signaldaten können nachverarbeitet und über die serielle Schnittstelle zu einem PC übertragen werden, von dem aus das Gerät auch ferngesteuert werden kann. Verfügbare Funktionen sind u.a.: Average, Max Hold, Übertragung eines Spektrums aus Speicher A in Speicher B, wahlweise Anzeige beider Inhalte, Differenzbildung und Anzeige von A - B; diese werden auf der digitalen Ebene ausgeführt

Die Auswertung der Messungen wird durch den in weiten Grenzen vorgebbaren oder automatisch gewählten Referenzpegel (REF.LEVEL) sowie zwei Frequenzmarker erleichtert, die automatisch auf das Maximum des angezeigten Spektrums gesetzt werden können wobei die zweite die Differenzfrequenz und den Differenzpegel zwischen beiden Markern anzeigt.

Das Gerät verfügt ferner über einen Testsignalausgang, der ein Referenzspektrum abgibt und auch zur Eigenkontrolle (extern) mit dem Eingang verbunden werden kann.

Über einen Eingang für einen externen Trigger kann ein Sweep ausgelöst werden.



## Bedienungselemente und Readout

Mit \* gekennzeichnete Funktionen werden durch langes Drücken der betreffenden Taste gewählt.

Alle Tasten mit Ausnahme von DISPLAY MODE, dB/Div., ATTENUATOR (Pfeil oben und unten), COPY A (Pfeil) B, RBW, VBW und 10er-Tastatur sind Leuchttasten und leuchten solange, wie die betreffende Funktion eingeschaltet ist.

Die Tasten CENTER, SPAN, START, STOP, INTENS, FOCUS, TRACE, MARKER, REF. LEVEL, TESTSIGNAL LEVEL und PHONE (Balken) sind Auswahl-tasten. Es leuchtet jeweils nur die betätigte Taste.

Eine Tastatureingabe setzt voraus, dass die betreffende Funktions-taste leuchtet, falls nicht, muss sie zuerst gedrückt werden. Die Eingabe erscheint sodann mit Funktionsangabe zuun-terst im linken Readoutfeld; nach einem Druck auf die leuchtende Funktionstaste wird sie in deren Anzeigefeld übernommen, die Eingabe-anzeige verschwindet. Tastatureingaben, die zulässige Grenzen überschreiten, führen dazu, dass nur der jeweils höchstzulässige Wert gesetzt wird.

Der Drehgeber ist stets aktiv, wenn eine Funktionstaste leuchtet. Drehgebereingaben, die zulässige Grenzen überschreiten, führen dazu, dass nur der jeweils höchstzulässige Wert gesetzt und ein Warnton abgegeben wird.

### ① POWER

Netzschalter mit den Symbolen I für EIN und O für AUS.

Der Netzschalter rastet nach Drücken ein. Nach dem Anheizen der Bildröhre wird zunächst das HAMEG-Logo angezeigt, darauf die Firmwareversion. Hierbei wird die Helligkeit vorgegeben, damit unabhängig von der zufälligen Helligkeitseinstellung das Bild sichtbar ist. Sonst könnte bei zu geringer Helligkeitseinstellung der Eindruck entstehen, das Gerät sei defekt.

Nach Verschwinden der Firmwareanzeige erscheint die Parameteranzeige (Readout) am linken und rechten oberen Bildrand, gleichzeitig wird (ohne dass ein Signal anliegt) am unteren Rasterrand die Basislinie als mehr oder weniger breites Rauschband angezeigt.

### Hinweis:

Beim Ausschalten gehen alle Speicherinhalte mit Ausnahme der Speicher für die Geräteeinstellungen verloren. Nach dem Einschalten werden alle 8 Werte im Readout auf die Werte vor dem Ausschalten gesetzt. Vor dem Ausschalten leuchtende Funktionen werden nicht wieder aufgerufen, es leuchten nur die Tasten CENTER ③ und WRITE A ②⑥.

### ② Tastatur

10 Zahlentasten plus Dezimalpunkt-taste zur Zahlenwert-eingabe der Parameter:

Mittenfrequenz CENTER ③, SPAN ④, START-Frequenz ⑤, STOP-Frequenz ⑥, MARKER / Δ-marker\* ⑰, REF.- LEVEL ⑭, TEST-Signalpegel ⑳.

### Die Taste C/ESC\*- hat eine Dreifachfunktion:

Minuszeichen, durch kurzen Druck Löschen von Stelle zu Stelle, durch langen Druck Löschen aller Stellen des Readout-Eingabefeldes.

Grundsätzlich muss vor jeder Zahleneingabe zunächst die betreffende Funktionstaste, z.B. CENTER ③, gedrückt werden, es sei denn, diese leuchtete bereits. Die Eingabe erscheint im linken Readoutblock zuunterst mit vorangestellter Funktionsangabe. Nach der Eingabe bewirkt ein Druck auf die leuchtende Funktionstaste die Übernahme in das betreffende Readoutfeld. Wird eine Eingabe gemacht und anschließend eine nicht leuchtende Funktionstaste gedrückt, so wird die Eingabe ignoriert und gelöscht.

Bei Eingaben, die über eine erlaubte Grenze hinausgehen, wird nur der jeweils höchstzulässige Wert übernommen und angezeigt, es ertönt keine Warnung.

### ③ CENTER

Mittenfrequenzeinstellung durch Tastatureingabe ② oder mit dem Drehgeber ⑦. Hierzu muss zuerst die Taste durch Drücken zum Aufleuchten gebracht werden. Der Drehgeber ist hierdurch sofort aktiviert, eine Tastatureingabe wird erst durch einen zweiten Druck auf CENTER ③ übernommen. Anzeige links (CF = Center Frequency). Zulässig sind Eingaben von 0 bis 3000 MHz. Das der Mittenfrequenzeinstellung entsprechende Signal wird in Bildschirmmitte angezeigt, vorausgesetzt, es ist ein von 0 verschiedener Span eingestellt.

### ④ SPAN

Span = Umfang des auf dem Bildschirm dargestellten Spektrums, Wahl durch Tastatureingabe ② oder mit dem Drehgeber ⑦, hierzu muss zuerst die Taste durch Drücken zum Aufleuchten gebracht werden. Der Drehgeber ist sofort aktiviert, eine Tastatureingabe wird erst durch einen zweiten Druck übernommen. Anzeige links (SF = Span Frequency). Zulässig sind Eingaben im Bereich von 1 bis 3000 MHz oder die Eingabe von 0 (Zero Span). Jede Eingabe  $>0$  und  $\leq 1$  MHz wird als (SP 1 MHz) übernommen. Span und Mittenfrequenzeinstellung ③ bestimmen die Startfrequenz am linken und die Stopfrequenz am rechten Bildrand.



**Der spezifizierte Frequenzbereich umfasst 100 kHz bis 3 GHz, die Anzeige von Signalen  $<100$  kHz ist nicht gewährleistet!**

**Beispiel:**

**Bei einer Mittenfrequenz von 300 MHz und einem Span von 500 MHz wird von 50 MHz ( $300 \text{ MHz} - \frac{1}{2} \text{ Span}$ ) bis 550 MHz ( $300 \text{ MHz} + \frac{1}{2} \text{ Span}$ ) gemessen.**



**Das Gerät zeigt die Sweepzeit rechts im Anzeigefeld an (SW = Sweep), es passt die Sweepzeit automatisch den gewählten Werten von Span, Auflösungsbandbreite (RBW) und Videofilter (VBW) an. Kann sie nicht weiter verringert werden, so wird „uncal“ anstelle der Sweepzeit eingeblendet, um anzuzeigen, dass die Messwerte nicht mehr amplitudenrichtig wiedergegeben werden.**

ZERO SPAN, nach Eingabe der Frequenz 0, Anzeige „SP 000.000 MHz“, ist eine besondere Betriebsart. Das Gerät wird dadurch zu einem selektiven Pegelmessgerät des Mittenfrequenzsignals. Die Anzeige entspricht der eines Oszilloskops, das einen DC-Pegel misst, d.h. die Nulllinie verschiebt sich um den Pegel des Mittenfrequenzsignals, der Pegel kann je nach Skalierung in 10 oder 5 dB/Div abgelesen werden.

### ⑤ START

Einstellung der Startfrequenz. Hierzu muss zunächst durch Drücken die Taste zum Aufleuchten gebracht werden. Der Drehgeber ⑦ wird sofort aktiviert, eine Tastatureingabe ② wird erst nach erneutem Drücken der Taste wirksam. Anzeige links (SR = start) anstelle der Mittenfrequenz (CF). Zulässig sind Werte von 0 bis 3000 MHz.

Die Wahl eines Paares Start- und Stopfrequenz ist eine zweite Methode zum Einstellen des auf dem Bildschirm dargestellten Spektrums, dadurch erspart man sich das Berechnen von Start und Stop aus Mittenfrequenz und Span.

Nach Drücken der Taste wird stets die aktuelle Startfrequenz angezeigt.

Wird versucht, eine nicht sinnvolle Kombination einzustellen, d.h. eine Startfrequenz, die grösser als die Stopfrequenz ist, so setzt das Gerät beide Werte gleich, es wird ZERO SPAN geschaltet (siehe unter SPAN).

### ⑥ STOP

Einstellung der Stopfrequenz. Hierzu muss zunächst die Taste durch Drücken zum Aufleuchten gebracht werden. Der Drehgeber ⑦ wird sofort aktiviert, eine Tastatureingabe ② wird erst nach erneutem Drücken der Taste wirksam. Zulässig sind Werte von 0 bis 3000 MHz. Anzeige links (ST = Stop) anstelle der Span-Anzeige (SF).

Nach dem Drücken der Taste wird stets die aktuelle Stopfrequenz angezeigt.

Wird versucht, eine nicht sinnvolle Kombination einzustellen, d.h. eine Stopfrequenz, die kleiner als die Startfrequenz ist, so setzt das Gerät beide Werte gleich, es wird ZERO SPAN geschaltet, (siehe unter SPAN).

### ⑦ TUNING (Drehgeber)

Drehgeber zur Parametereingabe bzw. -änderung von: Mittenfrequenz CENTER ③, SPAN ④, START-Frequenz ⑤ STOP-Frequenz ⑥, MARKER/ $\Delta$ -Marker ⑰, REF.-LEVEL ⑱, TEST-Signalpegel ⑳, Helligkeit (INTENS) ⑨, Schärfe (FOCUS) ⑩, Strahldrehung (TRACE rotation) ⑪, Lautstärke (PHONE) ㉑. Bei Versuchen, Werte einzugeben, die über eine erlaubte Grenze hinausgehen, wird nur der höchstzulässige Wert angenommen und angezeigt, eine Warnung ertönt.

### ⑧ DISPLAY MODE

Durch Drücken kann die Helligkeit der Parametereinstellungen im Readout in Stufen von 100%, 50% und 0% verändert werden. Die Schaltfolge ist 100%, 50%, 0% und dann wieder 100%.

### ⑨ INTENS

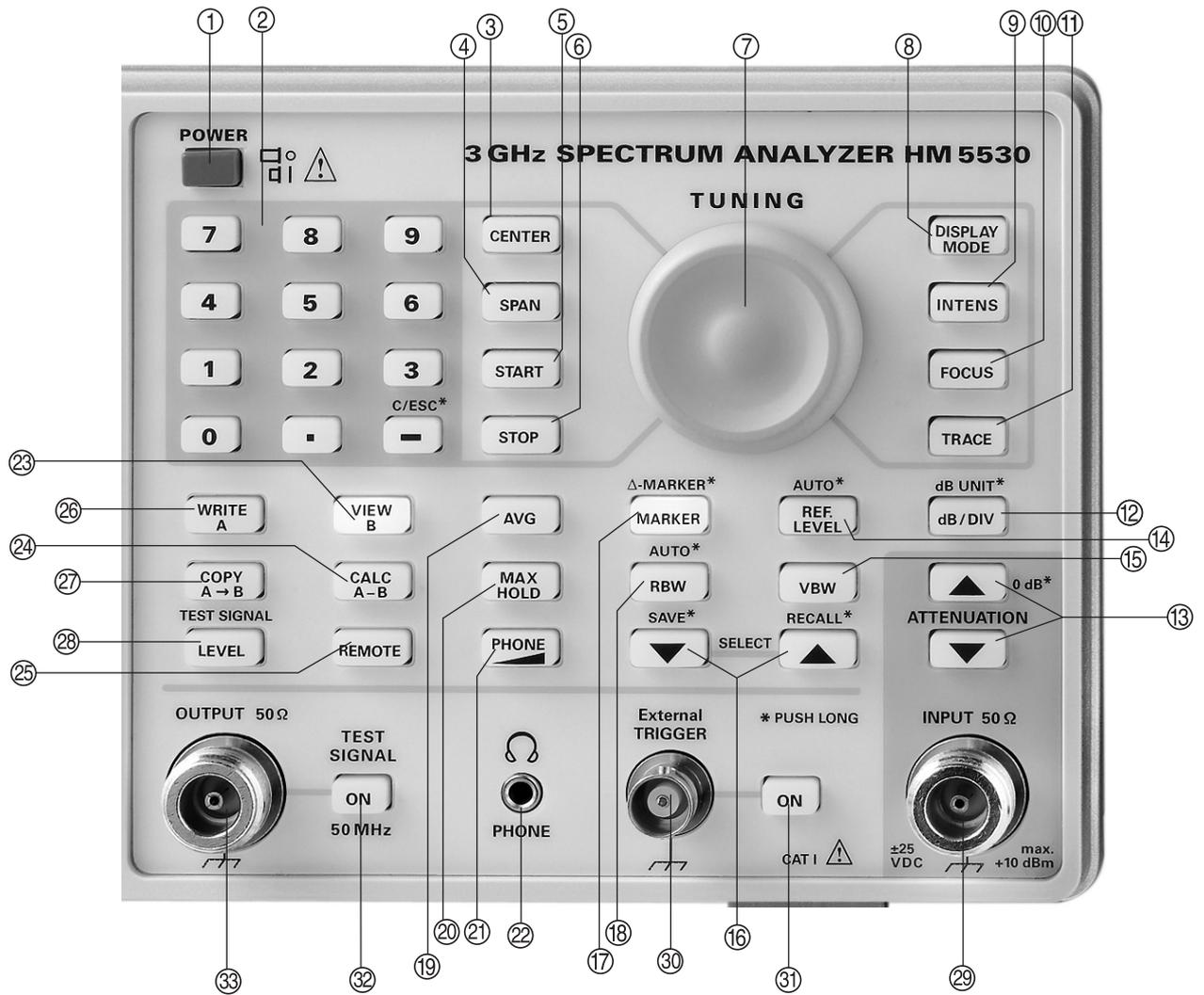
Helligkeitseinstellung mit Drehgeber ⑦. Rechtsdrehen erhöht, Linksdrehen verringert die Helligkeit. Die Helligkeit sollte nur soweit aufgedreht werden, dass man gut ablesen kann, eine weitere Erhöhung bringt keine Verbesserung, sondern verschlechtert nur die Schärfe.

### ⑩ FOCUS

Schärfereinstellung mit Drehgeber ⑦. Die richtige Einstellung erfolgt auf gleichmäßige Schärfe im ganzen Bildfeld und erfolgt nach vorherigem Einstellen der Helligkeit, weil diese die Schärfe beeinflusst.

### ⑪ TRACE

Einstellung der Strahldrehung mit Drehgeber ⑦. Nach einem Druck auf diese Taste erscheint anstelle des Spek-



trums ein Rechteck mit horizontaler Mittellinie. Mit dem Drehgeber lässt sich dies um den Mittelpunkt drehen und so einstellen, dass sich diese Mittellinie mit der Rastermittellinie deckt. Eine geringe Kissenverzerrung des Rechtecks ist nicht korrigierbar und hat keinen Einfluss auf die Messgenauigkeit.

**12 dB/div**  
**dB UNIT\*** [\* bedeutet: "Langes Drücken" – "Push long"]  
 Kurzes Drücken der Taste: Umschaltung der Skalierung von 10 dB/Div auf 5 dB/Div. Anzeige im Readout hinter der Anzeige AT...dB : ... dB/

Langes Drücken der Taste: Umschaltung der Einheit von dBm auf dBmV bzw. dBµV. Die Anzeige in allen betroffenen Feldern (RL ... dBm), (ML ... dBm), (TL ... dBm) wird verändert. Die Taste leuchtet nicht.

**13 ATTENUATION, ▲ ▼**  
 Eingangsabschwächer. Mit den nicht leuchtenden Tasten kann der Teiler von (0) 10 bis 50 dB in 10 dB-Stufen umgeschaltet werden. Anzeige im Readout (AT...dB).

**☞ „0 dB\*" bedeutet, dass die Stellung 0 dB aus Sicherheitsgründen nur durch langes Drücken der oberen Taste eingeschaltet werden kann, um die Gefahr der Zerstörung der Eingangsstufe bzw. des Mischers zu minimieren.**

Weiter wird darauf hingewiesen, dass die maximal zulässigen Eingangsspannungen nicht überschritten werden

dürfen! Dies ist insbesondere deshalb wichtig, weil ein Spektrum – Analysator aufgrund seines Arbeitsprinzips unter Umständen nur ein Teilspektrum des gerade anliegenden Signals anzeigt; zu hohe Pegel außerhalb des dargestellten Frequenzbereiches können die Zerstörung der Eingangsstufen bewirken.

**14 REF.-LEVEL**  
**AUTO\*** [\* bedeutet: "Langes Drücken" – "Push long"]  
 Einstellung des Referenzpegels über Tastatureingabe ② oder Drehgeber ⑦; hierzu muss zuerst die Taste durch kurzes Drücken zum Aufleuchten gebracht werden. Der Drehgeber ist sofort aktiviert, eine Tastatureingabe wird erst nach Drücken der Taste übernommen. Der zulässige Einstellbereich beträgt –110 bis +20 dBm. Der aktuelle Wert erscheint rechts (RL = Reference Level).

**AUTO\*** bedeutet, dass durch langes Drücken der Taste auf automatische Anpassung des Referenzpegels umgeschaltet wird; dies wird im Readout durch [RL\* ... dBm] gekennzeichnet. Ausschalten der Automatik durch erneutes langes Drücken.

Befindet sich das Rauschband bereits am unteren Rastertrand, kann der Referenzpegel weder mit der Tastatur noch mit dem Drehgeber vergrößert, d.h., weiter nach unten verschoben werden, es ertönt ein Warnsignal. Er kann dann nur verringert werden, dabei verschiebt sich das Rauschband nach oben; der Dynamikbereich der Anzeige wird dadurch verkleinert.

Das Rauschband verschwindet, wenn es sich am unteren Rastertrand befand und die Skalierung 12 von 10 dB/div auf

5 dB/div umgeschaltet wird; durch Verringern des Referenzpegels kann es wieder ins sichtbare Bildfeld geholt werden.

### Auswertung der Messungen

Die angezeigten Messwerte berücksichtigen automatisch alle Einstellungen, also auch die eingestellte Eingangsschwächung, und zeigen damit die wahre Amplitude der gewählten Messpunkte in dBm, dBmV oder dBµV an.



**Der Referenzpegel bezieht sich auf den oberen Rasterrand, von dem aus alle Messwerte nach unten zu rechnen sind. Dies ist umgekehrt wie bei Oszilloskopen! Beträgt der RL = 0 dBm, so entspricht der untere Rasterrand -80 dBm bei 10 dB/div oder -40 dBm bei 5 dB/div.**

Der Referenzpegel entspricht einer Offsetspannung beim Oszilloskop, er kann innerhalb des zulässigen Bereiches beliebig eingestellt werden, um die Ablesung zu erleichtern; er beeinflusst nicht die Empfindlichkeit bzw. die Kalibrierung. Es handelt sich wie beim Oszilloskop mit Differenzverstärker und kalibrierter Offsetspannung um das Verschieben eines Fensters mit einem Dynamikumfang von 80 bzw. 40 dB innerhalb des RL-Bereiches von -110 bis +20 dBm.

Es gibt zwei Möglichkeiten der Ablesung: direkt am Bildschirm oder nach Setzen des 1. Markers auf den Messpunkt (zumeist die Spitze einer Spektrallinie).

Bei der Ablesung am Bildschirm geht man vom Referenzpegel am oberen Rasterrand aus und zählt die cm bis zum Messpunkt, multipliziert diese mit der Skalierung, also z.B. 10 dB/div. Beträgt z.B. der Referenzpegel 0 dBm und befindet sich der Messpunkt des angezeigten Spektrums 1 cm darunter, so erhält man: -10 dBm.

Setzt man den 1. Marker auf den Messpunkt, so kann man direkt „ML -10 dBm“ im linken Readout ablesen, da die Markeranzeige den Referenzpegel bereits berücksichtigt.

### 15 VBW (Video Bandwidth)

Schaltet das Videofilter zur Reduzierung der Videobandbreite von 50 kHz auf 4 kHz ein. Der Readout zeigt dies links (VB = Video Bandwidth) an. Durch das Einschalten dieses Tiefpasses wird eine Reduktion des Rauschens erreicht, so dass schwache Signale dadurch eventuell noch sichtbar gemacht werden können. Das Filter sollte nicht bei gepulsten Signalen verwendet werden.



**Das eingeschaltete Filter setzt die zulässige Sweepgeschwindigkeit herab. Ist ein zu großer Span gewählt, so werden die Amplituden zu klein angezeigt. In einem solchen Falle warnt die „uncal“-Anzeige anstelle der Sweepzeit (SW ...). Der Span muss dann reduziert werden, bis die „uncal“-Anzeige verschwindet. Zuvor muss man mit der Mittenfrequenzeinstellung CENTER 3 das Signal in die Bildschirmmitte rücken. Unterlässt man es, vor der Reduzierung des Span das Signal in die Mitte zu rücken, so kann es aus dem Messbereich, d.h. außerhalb des Bildschirms fallen.**

### 16 SAVE\*/RECALL\*

(\* bedeutet: "Langes Drücken" – "Push long")  
Tasten zur Speicherung bzw. zum Aufrufen von bis zu 10 Geräteeinstellungen; es werden nur die 8 im Readout angezeigten Parameter gespeichert. Diese gespeicherten Werte

bleiben auch nach Ausschalten erhalten. Nach einem Aufruf leuchten wie nach dem Einschalten jedoch nur die Tasten CENTER 3 und WRITE A 26, gleichgültig welche Funktionstasten beim Wegspeichern bzw. vor dem Ausschalten leuchteten.

Zum Abspeichern einer Geräteeinstellung wird zunächst kurz die Taste SAVE gedrückt: im Readout rechts unten wird anstelle der Sweepzeitanzeige (SW ... ) „SAVE 0“ (oder eine andere Zahl bis 9) angezeigt. Man hat nun 2s Zeit, um mit der SAVE-Taste die Zahl zu erhöhen oder sie mit der RECALL-Taste zu erniedrigen, bis die gewünschte Speicherplatznummer eingestellt ist; das Betätigen einer dieser Tasten verlängert die verfügbare Zeit. Zum Speichern der vorhandenen Geräteeinstellung in den gewählten Speicherplatz wird nun SAVE lang gedrückt, das Einspeichern wird mit einem Piepton quittiert, die Sweepzeitanzeige kehrt zurück.

Folgt nach dem ersten kurzen Drücken von SAVE bzw. RECALL kein weiterer Tastendruck, wird die Funktion nach 2s verlassen, die Sweepzeitanzeige erscheint wieder.

Zum Aufrufen einer gespeicherten Geräteeinstellung wird kurz RECALL gedrückt, es erscheint „RECALL 0“ (oder eine andere Zahl bis 9), man hat 2 s Zeit, um durch Drücken von SAVE zum Erhöhen bzw. von RECALL zum Erniedrigen der Zahl den gewünschten Speicherplatz anzuwählen. Durch langes Drücken von RECALL wird aufgerufen.

Im Gegensatz zum HM5014-2 funktionieren SAVE und RECALL auch, wenn AVG oder MAX HOLD aktiviert sind, jedoch werden beide beim Einspeichern oder Ausschalten abgeschaltet.

### 17 MARKER

DELTAMARKER\* (\* bedeutet: "Langes Drücken" – "Push long")

Frequenzmarker und Deltamarker. Ein kurzer Tastendruck ruft einen Marker (Symbol Kreuz) hervor, der Readout zeigt links Frequenz (MF = Marker Frequency) und Pegel (ML = Marker Level) an. Der Marker erscheint bei der Frequenz, wo er zuletzt saß. Ein zweiter kurzer Tastendruck setzt den Marker automatisch auf den Maximalwert des angezeigten Spektrums. Der 1. Marker kann über die Tastatur gesetzt oder mit dem Drehgeber verschoben werden.

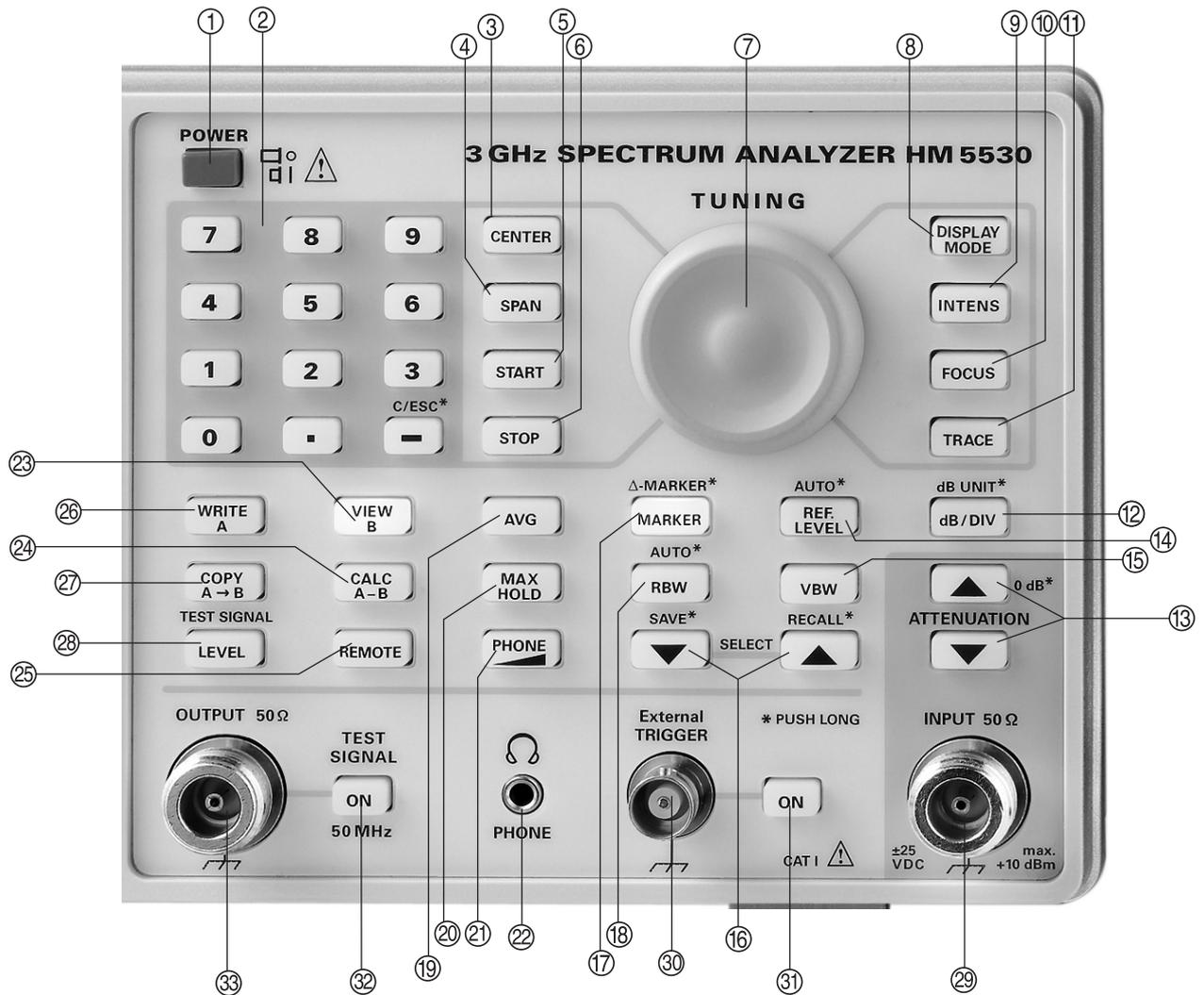
Langer Tastendruck ruft einen zweiten Marker (Deltamarker) hervor, gekennzeichnet durch einen Rhombus, der Readout zeigt dann anstelle MF und ML vorzeichenrichtig die Differenzfrequenz (DF = Delta Frequency) und die Pegeldifferenz (DL = Delta Level) zwischen beiden Markern an. Ein zweiter langer Tastendruck setzt den Deltamarker auf das Maximum des angezeigten Spektrums. Die Differenzfrequenz kann nur mit dem Drehgeber verändert werden.

Sind beide Marker aktiviert, so kann der Drehgeber jeweils durch einen kurzen Tastendruck auf den 1. und durch einen langen auf den 2. Marker geschaltet werden, letzteres wird durch einen Piepton angezeigt.

Die Markerfunktion kann nur durch Betätigen einer anderen Funktionstaste verlassen werden.

### 18 RBW

AUTO\* (\* bedeutet: "Langes Drücken" – "Push long") (Resolution Bandwidth). Auflösungsbandbreitenwahl des Zwischenfrequenzverstärkers: 1 MHz, 120 kHz oder 9 kHz. Anzeige (RB = Resolution Bandwidth) im Readout links.



Durch langes Drücken wird eine automatische Wahl der günstigsten Auflösungsbandbreite eingeschaltet, dies wird im Readout durch [R\* ... kHz] gekennzeichnet. Ausschalten durch erneutes langes Drücken.

Falls das Videofilter VBW 15 eingeschaltet (VB 4 kHz) wurde, vermindert sich die Bandbreite nochmals.

Das Messsignal stößt die Filter an, so dass die Durchlasskurve des jeweils eingeschalteten Filters abgebildet (gewobbelt) wird, sofern nicht bei Zero Span der Sweep abgeschaltet wurde. Die Amplitude entspricht dem Signalpegel, vorausgesetzt, es wird nicht „uncal“ angezeigt.

Es hängt von der ZF-Bandbreite (RBW) ab, ob und wie gut der Spektrumanalysator zwei eng benachbarte Frequenzen noch getrennt darstellen kann. So können z.B. zwei Sinussignale mit gleichem Pegel und einem Frequenzunterschied von 40 kHz noch gut als zwei getrennte Signale erkannt werden, wenn RBW = 9 kHz eingestellt ist. Bei RBW = 120 kHz oder 1 MHz würden die Signale so ineinander fließen, dass sie wie ein einziges angezeigt würden.

Eine niedrige Auflösungsbandbreite (RBW) = höhere Auflösung zeigt mehr Einzelheiten des Spektrums, bedingt aber eine längere Einschwingzeit der Filter. Das Gerät wählt automatisch eine langsamere Sweepzeit, wenn bei einer gewählten RBW der Span zu groß eingestellt wurde, um den Filtern genügend Zeit zum Einschwingen zu geben,

ansonsten würden die korrekten Amplituden nicht mehr erreicht. Reicht die langsamste vorgesehene Sweepzeit nicht mehr aus, wird „uncal“ anstelle der Sweepzeit-Anzeige (SW...) angezeigt. Die langsamere Sweep-Rate verursacht eine niedrigere Messwiederholrate. Um wieder zu einer kalibrierten Messwertanzeige zu gelangen, muss der SPAN 4 verringert werden.

Kleinere Bandbreite reduziert das Rauschen und erhöht die nutzbare Eingangsempfindlichkeit. Dies wird z.B. beim Umschalten von 1 MHz auf 9 kHz durch eine niedrigere Rauschamplitude und deren Verschiebung zum unteren Rasterrand sichtbar.

#### 19 AVG (Average)

Schaltet die Mittelwertbildung ein/aus. Die Funktion wird nur durch die Leuchttaste, nicht auch im Readout angezeigt. Es wird eine mathematische gleitende Mittelwertbildung vorgenommen, indem aus den vorhergehenden und den aktuellen Messwerten ein Mittelwert gebildet und angezeigt wird; aus dem vorhandenen Mittelwert und den nächsten Messwerten wird dann erneut ein Mittelwert gebildet und angezeigt. Man kann diese gleitende Mittelwertbildung auf dem Bildschirm verfolgen. Die Mittelwertbildung verstärkt wiederkehrende Signalteile und unterdrückt stochastische, so dass eine starke Rauschverminderung erzielt wird.

Ist diese Funktion eingeschaltet, so ist im Hintergrund auch die MAX HOLD-Funktion 20 aktiv und umgekehrt, so dass zwischen beiden rasch umgeschaltet werden kann.

Bei aktivierter AVG-Funktion können folgende Funktionen nicht aufgerufen werden, es ertönt nur eine Warnung:

CENTER ③, SPAN ④, START ⑤, STOP ⑥, hingegen alle anderen. Bei Betätigen von COPY A nach B ⑳ wird das aktuell gemessene, rauschbehaftete Spektrum aus Speicher A in Speicher B übertragen, nicht das angezeigte gemittelte!

Wird z.B. der Referenzpegel REF.-LEVEL ⑭ aufgerufen und verändert, so muss erneut Zeit für eine Mittelung verstreichen, bis sich die Anzeige wieder stabilisiert hat

### ⑳ MAX HOLD

Diese Funktion ermittelt und speichert automatisch das Maximum des angezeigten, gemittelten Spektrums. Die Funktion wird nur durch die Leuchttaste, nicht auch im Readout angezeigt. Es wird also damit automatisch die Mittelung AVG ⑱ eingeschaltet, auch wenn deren Taste nicht zusätzlich leuchtet. Es kann rasch zwischen diesen beiden Funktionen umgeschaltet werden. Die Funktion ermittelt automatisch den vom Gerät erfassten maximalen Signalpegel; die Anzeige wird nur aktualisiert, wenn ein noch größerer Pegel erkannt wird. Damit ist die zuverlässige Messung des Maximalpegels auch von gepulsten Signalen möglich. Man muss jedoch stets solange warten, bis keine Aktualisierung der Anzeige auf einen noch größeren Wert erkennbar ist.

Die Funktion wird durch erneutes Drücken der Taste oder Drücken einer der Tasten VIEW B ㉓, CALC A – B ㉔ verlassen. Drücken von WRITE A ㉕ setzt den Beginn der gleitenden Mittelwertbildung und Maximumermittlung auf den Anfang zurück, belässt aber die Funktion.



**Um bei gepulsten Signalen eine möglichst kurze Einschwingzeit aller Filter zu gewährleisten, sollten RBW = 1 MHz, VBW = 50 kHz und ein möglichst kleiner Span eingestellt werden.**

### ㉑ PHONE (Taste)

Lautstärkeinstellung mit dem Drehgeber ⑦.

### ㉒ PHONE (Buchse)

Kopfhöreranschluss, 3,5 mm Klinkenstecker für Kopfhörer mit einer Impedanz von  $>8 \Omega$ . Das dieser Buchse entnehmbare Signal kommt von einem AM-Demodulator und erleichtert z.B. bei EMV-Voruntersuchungen die Identifizierung eines Störers. Wird am Eingang des Spektrumanalysators eine Antenne angeschlossen und Zero Span mit SPAN ④ gewählt (SF 000.000 MHz), so kann mit der Mittenfrequenzeinstellung CENTER ③ auf einen Sender abgestimmt werden. Hierbei sind u.U. nationale gesetzliche Bestimmungen zu beachten.

### ㉓ VIEW B

Diese Taste leuchtet beim Betätigen nur dann auf, wenn zuvor mit der Taste COPY A to B ⑳ ein Spektrum im Speicher B abgelegt wurde, falls ja, wird dieses angezeigt, eine zuvor leuchtende Taste WRITE A ㉕ oder CALC A – B ㉔ erlischt, falls nein, ertönt eine Warnung. Der Speicherinhalt B geht nach dem Ausschalten verloren.

### ㉔ CALC A – B

Diese Taste leuchtet beim Betätigen nur auf, wenn im Speicher B ein Spektrum abgelegt wurde, es wird dann die Differenz der beiden Spektren A – B angezeigt, die zuvor leuchtende Taste WRITE A ㉕ oder VIEW B ㉓ erlischt, sonst ertönt eine Warnung. Man kann mit den drei Tasten WRITE A ㉕, VIEW B ㉓ und CALC A – B ㉔ nacheinander 3 Spektren anschauen.

### ㉕ REMOTE

Leuchtet, wenn das Gerät über die Schnittstelle ferngesteuert wird. Durch Drücken der Taste wird die Fernsteuerung abgeschaltet.

### ㉖ WRITE A

Das Gerät enthält zwei Speicher A und B. Im Normalbetrieb leuchtet diese Taste ständig und zeigt an, dass das momentan anliegende Spektrum in diesen Speicher A geschrieben und aus diesem heraus angezeigt wird. Die Speicherinhalte gehen nach dem Ausschalten verloren.

### ㉗ COPY A → B

Wird diese Taste betätigt, so wird das angezeigte Spektrum in den zweiten Speicher B übertragen. Diese Taste leuchtet nicht auf, die Taste WRITE A ㉖ leuchtet weiter, die Übertragung in den Speicher B wird nur durch einen Piepton quittiert. Leuchtet die Taste CALC A – B ㉔, so lässt sich diese Funktion nicht aktivieren und es ertönt nur ein Warnton.

### ㉘ TEST SIGNAL LEVEL

Einstellung der Testsignal-Amplitude mit dem Drehgeber ⑦ von  $-10$  bis  $0$  dBm in  $0,2$  dB-Stufen.

### ㉙ INPUT $50 \Omega$

Eingangsbuchse. Ohne Eingangssignal-Abschwächung dürfen  $10 V_{DC}$  bzw.  $+10$  dBm nicht überschritten werden. Mit Eingangsabschwächung  $10$  bis  $50$  dB sind max.  $+20$  dBm zulässig. Der Außenanschluss der Buchse ist mit dem Gehäuse und damit mit Schutzterde (PE) verbunden. Überschreiten der Grenzwerte kann zur Zerstörung der Eingangsstufe führen!

### ㉚ External TRIGGER

BNC-Buchse für externen Trigger  
Low-Pegel:  $0 \dots +0,8$  V, High-Pegel:  $+2,5$  V ...  $+5,0$  V  
positiv flankengetriggert, Triggerschwelle typisch:  $1,3$  V  
maximale Eingangsspannung:  $\pm 10$  V

### ㉛ ON

Taste zur Aktivierung des externen Triggers.

### ㉜ TEST SIGNAL ON

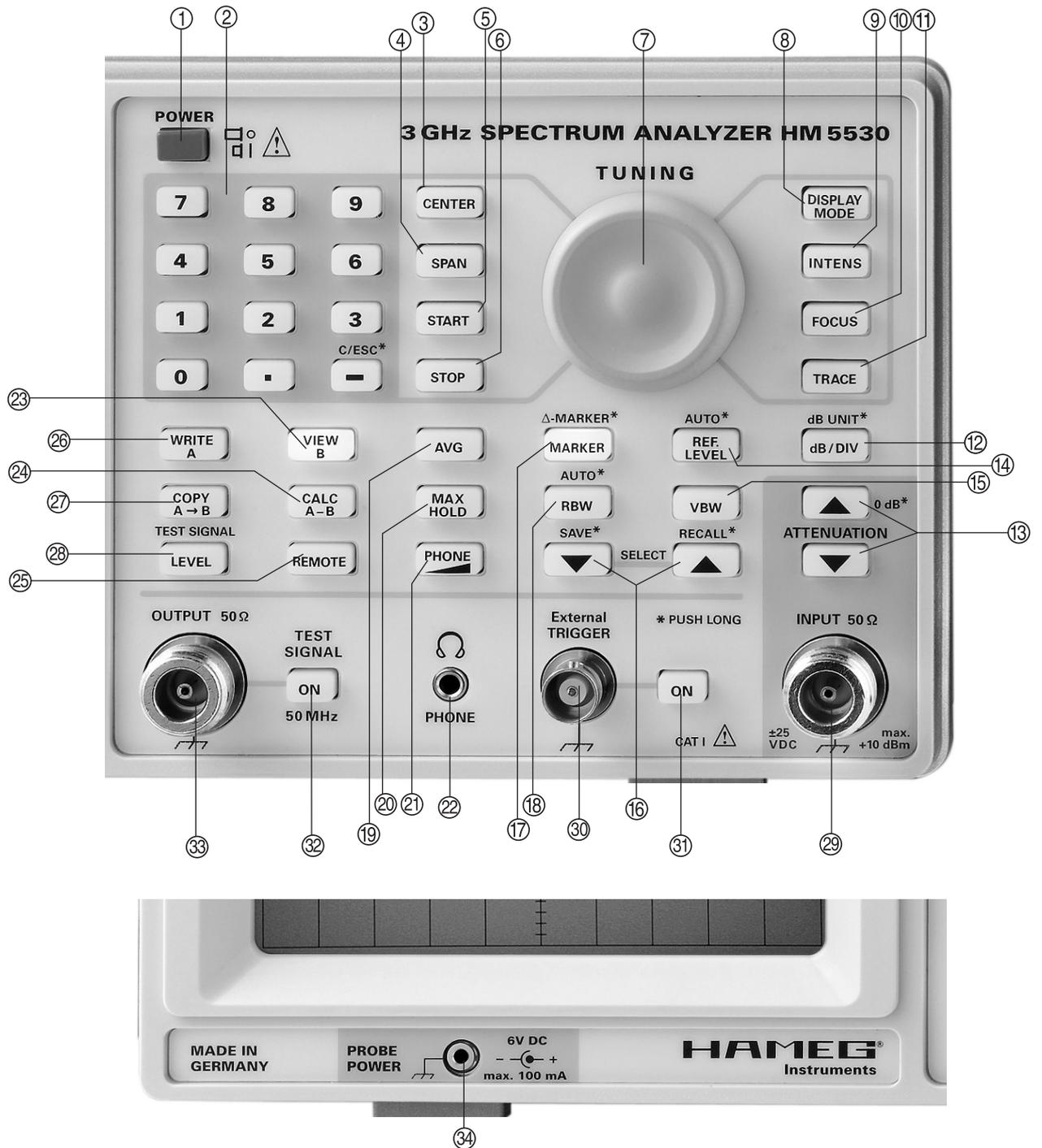
Taste zum Ein-/Ausschalten des Testsignals.

### ㉝ OUTPUT $50 \Omega$

Testsignal-Ausgangsbuchse. An diesem Ausgang ist bei leuchtender ON-Taste ㉛ ein  $50$  MHz-Testsignal mit breitbandigem Spektrum verfügbar, dessen Pegel nach Drücken der Taste TEST SIGNAL LEVEL ㉘ mit dem Drehgeber ⑦ im Bereich von  $0$  bis  $-10$  dBm einstellbar ist. Die Anzeige erfolgt im rechten Readoutfeld (TL = Test Signal Level). Der Ausgang kann auch direkt mit einem  $50 \Omega$ -N-Kabel mit dem Eingang verbunden werden, um die Funktion des Gerätes zu überprüfen.

### ㉞ PROBE POWER

Anschluss für die Stromversorgung ( $6 V_{DC}$ ) von HAMEG-Sonden.  $2,5$  mm Klinkenstecker. Der Pluspol liegt am Innenanschluss, max. dürfen  $100$  mA entnommen werden. Der Außenanschluss ist mit dem Gehäuse (Messbezugspotential) und darüber mit Schutzterde (PE) verbunden.



**RS-232 Interface:  
Messwertabfrage und Fernsteuerung**

**Achtung Sicherheitshinweis:**

Alle Anschlüsse der Schnittstelle sind galvanisch mit dem Messgerät und damit mit dem Schutzleiter (Erde) verbunden.

Messungen an hochliegendem Messbezugspotential sind nicht zulässig und gefährden Messgerät, Interface und daran angeschlossene Geräte. Bei Nichtbeachtung der Sicherheitshinweise (siehe auch „Sicherheit“) werden Schäden an HAMEG-Produkten nicht von der Garantie erfasst. Auch haftet HAMEG nicht für Schäden an Personen oder Fremdfabrikaten.

**Beschreibung**

Das Messgerät verfügt auf der Geräterückseite über eine RS-232 Schnittstelle, die als 9-polige Submin-D-Kupplung ausgeführt ist. Über diese bidirektionale Schnittstelle kann das Messgerät gesteuert bzw. können Einstellparameter und Signaldaten von einem PC empfangen werden.

**RS-232 Kabel**

Das Kabel muss kürzer als 3 m sein und abgeschirmte, 1:1 beschaltete Leitungen enthalten. Die Steckerbelegung für das RS-232 Interface (9-polige Submin-D-Buchse) ist folgendermaßen festgelegt::

**Pin Signal**

- 2 Tx Data (Daten vom Messgerät zum externen Gerät)
- 3 Rx Data (Daten vom externen Gerät zum Messgerät)
- 5 Masse (Bezugspotential, über Messgerät und Netzkabel mit Schutzleiter (Erde) verbunden)

9 +5 V Versorgungsspannung für externe Geräte (max. 400mA).

Der maximal zulässige Spannungshub an Pins 2 und 3 beträgt ±12 Volt.

RS-232 Protokoll N – 8 - 1 (kein Paritätsbit, 8 Datenbits, 1 Stopbit)

## Baudrateneinstellung

Mit dem Einschalten des Messgerätes liegt die Grundeinstellung für das RS-232 Interface vor: 9600 Baud. Mit einem nachfolgend aufgeführten Kommando kann anschließend die Baudrate auf 4800, 19200, 38400 oder 115200 gesetzt werden.

## Datenkommunikation

Nach dem Einschalten (POWER) gibt das Gerät an der seriellen Schnittstelle automatisch die Meldung „HAMEG HM5530“ mit 9600 Baud aus.

## Kommandos vom PC zum HM5530

Allgemeiner Aufbau: Jeder Befehl/Abfrage muss mit '#' [23 hex = 35dez] eingeleitet werden, dem 2 folgen. Handelt es sich um einen Befehl, müssen die Parameter den Buchstaben folgen. Abgeschlossen wird jeder Befehl mit der „Enter“-Taste (hex: 0x0d). Es wird nicht zwischen Groß- und Kleinschreibweise der Buchstaben unterschieden. Die Angabe der Maßeinheit ist immer eindeutig (z.B.: Span immer in MHz) und wird deshalb nicht mit angegeben.

## Liste der Einstellbefehle

[E] bedeutet Enter-Taste - Zeichen (cr) 0x0D = carriage return (Wagenrücklauf)

#kl0[E] = Key-Lock off – Fernsteuerung: AUS  
 #kl1[E] = Key-Lock on – Fernsteuerung: EIN (Remote-LED leuchtet)

Die folgenden Befehle werden nur ausgeführt, wenn KL1 geschaltet ist (Remote On):

### Amplitude:

#rl-30.0[E] = Referenz Level (Unit: dBm oder dBmV, oder dBµV) (Wertebereich abhängig von der Unit, die eingestellt ist)  
 #ra0[E] = Ref-Level Automatik AUS  
 #ra1[E] = Ref-Level Automatik AN  
 #at0[E] = Attenuator 0 (10, 20, 30, 40, 50) dB  
 #db5[E] = 5 dB/Div.  
 #db10[E] = 10 dB/Div.  
 #du0[E] = dB-Unit : dBm  
 #du1[E] = dB-Unit : dBmV  
 #du2[E] = dB-Unit : dBµV

### Frequenz:

#cf1500.000[E] = Center-Frequenz in xxxx.xxx MHz  
 #sp2200.000[E] = Span-Frequenz in xxxx.xxx MHz  
 #sr0100.000[E] = Start-Frequenz in xxxx.xxx MHz  
 #st0500.000[E] = Stop-Frequenz in xxxx.xxx MHz

### Filter:

#bw1000[E] = Bandwidth RBW =1000 kHz (120, 9 kHz)  
 #ba1[E] = Bandwidth Automatik Ein (RBW Auto)  
 #ba0[E] = Bandwidth Automatik Aus (RBW Manual)  
 #vf0[E] = Video-Filter off (VBW = 50 kHz)  
 #vf1[E] = Video-Filter on (VBW = 4 kHz)

### Marker:

#mf0500.000[E] = Marker-Frequenz in xxxx.xxx MHz  
 #df0100.000[E] = Delta-(Marker)-Frequenz in xxxx.xxx MHz  
 #mk0[E] = (alle) Marker aus  
 #mk1[E] = Marker ein (bzw. Umschaltung von Delta)  
 #mk2[E] = Delta-Marker ein (bzw. Umschaltung von Marker)

### Signal:

#vm0[E] = Anzeige: Signal A  
 #vm1[E] = Anzeige: Signal B (gespeichertes Signal)  
 #vm2[E] = Anzeige: Signal A-B  
 #vm3[E] = Anzeige: Average (Mittelwert)  
 #vm4[E] = Anzeige: Max. Hold  
 #sa[E] = Speichert Signal A in Speicher B  
 #bm1[E] = Signaltransfer im Block (2048 Byte) 2044 Signalbytes, 3 Prüfsummenbytes + 0x0d  
 #et0[E] = Externer Trigger AUS  
 #et1[E] = Externer Trigger AN

### Test-Signal:

#tg0[E] = Test-Signal-Generator off  
 #tg1[E] = Test-Signal-Generator on  
 #tl+00.0[E] = Test-Signal-Level (Unit: dBm oder dBmV, oder dBµV)  
 #tl-10.0[E] = bis -10.0 dBm in 0.2 dB-Schritten  
 #br38400[E] = Baudrate 38400 (4800, 9600, 19200, 115200) Baud (Dieser Befehl sendet kein „RD[0x0D]“)

### EMV-Messungen:

#es0[E] = "Single Shot" ausschalten  
 #es1[E] = "Single Shot" einschalten  
 #ss1[E] = Startet einen "Single Shot" (Sweepzeit: 1000ms)

Nachdem ein Kommando empfangen und ausgeführt wurde, sendet der Spektrumanalysator "RD[0x0D]" zurück.

### Parameterabfrage (Liste der Abfragebefehle) :

Die folgenden Abfragen werden auch beantwortet, wenn kein Fernbedienungsbetrieb (Remote Off = KL0) vorliegt.

### Syntax:

#xx[E] = sende Parameter von xx,  
 E = Enter, carriage return (0x0D)

### Amplitude:

#rl[E] = Referenz-Level "RLxxx.x" (in dB-Unit)  
 #ra[E] = Ref.-Level Automatik "RAx" (x=0: Manual; x=1: Auto)  
 #at[E] = Attenuator "ATxx" (in dB)  
 #db[E] = Y-Scale (dB/Div) "DBxx" (xx = 5,10 dB/Div)  
 #du[E] = Y-Unit (dBx) "DUx" (x=0:dBm;x=1:dBmV;x=2: dBµV)  
 #uc[E] = Level uncal "UCx" (x=0:cal, x=1:uncal)

### Frequenz:

#cf[E] = Center-Frequenz "CFxxxx.xxx" (in MHz)  
 #sp[E] = Span-Frequenz "SPxxxx.xxx" (in MHz)  
 #sr[E] = Start-Frequenz "SRxxxx.xxx" (in MHz)  
 #st[E] = Stop-Frequenz "STxxxx.xxx" (in MHz)

### Marker:

#mf[E] = Marker-Frequenz "MFxxxx.xxx" (in MHz)  
 #df[E] = Delta-Frequenz "DFxxxx.xxx" (in MHz)  
 #mk[E] = Marker-Mode "MKx" (x=0: OFF; x=1: Marker1, x=2: M1&2)  
 #lv[E] = aktiver Marker-Level "ML-xxx.x" (in dB-Unit)  
 [#MK1] = aktiver Delta-Level "DL-xxx.x" (in dB) [#MK2]

**Testsignal:**

#tl(E) = Test-Signal-Level "TL-xxx.x" (in dB-Unit)  
 #tg(E) = Test-Signal-Gen. ON/OFF "TGx"  
 (x=0:TG OFF, x=1:TG ON)

**Filter:**

#bw(E) = Resolution Bandwidth "BWxxxx" in kHz  
 #ba(E) = Bandwidth Automatik "BAx"  
 (x=0: Manual; x=1: Auto)  
 #vf(E) = Video-Filter "VFx" (x=0:VF OFF, x=1:VF ON)  
 #kl(E) = Fernsteuerung (Remote) "KLx"  
 (x=0:Local, x=1:Remote)

**Signal:**

#vm(E) = Video-Mode "VMx" (x=0:A,x=1:B,x=2:A-B)

**Allgemein:**

#vn(E) = Versionsnummer "VNx.xx" (x.xx = 1.00 ... 9.99)  
 #hm(E) = Gerätetyp "HMxxxx" (xxxx = 5530)

**Beispiele:**

1. Beispiel #uc(E) (unkalibriert):  
 PC sendet #uc(CR). Instrument antwortet mit:  
 uc0 (kalibriert) oder uc1 (unkalibriert)
2. Beispiel #tl(E)  
 PC fragt Tracking-Generator Pegel ab  
 PC sendet #tl(CR). Instrument antwortet mit:  
 TL-12.4 (CR)
3. Beispiel #vn(E)  
 PC fragt Versionsnummer ab: PC sendet #vn(CR).  
 Instrument antwortet mit: x.xx(CR)  
 x.xx zum Beispiel: 1.23
4. Beispiel #hm(E)  
 PC fragt Gerätetyp ab:  
 Instrument antwortet mit „5530“

Wird ein gesendeter Befehl nicht erkannt, erfolgt keine Rückmeldung vom Gerät zum PC (kein RD (CR) oder keine Parameterausgabe).

**Ausführliche Beschreibung des Befehls #bm1**

#BM1(CR) = Block-Mode (überträgt 2048 Datenbytes via RS-232 Interface)

Die Transferdaten bestehen aus 2048 Bytes: trans\_byte [0] bis trans\_byte [2047]. Diese 2048 Datenbytes enthalten 2001 Signalbytes, die Parameterangabe der Centerfrequenz und eine Checksumme der Signalbytes.

Die Signaldaten belegen folgende Transferdatenbytes:

trans\_byte[n] = sig\_data[n] ( n = 0 bis n = 2000):  
 trans\_byte[0] = sig\_data[0]  
 trans\_byte [2000] = sig\_data[2000]

Die Checksumme ist ein 24-Bitwert (= 3 Bytes) und wird wie folgt gebildet: Checksumme = sig\_data[0] + sig\_data[1] + .. sig\_data[1999] + sig\_data[2000] (=Summe aller Signaldaten)

Die 24-bit Checksumme belegt folgende Transferdatenbytes:

trans\_byte[2044] = 1.Byte Checksumme [MSB]  
 trans\_byte[2045] = 2.Byte Checksumme  
 trans\_byte[2046] = 3.Byte Checksumme [LSB]

Die Parameterangabe der Centerfrequenz belegt folgende Transferdatenbytes:

trans\_byte [2016] = 'C'; trans\_byte [2017] = 'F'; trans\_byte [2018] = 'x';  
 trans\_byte [2019] = 'x'; trans\_byte [2020] = 'x'; trans\_byte [2021] = 'x';  
 trans\_byte [2022] = '.'; trans\_byte [2023] = 'x'; trans\_byte [2024] = 'x';  
 trans\_byte [2025] = 'x'; (x= '0' to '9') Example: CF0623.450  
 (Diese Bytes werden nicht bei der Berechnung der Checksumme verwendet)  
 Das letzte Zeichen ist immer ein CR (Carriage Return)  
 trans\_byte[2047] = 0D hex (Carriage Return)  
 Alle anderen „freien“ Bytes werden auf 00 hex) gesetzt.

**Bezug der Signaldaten zur Bildröhrendarstellung:**

Die Signaldaten sind das Ergebnis von 2001 Analog/Digital-Wandlungen während eines Sweep.

X-Position: Das erste Byte „sig\_data[0]“ entspricht dem ersten Punkt auf dem CRT-Schirm, der mit der linken Rasterlinie zusammenfällt. Alle anderen Bytes folgen linear bis sig\_data[2000], welche dann mit der rechten Rasterlinie zusammenfällt. Die Frequenz der einzelnen Punkte kann aus Centerfrequenz und Span bestimmt werden.

Frequenz (x) = (Centerfrequenz – 0.5 x Span) + Span x x/2000  
 X = 0... 2000 (Position des Punktes = sig\_data[x])

Y-Position: Der 8-Bit-Wert (hex: 00 bis FF) jeder Speicherzelle von sig\_data[x] hat folgenden Bezug zum Videosignal:  
 1C hex [28 dez]: fällt mit der unteren Rasterlinie zusammen  
 E5 hex [229 dez]: fällt mit der obersten Rasterlinie zusammen (entspricht dem Ref-Level).

Die Auflösung in Y-Richtung sind 25 Punkte pro Raster (entspricht 10 dB bei 10dB/Div).  
 Pro Punkt ergibt sich dann 0.4 dB bei 10dB/Div und 0.2 dB bei 5dB/Div.

**Der Level eines Punktes (y) kann berechnet werden:**

Für  $y \leq 229$  (Ref-Level Position):

Level in dBm (y) = ref-level (dBm) – ((229-y) x 0.4 dB) bei 10dB/Div

Für  $y > 229$  (Ref-Level Position):

Level in dBm (y) = ref-level (dBm) + ((y-229) x 0.4 dB) bei 10dB/Div.

<b>CE</b>	Hersteller Manufacturer Fabricant	HAMEG Instruments GmbH Industriestraße 6 D-63533 Mainhausen	KONFORMITÄTSERKLÄRUNG DECLARATION OF CONFORMITY DECLARATION DE CONFORMITE	<b>HAMEG</b> 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		Überspannungskategorie / Overvoltage category / Catégorie de surtension: II Verschmutzungsgrad / Degree of pollution / Degré de pollution: 2	
Bezeichnung / Product name / Designation:		Spektrumanalysator Spectrum Analyzer Analyseur de spectre	Elektromagnetische Verträglichkeit / Electromagnetic compatibility / Compatibilité électromagnétique	
Typ / Type / Type:		HM5530	EN 61326-1/A1 Störaussendung / Radiation / Emission: Tabelle / table / tableau 4; Klasse / Class / Classe B.	
mit / with / avec:		–	Störfestigkeit / Immunity / Imunité: Tabelle / table / tableau A1.	
Optionen / Options / Options:		–	EN 61000-3-2/A14 Oberschwingungsströme / Harmonic current emissions / Émissions de courant harmonique: Klasse / Class / Classe D.	
mit den folgenden Bestimmungen / with applicable regulations / avec les directives suivantes			EN 61000-3-3 Spannungsschwankungen u. Flicker / Voltage fluctuations and flicker / Fluctuations de tension et du flicker.	
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			Datum / Date / Date 10. 04. 2006	
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			Unterschrift / Signature / Signatur	
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			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. RF immunity of oscilloscopes.

#### 4.1 Electromagnetic RF field

The influence of electric and magnetic RF fields may become visible (e.g. RF superimposed), if the field intensity is high. In most cases the coupling into the oscilloscope takes place via the device under test, mains/line supply, test leads, control cables and/or radiation. The device under test as well as the oscilloscope may be effected by such fields.

Although the interior of the oscilloscope is screened by the cabinet, direct radiation can occur via the CRT gap. As the bandwidth of each amplifier stage is higher than the total -3dB bandwidth of the oscilloscope, the influence RF fields of even higher frequencies may be noticeable.

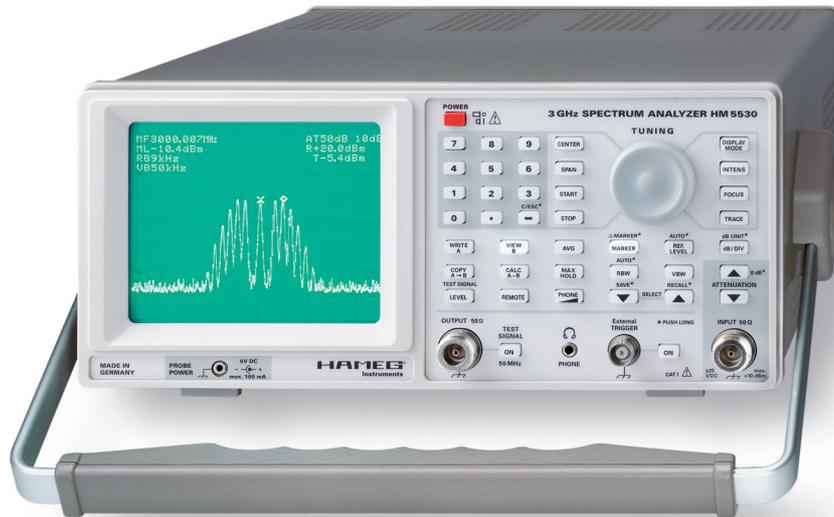
#### 4.2 Electrical fast transients / electrostatic discharge

Electrical fast transient signals (burst) may be coupled into the oscilloscope directly via the mains/line supply, or indirectly via test leads and/or control cables. Due to the high trigger and input sensitivity of the oscilloscopes, such normally high signals may effect the trigger unit and/or may become visible on the CRT, which is unavoidable. These effects can also be caused by direct or indirect electrostatic discharge.

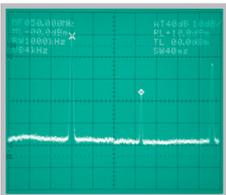
HAMEG Instruments GmbH

<b>Deutsch</b>	<b>2</b>
<b>English</b>	
<b>Declaration of conformity</b>	<b>26</b>
<b>General information concerning the CE-marking</b>	<b>26</b>
<b>Spectrum-Analyzer HM5530</b>	<b>28</b>
<b>Specifications</b>	<b>29</b>
<b>Important hints</b>	<b>30</b>
Symbols	30
Handling	30
Safety	30
Operating conditions	30
Warranty and repair	31
Maintenance	31
Protective Switch Off	31
Power supply	31
<b>Front Panel Elements – Brief Description</b>	<b>32</b>
<b>Test Signal Display</b>	<b>34</b>
<b>Operational hints</b>	<b>35</b>
First measurements	35
<b>Spectrum-Analyzer basics</b>	<b>36</b>
<b>Spectrum-Analyzer specifications</b>	<b>36</b>
Frequency Measurements	36
Stability	37
Resolution	37
Noise	37
Video filter	37
Sensitivity – Maximum input level	38
Frequency response	38
<b>Functional principle of the HM5530</b>	<b>38</b>
<b>Functional controls and readout</b>	<b>40</b>
<b>RS-232 Interface:</b>	
<b>Reading measurement results and remote control</b>	<b>46</b>
Description	46
RS-232 cables	46
Adjustment of Baud rate	46
Data communication	46
Comands from PC to HM5530	46
Listing of control commands	46
Extensive description of the command #bm1	47

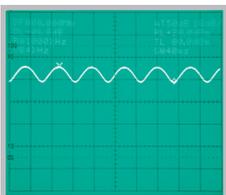
# 3 GHz Spectrum Analyzer HM5530



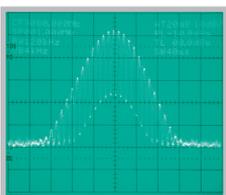
Amplitude modulated hf signal



Frequency modulated hf signal



Measurement of conducted interference with the HM 5530



Frequency range 150 kHz to 3 GHz

Amplitude measurement range - 110 to + 20 dBm

Phase synchronous direct digital frequency synthesis

Resolution bandwidths (RBW) 9 kHz, 120 kHz, 1 MHz

YIG oscillator

Pre-compliance emi measurements

Serial interface for documentation and remote control.  
Software for documentation included

Extended measurement functions for emi measurements  
with optional software



### 3 GHz Spectrum Analyzer HM 5530

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

#### Frequency characteristics

Frequency range:	150 kHz to 3 GHz
Frequency generation:	TXCO with DDS (Digital Frequency Synthesis)
Stability:	± 5 ppm
Ageing:	± 1 ppm/year
Frequency resolution:	1 kHz (6½ digit readout)
Center frequency range:	0 to 3 GHz
Tolerance of center frequency:	± 2 kHz
Span setting range:	0 (zero span) and 1 to 3000 MHz

#### Amplitude characteristics

Display range:	-110 dBm to +20 dBm
Scaling, units:	10 or 5 dB/div, dBm, dBmV, dBµV selectable
Dynamic range:	80 dB (10 dB/div), 40 dB (5 dB/div)
Amplitude frequency response (ATT 10 dB, zero span, 1 MHz-RBW signal level -20 dBm):	± 3 dB
Display (CRT):	8 cm x 10 cm
Display characteristic:	logarithmic
Display units:	dB (dBm, dBmV, dBµV)
Input attenuator:	0 to 50 dB in 10 dB increments
Tolerance:	± 2 dB, referred to 10 dB
Maximum continuous input level:	
Attenuation 0 to 50 dB:	+ 20 dBm (0.1 W)
Attenuation 0 dB:	+ 10 dBm
Maximum input dc voltage:	± 25 V
Reference level:	
Adjustment range:	-110 dBm to +20 dBm
Tolerance (1500 MHz, ATT 10 dB, Zero Span, RBW 1 MHz):	± 1 dB
Min. average noise level (RBW 9 kHz):	
150 kHz - 1.5 MHz:	-90 dBm
1.5 MHz - 2.6 GHz:	-100 dBm
2.6 GHz - 3.0 GHz:	-90 dBm
3 <sup>rd</sup> order intermodulation (2 signals of):	
-33 dBm each, frequency difference > 3 MHz:	> 75 dBc
2 <sup>nd</sup> order harmonic distortions (2 <sup>nd</sup> harmonic at a signal level of -30 dBm, ATT 0 dB, frequency difference > 3 MHz):	> 75 dBc
Bandwidth dependent frequency response amplitude tolerance	
amplitude tolerance (relative to RBW 1 MHz, zero span):	± 1 dB
Digitization:	± 1 Digit (0.4 dB) at 10 dB/div scaling (average, zero span)

#### Marker/Deltamarker

Frequency resolution:	span/2000, max. 1 kHz, 6½ Digit
Frequency accuracy:	± (1 kHz + tolerance of center frequency + 0.02% x span)
Amplitude resolution:	0.4 dB, 3½ digit

#### Bandwidths

Resolution bandwidths (RBW) at -6 dB:	1 MHz, 120 kHz, 9 kHz
Videobandwidth (VBW):	50 kHz, 4 kHz
with automatic selection of sweep time:	40, 80, 160, 320 und 1000 ms

#### Inputs/Outputs

Measuring input:	N connector
Input impedance:	50 Ω
VSWR (ATT 10 dB):	typ. 1.5 : 1
Testsignal output:	N connector
Output impedance:	50 Ω
Frequency:	50 MHz ± 1 kHz
Level:	-10 to 0 dBm in 0.2 dB increments
Accuracy of level:	± 1 dB
Supply voltage for field probes:	6 V <sub>DC</sub> , max. 100 mA (2.5 mm jack)
Audio output (PHONE):	3.5 mm jack
RS-232 interface:	9-pin. sub-D
External trigger input:	BNC connector
Digital signal:	
Low level:	0 to +0.8 V
High level:	+2.5 V to +5.0 V

#### Functions

Keyboard input:	Center frequency, span, start frequency, stop frequency, marker, deltamarker, reference level, test signal level
Rotary encoder input:	Center frequency, span, start frequency, stop frequency, marker, deltamarker, reference level, test signal level intensity, focus, trace rotation, volume
MAX HOLD:	Peak detection
AVG (average):	Averaging
Reference spectrum:	memory depth 2 k x 8 Bit
SAVE/RECALL:	Storage and recall of up to 10 instrument settings
AM demodulation:	for the PHONE output
REMOTE:	Display of remote/local control
Readout:	8 parameter display fields, display of keyboard inputs

#### Miscellaneous

Display (CRT):	D 14-363GY, 8 cm x 10 cm internal graticule
Acceleration voltage:	approx. 2 kV
Trace rotation:	adjustable on front panel
Ambient temperature range:	+10 to + 40 °C
Storage temperature:	- 40 to + 70 °C
Power supply:	105 to 254 V <sub>AC</sub> , 50 to 60 Hz, approx. 37 W CAT II
Safety class:	I (EN/IEC 61010-1) with protective earth
Dimensions (W x H x D):	285 x 125 x 380 mm Adjustable handle, as a tilt-stand or for convenient carrying
Colour:	techno-brown
Weight:	approx. 6.5 kg

**Accessories supplied:** Line cord, manual, CD-ROM, adapter N male to BNC female

#### Optional accessories:

HZ70 (27-0070-0000)	Opto interface
HZ520 (17-0520-0000)	plug-on antenna
HZ530 (27-0530-0100)	field probe set for emi diagnosis
HZ560 (27-0560-0000)	transient limiter
	impedance converter 50 to 75 ohms.

www.hameg.com

## Important hints

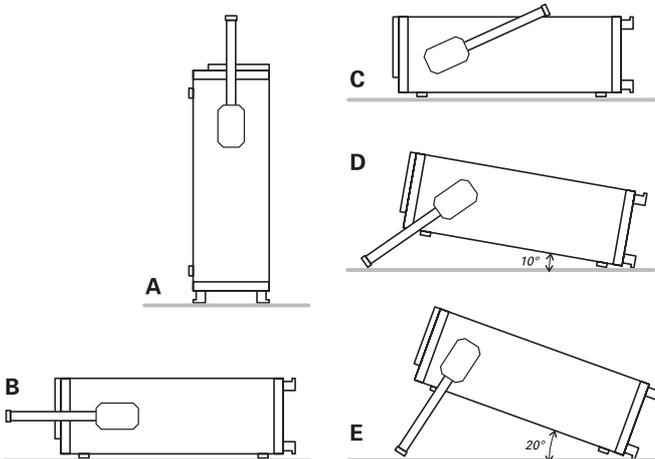
Immediately after unpacking, the instrument should be checked for mechanical damage and loose parts in the interior. If there is a damage of transport, first the instrument must not be put into operation and second the supplier have to be informed immediately.

### Used symbols

-  ATTENTION - refer to manual
-  Danger - High voltage
-  Protective ground (earth) terminal
-  Important note!

### Handling

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.



### Safety

This instrument has been designed and tested in accordance with IEC Publication 1010-1 (overvoltage category II, pollution degree 2), Safety requirements for electrical equipment for measurement, control, and laboratory use.

The CENELEC regulations EN 61010-1 correspond to this standard. It has left the factory in a safe condition. This instruction manual contains important information and warnings that have to be followed by the user to ensure safe operation and to retain the instrument in a safe condition.

The case, chassis and all measuring terminals are connected to the protective earth contact of the appliance inlet. The instrument operates according to Safety Class I (three conductor power cord with protective earthing conductor and a plug with earthing contact).

The mains/line plug must be inserted in a socket outlet provided with a protective earth contact. The protective action must not be negated by the use of an extension cord without a protective conductor.

The mains/line plug must be inserted before connections are made to measuring circuits.

The grounded accessible metal parts (case, sockets, jacks) and the mains/line supply contacts (line/live, neutral) of the instrument have been tested against insulation breakdown with 2200 V<sub>DC</sub>.

Under certain conditions, 50 Hz or 60 Hz hum voltages can occur in the measuring circuit due to the interconnection with other mains/line powered equipment or instruments. This can be avoided by using an isolation transformer (Safety Class II) between the mains/line outlet and the power plug of the device being investigated.

**Most cathode ray tubes develop X-rays. However, the dose equivalent rate falls far below the maximum permissible value of 36pA/kg (0.5mR/h).**

Whenever it is likely that protection has been impaired, the instrument must be made inoperative and be secured against any unintended operation. The protection is likely to be impaired if, for example, the instrument shows visible damage, fails to perform the intended measurements, has been subjected to prolonged storage under unfavourable conditions (e.g. in the open or in moist environments), has been subject to severe transport stress (e.g. in poor packaging).

### Operating conditions

This instrument must be used only by qualified experts who are aware of the risks of electrical measurement. The instrument is specified for operation in industry, light industry, commercial and residential environments.

Due to safety reasons the instrument must only be connected to a properly installed power outlet, containing a protective earth conductor. The protective earth connection must not be broken. The power plug must be inserted in the power outlet while any connection is made to the test device.

The instrument has been designed for indoor use. The permissible ambient temperature range during operation is +10 °C (+50 °F) ... +40 °C (+104 °F). It may occasionally be subjected to temperatures between +10 °C (+50 °F) and -10 °C (+14 °F) without degrading its safety. The permissible ambient temperature range for storage or transportation is 40 °C (-40 °F) ... +70 °C (+158 °F). The maximum operating altitude is up to 2200 m (non operating 15000 m). The maximum relative humidity is up to 80%.

If condensed water exists in the instrument it should be acclimatized before switching on. In some cases (e.g. extremely cold instrument) two hours should be allowed before the instrument is put into operation. The instrument should be kept in a clean and dry room and must not be operated in explosive, corrosive, dusty, or moist environments. The instrument can be operated in any position, but the convection cooling must not be impaired. The ventilation holes may not be covered. For continuous operation

ration the instrument should be used in the horizontal position, preferably tilted upwards, resting on the tilt handle. The specifications stating tolerances are only valid if the instrument has warmed up for 20 minutes at an ambient temperature between +15 °C (+59 °F) and +30 °C (+86 °F). Values without tolerances are typical for an average instrument.

### 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 HAMEG 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 exterior of the instrument should be cleaned regularly with a dusting brush. Dirt that is difficult to remove on the casing and handle, the plastic and aluminium parts, can be removed with a moistened cloth (99% water +1% mild detergent). Spirit or washing benzine (petroleum ether) can be used to remove greasy dirt. The screen may be cleaned with water or washing benzine (but not with spirit (alcohol) or solvents), it must then be wiped with a dry clean lint free cloth. Under no circumstances must the cleaning fluid get into the instrument. The use of other cleaning agents can attack the plastic and paint surfaces.

### 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 105V<sub>AC</sub> and 250V<sub>AC</sub>. No means of switching to different input voltages has therefore been provided.

The power input fuse is externally accessible. The fuse holder and the 3 pole power connector is an integrated unit. The power input fuse can be exchanged after the rubber connector is

removed. The fuse holder can be released by lever action with the aid of a screwdriver. The starting point is a slot located on contact pin side. The fuse can then be pushed out of the mounting and replaced.

The fuse holder must be pushed in against the spring pressure and locked. Use of patched fuses or short circuiting of the fuse holder is not permissible; HAMEG assumes no liability whatsoever for any damage caused as a result, and all warranty claims become null and void.

Fuse type:  
Size 5x20mm; 0.8A, 250V AC fuse;  
must meet IEC specification 127,  
Sheet III (or DIN 41 662  
or DIN 41 571, sheet 3).  
Time characteristic: time lag.



#### Attention!

**There is a fuse located inside the instrument within the switch mode power supply:**

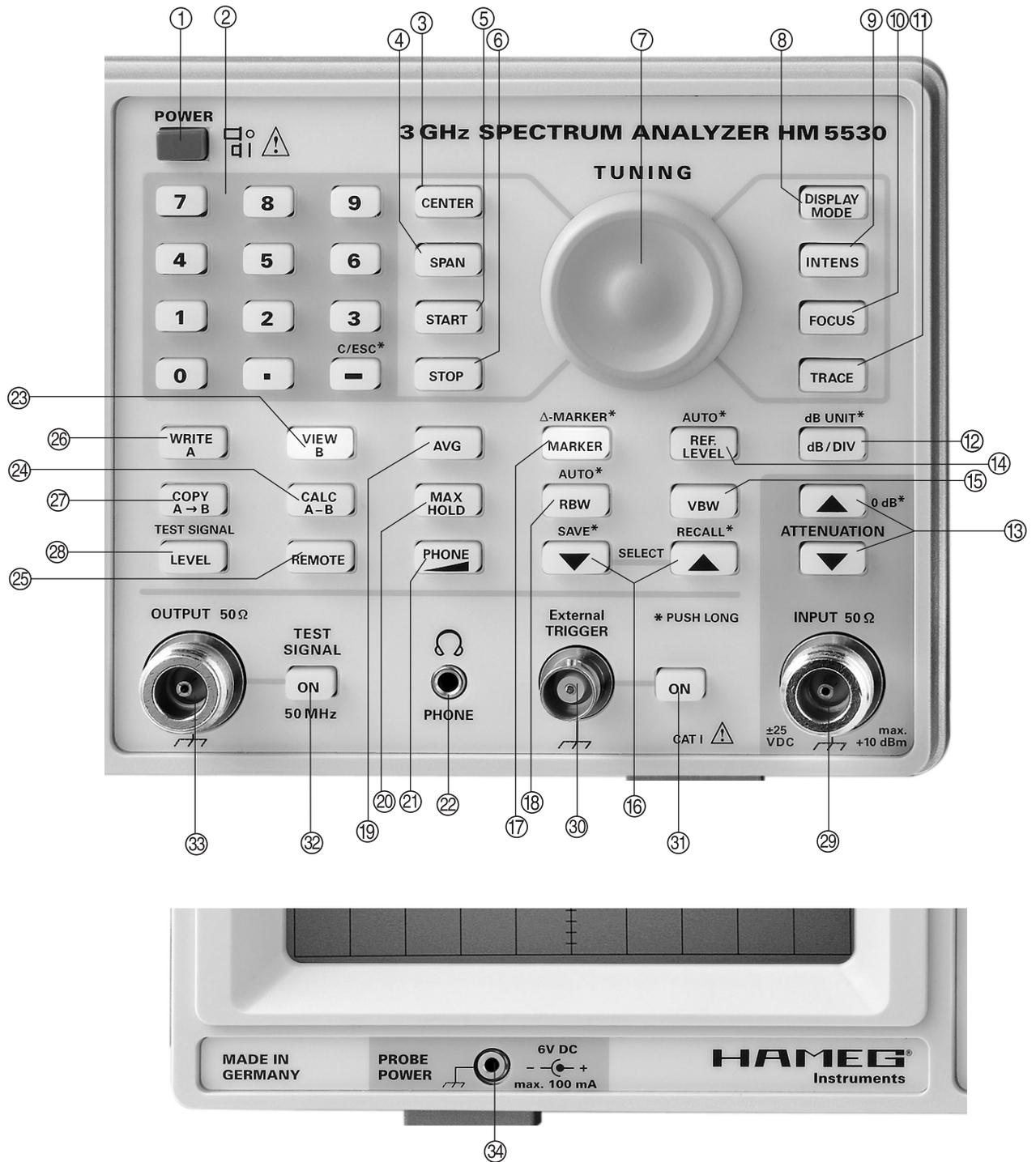
Size 5x20mm; 0.8A, 250V AC fuse;  
must meet IEC specification 127,  
Sheet III (or DIN 41 662  
or DIN 41 571, sheet 3).  
Time characteristic: fast (F).

**The operator must not replace this fuse!**

## Front Panel Elements – Brief Description

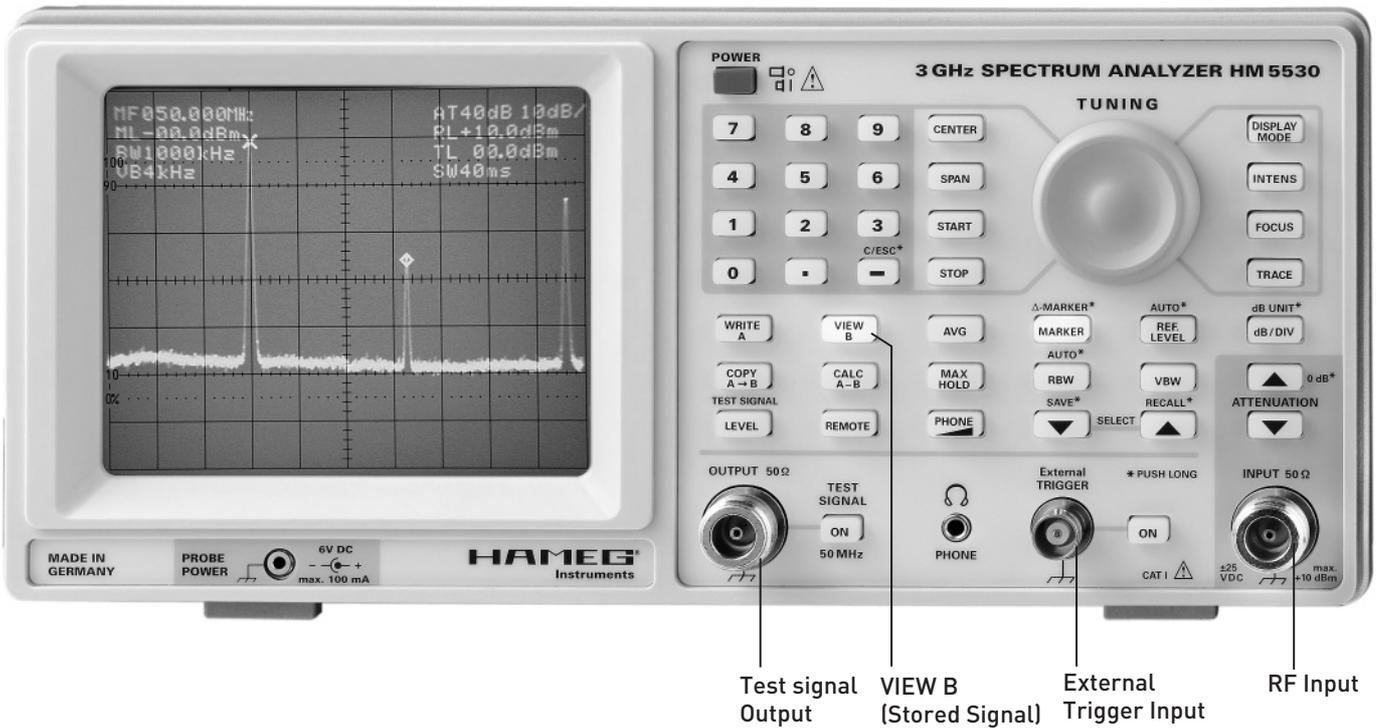
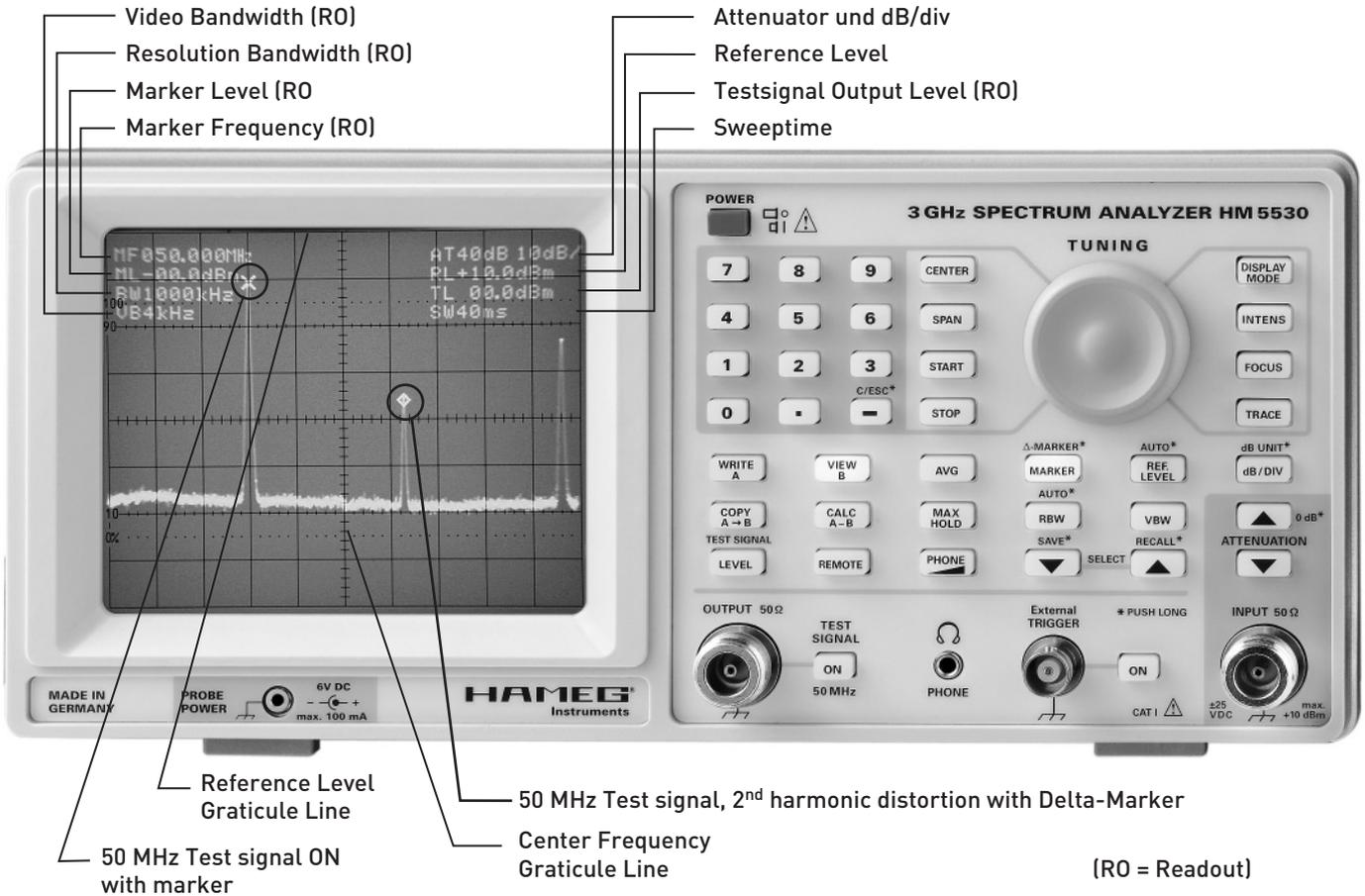
The figures indicate the page for complete descriptions in the chapter  
CONTROLS AND READOUT! ▼

- ① **POWER** 17  
Power switch.
- ② **Keyboard**  
Number entry.
- ③ **CENTER**  
Center frequency adjustment via keyboard ② or TUNING ⑦. (Display: CF...)
- ④ **SPAN**  
Frequency range setting via keyboard ② or TUNING ⑦ in combination with CENTER ③. (Display: SP...)
- ⑤ **START** 00  
Start frequency setting via keyboard ② or TUNING ⑦. (Display: SR ...)
- ⑥ **STOP** 00  
Stop frequency setting (via keyboard ② or TUNING ⑦. (Display: SP ...)
- ⑦ **TUNING**  
[Rotary encoder] Parameter entry or change for the following functions:  
Center frequency CENTER , SPAN, START/STOP frequency, MARKER, Deltamarker, REF.-LEVEL, TEST signal level, Intensity (INTENS), FOCUS, TRACE rotation, volume (PHONE).
- ⑧ **DISPLAY MODE**  
Readout intensity setting. Sequence: 100%, 50%, 0%, 100% etc.
- ⑨ **INTENS**  
Intensity setting use TUNING ⑦.
- ⑩ **FOCUS**  
Focus adjustment use TUNING ⑦.
- ⑪ **TRACE**  
Trace rotation use TUNING ⑦.
- ⑫ **dB/DIV**  
Briefly pressing selects between 5dB/div and 10dB/div
- dB/unit\***  
Pressing and holding, switches over from dBm to dBmV and dBμV.
- ⑬ **ATTENUATION**  
Input attenuator from 0 to 50 dB switchable in 10 dB steps.  
**0 dB \***  
For safety reasons 0 dB can only be called by pressing and holding.
- ⑭ **REF.-LEVEL**  
Briefly pressing calls Reference Level setting via keyboard ② or TUNING ⑦ without influence on the attenuator setting. (Display: RL...)
- AUTO \*** Press and hold, switches Reference Level settings via keyboard ② or TUNING ⑦ on or off in combination with reference level dependent automatic attenuator setting changes. (Display in condition ON: RL\*...).
- ⑮ **VBW**  
Video bandwidth selection 4 kHz / 50 kHz.
- ⑯ **SELECT**  
After briefly pressing either pushbuttons, the selected function and the memory location are displayed for a few seconds. Within this time the memory location can be selected by briefly pressing either pushbutton.
- SAVE\*/RECALL \***  
If the function (SAVE or RECALL) and the memory location are displayed, the function can be executed by pressing and holding the related pushbutton.
- ⑰ **MARKER**  
Briefly pressing calls the absolute marker for frequency and level determination. Position control by TUNING ⑦. (Display Marker-Frequency: MF...; Marker- Level: ML...)  
Briefly pressing once more sets the marker automatically to the highest level.
- Δ-MARKER\***  
Pressing and holding activates the relative marker (Rhombus Symbol), measuring in respect to the absolute marker. Position control by TUNING ⑦. (Display Delta-Marker Frequency: DF...; -Level: DL...)  
Pressing and holding once more sets the delta marker automatically to the highest level.
- ⑱ **RBW**  
Briefly pressing switches the resolution bandwidth (1000 kHz, 120 kHz and 9 kHz). (Display: BW...)
- AUTO \***  
Press and hold to switch the automatic resolution bandwidth setting on or off.  
(AUTO\* on, Display: B\*...)  
(AUTO\* off, Display: BW...)
- ⑲ **AVG**  
Switches the average function on or off.
- ⑳ **MAX HOLD**  
Switches the maximum value signal capture function on or off.
- ㉑ **PHONE**   
Volume adjustment by TUNING ⑦.
- ㉒ **PHONE**   
Headphone connector, 3.5 mm jack, intended for headphones of > 8 Ω impedance.
- ㉓ **VIEW B**  
Shows the reference memory signal display.
- ㉔ **CALC A – B**  
Shows the difference (A–B) between the current signal (A) and the reference memory content (B).
- ㉕ **REMOTE**  
In remote control mode this pushbutton is lit. Briefly pressing switches remote off.
- ㉖ **WRITE A**  
Shows the current signal (A).



- ②7 **COPY A → B**  
Copies the current signal (A) into the reference memory (B).
- ②8 **TEST SIGNAL / LEVEL**  
Test signal level adjustment (via keyboard ② or TUNING ⑦).  
[Display: TL...]
- ②9 **INPUT 50 ohms**  
Input N connector. The maximum input levels resp. voltages must not be exceeded. Danger of destruction!
- ③0 **External TRIGGER**  
BNC input connector for the external trigger signal (triggers a sweep).
- ③1 **ON**  
Switches the external trigger function on or off.
- ③2 **TEST SIGNAL ON**  
Switches the test signal output on or off.
- ③3 **OUTPUT 50 Ω**  
Output N connector of the test signal.
- ③4 **PROBE POWER**  
2.5 mm output jack, providing 6 V<sub>DC</sub>/400 mA for field probes.

Test Signal Display



## Operational hints

Prior to operation of the HM 5530 the section „Safety“ heading this manual should be carefully studied! The instructions given should be meticulously followed. No special knowledge is required for operating this instrument. The front panel layout as well as the concentration on the essential functions allow easy and efficient use immediately after first time operation. However, it is material to observe these hints in order to benefit from troublefree operation.

By far the most sensitive and thus vulnerable part of the instrument is the input stage consisting of the input attenuator, a low pass filter, and the first mixer.

Without any attenuation (0 dB) the following input levels resp. voltages must not be exceeded: + 10 dBm (0.7 Vrms) AC, ±10 V DC. With 10 to 50 dB of attenuation + 20 dBm is the limit. Higher levels may destruct the input stage!

When measuring the output signal of a LISN (line impedance standardization network), the input must definitely be protected with the HZ560, otherwise there will be high danger of destruction of the input stage!

Whenever attempting the measurement of still unknown signals, it should be tested (e.g. with a high frequency scope with 50 ohms input) whether these are within the maximum input levels specified. In any case, the measurement should be started by switching the attenuator to its highest position (50 dB) and selecting the widest span (3000 MHz). This will, however, not preclude that excessive and possibly destructive signals are present, these may be outside the instrument's frequency range! These would not be displayed but could well overdrive and destruct the input stage. Short of destruction any overdrive would create distortions and spurious signals of all sort.

The frequency range below 100 kHz is not specified, any display of spectra in this region may not be reliable.

The intensity should not be turned up higher than necessary for easy readability; any higher setting would not reveal more information nor uncover any signals buried in the noise. Due to the functional principle which includes a/d conversion and digital storage like in a DSO, all details are already present even at low intensity, there is no information content in the trace intensity as in an analog scope. Too high an intensity will enlarge the spot size and thus in fact deteriorate the recognition of details, even with optimum focus adjustment. Also, if the intensity is set too high, the screen phosphor in the area of the noise band will burn out too soon.

Due to the functional principle of modern spectrum analyzers, a spectral line will be visible even if the center frequency is set to zero. This is the case if the frequency of the first local oscillator (1st LO) is within the passband of the first filter. This display is called "Zero Peak"; it is caused by (undesired) residual oscillator feedthrough in the first mixer stage, hence the level of this display differs between instruments which does not indicate any malfunction.

### First measurements

**Settings:** Prior to connecting an unknown signal to the instrument it should be tested that its level is below +10 dBm and any DC content below ±10 V.

### ATTN (input attenuation):

As a protective measure, the attenuator should be set to its highest position 50 dB (AT 50 dB).

### Frequency settings:

Set the center frequency (CENTER) to 500 MHz (CF 500 MHz) and the SPAN to 3000 MHz (SF 3000 MHz).

### Vertical scaling:

Set the scaling to 10 dB/div (AT 50 dB 10 dB/) in order to have the maximum dynamic range of 80 dB.

### RBW (resolution bandwidth):

For a start, 1 MHz RBW should be selected (RB 1 MHz). The video filter should be switched off (VB 50 kHz).

If no signal is visible but the base noise band, the attenuation may be carefully reduced in order to increase the sensitivity. If the base noise band should shift upwards, this may be an indication of excessive signal levels outside this instrument's frequency range!

The attenuator must be set with respect to the highest input signal, definitely not with respect to Zero Peak! The dynamic range is used best if the highest peak just reaches the top of the graticule (reference level), but does not reach beyond. If the top of the graticule is exceeded, external attenuation has to be added; the external attenuator must be specified for the frequency range and the signal level (dissipation).

Please note that at full span (SF 3000 MHz) narrow peaks may be hardly visible, hence, before increasing the sensitivity, one should search for peaks. Full span is only good for a first overview, any meaningful measurement requires a reduction of the SPAN. The correct procedure is to shift the spectral line of interest to the screen center by adjusting the CENTER frequency accordingly, then to reduce the SPAN. If necessary, the resolution bandwidth (RBW) may be reduced to 120 or 9 kHz (RB ...), also the video filter may be inserted (VB 4 kHz). The measurement results are valid as long as the message „uncal“ does not appear in place of the sweep time readout (SW ...).

### Reading of measurements:

The easiest way to numerical results is the proper use of the markers. A short depression of the MARKER pushbutton will call the first marker forward (symbol: cross), the tuning knob is used to position the marker to the point of the signal to be measured. The level is then indicated in the marker level readout (ML ...), the frequency at this point in the marker frequency readout (MF ...). The marker level readings automatically include the reference level (REF.LEVEL) and attenuator (ATT) settings. With the 2nd marker (symbol: rhombus, readout (DL, DF) the difference in levels and frequency between both markers may be determined. Please refer to the elaborate description in the section „Functional controls and readout“ for more information about the features of the markers.

If numerical values are to be obtained without the use of the markers, it should first be noted that all measurements are referred to the reference level (RL ... dBm), this is the top of the graticule. Readings are thus taken from the top downward to the point on the spectrum to be measured! This is contrary to oscilloscopes! The scaling may be 10 or 5 dB/div. At 10 dB/div, the screen encompasses a dynamic range of 80 dB; the bottom graticule line is equivalent to -80 dB if the reference level is, e.g., 0 dB (RL 0 dB).

## Spectrum-Analyzer basics

## Introduction to spectrum analysis, advantages of spectrum analyzers.

The analysis of electrical signals is a fundamental task for many engineers and scientists. Even if the parameters to be measured are basically non-electrical, in many cases they are converted to electrical signals. Such transducers are available for mechanical parameters like pressure or acceleration as well as for chemical and biological ones. The conversion allows to use the many electrical and electronic measuring instruments for analysis in the time and frequency domains.

Traditionally, electrical signals are observed and measured in the amplitude – time – domain, e.g. with an oscilloscope in the Y/t mode. This yields information about waveforms, amplitudes and time relationships. However, not all signals can be adequately characterized that way. An oscilloscope displays the waveform, but not the individual components of which this is composed. So to speak the oscilloscope shows the sum of the components, but it can not measure the frequencies and amplitudes of them.

A spectrum analyzer displays the amplitudes of the spectral components of a signal with respect to frequency (Y/f). The signal resp. its components must repeat periodically. There are oscilloscopes which calculate and display a mathematically derived Fourier spectrum, but even with this feature an oscilloscope will not become a spectrum analyzer by far! There remain fundamental differences, although such oscilloscope Fourier spectra may suffice for many applications. In general, one needs both types of instruments.

1. The sensitivity of spectrum analyzers is several orders of magnitude higher than that of any oscilloscope. This fact, also in conjunction with the following item, allows the analysis of signals which can not be displayed on a scope.
2. The dynamic range of spectrum analyzers is several orders of magnitude larger than that of any oscilloscope.
3. Spectrum analyzers excel also and especially in the analysis of distortions of sine waves, the detection of weak amplitude or frequency modulation of signals, in measurements of AM, FM such as carrier frequency, modulation frequency, modulation depth etc. Also frequency converters can be characterized with respect to losses and distortions.
4. An oscilloscope amplifies the whole signal in a wide-band amplifier up to its crt (in analog scopes) or up to the a/d converter (in DSO's). Large signal components or interference dictate the setting of the input attenuator i.e. the sensitivity, consequently weak signals or components can not be seen any more. Increasing the sensitivity in order to detect small signal components is not possible, because this would cause overdrive and hence distortions. (There is an exception: a true difference amplifier with offset is able to give a microscopic display of small signal waveform portions, but not of spectral components.)

A spectrum analyzer is a high performance narrow bandpass tunable receiver with high quality input preselection filters and multiple superheterodyning with its known advantages. It is able to detect and measure very small signal components even in the presence of very much larger amplitudes nearby.

5. A spectrum analyzer can display simultaneously a wide frequency band and also a 80 dB (HM 5530) amplitude range due to its logarithmic scaling. This is an enormous advantage in many important applications such as emi measurements, because the results of circuit modifications will be evident immediately over a wide frequency range. In emi work there is the so-called „water bed effect“ which means that a certain measure to suppress a portion of the frequency spectrum may cause an increase of amplitudes in another portion with the net result of no improvement at all.

Spectrum analyzers operate according to two predominant principles: tuned or real time analyzers. Real time analyzers conforming to the principles of the discrete Fourier transform consist of the parallel connection of a multitude of frequency selective indicators. Only that many discrete frequencies can be detected and measured as there are filters. Depending on the number and quality of such filters, the increase in cost sets limits to their practical application.

Almost all modern spectrum analyzers use the superheterodyne principle. One method is the use of a bandpass filter which can be tuned over the interesting frequency range. A detector generates the Y signal while a sweep generator tunes the filter synchronously with the X deflection. This simple principle is low cost, but suffers from serious drawbacks with respect to selectivity and sensitivity, one reason is the change of bandwidth with tuning.

Practical spectrum analyzers function quite like a high performance radio receiver and use one or several bandpass filters with fixed center frequencies. The disadvantages of tunable bandpass filters are avoided by frequency conversion of the input signal to a fixed if. The if filter(s) allow such input frequencies to pass which conform to the equation:  $f_{\text{input}} = f_{\text{LO}} \pm f_{\text{if}}$ .

Circuit design and layout of the input stage determine to a large extent the frequency range as well as the sensitivity of a spectrum analyzer. The hf input stage consists of the attenuator, the input filter, and the 1st local oscillator.

## Spectrum-Analyzer specifications

The many applications of spectrum analyzers require a variety of properties which may partly exclude each other or which can only be combined with great effort. The main application areas are those where the accuracy, the resolution in time resp. frequency and the low dynamic range of oscilloscopes limit the analysis of signals.

A wide frequency tuning range, requirements on the filters from extremely narrow to „full span“ as well as high sensitivity need not exclude each other; but their combination with also high resolution, high stability, flat frequency response, low distortions mostly requires indeed high effort and cost.

## Frequency measurement

Spectrum analyzers allow the measurement of frequencies in SPAN (frequency sweep) mode as well as in the Zero Span (SF = 0) mode. In SPAN mode, the whole frequency range of

the instrument may be swept and displayed in „full span“ (SF = 3000 MHz), in this mode the frequency of a spectral component may be determined roughly. Subsequently, this frequency can be shifted to the screen center by changing the CENTER frequency, then the SPAN is decreased, thus the frequency resolution increased.

The smaller the SPAN, the narrower the filter bandwidth (RBW), the better the accuracy of frequency measurements, because the display and the MARKER accuracies are increased.

In the „Zero Span“ mode and selecting the smallest bandwidth, it is sufficient to tune the (unmodulated) signal, displayed as a horizontal baseline, with the CENTER adjustment for maximum amplitude and read the frequency from the readout. The analyzer operates as a selective voltmeter with selectable bandwidth.

## Stability

It is important that the frequency stability of the analyzer surpasses that of the signal. The frequency stability depends upon the stability of the first local oscillator (1st LO). One must discriminate between short-term and long-term stability. Residual fm is a measure of the short-term stability. Noise side bands are a measure of the spectral purity of the 1st LO and contribute to the short-term (in)stability; they are characterized by their attenuation in dB and their distance in Hz from the signal to be analyzed with respect to a specified filter bandwidth.

The long-term stability of a spectrum analyzer is mainly determined by the frequency drift of the 1st LO; it is a measure of how much the frequency may change within a predetermined time period.

## Resolution.

Prior to measuring the frequency of a signal with a spectrum analyzer, the signal must be detected and resolved. Resolution means the signal resp. the spectral line must be separated from neighbouring signals within the spectrum being analyzed. This ability of resolution is a decisive criterion in many spectrum analyzer applications. The resolution is determined by:

- sweep time
  - span (dispersion)
  - 6 dB bandwidth of the narrowest amplifier stage resp. filter.
- The 6 dB bandwidth of the narrowest amplifier resp. filter, Gauss behaviour assumed, is called the resolution bandwidth. This is the smallest bandwidth which can be displayed if the other parameters (sweep time, span) are varied.

The bandwidth and the slope of the if filters are thus the important characteristics which determine whether two adjacent spectral lines of widely different amplitude can be resolved. In general, the bandwidth is defined as the -3 dB bandwidth, for spectrum analyzers it is customary to specify the -6 dB bandwidth which also applies to the HM5530. The different bandwidth definitions are to be borne in mind when comparing instruments. The ratio of the bandwidth at -60 dB to the bandwidth at -3 dB is defined as the form factor; the smaller the form factor, the better the capability of the analyzer to separate two adjacent spectral lines.

If e.g. the form factor of a filter in the analyzer is 15 :1, two spectral lines differing in amplitude by 60 dB, must be at least 7.5 times the filter bandwidth apart in frequency if they are still to be recognized as two signals, otherwise they will merge and appear as a single signal.

However, the form factor is but one parameter influencing the separation of spectral lines of different amplitude and

frequency; the residual FM and the spectral purity of the internal oscillators are as important, because they generate noise sidebands, thereby reducing the achievable resolution. Noise sidebands will show up at the base of the if filter display and deteriorate the stopband behaviour of the filters.

If the narrowest if bandwidth is 9 kHz, the smallest frequency distance possible between two spectral lines is also 9 kHz if they are still to be recognized as separate. The reason is that, when detecting a signal, the spectrum analyzer displays its own if filter shape while sweeping the frequency. As the resolution is mainly dictated by the if filter bandwidth, one might assume that infinite resolution will be obtained with an infinitely narrow filter bandwidth. As mentioned above, the residual fm of the oscillators also limits the resolution and determines the narrowest practical if bandwidth. If the residual fm is 9 kHz, e.g., the narrowest practically useful if bandwidth will be also 9 kHz if a single signal is to be measured. An if filter with still lower bandwidth would show more than one spectral line or a jittery display, depending upon the sweep speed, also a partly complete display is possible.

There is another important limitation to the narrowest practical if filter bandwidth: the frequency sweep speed relative to the if filter bandwidth selected. The narrower the filter, the slower the sweep speed; if the sweep speed is too high, the filter can not respond fast enough, and the amplitudes of the spectral lines will be incorrectly displayed, in general too low.

A so-called optimum resolution is defined by:

$$\text{optimum resolution} = \frac{\text{SQRT Span in Hz}}{\text{Sweeptime in s}}$$

A so-called optimum resolution bandwidth is defined by:

$$\text{optimum resolution bandwidth} = \frac{0,66 \times \text{SQRT Span}}{\text{Sweeptime}}$$

For very long sweep times both become identical.

The optimum resolution bandwidth for pulsed signals is:

Optimum (-3 dB) bandwidth for pulsed signals  $\leq 0.1$  pulse width.

If the bandwidth is narrower, the amplitudes of the side lobes will be displayed too low. With the optimum bandwidth, there are sharp nulls and a correct spectrum display. If the bandwidth is too large, the side lobes will become averaged, thus less pronounced, the nulls will be hardly discernible, the spectrum distorted.

## Noise

The sensitivity is a measure of the ability of a spectrum analyzer to detect small signals. The maximum sensitivity is limited by its internal noise. There are two kinds of noise: thermal and non-thermal noise. Thermal noise is given by:

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

PN: Noise power in watts

K: Boltzmann's constant (1.38 x exp - 23 Joule/K)

T: absolute temperature

B: Bandwidth

The equation shows that the noise power is directly proportional to bandwidth. Hence reducing the filter bandwidth by a decade

will decrease the noise by 10 dB. This is equivalent to a sensitivity increase by 10 dB.

All other noise sources within the analyzer are assumed to be non-thermal. Sources of non-thermal noise are: undesired emissions, distortions due to nonlinear characteristics or mismatches. The non-thermal noise defines the so-called noise figure to which the thermal noise is added in order to arrive at the total noise figure of the system. This is the noise which is visible on the screen and which determines the sensitivity of the analyzer.

As the noise level depends on the bandwidth, any comparison of analyzers requires the use of the same bandwidth and the same bandwidth definition (-3 or -6 dB). Spectrum analyzers are swept over a wide frequency range, but they are narrow band-pass selective measuring instruments. All signals within the frequency range of the analyzer are converted (possibly several times) to an IF (or several) and pass the IF filter(s). The detector at the IF output sees only that noise which passes through the narrowest filter, and this will be displayed. When measuring discrete signals, maximum sensitivity is hence achieved with the narrowest filter bandwidth.

### Video filter

If the amplitude of a signal is comparable to the analyzer's average noise, a measurement becomes difficult. The measurement can be improved by reducing the bandwidth below that of the narrowest IF filter. A so-called video filter is inserted in the signal path following the detector, its bandwidth of 4 kHz averages the instrument's noise and decreases the displayed noise substantially. In many cases a small signal buried in noise will become visible.

If the IF bandwidth is already small compared to the span selected (high sweep speed), the video filter should not be used, because this could lead to false (too low) amplitude measurements. (An illegal combination of filter bandwidth and sweep speed will be indicated by „uncal“ in place of the sweep time readout (SW ...)).

### Sensitivity – Maximum input level

The definition resp. specification of an analyzer's sensitivity is somewhat arbitrary. One method of specification is to define the sensitivity as that input signal power level which is equal to the analyzer's average noise power level. As an analyzer measures signal plus noise, the signal will appear 3 dB above the noise.

The maximum permissible input level is that which is still safe for the input stage. This level is specified as + 10 dBm (no attenuation, attenuator 0 dB) and + 20 dBm (attenuator 10 to 50 dBm) for the input mixer. Before the „burn-out“ level is reached, the analyzer will start to compress the signal; this is acceptable as long as the compression remains below 1 dB.

The analyzer will also produce nonlinearities if overdriven. There is further the danger of undetected input stage overload because individual spectral lines may only change imperceptibly due to the onset of compression. In such cases the amplitude display will not any more be true.

The analyzer generates distortions, mostly by input stage nonlinearities. These remain >75 dBc below the input signal level as long as the level is < -30 dBm.

Larger input signals should be reduced by the attenuator preceding the mixer. The largest signal which the analyzer can digest

without creating more distortions than specified is called the „optimum input level“, meaning that the mixer input remains < -30 dBm. At higher levels, the specification for the generation of harmonics will not be met any more. The distortion-free input range is also called the „useful dynamic range“. This is to be differentiated from the display range which is the ratio of the highest to the lowest signal displayed simultaneously without any visible intermodulation products.

The maximum dynamic range follows from the specifications. The first hint is the specification for the harmonics' level, this is > 75 dBc below the signal as long as the input level to the mixer is < - 30 dBm. In order to make full use of these specifications, the analyzer must be able to detect levels of -110 dBm. The IF bandwidth required for this should not be too narrow, otherwise difficulties will arise due to noise sidebands. The IF bandwidth of 9 kHz is sufficient to display signals at this level.

The distortion-free measuring range may be further extended by reducing the input level. This is limited by the analyzer's sensitivity. The maximum available dynamic range is achieved if the highest peak of the spectral lines just touches the reference level. i.e. the top of the graticule.

### Frequency response.

The frequency response should be flat over the range, i.e. the accuracy of the signal level measured should be independent of frequency. Amplifiers and filters must be given sufficient time to reach full amplitude.

## Functional principle of the HM5530

The HM5530 is a spectrum analyzer for the frequency range of 100 kHz to 3 GHz. The spectral components of signals in this range can be detected and measured from -110 to +20 dBm.

The signal to be analyzed first passes through an attenuator which can be switched from 0 to 50 dB in 10 dB steps. A pre-selection input filter follows which serves several purposes: to some degree, it prevents multiple signal reception, it prevents the reception of signals at the 1st IF (IF feedthrough), and it suppresses any oscillator feedback to the input. The purpose of the input mixer and the 1st oscillator (1st LO) is the conversion of the input frequencies within the analyzer's range; it determines the frequency dependent amplitude characteristic and the dynamic properties of the instrument.

The analyzer is designed as a triple superheterodyne receiver, it is an electronically tuned selective amplifier. Frequency tuning is performed with the aid of the 1st LO which can be tuned through the range of 3537.3 to 6537.3 MHz. Its output signal and the full-range input signal are fed to the first mixer (input mixer). At the mixer output there are the following frequency components present:

1. Signal of the 1st LO, the frequency of which must be 3537.3 MHz above the frequency of the desired input signal. The frequency of the 1st LO will thus be 3537.3 MHz if the input signal is 0 kHz (0 kHz + 3537.3 MHz). For an input frequency of 100 kHz the LO frequency will be 3537.4 MHz (0,1 MHz

+ 3537.3 MHz). For an input frequency of 1000 MHz the LO frequency will be 4537.3 MHz (1000 MHz + 3537.3 MHz). Hence the tuning range of the 1st LO is 3537.3 to 6537.3 MHz.

2. Input signal spectrum (f<sub>inp</sub>) after passing through the attenuator and the input filter (specified signal range: 0.1 to 3000 MHz).
3. Sum of the LO frequency (f<sub>LO</sub>) and the whole input spectrum (f<sub>inp</sub>). For a desired signal of 100 kHz the LO frequency will be 3537.4 MHz, the sum 3537.5 MHz. For 1000 MHz the LO frequency will be 4537.3 MHz, the sum 4437.3 MHz.
4. Difference of the LO frequency (f<sub>LO</sub>) and the whole input spectrum (f<sub>inp</sub>). For an input of 100 kHz the LO frequency will be 3537.4 MHz, the difference 3537.3 MHz (3537.4 – 0.1 MHz). For an input of 1000 MHz the LO frequency will be 4537.3 MHz, the difference 3537.3 MHz (4537.3 MHz – 1000 MHz).

All the signals from the 1st mixer mentioned above are applied to the input of the 1st (bandpass) filter which is tuned to 3537.3 MHz, hence only the mixer output difference frequency and the signal of the 1st LO (if tuned to 0 kHz) can pass.

**Note:** The so-called „0 kHz signal“ from the 1st LO is unavoidable and may disturb measurements with a resolution bandwidth RBW = 1 MHz in the range from 0.1 to several MHz. By selection of a lower RBW this problem can be solved.

The next stage in the signal path is the 2<sup>nd</sup> mixer with the 2<sup>nd</sup> LO (3200 MHz), the 2<sup>nd</sup> if = 337.3 MHz, followed by the 3<sup>rd</sup> mixer and the 3<sup>rd</sup> LO (348 MHz), the 3<sup>rd</sup> if = 10.7 MHz.

The last if stage contains a bandpass filter with a manually or automatically selectable bandwidth of 1 MHz, 120 kHz, or 9 kHz. The signal is then fed to an AM detector, from now on it is called the video signal. This signal is amplified by a logarithmic amplifier and passes through a 50 kHz filter which can be switched to 4 kHz (video filter, VBW). It is then a/d converted, so the following signal processing is digital. The signal data are stored in a RAM, the lowest frequency at the lowest address, the highest at the highest address.

The data in this memory (A) are continuously updated i.e. overwritten by new data, while they are being read out and reconverted to an analog signal by a d/a converter. This analog signal is amplified and applied to the Y deflection plates of the CRT. With increasing signal amplitude the trace will be logarithmically deflected in positive direction. The full screen dynamic range is 80 dB (10 dB/div.) or 40 dB (5 dB/div.). This dynamic range can be shifted through the whole dynamic range of the instrument by setting the reference level between –110 and +20 dBm. This is analogous to the difference amplifier with offset of a scope.

The RAM addresses are d/a converted into a staircase voltage which is amplified and applied to the X deflection plates of the crt. The signal with the lowest frequency is displayed at the left of the graticule (START), the signal with the highest frequency at its right (STOP). The same signal tunes the 1st local oscillator through the range (CENTER frequency ± ½ SPAN) selected, the time for one sweep is indicated in the readout (SW ...).

The frequency range swept as determined by the SPAN setting and the resolution bandwidth (RBW) are related by physical laws, if these are violated, the amplitudes displayed will be too low. Such errors will accrue if the sweep speed is too high compared to the narrowest bandwidth of the combined filters including

the video filter: The narrower the filter bandwidth, the slower the sweep speed, otherwise the filters are not allowed sufficient response time to reach full amplitude. The instrument will indicate illegal combinations of bandwidth and sweep speed by „uncal“ in place of the sweep speed readout (SW ...).

### Normal operating mode and ZERO SPAN mode.

Basically, there are two operating modes: swept (SPAN unequal to 0, i.e. 1 to 3000 MHz with the HM 5530) and sweep off or „ZERO SPAN“.

In „ZERO SPAN“ mode, the 1st LO is not swept, but generates a fixed frequency, set by the CENTER adjustment, which is 3537.3 MHz above the input (CENTER) frequency. The analyzer will then only display the level of that one frequency by a logarithmic shift of the baseline in vertical direction. This is similar to a scope which displays (linearly) a pure dc level. The analyzer thus becomes a frequency selective voltmeter.

In normal mode (SPAN 1 to 3000 MHz) a frequency range equal to the SPAN setting will be displayed. If the center frequency is e.g. 500 MHz and the span 1000 MHz, the measurement will start at the left of the graticule at 0 kHz and stop at its right at 1000 MHz; the frequency of the 1st LO will be swept by the staircase voltage from 3537.3 to 4537.3 MHz. The HM 5530 also provides for the direct setting/readout of START and STOP frequencies.

The stored data may be further processed or transmitted to a pc via the serial interface. The instrument can also be remotely controlled that way. Available functions are: Average, Max. Hold, Copying of a spectrum from memory A to memory B, display of the contents of memories A or B, display of the difference of memories A – B. All these operations are performed digitally.

The manually or automatically selectable reference level (REF. LEVEL) which can be varied from – 110 dBm to + 20 dBm as well as the two markers allow the easy acquisition of numerical measurement results. Both markers can also be automatically positioned on the peak of the spectrum displayed, the delta-marker indicates the difference frequency and the difference amplitude between markers.

The instrument further features a test signal output (reference spectrum) which may be used for instrument self tests by connecting it to the input.

There is also an input for an external trigger which can trigger a sweep.

## Controls and readout

Functions designated with an asteric \* are called by a long depression of the pushbutton.

With the exception of DISPLAY MODE, dB/dic., 2 x ATT, COPY A to B, keyboard all pushbuttons light up when depressed and remain lit as long as the function is active. A function is disabled by calling another one.

Prior to entering a number via the keyboard, the respective function key must be lit, else it has to be first depressed. The entry will appear at the bottom of the left readout field, the function selected is shown. The entry will be accepted after depressing the lighted function pushbutton (again); the entry display will disappear. Entries which would exceed a specified maximum or minimum will not be accepted; the instrument will set the respective maximum or minimum value allowed, there is no acoustical warning.

The tuning knob (rotary encoder) is always active if any of the function pushbuttons listed under ⑦ is lit. Entries which would exceed a maximum or minimum specified will not be accepted; the instrument will set the respective maximum or minimum value allowed, an acoustical warning is sounded.

### (1) POWER

Power (mains) switch with the symbols I for ON and O for OFF.

The switch will latch in the ON position; after the time required by the crt for heating has elapsed, the HAMEG logo will be displayed, then the firmware version; the intensity is fixed in order to ensure a readable display irrespective of the setting of the intensity control and to forecome the impression the instrument might be defective.

After the firmware display, the instrument will enter its operational mode: the two readout fields will appear at the top left and right of the screen, and the pushbuttons CENTER and WRITE A will light up. At the bottom of the screen the more or less wide noise band will show up, even if there is no input signal.

#### Note:

Upon turn-off, all memory contents are lost with the exception of the memories which store the functions and numbers displayed in the 8 readout fields. The functions and numbers shown last at the time of turn-off will be reinserted in the 8 readout fields. Irrespective of the function pushbuttons which were active at the time of turn-off, only CENTER and WRITE A will light up after turn-on.

### ② Keyboard.

10 numerical keys plus a decimal point key are provided for number entry of the following parameters: Center frequency CENTER ③, SPAN ④, START frequency ⑤, STOP frequency ⑥, MARKER/Δ-MARKER\* ⑰, REF.LEVEL ⑱, TEST signal level ⑳.

The key C/ESC\* has a triple function: minus sign, short depression: erase of one digit of the entry, long depression: erase of the whole entry in the readout entry display field. Prior to any number entry, the respective function pushbutton, e.g. CENTER ③, must be lit already, else it must be

depressed first. The entry is shown in the bottom line of the left readout field, together with an indication of the function selected. The entry is accepted after depressing the function pushbutton (again); the entry display will disappear. If an entry is made and then a pushbutton depressed which was not lit, the entry will be ignored and erased. Entries which would exceed a specified maximum or minimum will not be accepted, the instrument will set the maximum or minimum allowable values. No acoustical warning is given.

### ③ CENTER

Center frequency setting either via the keyboard ② or with the tuning knob ⑦. Prior to any entry, the pushbutton must be depressed if it was not already lit; the tuning knob will be active immediately. A number entry will be displayed in the left readout field; it will be accepted after a (second) depression and shown in the center frequency readout field (CF ... MHz). Legal values are from 0 to 3000 MHz. The signal at the center frequency will be displayed in the screen center, provided the SPAN is unequal to 0.

### ④ SPAN

Span (dispersion, sweep width) = the frequency range which is displayed on the screen. The span is adjusted either by number entry via the keyboard ② or with the tuning knob ⑦. Prior to any entry, the pushbutton must be depressed unless it was already lit; the tuning knob will be active immediately. A number entry will be displayed in the left readout field; it will be accepted after a (second) depression and shown in the span readout (SF ... MHz). Legal values are 0 or 1 to 3000 MHz; entries > 0 but < 1 MHz will be accepted as (SF = 1 MHz). Span and center frequency settings determine the start (left) and stop (right) frequencies displayed.



#### Note:

The specified frequency range is 0.1 to 3000 MHz; any readings < 0.1 MHz may be unreliable.

**Example: If the center frequency is 300 MHz and the span is 500 MHz, the sweep and the display will extend from 50 MHz (START) at the left of the graticule (300 MHz - ½ span) to 550 MHz at the right (STOP) of the graticule (300 MHz + ½ span).**

**Start and stop frequencies can be read/set directly by depressing the respective pushbuttons, sidestepping the calculation.**



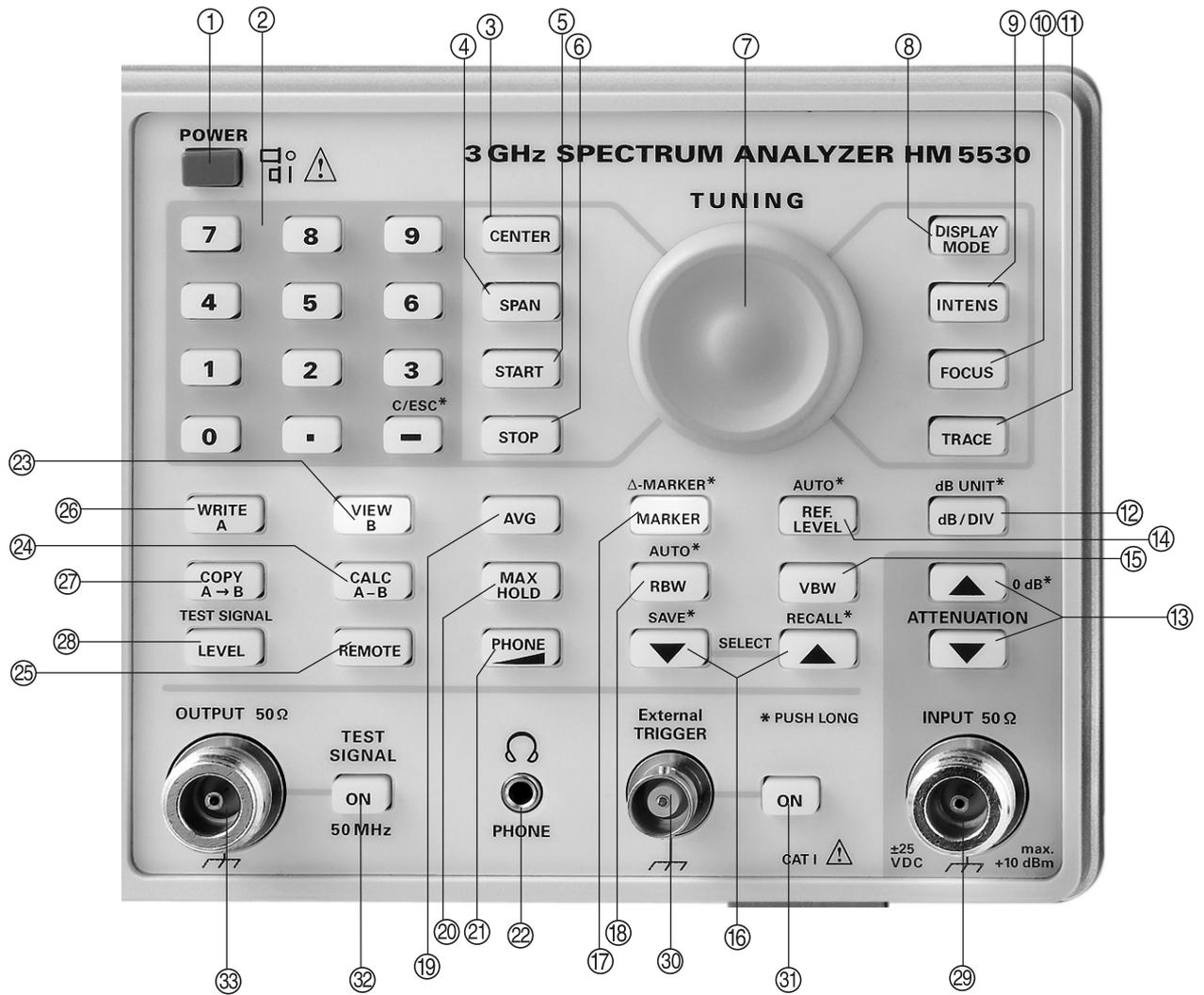
#### Note:

The instrument displays the sweep time in the readout (SW ... ), it adapts the sweep time automatically with respect to the span and filter settings (RBW) and (VBW). If the sweep speed can not be slowed down further, „uncal“ will be displayed in place of the sweep time in order to warn that the amplitude measurements may be wrong.

ZERO SPAN, after setting the span to (SF = 000.000 MHz), is a special operating mode. The instrument converts to a selective voltmeter of the center frequency signal. The level is indicated by the vertical shift of the baseline in 10 or 5 dB/div. This is similar to a scope displaying a pure dc level.

### ⑤ START

Adjustment/display of the start frequency. The adjustment is performed either via the keyboard ② or the tuning knob ⑦. Prior to any entry the pushbutton must be depressed unless it was already lit; the tuning knob will be active immediately. A number entry will be displayed in the left readout field; it



will be accepted after a [second] depression and shown in the start frequency readout field (SR ... MHz) in place of the center frequency (CF ... MHz) display. Legal values are 0 to 3000 MHz.

The choice of a pair of start and stop frequencies is another method of selecting the spectrum displayed on screen resp. setting center frequency and span. No calculations of start and stop from center frequency and span are necessary. If center frequency and span were set first, a depression of the START pushbutton will display the start frequency.

If an illegal combination of start and stop frequencies like START > STOP is chosen, the instrument will set both values equal which equals ZERO SPAN, see SPAN ④.

**⑥ STOP**

Adjustment/display of the stop frequency. The adjustment is performed either via the keyboard ② or the tuning knob ⑦. Prior to any entry, the pushbutton must be depressed unless it was already lit; the tuning knob will be active immediately. A number entry will be displayed in the left readout field; it will be accepted after a [second] depression and shown in the stop frequency readout field (ST ... MHz) in place of the span (SF ... MHz) display. Legal values are 0 to 3000 MHz. A depression of the STOP pushbutton will display the stop frequency.

If an illegal combination of start and stop frequencies like START > STOP is chosen, the instrument will set both values equal which equals ZERO SPAN, see SPAN ④.

**⑦ Tuning knob (rotary encoder)**

Rotary encoder for the parameter entry or change of: Center frequency CENTER ③, SPAN ④, START frequency ⑤, STOP frequency ⑥, MARKER/Δ-MARKER\* ⑰, REF. LEVEL ⑫, TEST signal level ⑳, Intensity INTENS ⑨, FOCUS ⑩, TRACE rotation ⑪, volume PHONE ⑱.

Any entry which would exceed a specified maximum or minimum value will not be accepted, the instrument will set the maximum or minimum allowable value, a warning will be sounded.

**⑧ DISPLAY MODE**

Depressing this pushbutton once will dim the character readout intensity. A second depression turns the character readout off. A third one will restore the initial setting. This pushbutton does not light up.

**⑨ INTENS**

The intensity can be varied with the tuning knob ⑦, CW rotation will increase, CCW rotation will decrease the intensity. It is recommended to increase the intensity only so much as is needed for a well visible display, any higher setting will not reveal any more details but defocus the trace, also the life of the phosphor in the area of the noise baseline will be impaired.

**⑩ FOCUS**

The focus can be adjusted with the tuning knob ⑦. The correct procedure is to first set the intensity and then to adjust the focus for uniformity over the whole screen.

⑪ TRACE

The trace rotation can be adjusted with the tuning knob ⑦. After depressing this pushbutton a rectangle with a horizontal center line will be displayed; this line can be rotated with the tuning knob until it is parallel to the graticule center line. In spite of the crt shield provided residual influences of the earth's magnetic field may require a readjustment when the instrument was moved. A slight barrel or pincushion distortion can not be corrected and has no influence on the measurements.

⑫ dB/div. / dB unit \*

Short depression: alternation of scaling between 10 and 5 dB/div. Display in the righthand readout to the right of the attenuator value (AT 20 dB 10 dB/).

Long depression: cyclic change of the unit from dBm to dBmV to dBμV. The unit selected will be shown in all applicable readout fields: (RL ... dBm), (ML ... dBm), (TL ... dBm). This pushbutton does not light up.

⑬ ATTENUATION ▲ ▼ (0 dB \*)

These two pushbuttons (which do not light up) switch the input attenuator from (0) 10 to 50 dB in 10 dB steps. Display in the right readout field (AT ... dB).

 „0 dB \*” means that this position of the attenuator (no attenuation) can only be switched in by an intentional long depression of the upper pushbutton. This is provided for safety reasons in order to minimize the danger of destruction of the input stage.

Please note carefully that the maximum specified values for the input signal level and a dc content must not be exceeded! This is especially important because a spectrum analyzer will not show signals outside its specified range (0.1 to 3000 MHz) and also, depending on the settings, may display only a portion of the spectrum within its range; excessive levels outside the displayed spectrum may cause destruction of the input stage.

⑭ REF.LEVEL / AUTO \*

Short depression: adjustment of the reference level either by keyboard ② entry or with the tuning knob ⑦. Prior to any adjustment, the pushbutton must be lit, else it must be depressed first. The tuning knob will be active immediately; a keyboard entry will be displayed in the last line of the left readout field, it will be accepted after a (second) depression and displayed in the reference level readout (RL ... dBm), the entry display will disappear. Legal values are -110 to +20 dBm.

**AUTO \*** means that the analyzer can be switched to automatic reference level selection by a long depression; this will be indicated in the readout by (RL \* ... dBm). Please note that the 0 dB attenuator position will not be used in automatic mode. The AUTO mode is left by another long depression.

Should the noise band already reside at the graticule bottom, the reference level can not be increased any further, i.e. the noise band can not be positioned farther down, a warning will be sounded. The reference level can then only be decreased, i.e. the noise band shifted upward; this will, however, also decrease the available dynamic range.

The noise band will disappear altogether, if it was already positioned at the graticule bottom, if the scaling ⑫ is switched from 10 to 5 dB/div. It will become visible again by decreasing the reference level.

Interpretation of measurement results

The measurement results shown in the readout fields take all settings into account automatically, also the input attenuation; hence all numbers displayed represent the true values at the measurement points selected in dBm, dBmV, or dBμV, as selected.

 **The reference level refers to the top graticule line, from which all measurements are to be derived downward! This is exactly the opposite of the procedure with oscilloscopes. If the reference level is, e.g. RL = 0 dBm, the bottom graticule line corresponds to - 80 dBm at 10 dB/div. or - 40 dBm at 5 dB/div.**

The reference level is equivalent to an offset voltage with scopes, it can be selected within the permissible range of -110 to +20 dBm in order to facilitate readings; it has no influence on the sensitivity or the calibration. Quite comparable to a difference amplifier with offset, the dynamic range window of 80 or 40 dB can be shifted within the reference level range.

There are two options for obtaining numerical results: directly from the screen or by use of the markers.

When reading from the screen display, one counts the divisions (cm) from the reference level at the top graticule line downward to the point of interest and multiplies the divisions with the scaling factor, e.g. 10 dB/div. If the reference level is, e.g. , RL = 0 dBm, and if the point to be measured 1 div (cm) below, its true level will be - 10 dBm.

Much easier is the method of calling the first marker by a short depression of MARKER ⑰ and of positioning it with the tuning knob to the point of interest: the level and the frequency can be read directly from the readout (ML ... dBm), (MF ... MHz). In practice, mostly the levels of spectral peaks are of interest. By a second short depression of the MARKER pushbutton the marker will be positioned automatically on the highest peak of the spectrum displayed. See MARKER ⑰ for a description of the marker functions.

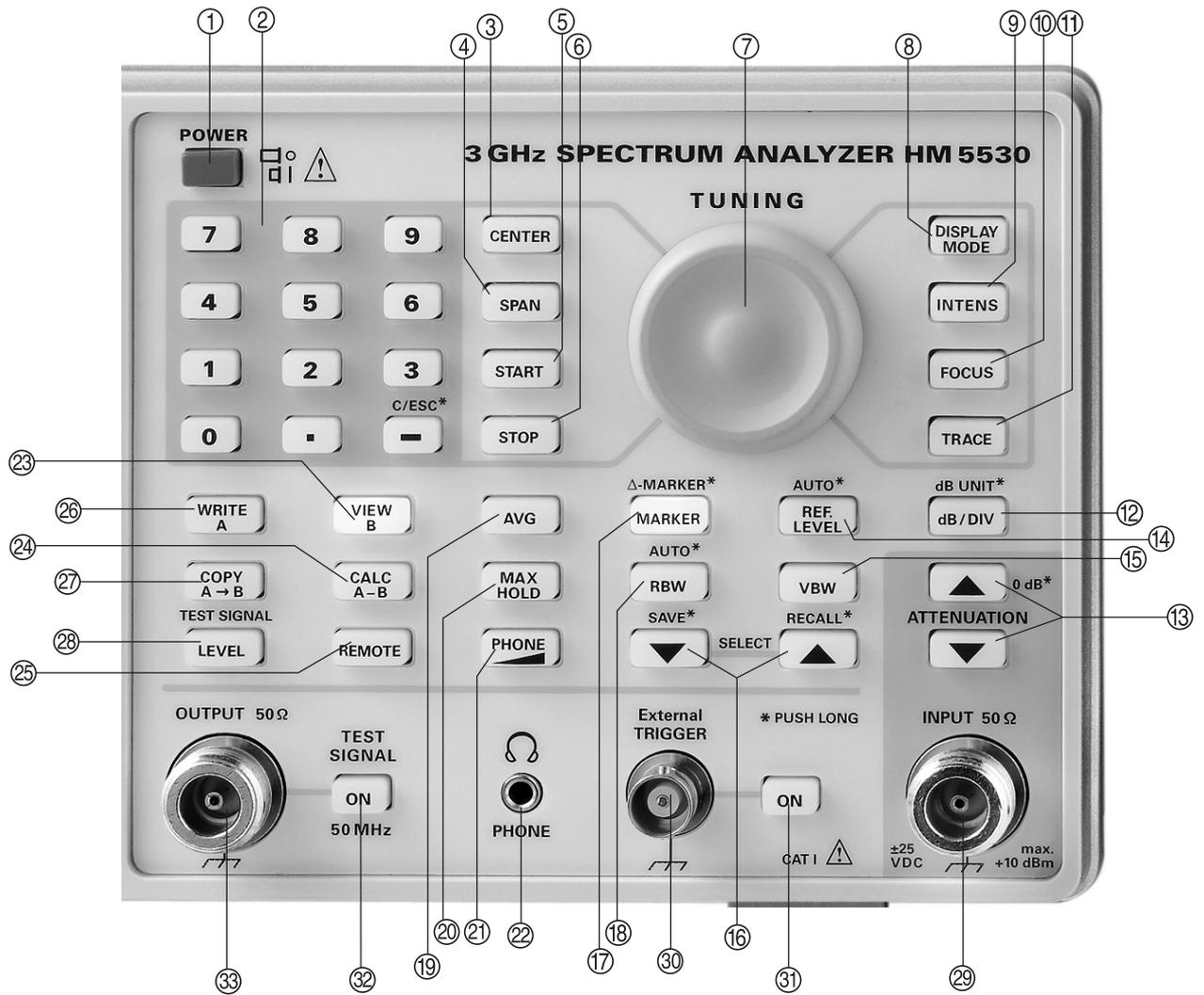
⑮ VBW

(Video bandwidth). This pushbutton switches a video filter in which reduces the video bandwidth from 50 to 4 kHz , indicated in the left readout field (VB 4 kHz). The use of this low pass attenuates the noise and increases the visibility of weak signals. This filter should not be used with pulsed signals.

 **If this filter is switched in, the permissible sweep speed will be decreased; if too large a span was selected, the amplitudes displayed will be too low; in such a case the message „uncal” will be shown in place of the sweep time readout (SW ... ms). The span must then be reduced, until the „uncal” display vanishes. In order to still see the signal, prior to reducing the span, the signal should be moved to the screen center with the CENTER ③ adjustment. If this is not followed, the signal may fall outside the measurement range, i.e. outside the screen area.**

⑯ SAVE/RECALL \*

These pushbuttons are used to store and recall up to 10 instrument settings; only those settings/parameters are stored upon turn-off which are shown in the 8 readout fields. After turn-on, only these 8 parameter settings will be reinstalled and displayed; only the pushbuttons CENTER ③ and WRITE A ⑳ will light up, irrespective of the kind and



number of pushbuttons which were lit before turn-off or a save operation.

In order to save a setting, first the pushbutton SAVE must be depressed shortly, it will light up, the sweep time readout [SW ... ms] in the right readout field will be replaced by the message „SAVE 0“ (or another number from 1 to 9). Now there are 2 s allowed for increasing the number by more short depressions of SAVE or reducing it by short depressions of RECALL; after each depression the timer is reset, thus allowing further time. If the desired number of the memory is displayed, another but this time long depression of SAVE will store the setting which is announced by a beep, the pushbutton extinguishes, the sweep time readout will return.

In order to recall a setting, first the pushbutton RECALL is shortly depressed, it will light up, „RECALL 0“ (or another number from 1 to 9) will be displayed in the sweep time readout field. Again, there are 2 s of time allowed to increase the number with SAVE or decrease it with RECALL; after each depression, the timer is reset and further time allowed. If the desired number is displayed, a long depression of RECALL will install the setting which is announced by a beep, the pushbutton extinguishes, the sweep time returns.

If there is no further depression of either SAVE or RECALL after the initial depression, the function will be left automatically after 2 s, the pushbutton(s) will extinguish, the sweep time display will return.

In contrast to the HM5014-2, SAVE and RECALL also function if AVG or MAX HOLD are activated, but both will be disabled by storing a setting or turning the instrument off.

**17 MARKER / DELTAMARKER \***

Frequency/level and delta frequency/delta level markers. A short depression of MARKER calls the first marker (symbol: cross), the readout will show the frequency (MF ... MHz) in place of the center frequency (CF) and the level (ML ... dBm) in place of the span frequency (SF). The marker will appear at that frequency where it was last positioned before it was switched out. By a second short depression of MARKER, the marker will automatically position on the peak of the displayed spectrum. The marker can be set via a keyboard input or moved with the tuning knob.

A long depression of MARKER will call the second (delta) marker (symbol: rhombus). The readout will display the difference frequency (DF ... MHz) and the difference level (DL ... dBm) to the first marker with the appropriate sign in place of the (CF) and (SF) readouts. By a second long depression the deltamarker will automatically position on the peak of the displayed spectrum. The difference frequency can be changed with the tuning knob.

If both markers are activated, the tuning knob may be associated with the first marker by a short depression and with the deltamarker with a long depression of MARKER, the latter will be indicated by a beep.

The marker function can only be left by depressing another function key.

**18 RBW / AUTO \***

(Resolution bandwidth). By short depressions of this pushbutton the bandwidth of the last if stage can be selected: 1 MHz, 120 kHz, or 9 kHz, the actual value is shown in the left readout field (RB ... ).

A long depression will switch to automatic selection of the optimum bandwidth, this will be indicated in the readout by (RB\* ... ). The automatic mode is left by another long depression.

If the video filter VBW 15 is switched in (VB 4 kHz), the bandwidth is reduced further.

The measuring signal causes a display of the shape of the combined filters' response (except, of course, in zero span mode), because the analyzer sweeps the frequency across the filters' bandpass. The amplitude shown is equal to the true level unless „uncal“ is displayed in the sweep time readout.

It depends on the if bandwidth (RBW), how well the analyzer can display two adjacent spectral lines. Two sine wave signals of the same level, 40 kHz apart, e.g. will still be displayed as two separate lines if RBW = 9 kHz was selected. With RBW = 120 kHz or 1 MHz both lines would merge into one.

Thus a lower resolution bandwidth (RBW) is equal to a better resolution and will show more details of a signal, but the consequence is a slower response time of the filters. The analyzer automatically selects a slower sweep, if the span is increased with a given setting of RBW in order to allow the filters more time for reaching the full amplitude, else the amplitudes shown would be too low. If the slowest sweep available is still not adequate, „uncal“ will be displayed in the sweep time (SW ... ms) readout field. In order to recur to a calibrated measurement, the SPAN 4 must be reduced. The slower sweep also reduces the sweep repetition rate.

A lower bandwidth reduces the noise and thus increases the usable sensitivity. This will e.g. be visible by switching from 1 MHz to 9 kHz: the width of the noise band will decrease, and the noise band will shift downwards.

**19 AVG**

(Average). This pushbutton activates/deactivates the averaging mode. This function will only be indicated by the lighted pushbutton, not also in the readout. The video signal is continuously being averaged by calculating an average of preceding and actual values, displaying it, taking this value and calculating the average of it and the next value etc. This continuous averaging is evident on the screen. The averaging reinforces recurring signal components and weakens stochastic components, resulting in a substantial noise reduction at the expense of waiting for the averaging. In fact this averaging is nothing else but a further bandwidth reduction.

If this function is selected, the MAX HOLD 20 function will also be active in the background and vice versa, such that it is possible to switch back and forth between both.

With AVG activated, the following functions can not be called, a warning will be sounded: CENTER 3, SPAN 4, START 5, STOP 6, but all others. If COPY A to B 27 is depressed, the spectrum copied into B will not be an averaged one but the actual one stored in memory A!

If e.g. the reference level REF.LEVEL 14 is called and changed, time must be allowed for the new averaging until the display stabilizes again.

**20 MAX HOLD**

This function automatically detects, stores and displays the maximum of the averaged spectrum. This function is only indicated by the lighted pushbutton, not also in the readout. Hence the AVG 19 function will be automatically also activated, its pushbutton does not light up. It is possible to switch back and forth between both functions. The function continuously detects the actual highest value of the averaged signal, its memory will only be updated if a still higher level should be detected. This allows the reliable measurement of the peaks even of pulsed signals. It is, however, necessary to always wait some time and read the result only after no further increase of the level is discernible.

The function will be disabled by another depression or by calling either VIEW B 23 or CALC A – B 24. If WRITE A 26 is depressed, this will reset the averaging and maximum holding process to its start but not disable MAX HOLD.

 **In order to realize a rather short filter response for pulsed signals, a small span, RBW = 1 MHz, VBW = 50 kHz should be selected.**

**21 PHONE**

The volume can be adjusted with the tuning knob 7.

**22 PHONE**

Headphone connector, 3.5 mm jack for headphones with an impedance of >8Ω. The signal available at this connector comes from an am detector, it helps to identify the sources of interference e.g. when making emi measurements (pre-compliance measurements). If an antenna is connected to the analyzer input and zero span selected with SPAN 4 (SF 000.000 MHz), selecting CENTER 3 and using the tuning knob 7 the analyzer can be tuned to a transmitter. Please note that this operational mode may be subject to national restrictions!

**23 VIEW B**

This pushbutton will only light up upon a depression, if a spectrum was previously stored in memory B by depressing COPY A to B 27. If yes, this spectrum will be displayed and a lit pushbutton WRITE A 26 or CALC A – B 24 will extinguish. If no, a warning will be sounded. The memory B contents will be lost upon turn-off.

**24 CALC A – B**

This pushbutton will only light up, if a spectrum was previously stored in memory B, then the difference of spectra A – B will be displayed, any lit pushbutton WRITE A 26 or VIEW B 23 will extinguish. If no spectrum was stored in B, a warning will be sounded. The three pushbuttons: WRITE A 26, VIEW B 23, and CALC A – B 24 may be used to look at three spectra in turn.

**25 REMOTE**

This pushbutton is lit if the instrument is under remote control via the serial interface. By depressing the pushbutton, control is returned to the front panel.

**26 WRITE A**

The instrument contains two memories: A and B. In normal mode this pushbutton is lit, indicating that the actual spectrum is being written into memory A and at the same time read out, d/a converted and displayed. The memory contents will be lost upon turn-off.



**27 COPY A to B**

This pushbutton will not light up. Upon depressing it, the actual spectrum in memory A will be copied to memory B which is indicated by a beep. The pushbutton WRITE A 26 will continue to be lit. If the function CALC A - B is activated, this function can not be called, a warning will be sounded.

**28 TEST SIGNAL / LEVEL**

The adjustment of the test signal level is performed with the tuning knob 7 from -10 to 0 dBm. The level is indicated in the readout field (TL ... dBm).

**29 INPUT 50 Ω**

Input N connector. Without attenuation (ATT 0 dB) +10 dBm and ±10 V<sub>DC</sub> must not be exceeded. With an attenuation of 10 to 50 dB, the maximum level is +20 dBm. Levels or dc voltages above the values mentioned may destruct the input stage. The outer contact is connected to the instrument chassis and thus to safety ground (PE).

**30 External TRIGGER**

External trigger input BNC connector.  
 Low-Pegel: 0 ... +0.8 V, High-Pegel: +2.5 V ... + 5.0 V  
 pos. edge triggered, Treshold typ.: 1.3 V,  
 max. Input voltage: ±10 V

**31 ON:** Pushbutton for activating the external trigger.

**32 TEST SIGNAL ON**

Pushbutton for turning the test signal on/off.

**33 OUPUT 50 Ω**

Test signal output N connector. If the ON 31 pushbutton is lit, a 50 MHz test signal with a broad spectrum is available the level of which can be adjusted from -10 to 0 dBm with the tuning knob 7 after depressing TEST SIGNAL LEVEL 28. The test signal level is indicated in the readout field (TL ... dBm). The output may be connected directly with the input with a N cable in order to test the function of the instrument. The outer contact is connected to the chassis and hence to safety ground (PE).

**34 PROBE POWER**

2.5 mm jack, power supply (6 V<sub>DC</sub>, max. 100 mA) for HAMEG field probes. The outer contact is connected to the chassis and hence to safety ground (PE), the inner conductor is the positive terminal.

## RS-232 Interface: Reading measurement results and remote control.



### Attention:

All terminals of the RS-232 interface are galvanically connected to the instrument chassis and hence also to the safety ground (protective earth PE).

Elevated measurements, i.e. measurements where the input and output terminals and hence also the instrument chassis are connected to a high reference potential are not permitted and endanger operator, instrument, interface and peripheral devices! In case these warnings and the warnings given in the section „Safety“ are disregarded, HAMEG refuses any liability for personal injury and/or damage to HAMEG or other equipment, possible damages will not be repaired under the warranty

### Description

The instrument features a RS-232 female 9-pin sub D connector on its back panel. This bidirectional interface allows to remotely control the instrument as well as the transmission of parameters and measurement results to a PC.

### RS-232 cables

The shielded cable must be < 3 m and connected 1 : 1. The pinout is as follows:

#### Pin Signal

- 2 TX data (from the instrument to the external device)
- 3 RX data (from the external device to the instrument)
- 5 Ground (connected to the chassis and to safety ground PE)
- 9 +5 V<sub>DC</sub> power supply for external devices (max. 400 mA)

The maximum signal amplitude at pins 2 and 3 is ±12 V.  
RS-232 protocol N – 8 – 1 (no parity, 8 data bits, 1 stop bit)

### Adjustment of Baud rate

After turn-on of the instrument, the Baud rate will be set to 9600. It can be changed to 4800, 38400 or 115200 by a command.

### Data communication

After turn-on (POWER), the instrument will automatically transmit the message „HAMEG HM5530“ at 9600 Baud.

The instrument is delivered with a CD-ROM containing a program which will run under Windows Me, NT 4.0 (with service pack), 2000 and XP. Updates are available on the HAMEG homepage [www.hameg.de](http://www.hameg.de).

### Commands from the pc to the HM5530.

General structure of commands: Each command/request must be preceded by # (23 hex = 35 dec), followed by 2. With commands, the parameters must follow the characters. Each command is terminated by „Enter“ (hex 0x0d). No distinction between lower and upper case. The unit is always the same and is not included.

### Listing of control commands

- (E) = Enter
- (CR) = Carriage return

- #kl0(E) = Key-lock off (remote control off, pushbutton dark)
- #kl1(E) = Key-lock on (remote control active, pushbutton lit)

The following commands are only executed when remotely controlled: Remote On; kL 1):

#### Amplitude:

- #rl-30.0(E) = Referenz level (Unit: dBm or dBmV, or dB $\mu$ V)
- #ra0(E) = Ref level automatic OFF
- #ra1(E) = Ref level automatic ON
- #at0(E) = Attenuator 0 (10, 20, 30, 40, 50) dB
- #db5(E) = 5 dB/Div.
- #db10(E) = 10 dB/Div.
- #du0(E) = dB-Unit : dBm
- #du1(E) = dB-Unit : dBmV
- #du2(E) = dB-Unit : dB $\mu$ V

#### Frequency:

- #cf1500.000(E) = Center frequency in xxxx.xxx MHz
- #sp2200.000(E) = Span frequency in xxxx.xxx MHz
- #sr0100.000(E) = Start frequenz in xxxx.xxx MHz
- #st0500.000(E) = Stop frequenz in xxxx.xxx MHz

#### Filter:

- #bw1000(E) = Bandwidth RBW = 1000 kHz (120, 9 kHz)
- #ba1(E) = Bandwidth automatic ON (RBW Auto)
- #ba0(E) = Bandwidth automatic OFF (RBW Manual)
- #vf0(E) = Video filter off (VBW = 50 kHz)
- #vf1(E) = Video filter on (VBW = 4 kHz)

#### Marker:

- #mf0500.000(E) = Marker frequency in xxxx.xxx MHz
- #df0100.000(E) = Delta (Marker) frequency in xxxx.xxx MHz
- #mk0(E) = (all) Marker OFF
- #mk1(E) = Marker ON
- #mk2(E) = Delta Marker ON

#### Signal:

- #vm0(E) = Display: Signal A (WRITE A)
- #vm1(E) = Display: Signal B (VIEW B)
- #vm2(E) = Display: Signal A-B (CALC A-B)
- #vm3(E) = Display: Average (AVG)
- #vm4(E) = Display: Maximum Hold (MAX HOLD)
- #sa(E) = stored Signal A to memory B
- #bm1(E) = Signaltransfer im Block (2048 Byte)  
2044 Signalbytes,  
3 checksumbytes + 0x0d
- #et0(E) = External trigger OFF
- #et1(E) = External trigger ON

#### Test signal:

- #tg0(E) = Test signal generator off
- #tg1(E) = Test signal generator on
- #tl+00.0(E) = Test signal level (Unit: dBm or dBmV, or dB $\mu$ V)
- #tl-10.0(E) = -10.0 dBm to 0.0 dBm in 0.2 dB steps
- #br38400(E) = Baudrate 38400 (4800, 9600, 19200, 115200) Baud (This command sends no „RD(0x0D)“)

#### EMV measurement:

- #es0(E) = switch OFF : "Single shot"
- #es1(E) = switch ON: "Single Shot"
- #ss1(E) = Starts a "Single Shot" (Sweep time: 1000ms)

After the reception and execution of a command, the spectrum analyzer answers with: „RD“ (CR).

**Parameter request (Listing of request commands):**

The following requests will also be answered if the instrument is not in the remote control mode (Remote off; KLO).

**Syntax:**

#xx(E) = transmit parameter of xx (xx = tl, rl, vf, at, bw, sp, cf, sr, st, db, kl, hm, vn, vm, dm, uc)

**Amplitude:**

#rl(E) = Reference level "RL-xxx.x" (in dB-Unit)  
 #ra(E) = Ref. level automatic "RAX" (x=0: Manual; x=1: Auto)  
 #at(E) = Attenuator "ATxx" (in dB)  
 #db(E) = Y-Scale (dB/Div) "DBxx" (xx = 5,10 dB/Div)  
 #du(E) = Y-Unit (dBx) "DUx" (x=0:dBm;x=1:dBmV;x=2:dBµV)  
 #uc(E) = Level uncal "UCx" (x=0:cal, x=1:uncal)

**Frequency:**

#cf(E) = Center frequency "CFxxx.xxx" (in MHz)  
 #sp(E) = Span frequency "SPxxx.xxx" (in MHz)  
 #sr(E) = Start frequency "SRxxx.xxx" (in MHz)  
 #st(E) = Stop frequency "STxxx.xxx" (in MHz)

**Marker:**

#mf(E) = Marker frequency "MFxxx.xxx" (in MHz)  
 #df(E) = Delta frequenz "DFxxx.xxx" (in MHz)  
 #mk(E) = Marker mode "MKx" (x=0: OFF; x=1: Marker1, x=2: M1&2)  
 #lv(E) = aktiv Marker level "ML-xxx.x" (in dB-Unit) (#MK1) or aktiv Delta-Level "DL-xxx.x" (in dB) (#MK2)

**Test signal:**

#tl(E) = Test signal level "TL-xxx.x" (in dB-Unit)  
 #tg(E) = Test signal gen. ON/OFF "TGx" (x=0:TG OFF, x=1:TG ON)

**Filter:**

#bw(E) = Resolution bandwidth "BWxxxx" (in kHz)  
 #ba(E) = Bandwidth automatic "BAX" (x=0: Manual; x=1: Auto)  
 #vf(E) = Video filter "VFx" (x=0:VF OFF, x=1:VF ON)  
 #kl(E) = Remote "KLx" (x=0:Local, x=1:Remote)

**Signal:**

#vm(E) = Video mode "VMx" (x=0:A,x=1:B,x=2:A-B)

**General:**

#vn(E) = Version nummer "VNx.xx" (x.xx = 1.00 ... 9.99)  
 #hm(E) = Device typ "HMxxxx"(xxxx = 5530)

**1<sup>st</sup> Example:** „#uc(E) (uncalibrated)": PC sends #uc(CR). Instrument answers: UC0(CR) (calibrated) or UC1(CR) (uncalibrated)

**2<sup>nd</sup> Example:** „#vn(E)", PC requests number of version: PC sends #vn(CR). Instrument answers: x.xx(CR) x.xx z. B.: 1.23

**3<sup>rd</sup> Example:** „#hm(E)", pc requests type of instrument: PC sends #hm(CR). Instrument answers: 5530 (CR)

**4<sup>th</sup> Example:** PC sends a sequence of commands to the analyzer:

#kl1(E) = Switches to remote control.  
 #cf0752.000(E) = Sets center frequency to 752 MHz

#sp0002.000(E) = Sets span to 2 MHz  
 #bw120(E) = Sets resolution abdnwidth to 120 kHz  
 #kl0(E) = Returns control to front panel.

If a command is not recognized, the instrument will not respond with a message to the pc (no RD (CR) or no parameter transmission).

**Extensive description of the command #bm1**

#BM1(CR) = Block mode (transmits 2048 data bytes via the RS-232 interface)

The transmission data consist of 2048 bytes: trans\_byte [0] to trans\_byte [2047]. These 2048 data bytes contain 2001 signal bytes, the parameter center frequency and a checksum of the signal bytes.

The signal data are on the following transmission bytes:

trans\_byte[n] = sig\_data[n] ( n = 0 bis n = 2000):  
 trans\_byte[0] = sig\_data[0]  
 trans\_byte [2000] = sig\_data[2000]

The checksum is a 24 bit word (= 3 bytes ), it consists of:  
 checksum = sig\_data[0] + sig\_data[1] +.. sig\_data[1999] + sig\_data[2000] (=sum of all signal data)

The 24 bit checksum is on the following data bytes:

trans\_byte[2044] = 1st byte checksum [MSB]  
 trans\_byte[2045] = 2nd byte checksum  
 trans\_byte[2046] = 3rd byte checksum [LSB]

The center frequency parameter is on the following transmission data bytes:

trans\_byte [2016] = 'C'; trans\_byte [2017] = 'F'; trans\_byte [2018] = 'x';  
 trans\_byte [2019] = 'x'; trans\_byte [2020] = 'x'; trans\_byte [2021] = 'x';  
 trans\_byte [2022] = '.'; trans\_byte [2023] = 'x'; trans\_byte [2024] = 'x';  
 trans\_byte [2025] = 'x'; (x= '0' to '9') Example: CF0623.450 (These bytes are not used when calculating the checksum.)

The last character is always a CR (carriage return).

trans\_byte[2047] = 0D hex (carriage return)  
 All other „free" bytes will be set to 00 hex).

**Signal data and CRT display:**

The signal data are the result of 2001 a/d conversions during a sweep.

X position: The first byte „sig\_data[0]" corresponds to the first point on the screen, coinciding with the left edge of the graticule. All other bytes follow linearly up to „sig\_data[2000]", this point coincides with the right edge of the graticule. The frequency of the individual points can be calculated from the center frequency and the span:

Frequency (x) = [center frequency - 0.5 span] + span x x/2000.  
 X = 0 ... 2000 (position of the point = sig\_data(x)).

Y position: The 8 bit value (hex: 00 to FF) of each memory location of sig\_data(x) relates to the video signal as follows:1C hex (28 dec) coincides with the bottom line of the graticule.

E5 hex (229 dec) coincides with the top line of the graticule (= reference level)

The resolution in Y direction is 25 points per division (equals 10 dB at 10 dB/div).

The vertical distance of the points is 0.4 dB at 10 dB/div. or 0.2 dB at 5 dB/div.

**The level of a specific point (y) can be calculated as follows:**

For  $y \leq 229$  (Ref level position):

Level in dBm (y) = ref level (dBm) - [(229-y) x 0.4 dB] at 10dB/Div

For  $y > 229$  (Ref level position):

Level in dBm (y) = ref level (dBm) + [(y-229) x 0.4 dB] at 10dB/Div.



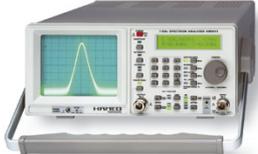




Oscilloscopes



Spectrum-Analyzer



Power Supplies



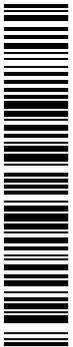
Modular system  
8000 Series



Programmable Measuring Instruments  
8100 Series



authorized dealer



42-5530-0010

**w w w . h a m e g . d e**

Subject to change without notice  
42-5530-0010/13042006 gw  
© HAMEG Instruments GmbH  
A Rohde & Schwarz Company  
® registrierted 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