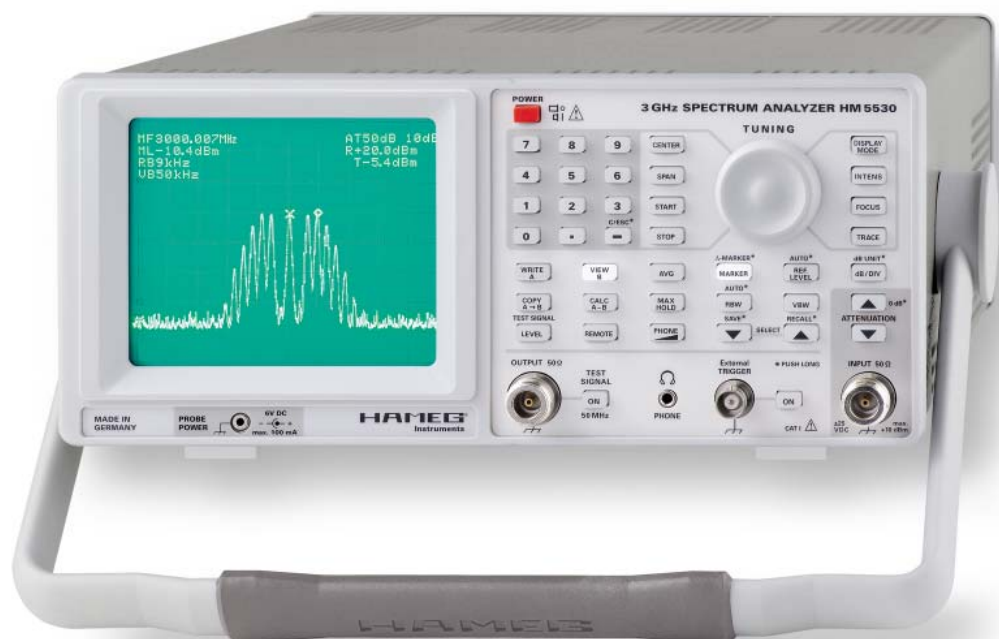


# Spectrum Analyzer HM5530

Manuel / Manual

Français / Español





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

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

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

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

Typ / Type / Type / Tipo: HM5530

mit / with / avec / con: -

Optionen / Options /  
Options / Opciones: -

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

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

Niederspannungsrichtlinie 73/23/EWG ergänzt durch 93/68/EWG  
Low-Voltage Equipment Directive 73/23/EEC amended by 93/68/EEC  
Directive des équipements basse tension 73/23/CEE amendée par 93/68/CEE  
Directiva de equipos de baja tensión 73/23/CEE enmendada por 93/68/EWG

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

Sicherheit / Safety / Sécurité / Seguridad:

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

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

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

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

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

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

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

Datum / Date / Date / Fecha  
10. 04. 2006

Unterschrift / Signature / Signatur / Signatura

Manuel Roth  
Manager

**Information générale concernant le marquage CE**

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

**1. Câbles de données**

La connexion entre les instruments, leurs interfaces et les appareils externes (PC, imprimantes, etc...) doit être réalisée avec des câbles suffisamment blindés. Sauf indication contraire, la longueur maximum d'un câble de données est de 3m. Lorsqu'une interface dispose de plusieurs connecteurs, un seul connecteur doit être branché. Les interconnexions doivent avoir au moins un double blindage. En IEEE-488, les câbles HAMEG HZ72L qui possèdent un double blindage répondent à cette nécessité.

**2. Câbles de signaux**

Les cordons de mesure entre point de test et appareil doivent être aussi courts que possible. Sauf indication contraire, la longueur maximum d'un câble de mesure est de 3m. Les câbles de signaux doivent être blindés (câble coaxial - RG58/U). Une bonne liaison de masse est nécessaire. En liaison avec des générateurs de signaux, il faut utiliser des câbles à double blindage (RG223/U, RG214/U)

**3. Influence sur les instruments de mesure**

Même en prenant les plus grandes précautions, un champ électrique ou magnétique haute fréquence de niveau élevé a une influence sur les appareils, sans toutefois endommager l'appareil ou arrêter son fonctionnement. Dans ces conditions extrêmes, seuls de légers écarts par rapport aux caractéristiques de l'appareil peuvent être observés.

**4. Tenue aux champs forts des oscilloscopes**

**4.1 Champ HF électromagnétique**

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

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

**4.2 Transitoires rapides et décharges électrostatiques**

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

Comme l'oscilloscope doit se déclencher dès la présence d'un faible signal (amplitude inférieure à 500µV), il n'est pas possible d'éviter que le déclenchement ne se produise dans de pareils cas (signaux supérieurs à 1kV).

HAMEG Instruments GmbH

|   |           |
|---|-----------|
| <b>Español</b>  | <b>26</b> |
| <b>Français</b>   |           |
| <b>Déclaration de conformité CE</b>                                 | <b>2</b>  |
| <b>Information générale concernant le marquage CE</b>               | <b>2</b>  |
| <b>Analyseurs de spectre HM5530</b>                                 | <b>4</b>  |
| <b>Caractéristiques techniques</b>                                  | <b>5</b>  |
| <b>Remarques importantes</b>  | <b>6</b>  |
| Symboles  | 6         |
| Mise en place de l'appareil   | 6         |
| Sécurité  | 6         |
| Conditions de fonctionnement  | 6         |
| CAT I   | 7         |
| Domaine d'application   | 7         |
| Conditions ambiantes  | 7         |
| Garantie et réparation  | 7         |
| Entretien   | 7         |
| Circuit de protection   | 7         |
| Tension du réseau   | 7         |
| <b>Description sommaire des éléments de commande</b>                | <b>8</b>  |
| <b>Affichage du signal de test</b>                                  | <b>10</b> |
| <b>Consignes d'utilisation</b>                                      | <b>11</b> |
| <b>Premières mesures</b>  | <b>11</b> |
| <b>Introduction à l'analyse spectrale</b>                           | <b>12</b> |
| <b>Caractéristiques nécessaires<br/>d'un analyseur de spectre</b>   | <b>12</b> |
| Mesures de fréquence  | 12        |
| Stabilité   | 13        |
| Résolution  | 13        |
| Bruits  | 13        |
| Filtre vidéo  | 14        |
| Sensibilité – Niveau d'entrée max.                                  | 14        |
| Réponse en fréquence  | 14        |
| Principe de fonctionnement du HM5530                                | 15        |
| Fonctionnement normal et fonctionnement avec une<br>excursion nulle | 15        |
| <b>Éléments de commande et Readout</b>                              | <b>16</b> |
| <b>Interface RS232 – Commande à distance</b>                        | <b>23</b> |
| Description   | 22        |
| Câble RS-232  | 22        |
| Réglage de la vitesse de transmission                               | 22        |
| Transmission de données   | 23        |
| Commandes du PC vers le HM5530                                      | 23        |
| Liste des instructions de paramétrage                               | 23        |



## Analyseur de spectre 3GHz HM 5530 Caractéristiques (à 23°C après une période de chauffe de 30 min.)

### Fréquence

|   |   |
|---|---|
| <b>Gamme de fréquence:</b>                  | 100 kHz à 3 GHz                               |
| <b>Générateur de fréquence:</b>             | TXCO avec DDS<br>(synthèse numérique directe) |
| <b>Stabilité:</b>                           | ±5 ppm  |
| <b>Vieillessement:</b>                      | ±1 ppm/an                                     |
| <b>Résolution en fréquence:</b>             | 1 kHz [6½ digit en mode readout]              |
| <b>Gamme de fréquence centrale:</b>         | 0 à 3 GHz                                     |
| <b>Tolérance sur la fréquence centrale:</b> | ±2 kHz  |
| <b>Excursion :</b>                          | 0 (zéro span) et de 1 à 3000 MHz              |

### Amplitude ( Niveau)

|  |   |
|--|---|
| <b>Gamme d'affichage:</b>  | -110 dBm à +20 dBm                                |
| <b>Echelle:</b>  | 10dB/div ou 5 dB/div, choix entre dBm, dBmV, dBµV |
| <b>Gamme dynamique:</b>  | 80 dB (10 dB/div), 40 dB (5 dB/div.)              |
| <b>Réponse en fréquence (ATT 10 dB, zéro span, 1 MHz - RBW Signal - 20 dBm):</b> | ±3 dB   |
| <b>Affichage (CRT):</b>  | 8 x 10 divisions                                  |
| <b>Caractéristique d'affichage:</b>  | Echelle logarithmique                             |
| <b>Unités d'affichage:</b>   | dB (dBm, dBmV, dBµV)                              |
| <b>Atténuateur d'entrée:</b>   | 0 à 50 dB par pas de 10 dB                        |
| <b>Tolérance:</b>  | ±2 dB, par rapport à 10 dB                        |
| <b>Niveau d'entrée maximal continu:</b>  |   |
| Pour une atténuation de 0 à 50 dB:   | +20 dBm (0.1 W)                                   |
| Pour une atténuation de 0 dB:  | +10 dBm   |

### Tension d'entrée maximale DC:

± 25V

### Niveau de référence:

|   |                    |
|---|--------------------|
| <b>Gamme de réglage:</b>                                      | -110 dBm à +20 dBm |
| <b>Tolérance (1500 MHz, ATT 10 dB, Zéro Span, RBW 1 MHz):</b> | ±1 dB              |

### Valeur moyenne du niveau de bruit (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  |

### Intermodulation (3ème ordre)

2 signaux de -33 dBm chacun, écart de fréquence > 3 MHz > 75 dBc

### Rapport de distorsion harmonique (2ème ordre) (2ème harmonique pour un niveau de signal de -30 dBm, ATT 0 dB, écart de fréquence > 3 MHz):

> 75 dBc

### Erreur d'amplitude liée à la bande passante zéro span:

±1 dB

### Erreur de numérisation:

± 1 Digit (0.4 dB) pour une échelle de 10 dB/div (modes average et zero span)

### Marqueur

|                                 |  |
|---------------------------------|--|
| <b>Résolution en fréquence:</b> | span/2000, max. 1 kHz, 6½ Digit                                    |
| <b>Précision en fréquence:</b>  | ± (1 kHz + tolérance de la fréquence centrale + 0.02% x Excursion) |
| <b>Résolution en amplitude:</b> | 0.4/0.2 dB, 3½ digit   |

### Filtres de bande passante

**Bande passante de résolution (RBW) à -6 dB:**  
1 MHz, 120 kHz, 9 kHz

**Bande passante Vidéo (VBW):** 50 kHz, 4 kHz  
avec sélection automatique de la durée de balayage:  
40, 80, 160, 320 et 1000 ms

### Entrées / Sorties

|   |  |
|---|--|
| <b>Entrée de Mesure:</b>                                  | Connecteur N   |
| <b>Impédance d'entrée:</b>                                | 50 Ω   |
| <b>VSWR (ATT 10 dB):</b>                                  | typique. 1.5 : 1                                       |
| <b>Sortie signal de test :</b>                            | Connecteur N   |
| <b>Impédance de sortie:</b>                               | 50 Ω   |
| <b>Fréquence:</b>   | 50 MHz ± 1 kHz   |
| <b>Niveau:</b>  | -10 à 0 dBm par pas de 0.2 dB                          |
| <b>Précision du niveau:</b>                               | ± 1 dB   |
| <b>Tension d'alimentation pour sonde de champ proche:</b> | 6 V <sub>DC</sub> , max. 100 mA<br>(prise jack 2.5 mm) |
| <b>Sortie audio (PHONE):</b>                              | prise jack 3.5 mm                                      |
| <b>Interface RS-232:</b>                                  | Connecteur sub-D 9 broches                             |
| <b>Entrée pour déclenchement externe:</b>                 | connecteur BNC   |
| <b>Signal numérique:</b>                                  |  |
| <b>Niveau bas:</b>  | 0 ... +0.8V  |
| <b>Niveau haut:</b>                                       | +2.5V ... +5.0V  |

### Fonctions

|                                |  |
|--------------------------------|--|
| <b>Entrées au clavier:</b>     | fréquence centrale, excursion, fréquence de début et de fin de balayage, marqueur, marqueur delta, niveau de référence, niveau du signal de test   |
| <b>Entrées codeur rotatif:</b> | fréquence centrale, excursion, fréquence de début et de fin de balayage, marqueur, marqueur delta, niveau de référence, niveau du signal de test intensité, focus, rotation de trace, volume |
| <b>MAX HOLD:</b>               | détection de crête   |
| <b>AVG (average):</b>          | Valeur moyenne   |
| <b>Signal de référence:</b>    | profondeur mémoire 2 k x 8 Bit   |
| <b>SAVE/RECALL:</b>            | Sauvegarde et rappel de 10 configurations de l'appareil  |
| <b>Démodulation AM:</b>        | sortie écouteur „PHONE“  |
| <b>REMOTE:</b>                 | Affichage du mode de contrôle de l'appareil local/ remote  |
| <b>Readout:</b>                | 8 champs d'affichage de paramètres, affichage des entrées clavier.   |

### Divers

|                                       |   |
|---------------------------------------|---|
| <b>Affichage:</b>                     | tube cathodique (CRT) D 14-363GY, 8 cm x 10 cm graticule interne              |
| <b>Tension d'accélération :</b>       | env. 2 kV   |
| <b>Rotation de trace:</b>             | Réglable en face avant  |
| <b>Température de fonctionnement:</b> | +10 à +40 °C  |
| <b>Température de Stockage:</b>       | -40 à +70 °C  |
| <b>Alimentation:</b>                  | 105 à 254 V <sub>AC</sub> , 50 à 60 Hz, approx. 37 W CAT II                   |
| <b>Classe de protection:</b>          | I (EN/IEC 61010-1)  |
| <b>Dimensions (L x H x P):</b>        | 285 x 125 x 380 mm<br>Poignée de transport réglable faisant office de support |
| <b>Couleur:</b>                       | techno-brun   |
| <b>Poids:</b>                         | env. 6.5 kg   |

**Accessoires fournis:** cordon secteur, notice d'utilisation, logiciel sur CD-ROM, Adaptateur N male - BNC femelle

#### Accessoires en option:

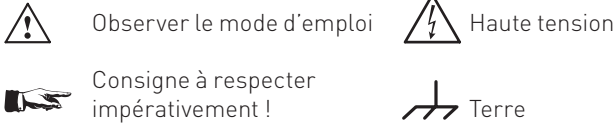
(27-0070-0000) interface optique HZ70  
(17-0520-0000) antenne HZ520,  
(27-0530-0100) Ensemble de sondes de champ proche pour diagnostic CEM HZ530,  
(27-0560-0000) limiteur de transitoires HZ560, convertisseur d'impédance 50 Ω vers 75 Ω.

www.hameg.com

## Remarques importantes

Examiner l'instrument immédiatement après l'avoir déballé afin d'y déceler d'éventuels dommages mécaniques ou des pièces qui se seraient détachées à l'intérieur. Tout défaut lié au transport doit être signalé immédiatement au fournisseur. L'appareil ne doit pas être mis en service dans ce cas.

### Symboles



### Mise en place de l'appareil

Comme le montrent les images, la poignée peut prendre plusieurs positions  
 A = Position de transport  
 B = Position dans laquelle la poignée peut être ôtée mais aussi transportée horizontalement  
 C = Position horizontale d'utilisation  
 D et E = Position d'utilisation avec différents angles  
 F = Position pour ôter la poignée  
 T = Position pour l'expédition de l'appareil dans son emballage (boutons non cliqués)

### Attention !

**Avant tout changement de position de la poignée, l'oscilloscope doit être posé sur une surface plane comme une table afin de prévenir tout risque de chute. Les boutons de chaque côté de la poignée doivent être tirés simultanément vers l'extérieur et tournés dans la position désirée. Si tel n'est pas le cas ils se fixeront (click) dans la position suivante selon la direction.**

### Enlever/ fixer la poignée

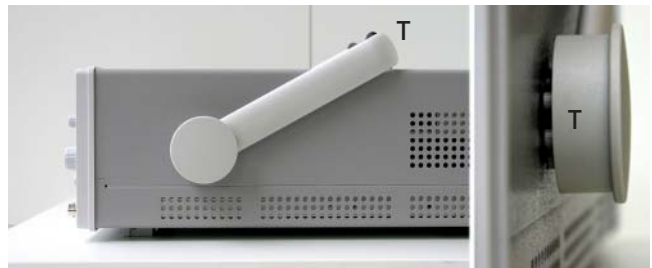
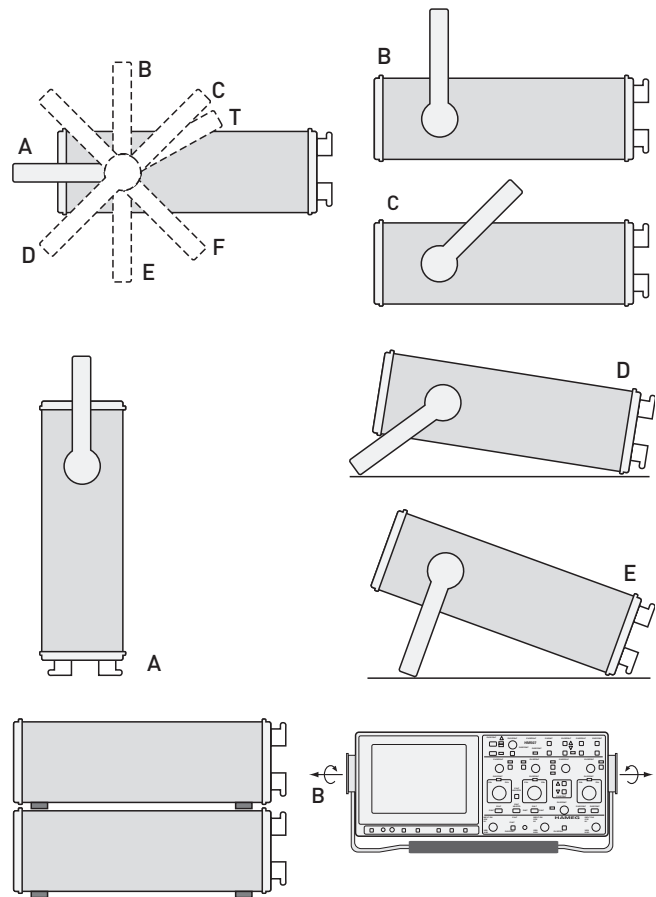
Selon le type d'appareil, la poignée peut être enlevée et de nouveau fixée dans les positions B ou F.

### Sécurité

Cet appareil a été construit et testé conformément à la norme VDE 0411, Partie 1, Dispositions de sécurité pour les appareils de mesure, de commande, de régulation et de laboratoire et a quitté l'usine dans un état technique parfait du point de vue de la sécurité. Il est également conforme aux dispositions de la norme européenne EN 61010-1 ou de la norme internationale CEI 1010-1. Pour obtenir cet état et garantir un fonctionnement sans danger, l'utilisateur doit respecter les consignes et tenir compte des avertissements contenus dans le présent mode d'emploi. Le boîtier, le châssis et toutes les bornes de mesure sont reliés à la terre. L'appareil est conforme aux dispositions de la classe de protection I. L'isolement entre les parties métalliques accessibles et les bornes du secteur a été contrôlé avec une tension continue de 2200 V.

Pour des raisons de sécurité, l'oscilloscope doit uniquement être branché à des prises avec terre conformes à la réglementation. Il faut brancher la fiche secteur avant la connexion des circuits de mesure. Il est interdit de couper la liaison à la terre.

La majorité des tubes cathodiques produisent des rayons gamma. Sur cet appareil, le débit de dose ionique reste nettement inférieur à la valeur autorisée par la loi de 36 pA/kg. En cas de doute sur l'aptitude de l'appareil à fonctionner sans danger, il faut le mettre hors service et le protéger contre toute utilisation involontaire.



Cette supposition est justifiée dans les cas suivants :

- lorsque l'appareil présente des dommages visibles,
- lorsque des pièces se sont détachées à l'intérieur de l'appareil,
- lorsque l'appareil ne fonctionne plus,
- après un entreposage prolongé sous des conditions défavorables (par exemple à l'air libre ou dans des locaux humides),
- après de dégâts importants liés au transport (par exemple dans un emballage non conforme aux exigences minimales pour un transport par voie postale, ferroviaire ou routière).

### Conditions de fonctionnement

#### ATTENTION!

**L'instrument doit exclusivement être utilisé par des personnes familiarisées avec les risques liés à la mesure de grandeurs électriques.**

Pour des raisons de sécurité, l'oscilloscope doit uniquement être branché à des prises avec terre conformes à la réglementation. Il est interdit de couper la liaison à la terre. Il faut brancher la fiche secteur avant la connexion des circuits de mesure.



## CAT I

Cet oscilloscope est conçu pour réaliser des mesures sur des circuits électriques non reliés ou non reliés directement au réseau. Les mesures directes (sans isolation galvanique) sur des circuits de mesure de catégorie II, III ou IV sont interdites! Les circuits électriques d'un objet mesuré ne sont pas reliés directement au réseau lorsque l'objet mesuré est utilisé par l'intermédiaire d'un transformateur d'isolement de protection de classe II. Il est également possible d'effectuer des mesures quasiment indirectes sur le réseau à l'aide de convertisseurs appropriés (par exemple pinces ampèremétriques) qui répondent aux exigences de la classe de protection II. Lors de la mesure, il faut respecter la catégorie de mesure du convertisseur spécifiée par son constructeur.

### Catégories de mesure

Les catégories de mesure se rapportent aux transitoires sur le réseau. Les transitoires sont des variations de tension et de courant courtes et très rapides (raides) qui peuvent se produire de manière périodique et non périodique. L'amplitude des transitoires possibles augmente d'autant plus que la distance par rapport à la source de l'installation basse tension est faible.

**Catégorie de mesure IV:** mesures à la source de l'installation basse tension (par exemple sur des compteurs).

**Catégorie de mesure III:** mesure dans l'installation du bâtiment (par exemple distributeur, contacteur de puissance, prises installées à demeure, moteurs installés à demeure, etc.).

**Catégorie de mesure II:** mesures sur des circuits électriques qui sont directement reliés au réseau basse tension (par exemple appareils domestiques, outillage électroportatif, etc.).

### Domaine d'application

L'oscilloscope est conçu pour être utilisé dans les secteurs industriel, domestique, commercial et artisanal ainsi que dans les petites entreprises.

### Conditions ambiantes

La température ambiante admissible pendant le fonctionnement est comprise entre 0 °C et +40 °C. Elle peut être comprise entre -20 °C et +55 °C pendant le stockage et le transport. Si de la condensation s'est formée pendant le transport ou le stockage, il faut laisser l'appareil s'acclimater pendant 2 heures environ avant de le mettre en service. L'oscilloscope est conçu pour être utilisé dans des locaux propres et secs. Il ne doit pas être utilisé dans une atmosphère particulièrement chargée en poussière ou trop humide, dans un environnement explosible ou en présence d'agression chimique. La position de fonctionnement est sans importance, mais il faut prévoir une circulation d'air suffisante (refroidissement par convection). En fonctionnement continu, il faut accorder la préférence à la position horizontale ou inclinée (poignée béquille).



**Il ne faut pas couvrir les orifices d'aération !**

Les caractéristiques nominales avec les tolérances indiquées ne sont valides qu'après une période de chauffe d'au moins 20 minutes et pour une température ambiante comprise entre 15 °C et 30 °C. Les valeurs sans indication de tolérance sont celles d'un appareil standard.

### Garantie et réparation

Les instruments HAMEG sont soumis à un contrôle qualité très sévère. Chaque appareil subit un test «burn-in» de 10 heures avant de quitter la production, lequel permet de détecter prati-

quement chaque panne prématurée lors d'un fonctionnement intermittent. L'appareil est ensuite soumis à un essai de fonctionnement et de qualité approfondi au cours duquel sont contrôlés tous les modes de fonctionnement ainsi que le respect des caractéristiques techniques.

Les conditions de garantie du produit dépendent du pays dans lequel vous l'avez acheté. Pour toute réclamation, veuillez vous adresser au fournisseur chez lequel vous vous êtes procuré le produit.

### Entretien

L'extérieur de l'oscilloscope doit être nettoyé régulièrement avec un pinceau à poussière. La saleté tenace sur le coffret, la poignée, les parties en plastique et en aluminium peut être enlevée avec un chiffon humide (eau + 1 % de détergent). De l'alcool à brûler ou de l'éther de pétrole peut être utilisé pour des impuretés grasses. L'écran doit uniquement être nettoyé avec de l'eau ou de l'éther de pétrole (pas d'alcool ni de solvant) et doit ensuite être essuyé avec un chiffon propre, sec et non pelucheux. Après l'avoir nettoyé, il est recommandé de le traiter avec une solution antistatique standard conçue pour les matières plastiques. Le liquide de nettoyage ne doit en aucun cas pénétrer dans l'appareil. L'utilisation d'autres produits de nettoyage risque d'attaquer les surfaces en plastique et vernies.

### Circuit de protection

Cet appareil est équipé d'un bloc d'alimentation à découpage muni de circuits de protection contre les surtensions et les surintensités. Un bruit de cliquetis périodique peut se faire entendre en cas de défaut.

### Tension du réseau

L'appareil fonctionne avec des tensions alternatives à 50 et 60 Hz comprises entre 105 V et 253 V. Aucun dispositif de commutation des différentes tensions de réseau n'a donc été prévu.



Le fusible d'alimentation est accessible depuis l'extérieur. L'embase secteur et le porte-fusible forment un seul bloc. Le remplacement du fusible ne doit et ne peut (si le porte-fusible ne soit pas endommagé) s'effectuer qu'après avoir retiré le cordon secteur de l'embase. Il faut ensuite faire sortir le porte-fusible à l'aide d'un tournevis en prenant appui sur la fente qui se trouve du côté des contacts. Le fusible peut alors être poussé hors de son support et remplacé. Enfoncer le porte-fusible jusqu'à ce qu'il s'enclenche. Vous devez ressentir la résistance d'un ressort. Il est interdit d'utiliser des fusibles «bricolés» ou de court-circuiter le porte-fusible. Les dommages qui en résulteraient ne sont pas couverts par la garantie.

### Type de fusible:

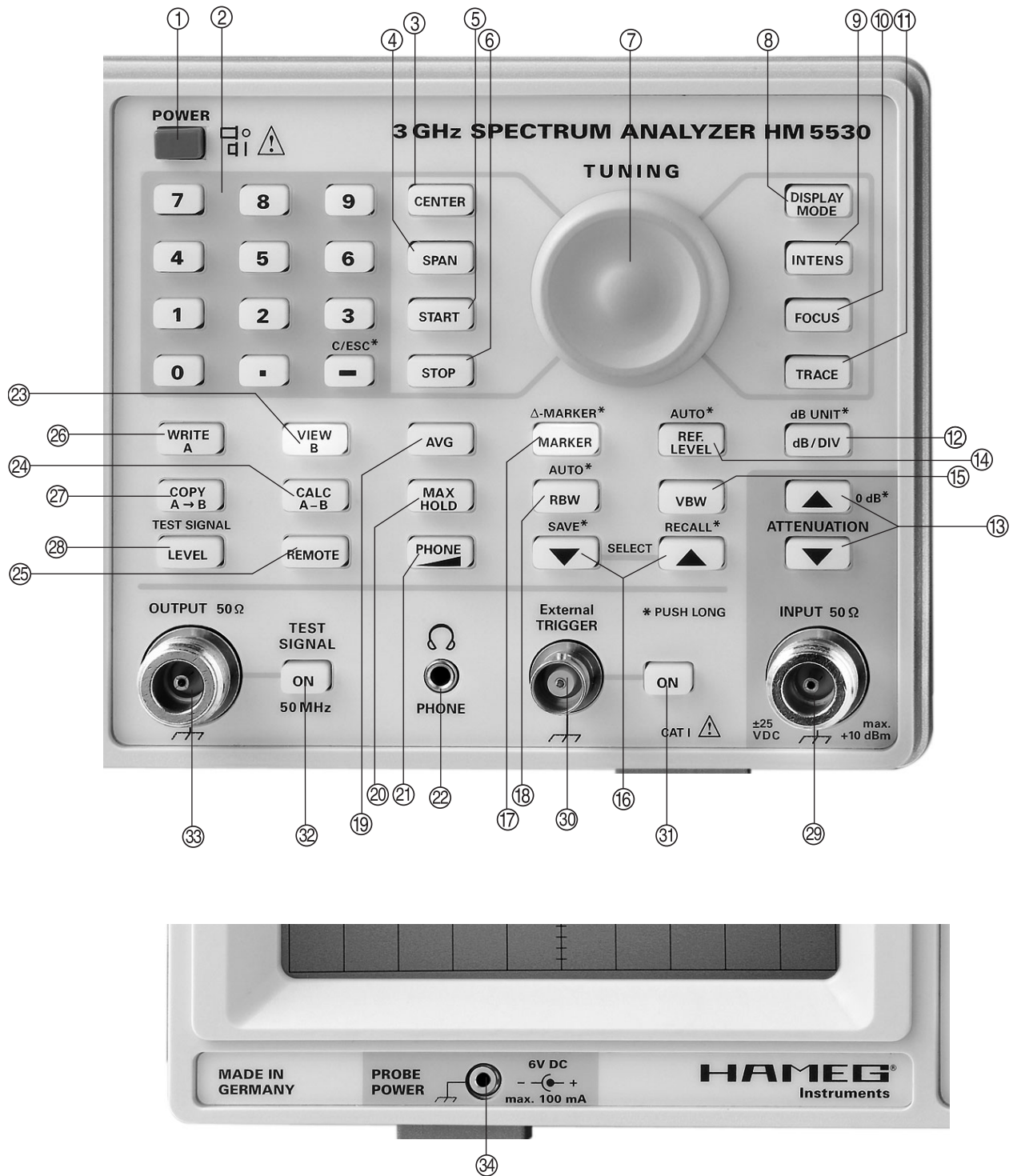
Taille 5 x 20 mm ; 250 V~, C ;  
IEC 127, feuille III ; DIN 41 662  
(éventuellement. DIN 41 571, feuille 3).  
Coupure : temporisée (T), 0,8 A.

## Description sommaire des éléments de commande

Ces numéros de page renvoient à la description complète dans le chapitre «Éléments de commande et Readout» ▼

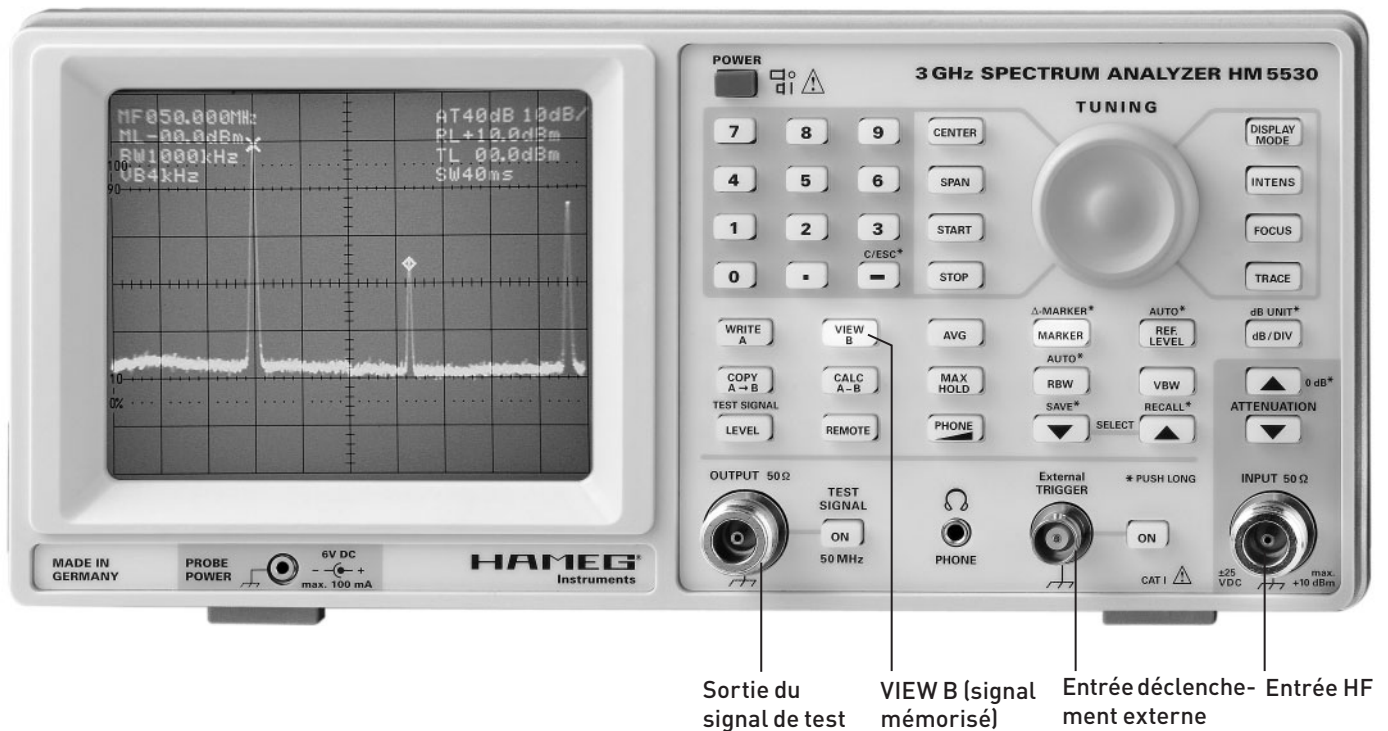
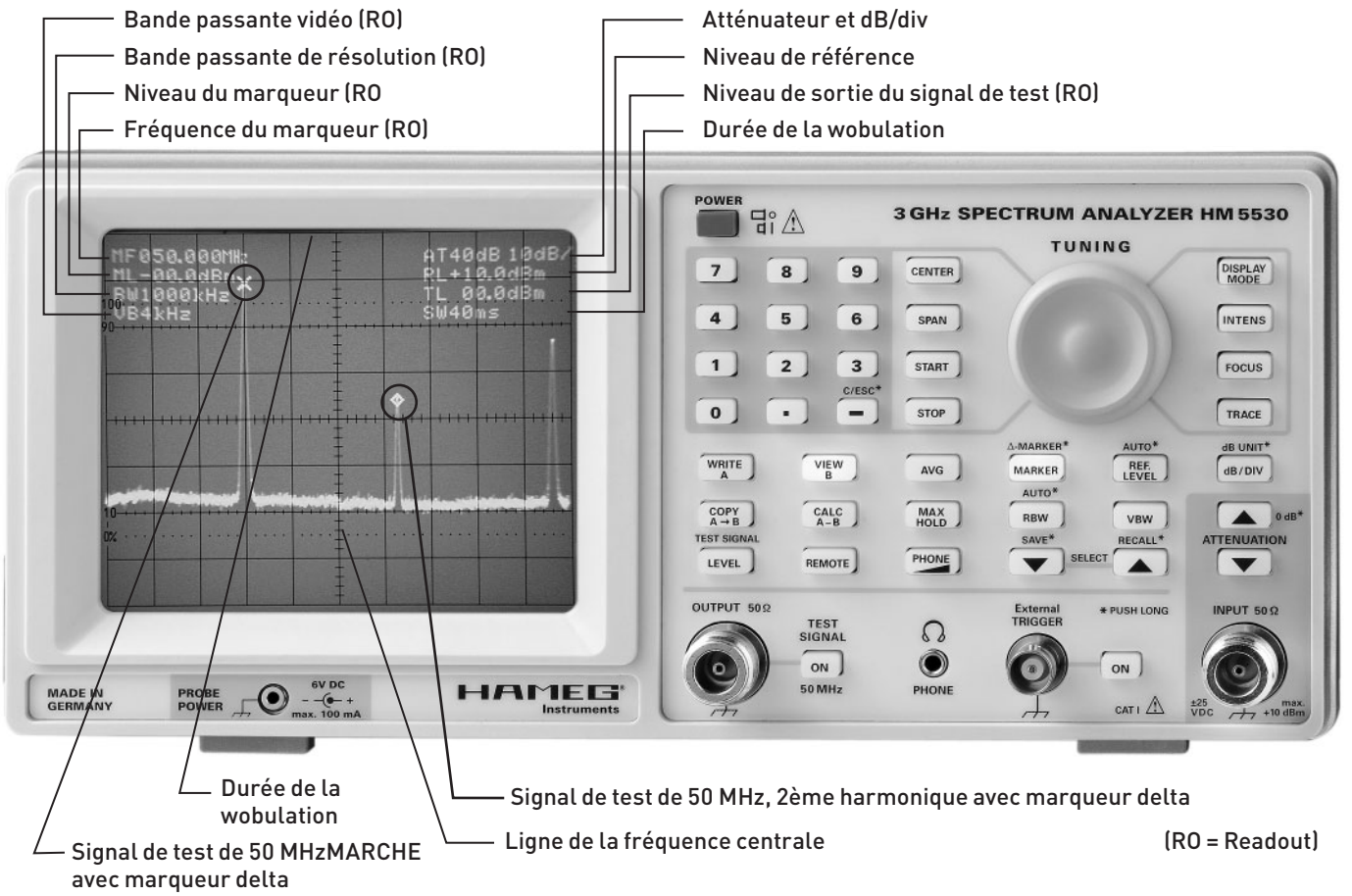
- |   |     |  |   |
|---|-----|--|---|
| ① <b>POWER</b>  | 17  |  |   |
| Interrupteur Marche/Arrêt   |     |  |   |
| ② <b>Clavier numérique</b>  | 17  |  |   |
| Clavier pour la saisie des chiffres   |     |  |   |
| ③ <b>CENTER</b>   | 18  |  |   |
| Réglage de la fréquence centrale avec le clavier ② ou le codeur rotatif ⑦ (affichage: CF...)  |     |  |   |
| ④ <b>SPAN</b>   | 18  |  |   |
| Réglage de la plage de mesure de fréquence avec le clavier ② ou le codeur rotatif ⑦ (affichage : SP...)   |     |  |   |
| ⑤ <b>START</b>  | 18  |  |   |
| Réglage de la fréquence de départ de la plage de mesure de fréquence (en relation avec une fréquence d'arrêt) avec le clavier ② ou le codeur rotatif ⑦ (affichage : SR...)  |     |  |   |
| ⑤ <b>STOP</b>   | 18  |  |   |
| Réglage de la fréquence d'arrêt de la plage de mesure de fréquence (en relation avec une fréquence de départ) avec le clavier ② ou le codeur rotatif ⑦ (affichage : SP...)  |     |  |   |
| ⑦ <b>TUNING</b>   | 18  |  |   |
| Codeur rotatif pour la saisie ou la modification des paramètres suivants: fréquence centrale CENTER, SPAN, fréquence de départ/d'arrêt, MARKER, Δ-MARKER, REF.-LEVEL, niveau du signal de test, luminosité (INTENS), astigmatisme (FOCUS), rotation de la trace (TRACE rotation) et volume (PHONE). |     |  |   |
| ⑧ <b>DISPLAY MODE</b>   | 18  |  |   |
| Luminosité du Readout (séquence : 100 %, 50 %, 0 %, 100 %, etc.)  |     |  |   |
| ⑨ <b>INTENS</b>   | 18  |  |   |
| Réglage de la luminosité avec le codeur rotatif ⑦   |     |  |   |
| ⑩ <b>FOCUS</b>  | 18  |  |   |
| Réglage de l'astigmatisme avec le codeur rotatif ⑦  |     |  |   |
| ⑪ <b>TRACE</b>  | 18  |  |   |
| Rotation de la trace avec le codeur rotatif ⑦   |     |  |   |
| ⑫ <b>dB/DIV</b>   | 19  |  |   |
| Pression brève pour sélectionner le calibre 10 dB/div. ou 5 dB/div.<br><b>dB UNIT*</b> Pression prolongée pour sélectionner l'unité de mesure dBm, dBmV ou dBμV   |     |  |   |
| ⑬ <b>ATTENUATION</b>  | 19  |  |   |
| Atténuateur d'entrée de 0 à 50 dB<br><b>0 dB*</b> Pour des raisons de sécurité, la position 0 dB nécessite une pression prolongée pour son activation.  |     |  |   |
| ⑭ <b>REF.-LEVEL</b>   | 19  |  |   |
| Pression brève : réglage du niveau de référence avec le clavier ② ou le codeur rotatif ⑦ (affichage : RL... ou R*...)<br><b>AUTO*</b> Pression prolongée : activation et désactivation de l'adaptation automatique de l'atténuateur lors du réglage du niveau de référence.                         |     |  |   |
|   |     |  | (fonction activée: affichage de R*...)<br>(fonction désactivée: affichage de RL...)   |
| ⑮ <b>VBW</b>  | 20  |  |   |
| Bande passante vidéo, sélection du filtre vidéo 50 kHz ou 4 kHz   |     |  |   |
| ⑯ <b>SELECT</b>   | 20  |  |   |
| Une brève pression sur l'une des deux touches affiche pendant quelques secondes la fonction sélectionnée (SAVE ou RECALL) ainsi que l'emplacement de la mémoire, lequel peut alors être sélectionné pendant cette période en appuyant sur l'une des deux touches.                                   |     |  |   |
|   |     |  | <b>SAVE* / RECALL*</b> 20   |
|   |     |  | Lorsque la fonction (SAVE ou RECALL) sélectionnée avec SELECT est affichée, une pression prolongée sur la touche permet de l'exécuter (mémorisation ou rappel).   |
| ⑰ <b>MARKER</b>   | 20  |  |   |
| Une brève pression active le marqueur de valeur absolue (symbole en forme de croix sur le signal, affichage: MF... et ML...)<br>Une nouvelle pression brève effectue le positionnement automatique sur le niveau le plus élevé.   |     |  |   |
|   |     |  | <b>Δ-MARKER*</b> 20   |
|   |     |  | Une pression prolongée active le marqueur de valeur relative (symbole en forme de losange sur le signal, affichage : DF... et DL...)<br>Une nouvelle pression prolongée effectue le positionnement automatique sur le niveau le plus élevé. |
| ⑱ <b>RBW</b>  | 20  |  |   |
| Une pression brève permet de sélectionner la bande passante de résolution: 1000 kHz, 120 kHz ou 9 kHz (affichage: BW ... kHz)   |     |  |   |
|   |     |  | <b>AUTO*</b>  |
|   |     |  | Une pression prolongée active ou désactive la sélection automatique de la bande passante de résolution<br>(fonction activée: affichage de B*...)<br>(fonction désactivée: affichage de BW...)   |
| ⑲ <b>AVG</b>  | 21  |  |   |
| Activation et désactivation du calcul de la valeur moyenne  |     |  |   |
| ⑳ <b>MAX HOLD</b>   | 22  |  |   |
| Activation et désactivation de la détection de la valeur maximale   |     |  |   |
| ㉑ <b>PHONE</b>  (touche)   | 22# |  |   |
| Réglage du volume sonore avec le CODEUR ROTATIF ⑦   |     |  |   |
| ㉒ <b>PHONE</b>  (prise)  | 22  |  |   |
| Prise casque pour fiche Jack de 3,5 mm, impédance > 8 Ω   |     |  |   |
| ㉓ <b>VIEW B</b>   | 22  |  |   |
| Affichage du contenu de la mémoire de référence (B)   |     |  |   |
| ㉔ <b>CALC A - B</b>   | 22  |  |   |
| Affichage de la différence (A - B) entre le signal actuel (A) et le contenu de la mémoire de référence (B)  |     |  |   |
| ㉕ <b>REMOTE</b>   | 22  |  |   |
| S'allume en mode commande à distance. Une pression sur la touche désactive le mode commande à distance  |     |  |   |
| ㉖ <b>WRITE A</b>  | 22  |  |   |
| Affichage du signal actuel (A)  |     |  |   |





- |    |  |    |    |  |    |
|----|--|----|----|--|----|
| ②⑦ | <b>COPY A → B</b>  | 22 | ③① | <b>ON</b>  | 23 |
|    | Une pression sur cette touche copie le signal actuel (A) dans la mémoire de référence (B)                    |    |    | Touche d'activation/désactivation du déclenchement externe                             |    |
| ②⑧ | <b>TEST SIGNAL / LEVEL</b>   | 22 | ③② | <b>TEST SIGNAL ON</b>  | 23 |
|    | Réglage du niveau du signal de test avec le clavier ② ou le codeur rotatif 7 (affichage : TL...)             |    |    | Touche d'activation/désactivation du signal de test                                    |    |
| ②⑨ | <b>INPUT 50 Ω</b>  | 22 | ③③ | <b>OUTPUT 50 Ω</b>   | 23 |
|    | Prise N d'entrée. Il ne faut pas dépasser les tensions d'entrée maximale admissibles : risque de destruction |    |    | Sortie du signal de test (prise N)   |    |
| ③④ | <b>External TRIGGER</b>  | 22 | ③④ | <b>PROBE POWER</b>   | 23 |
|    | Entrée BNC pour un signal de déclenchement externe (déclenchement de la wobulation)                          |    |    | Borne d'alimentation électrique (6 V <sub>CC</sub> ) des sondes (prise Jack de 2,5 mm) |    |

Affichage du signal de test



## Consignes d'utilisation

Avant de procéder à la mise en service du HM5530, il faut impérativement lire la rubrique « Sécurité » et tenir compte des consignes qu'elle contient. Aucune connaissance particulière n'est requise pour l'utilisation de l'appareil, l'organisation fonctionnelle de la face avant et sa limitation aux fonctions essentielles permettent de travailler efficacement dès la mise en service. Un fonctionnement sans défaut impose cependant de respecter certaines consignes fondamentales.

Le sous-ensemble le plus sensible est l'étage d'entrée de l'analyseur de spectre. Il se compose de l'atténuateur d'entrée, d'un filtre passe-bas et du premier étage mélangeur.

En l'absence d'atténuation du signal d'entrée, il ne faut pas dépasser les niveaux d'entrée (50 Ω) suivants: +10 dBm (0,7 V<sub>eff</sub>) en tension alternative, ±10 volts en tension continue. Un niveau maximum de +20 dBm est autorisé avec une atténuation de 10 à 40 dB. Un dépassement de ces valeurs limites peut provoquer une destruction du sous-ensemble d'entrée !

Lors de mesures sur un réseau fictif, il faut impérativement protéger l'entrée de l'analyseur de spectre avec un limiteur de tension d'entrée (HZ560) afin d'éviter tout risque de destruction de l'atténuateur d'entrée et/ou du premier étage mélangeur.

Lors de l'analyse de signaux inconnus, il convient tout d'abord de vérifier s'il existe des tensions excessivement élevées. Il est en outre recommandé de commencer la mesure avec une atténuation maximale et à la plage de fréquences maximale détectable (0,1 MHz – 3000 MHz). Il faut malgré tout tenir compte du fait qu'il peut également exister des amplitudes excessivement élevées en-dehors de la plage de fréquences acquise qui, bien qu'elles puissent pas être affichées (par exemple à 3200 MHz), risquent tout de même de provoquer une saturation et même, dans les cas extrêmes, une destruction du 1er mélangeur.

La plage de fréquences de 0 Hz à 100 kHz n'est pas spécifiée pour l'analyseur de spectre. Du fait de leur amplitude, les composantes spectrales affichées dans cette plage ne peuvent que difficilement être interprétées.

Le réglage d'un niveau d'intensité (INTENS) particulièrement élevé ne permet pas d'obtenir une meilleure visibilité des signaux cachés dans le bruit. Au contraire, l'augmentation du diamètre du rayon qui en résulte rend plus difficile l'identification de tels signaux, et ce même avec un réglage optimal de l'astigmatisme (FOCUS). Du fait du principe de représentation de l'analyseur de spectre, tous les signaux peuvent normalement être identifiés facilement même avec un réglage relativement faible de l'intensité. Cela permet en outre d'éviter de solliciter excessivement la couche de luminophore dans la zone de la bande de bruit.

Du fait du principe de conversion des analyseurs de spectre modernes, une ligne spectrale est visible à l'écran même en l'absence de signal si la fréquence centrale réglée est de 0 MHz. Celle-ci est toujours visible lorsque la fréquence du 1er oscillateur local se trouve dans la plage de la 1ère fréquence intermédiaire. Cette ligne est souvent désignée par le nom de « crête nulle » (Zero-Peak). Elle est provoquée par le reste de la portuse du 1er mélangeur (conductance de l'oscillateur local). Le niveau de cette ligne spectrale varie d'un appareil à l'autre. Une différence par rapport à la pleine hauteur de l'écran ne constitue donc par un défaut de fonctionnement de l'appareil.

## Premières mesures

### Paramètres:

Avant d'appliquer un signal inconnu à l'entrée, il faut vérifier si celui-ci ne contient pas de composante continue ayant une amplitude supérieure à ±10 V et si son amplitude maximale est inférieure à +10 dBm.

### ATTN. (atténuation d'entrée):

Par précaution, il est recommandé de régler l'atténuateur d'entrée sur 50 dB (AT 50dB) avant d'appliquer le signal pour éviter une surcharge de l'étage d'entrée.

### Réglage de la fréquence:

Régler une fréquence centrale de 500 MHz (CF 500MHz) et sélectionner une excursion de 3000 MHz (SF 3000MHz).

### Graduation verticale:

La graduation verticale doit être de 10 dB/Div. (AT 50 dB 10 dB/) pour pouvoir disposer de la plage d'affichage la plus grande 80dB.

### RBW (bande passante de résolution):

Pour commencer une mesure, il convient d'activer le filtre 1000 kHz et de désactiver le filtre vidéo (VBW).

Si aucun signal ne peut être détecté avec ces paramètres et seule la ligne de base (bande de bruit) est visible, vous pouvez alors réduire progressivement l'atténuation d'entrée pour permettre l'affichage de signaux plus faibles. Si la ligne de base (bande de bruit) se décale alors vers le haut, il existe vraisemblablement une ligne spectrale à forte amplitude qui se trouve en dehors de la plage de fréquence.

L'atténuation d'entrée doit être choisie en fonction de l'amplitude maximale présente à l'entrée de mesure, c'est à dire pas en mode Zero Peak. Le résultat optimal est obtenu lorsque l'amplitude maximale du signal (plage de fréquences 100 Hz – 3000 MHz) atteint la ligne supérieure de la graduation (ligne de référence) sans toutefois la dépasser. En cas de dépassement, il faut sélectionner une atténuation d'entrée supérieure ou rajouter un atténuateur externe ayant une atténuation et une puissance appropriées.

Les mesures à pleine excursion (SF3000MHz) ne servent généralement qu'à obtenir une vue d'ensemble du spectre. Une analyse précise n'est possible qu'après avoir réduit l'excursion. Pour ce faire, il faut commencer par amener le signal examiné au centre de l'écran en réglant la fréquence centrale (CENTER FREQ.) et ensuite réduire l'excursion (SPAN).

Vous pouvez ensuite réduire la bande passante de résolution (RBW) et activer le filtre vidéo si nécessaire. L'apparition du message " uncal " signale vraisemblablement une erreur de mesure.

### Lecture des valeurs mesurées:

Le curseur représente le moyen le plus simple pour lire la valeur numérique des grandeurs mesurées. Pour ce faire, activez la fonction MARKER (la LED s'allume) puis amenez le curseur sur la partie du signal qui vous intéresse et lisez les valeurs affichées de la fréquence et du niveau à l'endroit du curseur. Le niveau de référence (REF.LEVEL) et l'atténuation d'entrée (ATTN) sont automatiquement pris en compte lors de l'affichage du niveau.

Si vous voulez relever une valeur sans utiliser le curseur, commencez par déterminer l'écart en dB entre la ligne supérieure de la grille, qui correspond au niveau de référence affiché par le Readout (RL...dBm), et la crête du signal. N'oubliez pas que

La graduation peut être de 5 dB/Div. ou de 10 dB/Div. Avec une graduation de 10 dB/Div., l'écran dispose d'une plage d'affichage de 80 dB. La ligne inférieure du graticule est équivalente à -80 dB si le niveau de référence est par exemple 0 dB (RL 0 dB).

### Introduction à l'analyse spectrale

L'analyse des signaux électriques est un problème fondamental pour de nombreux ingénieurs et chercheurs. Même si le problème immédiat n'est pas de nature électrique, les grandeurs à analyser sont souvent transformées en signaux électriques par des capteurs. Les capteurs courants sont les accéléromètres et des jauges de contraintes, des électrodes d'électroencéphalogramme et des sondes de pression sanguine en biologie et médecine et des pH-mètres et sondes de conductivité en chimie. La transformation de grandeurs physiques en grandeurs électriques présente un grand avantage, car il existe de nombreux appareils permettant l'analyse des signaux électriques dans le domaine des temps et dans le domaine des fréquences.

La méthode traditionnelle d'observation des signaux électriques consiste à les visualiser dans le domaine des temps à l'aide d'un oscilloscope. Le domaine des temps permet de recueillir les informations de temps et de phase nécessaires pour caractériser le comportement des circuits électriques. Toutefois, les informations temporelles ne suffisent pas à caractériser de façon unique tous les circuits. Ainsi, les amplificateurs, les oscillateurs, les mélangeurs, les modulateurs, les détecteurs et les filtres sont mieux caractérisés par leur réponse en fréquence. Il est donc préférable de visualiser les composantes fréquentielles des signaux électriques. Pour cela, il faut un appareil capable de faire une discrimination des fréquences et de mesurer leurs niveaux. Cet appareil s'appelle analyseur de spectre. Il visualise la tension ou la puissance en fonction de la fréquence.

L'analyse de Fourier permet de prouver que des fonctions périodiques se décomposent en une somme de fonctions périodiques harmoniques. Ainsi, une fonction du temps quelconque peut être représentée, dans le domaine fréquentiel, par une fonction spectrale caractéristique. Ces informations sont calculées à l'aide d'un analyseur de spectre. Il permet une représentation du signal en amplitude en fonction de la fréquence ( $Y_f$ ). Ainsi sont affichées les composantes spectrales et leur amplitude isolément.

La haute sensibilité d'entrée et la grande dynamique des analyseurs de spectre permettent l'analyse de signaux qui ne sont pas représentables avec un oscilloscope. Il se comporte de façon semblable en prouvant la présence de distorsions des signaux sinusoïdaux, et d'une faible modulation d'amplitude. Il permet également des mesures dans la plage des modulations AM et FM, comme les mesures de porteuse, fréquence de modulation, et degré de modulation. De même, le convertisseur de fréquence concernant l'affaiblissement de transmission et les distorsions peuvent être facilement caractérisés.

Une autre utilisation des analyseurs de spectre, qui sont munis de générateurs suiveurs, sont des mesures effectuées sur des quadripôles, comme par exemple des mesures de réponses en fréquence d'un filtre ou d'un amplificateur.

Il existe essentiellement deux types d'analyseurs de spectre : les analyseurs à balayage et les analyseurs temps réel. Les analyseurs temps réel d'après la transformation discrète de Fourier consistent en un montage parallèle d'une multitude d'indicateurs sélectifs de fréquence. Lors de l'affichage, les fréquences discrètes peuvent être divisées en autant de nombres qu'il y a de filtres. La limite de la rentabilité est en partie vite atteinte d'après le nombre et la qualité des filtres.

La plupart des analyseurs de spectre modernes fonctionnent d'après le principe superhétérodyne, principe selon lequel la fréquence centrale d'un filtre passe-bande est réglable sur la plage de fréquence souhaitée. Un détecteur produit la déviation verticale sur le tube cathodique et un générateur déterminable pourvoit la synchronisation de la fréquence centrale du filtre et la déviation horizontale. Ce principe est simple, relativement peu coûteux, et présente de gros inconvénients en ce qui concerne la résolution et la sensibilité ; entre autre en ce qui concerne la bande passante non constante du filtre correspondant.

Le type d'analyseur le plus couramment utilisé se différencie en ce que, pour la sélection, un filtre passe-bande est utilisé avec une fréquence centrale fixe. Il laisse passer chacun des points de la fonction à analyser pour lesquels  $f_{input} = f_{LO} \pm f_{FI}$ . Les inconvénients du système avec filtre à bande passante réglable sont contournés grâce à la réalisation d'une fréquence intermédiaire fixe.

La plage de fréquence utilisable et la sensibilité limite d'un analyseur de spectre dépendent en grande partie de la conception et de la réalisation technique de l'étage d'entrée. La partie d'entrée HF est déterminée par les composants de l'atténuateur d'entrée, du filtre d'entrée, du mélangeur et de l'oscillateur local.

### Caractéristiques nécessaires d'un analyseur de spectre

Les différents terrains d'action des analyseurs de spectre exigent de ces appareils de multiples propriétés, qui s'excluent l'une l'autre ou se résument par une importante dépense. Le domaine d'utilisation de ces appareils se situe là où la précision et la résolution temporelle ainsi que la faible dynamique de l'oscilloscope ne suffisent plus.

Ainsi une plage de fréquence élevée, des exigences de filtre entre une représentation à bande extrêmement étroite et « full Span » ainsi qu'une haute sensibilité d'entrée ne sont pas en absolue contradiction. Ils permettent de réaliser ensemble, avec une grande précision, une forte stabilité, une réponse en fréquence aussi droite que possible et un faible facteur de distorsion à moindre coût.

### Mesures de fréquence

Les analyseurs de spectre permettent des mesures de fréquence en mode Span et Zero-Span. En mode SPAN la totalité de la plage de fréquence utilisable avec le « full-Span » ( $SF = 3000\text{MHz}$ ) peut être observée et la fréquence du signal définie



de manière grossière. Ensuite cette fréquence peut être fixée en tant que CENTER FREQ. et la représentation du signal effectuée avec un faible SPAN.

Plus le SPAN et la bande passante de résolution (RBW) sont petits, plus grande est la précision de mesure de la fréquence, étant donné que la précision de l'affichage et du MARKER augmente.

En mode «Zero-Span» et pour une bande passante de résolution plus petite, il suffit de régler le signal, qui est affiché comme une ligne horizontale constante, avec le réglage CENTER FREQ. sur le niveau maximal et de lire la fréquence. Ainsi l'analyseur fonctionne comme un récepteur syntonisé sur une fréquence discrète avec une bande passante sélectionnable.

### Stabilité

Il est important que l'analyseur de spectre possède une plus grande stabilité en fréquence que le signal à mesurer. Cette grande stabilité dépend de celle du 1er LO. On différencie une stabilité à long terme et une stabilité à court terme. Une mesure pour la stabilité à court terme est une mesure de modulation FM résiduelle. Les bandes latérales de bruit sont une mesure pour la pureté spectrale du 1er LO et jouent également un rôle dans la stabilité à court terme d'un analyseur de spectre. Elles sont caractérisées par une atténuation en dB et un écart en Hz, relatifs au signal à analyser dans une bande passante de filtre fixée.

La stabilité à long terme d'un analyseur de spectre est fixée la plupart du temps par la dérive en fréquence de l'oscillateur local (LO). C'est une mesure de la variation de fréquence au cours d'une période déterminée.

### Résolution

Avant que la fréquence d'un signal ne puisse être mesurée avec un analyseur de spectre, ce signal doit être déterminé et résolu. La résolution signifie qu'il doit être différencié du signal adjacent dans le spectre à étudier. Cette possibilité est une condition nécessaire dans beaucoup d'applications avec l'analyseur de spectre, et est déterminée principalement, conjointement à d'autres facteurs, par une bande passante FI plus petite.

Les paramètres essentiels pour la séparation de deux lignes spectrales adjacentes ayant des amplitudes inégales sont la bande passante et la pente du filtre FI. La bande passante est la fréquence pour laquelle le niveau du signal chute de 3dB. Le rapport de la bande passante à 60dB sur la bande passante à 3dB est appelé facteur de forme du filtre. Plus ce facteur est faible, plus l'analyseur est capable de distinguer des signaux rapprochés.

Si, par exemple, le facteur de forme d'un filtre dans un analyseur de spectre est de 15, alors deux signaux dont les amplitudes diffèrent de 60dB doivent se différencier d'au moins un facteur 7,5 fois la bande passante du filtre FI pour pouvoir être distingués. Dans le cas contraire, ils apparaissent à l'écran comme un signal unique.

L'aptitude d'un analyseur de spectre à distinguer des signaux rapprochés d'amplitude inégale ne dépend pas seulement du facteur de forme du filtre. De même la dissociabilité est influencée par la modulation FM résiduelle et la pureté spectrale de l'oscillateur interne. Celles-ci produisent des bandes latérales de bruit, et détériorent la résolution. Les bandes latérales de bruit apparaissent au-dessus de la bande du filtre et détériorent le taux de réjection hors de la bande du filtre.

Si la plus petite bande passante FI est, par exemple, de 9kHz, alors le plus petit intervalle pour séparer 2 lignes spectrales l'une de l'autre, est de 9kHz. Car l'analyseur de spectre modélise sa propre courbe du filtre FI quand il détecte un signal à l'intérieur du spectre. Etant donné que la résolution est déterminée par la bande passante du filtre FI, on serait tenté de croire qu'il suffirait de réduire indéfiniment la bande passante du filtre pour obtenir une résolution infinie. Or, la bande passante utilisable du filtre FI est limitée par la stabilité de l'analyseur de spectre (modulation de fréquence résiduelle). C'est à dire que si l'excursion de fréquence interne est de 9kHz, alors la bande passante la plus étroite qui peut être utilisée pour distinguer un signal de 9kHz, est aussi de 9kHz. Une bande passante plus étroite afficherait dans ce cas plusieurs lignes spectrales ou seulement en partie.

De plus, il existe une restriction pratique pour des bandes passantes plus étroites: la vitesse de balayage par rapport à la bande passante du filtre choisi. Plus la bande passante du filtre est étroite, plus la vitesse de balayage doit être faible, du fait des constantes de temps longues de filtres étroits.

### Une résolution dite optimale est définie comme suit :

Résolution optimale = Racine carrée de la dispersion en Hz / Durée de la wobulation en s

De plus, une bande passante de résolution optimale est définie comme suit:

Bande passante de résolution optimale = 0,66 x Racine carrée de la dispersion en Hz / Durée de la wobulation

Dans le cas des durées de wobulation très longues, les deux valeurs coïncident.

La bande passante de résolution optimale des signaux impulsionnels est:

Bande passante de résolution optimale (-3 dB) pour les signaux impulsionnels  $\leq 0,1/\text{durée des impulsions}$

Si la bande passante est trop petite, les amplitudes des bandes latérales sont alors restituées trop faibles. Une bande passante optimale produit des points zéro nets et une représentation correcte du spectre. Une bande passante trop grande provoque un lissage des bandes latérales en raison du calcul de la moyenne, les points zéro sont difficiles à identifier et le spectre est déformé.

### Bruits

La sensibilité caractérise la capacité des analyseurs de spectre à mesurer des petits signaux. La sensibilité maximale est limitée par le bruit propre. On différencie principalement 2 types de bruits: les bruits thermiques et les bruits athermiques. Les bruits thermiques sont décrits par la formule

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

Avec:

PN = Puissance du bruit en Watt

K = Constante de Boltzmann (1,38 x10<sup>-23</sup> Joule/K)

T = Température absolue (K)

B = Bande passante du système en Hz

Cette équation montre que l'importance du bruit est directement proportionnelle à la bande passante. Il en résulte qu'une diminution de la bande passante du filtre d'une décade baisse

le bruit en principe de 10dB, ce qui entraîne une augmentation de la sensibilité du système de 10dB.

Toutes les autres sources de bruit d'un analyseur sont considérées comme athermiques. Rayonnements radioélectriques indésirables, distorsions en raison de caractéristiques non linéaires, ajustements de défauts sont des sources de bruits athermiques. Par qualité de la transmission ou quantité de bruit, on entend normalement les sources de bruits athermiques, auxquels est ajouté le bruit thermique, afin d'obtenir la quantité totale de bruit du système. Ce bruit, visible aussi à l'écran, fixe la sensibilité d'un analyseur de spectre.

Comme le niveau du bruit varie en fonction de la bande passante, il est indispensable de se référencer à la même bande passante du filtre pour comparer la sensibilité de deux analyseurs de spectre. Les analyseurs de spectre sont vobulés sur une large bande de fréquence mais sont en fait des instruments de mesure à bande étroite. Tous les signaux, qui se situent dans la plage de fréquence de l'analyseur de spectre, sont convertis en une fréquence intermédiaire et traversent pour cela le filtre FI. Le détecteur qui suit le filtre FI ne voit que la partie bruitée, qui se trouve à l'intérieur de l'étroite bande passante du filtre. Ainsi, seul le bruit situé dans la bande passante du filtre FI est représenté à l'écran. Lors de la mesure de signaux discrets, la sensibilité maximale est atteinte avec les filtres FI plus étroits.

### Filtre vidéo

La mesure de petits signaux peut parfois être difficile lorsque l'amplitude du signal a la même amplitude que le bruit moyen de l'analyseur de spectre. Afin de rendre les signaux plus visibles, un filtre vidéo est placé dans la chaîne de traitement du signal de l'analyseur de spectre, derrière le filtre FI. Le bruit interne de l'analyseur de l'analyseur de spectre est moyenné par ce filtre, d'une bande passante de quelques kHz. Ainsi, dans de telles circonstances, un signal dissimulé dans le bruit devient visible.

Si la bande passante FI devient plus petite que le SPAN, le filtre vidéo doit être débranché, car ceci peut conduire à une réduction d'amplitude des signaux en raison de la limitation de la bande passante. (Une combinaison non admissible de paramètres lors de réglages est signalée par UNCALL en READOUT).

### Sensibilité – Niveau d'entrée max.

La spécification de la sensibilité d'entrée d'un analyseur de spectre est quelque chose d'arbitraire. On peut la définir comme le niveau du signal lorsque la puissance du signal est égale à la puissance moyenne du bruit de l'analyseur. Comme un analyseur mesure toujours le signal plus le bruit, alors, d'après la définition, le signal à mesurer apparaît 3dB au-dessus du niveau du bruit.

La tension d'entrée maximale admissible pour un analyseur de spectre est le niveau qui entraîne une détérioration (Burn Out) de l'étage d'entrée. Ce niveau est de +10dB pour le mélangeur d'entrée et de +20dB pour l'atténuateur d'entrée. Avant d'atteindre le niveau « burn-out », l'analyseur comprime l'amplification. Le niveau reste en dessous du seuil critique tant qu'une compression de 1dB n'est pas dépassée.

A chaque analyse du signal, des distorsions se produisent dans l'analyseur de spectre lui-même, et la plupart du temps, ces distorsions proviennent de propriétés non linéaires de l'étage d'entrée. Elles sont de l'ordre de 75dB en dessous du niveau d'entrée, tant que celui-ci ne dépasse pas -30dB. Afin d'accéder à des niveaux d'entrée plus élevés, un atténuateur est placé dans le circuit d'entrée juste avant le premier mélangeur. Le signal

maximal applicable pour chaque position d'atténuateur, tout en maintenant les distorsions en dessous d'un certain seuil, est appelé « niveau d'entrée optimum ». Tant que le signal est atténué, le mélangeur ne reçoit pas de niveau supérieur à -30dB. Cette plage libre de distorsions est appelée gamme dynamique utile du niveau affichable le plus élevé sur le niveau le plus faible, sans que des produits d'intermodulation de l'analyseur ne soient visibles à l'écran.

La plage dynamique maximale d'un analyseur de spectre est déterminée selon certaines spécifications. La première est la spécification des distorsions. Cette valeur s'élève à 75dB jusqu'à un niveau d'entrée de -30dB avec une atténuation d'entrée de 0dB. Pour que cette valeur soit utilisable, l'analyseur de spectre doit être capable de reconnaître un niveau de -100dBm. C'est pourquoi la bande passante FI ne doit pas être trop étroite, sinon apparaissent des difficultés en raison de bandes latérales de bruit et de la modulation FM résiduelle. La bande passante FI de 9kHz est suffisante pour représenter des lignes spectrales avec un tel niveau. La plage de mesure libre de distorsions peut être étendue en réduisant le niveau d'entrée. La seule restriction est la sensibilité de l'analyseur de spectre. La dynamique maximale possible est atteinte, quand la ligne spectrale au niveau le plus haut ne dépasse pas le niveau de référence.

### Réponse en fréquence

Cette notion décrit le comportement de l'analyseur de spectre en ce qui concerne la transmission. La réponse en fréquence doit être la plus linéaire possible, c'est à dire que la précision du niveau du signal affiché doit être indépendant de la fréquence du signal. Ainsi le filtre et l'amplificateur se trouvent en régime permanent.



## Principe de fonctionnement du HM5530

Le HM5530 est un analyseur de spectre conçu pour la plage de fréquences de 100 kHz à 3000 MHz. Il permet d'acquérir les composantes spectrales des signaux électriques dans cette plage de fréquences et de les quantifier de -110 à +20 dBm.

Le signal à analyser est appliqué à un filtre d'entrée (présélection) par le biais de l'atténuateur d'entrée commutable de 0 à 50 dB par pas de 10 dB. Ce filtre a plusieurs rôles : il empêche dans une certaine mesure la réception multiple d'un signal, la réception directe de la fréquence intermédiaire (pénétration de la FI) et inhibe la contre-réaction de l'oscillateur sur l'entrée. Le mélangeur d'entrée, conjointement avec l'oscillateur accordable (1er oscillateur local), est responsable de la conversion des signaux d'entrée. Il détermine la caractéristique d'amplitude en fonction de la fréquence ainsi que les propriétés dynamiques de l'appareil.

L'analyseur fonctionne selon le principe d'un triple récepteur superhétérodyne. Il s'agit d'un récepteur à bande étroite à accord électronique. L'accord en fréquence est réalisé par un oscillateur de conversion (1er oscillateur local) pouvant être accordé entre 3537,3 et 6537,3 et dont le signal est acheminé au premier étage mélangeur (mélangeur d'entrée). L'intégralité du spectre de fréquences (spectre d'entrée) présent à l'entrée de l'analyseur parvient elle aussi au 1er étage mélangeur. Les signaux suivants sont obtenus à la sortie du premier étage mélangeur :

1. Signal ( $f_{LO}$ ) du 1er oscillateur de conversion dont la fréquence doit toujours être supérieure de 3537,3 MHz à la fréquence d'entrée souhaitée. Pour 0 kHz, la fréquence du 1er oscillateur local est donc de 3537,3 MHz (0 kHz + 3537,3 MHz). Pour 100 kHz, elle doit donc être de 3537,4 MHz (100 kHz + 3537,3 MHz) et pour 1000 MHz de 4537,3 MHz (1000 MHz + 3537,3 MHz). La plage d'accord du 1er oscillateur local est donc comprise entre 3537,3 et 6537,3 MHz.
2. Spectre d'entrée ( $f_{inp}$ ) tel qu'il est présent à l'entrée de l'analyseur et tel qu'il parvient au mélangeur d'entrée par le biais de l'atténuateur d'entrée (plage de mesure spécifiée : 100 kHz à 3000 MHz).
3. La somme des produits mélangés du 1er oscillateur local ( $f_{LO}$ ) et du spectre d'entrée total ( $f_{inp}$ ). Avec une fréquence à mesurer de 100 kHz, la fréquence du 1er oscillateur local est de 3537,4 MHz, la somme est alors égale à 3537,5 MHz. Pour une fréquence de 1000 MHz, la fréquence du 1er oscillateur local doit être égale à 4537,3 MHz et la somme est alors égale à 5537,3 MHz.
4. La différence des produits mélangés du 1er oscillateur local ( $f_{LO}$ ) et du spectre d'entrée total ( $f_{inp}$ ). À 100 kHz, la fréquence du 1er oscillateur local est de 3537,4 MHz, ce qui donne une différence de 3537,3 MHz (3537,4 MHz - 100 kHz). Pour 1000 MHz (4537,3 MHz - 1000 MHz), la différence est de nouveau de 3537,3 MHz.

Après le 1er étage mélangeur, les signaux décrits précédemment sont acheminés à un filtre passe-bande (filtre FI) dont la fréquence centrale est de 3537,3 MHz. Seuls peuvent ainsi parvenir à la sortie du filtre passe-bande la différence des produits mélangés (3537,3 MHz) et le signal du 1er oscillateur local (3537,3 MHz en cas d'accord sur 0 kHz). De là, ils sont soumis à la suite du traitement du signal.

**Remarque:** le « signal de 0 kHz » produit par le 1er oscillateur local est inévitable et peut provoquer des perturbations entre 100 kHz et quelques MHz lors des mesures avec une bande passante de résolution (RBW) de 1 MHz. Ces effets peuvent être évités en sélectionnant une bande passante de résolution plus faible.

Viennent à présent un 2ème étage mélangeur comprenant un 2ème oscillateur local (3200 MHz) et une 2ème FI = 337,3 MHz, puis un 3ème étage mélangeur comprenant un 3ème oscillateur local (348 MHz) et une 3ème FI = 10,7 MHz.

Dans le premier étage FI, le signal est envoyé à travers un filtre passe-bande ayant une bande passante réglable ou sélectionnée automatiquement de manière optimale par l'appareil de 1000 kHz, 120 kHz ou 9 kHz, puis il est appliqué à un démodulateur AM. Le logarithme du signal (signal vidéo) est calculé et celui-ci est acheminé directement à un convertisseur analogique/numérique par le biais d'un filtre passe-bas (filtre vidéo). Les données du signal sont mémorisées dans une RAM, le signal ayant la fréquence la plus basse étant mémorisé à l'adresse la plus faible de la RAM et celui ayant la fréquence la plus élevée à l'adresse la plus haute.

Les données du signal qui se trouvent dans la mémoire (A) sont continuellement actualisées (remplacées par de nouvelles données à jour) et de nouveau délivrées sous la forme d'un signal analogique par un convertisseur N/A. Le signal analogique commande l'amplificateur vertical dont la sortie est reliée avec les plaques de déviation du tube cathodique. Plus l'amplitude du signal est élevée, plus le faisceau d'électrons est dévié (de manière logarithmique) en direction du bord supérieur de la grille. L'écran permet d'afficher une plage dynamique de 80 ou de 40 dB qui peut être déplacée sur l'ensemble de la plage d'entrée de -110 à +20 dBm en réglant le niveau de référence. Cela est comparable à un amplificateur dit à fenêtre sur les oscilloscopes (amplificateur différentiel avec offset).

La déviation horizontale est réalisée avec une tension en dents de scie qui est dérivée de l'adressage de la RAM. Le signal ayant la fréquence la plus faible est affiché au début de la grille et celui ayant la fréquence la plus élevée à droite de celle-ci sur le tube cathodique. Le temps d'un trajet de la trace dans le sens horizontal est égal à la durée de wobulation de la plage de fréquence réglée avec SPAN et il est indiqué dans le Readout par (SW...).

Il existe entre la plage de fréquences à analyser (réglage SPAN) et la bande passante de résolution (RBW) des relations physiques qui peuvent donner lieu à l'affichage de niveaux de signal trop faibles. Les défauts de ce type se produisent lorsque le temps de mesure est trop court ou lorsque la vitesse de wobulation est trop élevée et ne satisfait pas aux exigences en matière de temps de réponse requis par le filtre FI et/ou vidéo. L'appareil signale alors un temps de mesure (SW...) « uncal » (non calibré) dans la zone d'affichage.

### Fonctionnement normal et fonctionnement avec une excursion nulle

Lors de la mesure, il existe une différence entre le fonctionnement avec une excursion nulle (étendue de la plage de mesure = excursion égale à zéro) et le fonctionnement normal (excursion de 1 à 3000 MHz).

En mode excursion nulle, le 1er oscillateur local génère une première fréquence qui est supérieure de 3537,3 MHz à la fréquence d'entrée à analyser. L'analyseur n'affiche alors que la fréquence d'entrée souhaitée (fréquence centrale) ainsi que les

fréquences que laissent passer les filtres FI en fonction de la bande passante de résolution (RBW) sélectionnée. L'appareil est donc désormais un mesureur de niveau, niveau qu'il indique de manière logarithmique par la position de la ligne du zéro avec le calibre sélectionné, tout comme un oscilloscope qui indique un niveau CC (linéaire).

En fonctionnement normal (excursion de 1 à 3000 MHz), l'appareil affiche une plage de fréquences dont l'étendue dépend du réglage de l'excursion (SPAN). Si la fréquence centrale est de 500 MHz, par exemple, et l'excursion de 1000 MHz (pleine excursion), la mesure commence alors à 0 kHz (affiché au bord gauche de l'écran) et se termine à 1000 MHz (bord droit de l'écran). Avec ce réglage, la fréquence du 1er oscillateur local augmente de manière linéaire dans le temps de 3537,3 MHz à 4537,3 MHz jusqu'à ce qu'un balayage soit terminé et que le prochain commence. L'appareil permet aussi de sélectionner directement une fréquence de départ et d'arrêt.

Les données mémorisées du signal peuvent être conditionnées et transmises par le biais de l'interface série à un PC qui permet également de commander l'appareil à distance. Les fonctions disponibles sont notamment le calcul de la moyenne, la détection de la valeur maximale, la transmission d'un spectre de la mémoire A vers la mémoire B, l'affichage alterné des deux mémoires, le calcul de la différence et l'affichage de A-B. Ces opérations sont effectuées au niveau numérique.

L'interprétation des mesures est facilitée par le niveau de référence (REF. LEVEL) qui peut être prédéfini dans de larges limites ou sélectionné automatiquement ainsi que par les deux marqueurs de fréquence qui peuvent être placés automatiquement sur le maximum du spectre affiché, le deuxième indiquant la différence de fréquence et la différence de niveau entre les deux marqueurs.

L'appareil dispose en outre d'une sortie de signal de test qui délivre un spectre de référence et qui peut également être reliée avec l'entrée pour réaliser un autocontrôle (externe).

Un balayage peut être déclenché par le biais d'une entrée de déclenchement externe.

## Éléments de commande et Readout

Les fonctions identifiées par \* sont sélectionnées par une pression prolongée sur la touche correspondante.

Toutes les touches, à l'exception de DISPLAY MODE, dB/Div., ATTENUATION (flèche vers le haut et le bas), COPY A→B, RBW, VBW ainsi que le clavier numérique sont des touches lumineuses et sont allumées tant que la fonction correspondante est activée.

Les touches CENTER, SPAN, START, STOP, INTENS, FOCUS, TRACE, MARKER, REF. LEVEL, TESTSIGNAL LEVEL et PHONE sont des touches de sélection et seule la touche actionnée s'allume.

Une saisie au clavier suppose que la touche de fonction correspondante est allumée, sinon il faut tout d'abord appuyer sur celle-ci. La saisie apparaît alors en bas dans la zone gauche du Readout avec indication de la fonction. Une pression sur la touche de fonction allumée valide la valeur saisie et la transfère dans la zone d'affichage, la ligne de saisie disparaît. Si la valeur saisie est supérieure à la limite autorisée, la valeur maximale sera automatiquement adoptée.

Le codeur rotatif est toujours actif lorsqu'une touche de fonction est allumée. Si la valeur saisie avec le codeur rotatif est supérieure à la limite autorisée, la valeur maximale sera automatiquement adoptée et un signal sonore sera émis.

### ① POWER

Interrupteur Marche/Arrêt avec les symboles I pour Marche et O pour Arrêt.

L'interrupteur Marche/Arrêt s'enclenche une fois enfoncé. Le logo HAMEG apparaît en premier lorsque le tube cathodique est chaud, ensuite la version du logiciel. La luminosité est ici prédéfinie afin que l'image soit visible indépendamment du réglage actuel de la luminosité, faute de quoi une faible luminosité réglée pourrait laisser supposer un défaut de l'appareil. La version du logiciel est ensuite remplacée par l'affichage des paramètres (Readout) sur les bords supérieurs gauche et droit de l'écran. En l'absence de signal, la ligne de base apparaît en même temps au niveau du bord inférieur sous la forme d'une bande de bruit plus ou moins large.

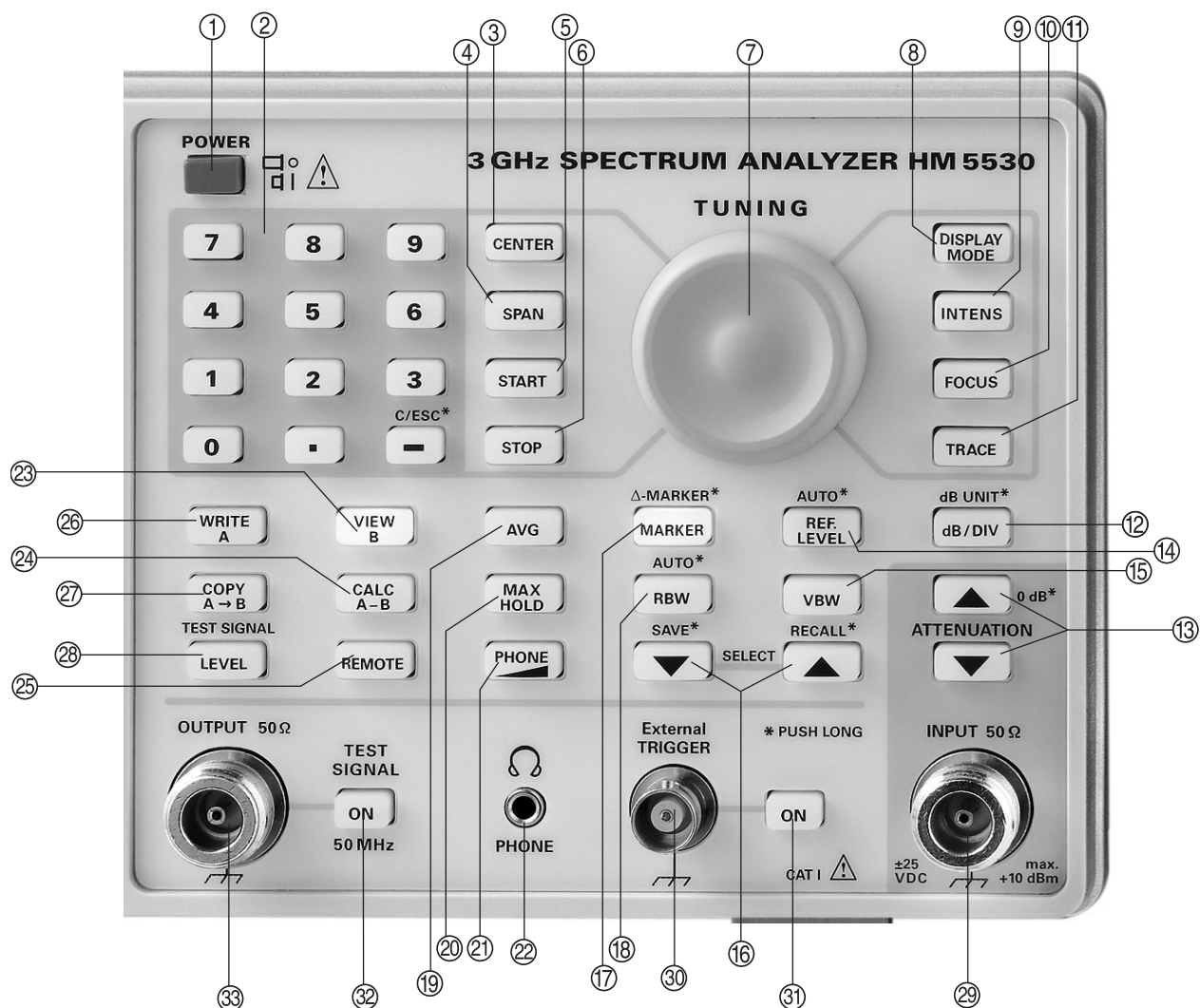
### Remarque:

En éteignant l'appareil, toutes les informations contenues dans la mémoire à l'exception des réglages de l'appareil sont perdues. Après la mise sous tension, les 8 paramètres du Readout reprennent les valeurs qu'ils avaient avant l'arrêt. Les fonctions activées avant l'arrêt ne sont pas rappelées, seules les touches CENTER ③ et WRITE A ⑳ sont allumées.

### ② Clavier

10 touches numériques plus un point décimal pour la saisie des valeurs numériques des paramètres suivants: fréquence centrale CENTER ③, excursion SPAN ④, fréquence de départ START ⑤, fréquence d'arrêt STOP ⑥, MARKER / Δ-MARKER\* ⑰, REF. LEVEL ⑱, niveau du signal de TEST ㉑.

**La touche C/ESC\* possède une triple fonction:** Signe moins, effacement un caractère après l'autre par une brève pres-



sion, effacement de tous les caractères de la zone de saisie du Readout par une pression prolongée.

Avant toute saisie d'une valeur, il faut systématiquement appuyer tout d'abord sur la touche de fonction concernée, par exemple CENTER ③, à moins qu'elle soit déjà allumée. La saisie apparaît en bas dans la partie gauche du Readout, précédée de l'indication de la fonction. Après la saisie, une pression sur la touche de fonction allumée valide la valeur saisie et la transfère dans le champ correspondant du Readout. Une saisie suivie d'une pression sur une touche non allumée est ignorée et effacée.

Si la valeur saisie est supérieure à une limite autorisée, seule la valeur maximale sera alors adoptée et aucun signal sonore d'alerte ne sera émis.


### ③ CENTER

Réglage de la fréquence centrale avec le CLAVIER ② ou le CODEUR ROTATIF ⑦. Pour ce faire, il faut tout d'abord appuyer sur la touche pour l'allumer, ce qui active immédiatement le codeur rotatif. Une saisie au clavier n'est validée qu'après une deuxième pression sur la touche CENTER ③ et s'affiche à gauche (CF = Center Frequency). Les valeurs autorisées vont de 0 à 3000 MHz. Le signal correspondant à la fréquence centrale réglée est affiché au centre de l'écran, sous réserve que l'excursion réglée soit différente de 0.

### ④ SPAN


L'excursion est l'étendue du spectre affiché. Sélection avec le CLAVIER ② ou le CODEUR ROTATIF ⑦. Pour ce faire, il

faut tout d'abord appuyer sur la touche pour l'allumer, ce qui active immédiatement le codeur rotatif. Une saisie au clavier n'est validée qu'après une deuxième pression sur la touche et s'affiche à gauche (SF = Span Frequency). Les valeurs autorisées vont de 1 à 3000 MHz ou la valeur 0 (excursion nulle). L'excursion et la fréquence centrale déterminent la fréquence de départ à gauche de l'écran et la fréquence d'arrêt à droite.

 La plage de fréquence spécifiée s'étend de 100 kHz à 3 GHz. L'affichage des signaux <100 kHz n'est pas garanti!

Exemple:

Avec une fréquence centrale de 300 MHz et une excursion de 500 MHz la mesure est effectuée de 50 MHz (300 MHz - ½ excursion) à 550 MHz (300 MHz + ½ excursion).

 L'appareil indique la durée de wobulation dans le champ d'affichage de droite (SW = Sweep). Il adapte automatiquement la durée de wobulation aux valeurs sélectionnées de l'excursion, de la bande passante de résolution (RBW) et du filtre vidéo (VBW). S'il ne peut plus la réduire, il affiche alors «uncal» à la place de la durée de wobulation pour signaler que les valeurs mesurées ne sont plus restituées avec une amplitude exacte.

L'excursion nulle [ZERO SPAN], après avoir saisi la fréquence 0 (affichage SP 000.000 MHz), est un mode de fonctionne-

ment particulier. L'appareil devient alors un mesureur de niveau sélectif du signal à la fréquence centrale. L'affichage correspond à celui d'un oscilloscope qui mesure un niveau de tension continue, ce qui veut dire que la ligne du zéro se décale du niveau du signal de la fréquence centrale. Le niveau peut être relevé avec un calibre de 10 ou de 5 dB/division, suivant le réglage.

### ⑤ START

Réglage de la fréquence de départ. Pour ce faire, il faut tout d'abord appuyer sur la touche pour l'allumer, ce qui active immédiatement le CODEUR ROTATIF ⑦. Une saisie au CLAVIER ② n'est validée qu'après une nouvelle pression sur la touche et s'affiche à gauche (SR = Start) à la place de la fréquence centrale (CF). Les valeurs autorisées vont de 0 à 3000 MHz.

Le choix d'un couple de fréquences de départ et d'arrêt est une deuxième méthode de réglage du spectre représenté à l'écran et permet d'éviter le calcul du départ et de l'arrêt à partir de la fréquence centrale et de l'excursion.

La fréquence de départ actuelle s'affiche systématiquement après avoir appuyé sur la touche.

En cas de tentative de régler une combinaison incohérente, c'est-à-dire une fréquence de départ supérieure à la fréquence d'arrêt, l'appareil attribue alors la même valeur aux deux fréquences et passe en mode excursion nulle (voir SPAN).

### ⑥ STOP

Réglage de la fréquence d'arrêt. Pour ce faire, il faut tout d'abord appuyer sur la touche pour l'allumer, ce qui active immédiatement le CODEUR ROTATIF ⑦. Une saisie au CLAVIER ② n'est validée qu'après une nouvelle pression sur la touche et s'affiche à gauche (ST = Stop) à la place de l'excursion (SF). Les valeurs autorisées vont de 0 à 3000 MHz.

La fréquence d'arrêt actuelle s'affiche systématiquement après avoir appuyé sur la touche.

En cas de tentative de régler une combinaison incohérente, c'est-à-dire une fréquence d'arrêt inférieure à la fréquence de départ, l'appareil attribue alors la même valeur aux deux fréquences et passe en mode excursion nulle (voir SPAN).

### ⑦ TUNING (codeur rotatif)

Codeur rotatif pour la saisie ou la modification des paramètres suivants: fréquence centrale CENTER ③, SPAN ④, fréquence de départ START ⑤, fréquence d'arrêt STOP ⑥, MARKER/Δ-MARKER\* ⑰, REF.-LEVEL ⑱, niveau du signal de TEST ⑳, luminosité (INTENS) ⑨, astigmatisme (FOCUS) ⑩, rotation de la trace (TRACE rotation) ⑪ et volume (PHONE) ㉑. Une tentative de saisir une valeur supérieure à une limite autorisée entraîne l'adoption et l'affichage de la valeur maximale autorisée et l'émission d'un signal sonore.

### ⑧ DISPLAY MODE

Une pression sur cette touche permet de modifier la luminosité de l'affichage des paramètres dans le Readout par paliers de 100 %, 50 % et 0 %. La séquence est 100 %, 50 %, 0 %, puis de nouveau 100 %.

### ⑨ INTENS

Réglage de la luminosité avec le codeur ROTATIF ⑦. La luminosité augmente en tournant vers la droite, diminue en tournant vers la gauche. Il ne faut augmenter la luminosité qu'à un niveau qui permet une lecture correcte, car une lumi-

nosité excessive n'apporte aucune amélioration et dégrade l'astigmatisme.

### ⑩ FOCUS

Réglage de l'astigmatisme avec le CODEUR ROTATIF ⑦. Le réglage correct produit un astigmatisme régulier de l'ensemble de l'image et ne doit être effectué qu'après avoir réglé la luminosité, car celle-ci influence l'astigmatisme.

### ⑪ TRACE

Réglage de la rotation de la trace avec le CODEUR ROTATIF ⑦. Une pression sur cette touche fait apparaître un rectangle avec une ligne centrale horizontale à la place du spectre. Le codeur rotatif permet de faire pivoter celui-ci autour de son point central de sorte que cette ligne centrale coïncide avec la ligne centrale de la grille. Une légère déformation en coussin du rectangle ne peut pas être corrigée, mais elle n'a aucune influence sur la précision de mesure.

### ⑫ dB/DIV

**dB UNIT\*** (\* veut dire pression prolongée)  
Pression brève sur la touche pour sélectionner le calibre 10 dB/div. ou 5 dB/div. Affichage dans le Readout après l'indication AT ... dB : ... dB/

Pression prolongée sur la touche pour sélectionner l'unité de mesure dBm, dBmV ou dBμV. L'indication de tous les champs concernés (RL...dBm), (ML...dBm), (TL...dBm) change. La touche ne s'allume pas.

### ⑬ ATTENUATION ▲▼

Atténuateur d'entrée. Cette touche non éclairée permet de sélectionner l'atténuateur d'entrée de (0) 10 à 50 dB par pas de 10 dB. Affichage dans le Readout (AT...dB).



**0 dB\* veut dire que pour des raisons de sécurité, la position 0 dB ne peut être activée que par une pression prolongée sur la touche du haut, ceci afin de réduire le risque de destruction de l'étage d'entrée ou du mélangeur.**

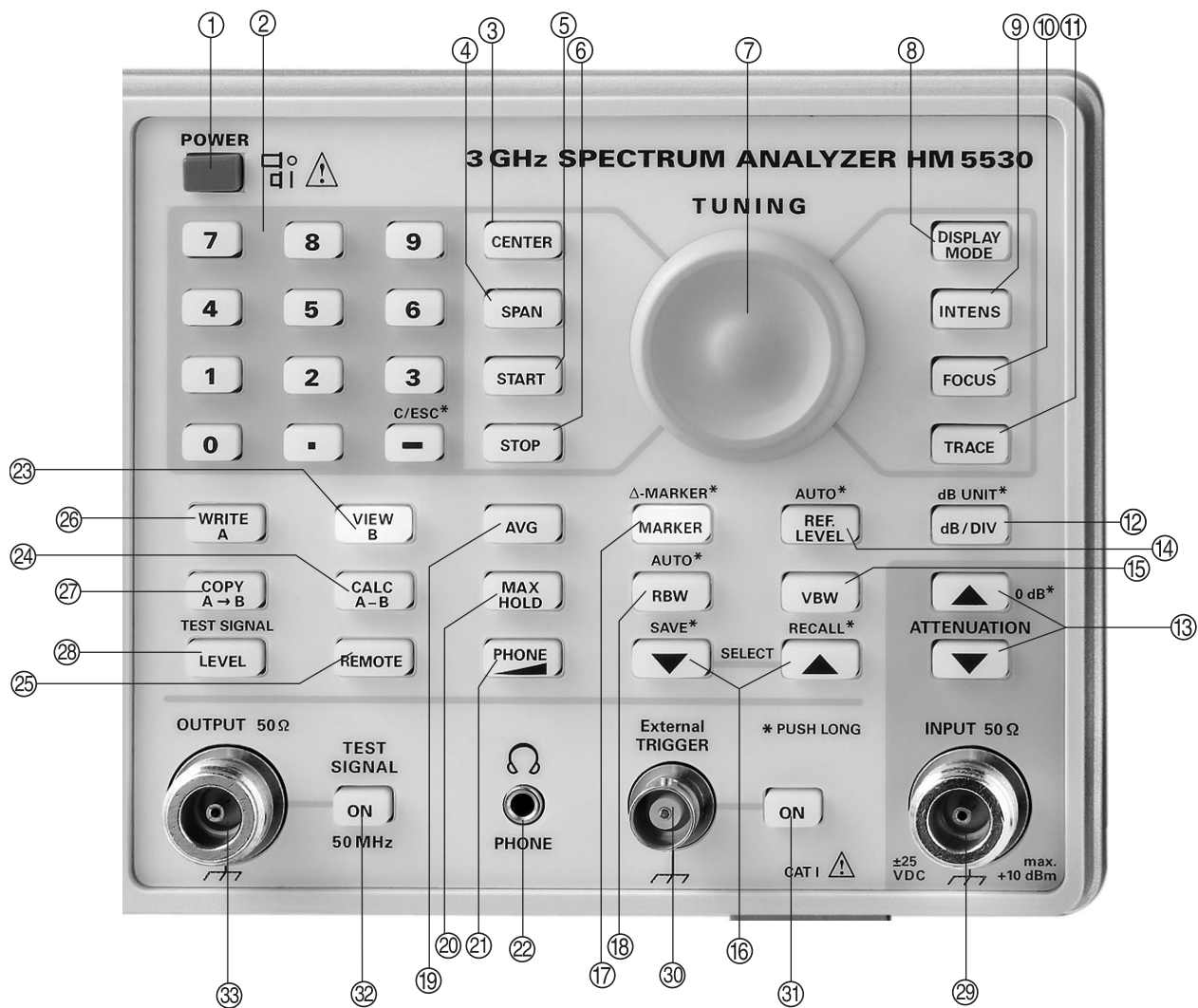
Il convient en outre de signaler qu'il est particulièrement important de ne pas dépasser les tensions d'entrée maximales admissibles, car du fait de son principe de fonctionnement, un analyseur de spectre n'affiche dans certaines circonstances qu'une partie du spectre du signal actuellement appliqué et que les niveaux trop élevés en-dehors de la plage de fréquences représentée peuvent entraîner une destruction de l'étage d'entrée.

### ⑭ REF.-LEVEL

**AUTO\*** (\* veut dire pression prolongée)  
Réglage du niveau de référence avec le CLAVIER ② ou le CODEUR ROTATIF ⑦. Pour ce faire, il faut tout d'abord appuyer sur la touche pour l'allumer, ce qui active immédiatement le codeur rotatif. Une saisie au clavier n'est validée qu'après une nouvelle pression sur la touche. La plage de réglage autorisée est comprise entre -110 et +20 dBm. La valeur actuelle est affichée à droite (RL = Reference Level).

**AUTO\*** veut dire qu'une pression prolongée sur cette touche active l'adaptation automatique du niveau de référence, ce qui est indiqué dans le Readout par (RL\*...dBm). Une nouvelle pression prolongée désactive l'adaptation automatique. Si la bande de bruit se trouve déjà au bord inférieur de la grille, il est alors impossible d'augmenter encore plus le niveau de référence, c'est-à-dire de le décaler davantage vers le bas avec le clavier ou le codeur rotatif, un signal sonore d'alerte est émis. Il peut seulement être





réduit, dans quel cas la bande de bruit se décale vers le haut, ce qui réduit la plage dynamique de l'affichage. La bande de bruit disparaît si elle se trouvait au niveau du bord inférieur de la grille au moment de changer le calibre de 10 dB/div. à 5 dB/div. Elle peut être ramenée dans le champ de vision en réduisant le niveau de référence.

### Interprétation des mesures

Les valeurs mesurées affichées tiennent automatiquement compte de tous les réglages, c'est-à-dire aussi l'atténuation d'entrée réglée, et affichent de ce fait l'amplitude vraie des points de mesure sélectionnés en dBm, dBmV ou dBμV.



**Le niveau de référence se rapporte au bord supérieur de la grille à partir duquel toutes les valeurs sont à calculer vers le bas, ce qui est l'inverse des oscilloscopes! Si RL = 0 dBm, le bord inférieur de la grille correspond alors à -80 dBm à 10 dB/div. ou à -40 dBm à 5 dB/div.**

Le niveau de référence correspond à une tension d'offset sur un oscilloscope, il peut être réglé à une valeur quelconque au sein de la plage autorisée en vue de faciliter la lecture, mais il n'influence pas la sensibilité ni le calibrage. Comme dans le cas d'un oscilloscope avec amplificateur différentiel et tension d'offset calibrée, il s'agit du décalage d'une fenêtre ayant une étendue dynamique de 80 ou de 40 dB au sein de la plage RL de -110 à +20 dBm.

Il existe deux possibilités de lecture: directement à l'écran ou après avoir placé le 1er marqueur sur le point de mesure (généralement la crête d'une ligne spectrale).

La lecture à l'écran s'effectue en relevant le nombre de cm entre le niveau de référence au bord supérieur de la grille et le point de mesure, puis en les multipliant par le calibre, par exemple 10 dB/div. Si le niveau de référence est de 0 dB, par exemple, et que le point de mesure du spectre affiché se trouve 1 cm au-dessous, on obtient alors -10 dBm.

En plaçant le 1er marqueur sur le point de mesure, il est alors possible de relever directement « ML -10 dBm » dans le Readout de gauche, car l'indication du marqueur tient déjà compte du niveau de référence.

- 15 **VBW** (Bande passante vidéo)  
Bascule le filtre vidéo de 50 kHz à 4 kHz pour réduire la bande passante vidéo, ce qui est indiqué à gauche du Readout (VB = Video Bandwidth). Ce filtre permet de réduire le bruit de sorte que les signaux faibles peuvent ainsi éventuellement être rendus visibles. Il est déconseillé d'utiliser le filtre avec des signaux impulsionnels.



**L'activation du filtre diminue la vitesse de balayage admissible. Si l'excursion sélectionnée est trop importante, les amplitudes sont alors affichées trop petites, ce qui est signalé par l'indication « uncal » à la place de la durée de wobulation (SW...). Il**

faut alors réduire l'excursion (SPAN) jusqu'à ce que l'indication «uncal» disparaisse. Avant cela, il faut amener le signal au centre de l'écran en réglant la fréquence centrale CENTER ③, faute de quoi il risque de sortir de la plage de mesure, c'est-à-dire se retrouver hors de l'écran.

#### ⑩ SAVE\* / RECALL\*

(\* veut dire pression prolongée)

Ces touches permettent de mémoriser ou de rappeler jusqu'à 10 configurations de l'appareil. Seuls sont mémorisés les 8 paramètres affichés dans le Readout et les valeurs sont conservées même après avoir éteint l'appareil. Seules les touches CENTER ③ et WRITE A ⑫ s'allument cependant à la mise en marche, et ce indépendamment des touches de fonction qui étaient allumées lors de la mémorisation ou de l'arrêt.

Pour mémoriser une configuration de l'appareil, il faut tout d'abord appuyer brièvement sur la touche SAVE: «SAVE 0» (ou un autre chiffre de 0 à 9) s'affiche alors en bas à droite dans le Readout à la place de la durée de wobulation (SW...). Vous disposez alors de 2 secondes pour incrémenter ce chiffre avec la touche SAVE ou pour le décrémenter avec la touche RECALL jusqu'à afficher l'emplacement souhaité de la mémoire. Une pression sur l'une des deux touches prolonge le temps disponible. Pour mémoriser la configuration actuelle de l'appareil dans l'emplacement de mémoire sélectionné, exercer une pression prolongée sur la touche SAVE jusqu'à l'acquiescement de la mémorisation par un signal sonore. L'indication de la durée de wobulation réapparaît alors.

Si aucune des touches SAVE ou RECALL n'est actionnée dans les 2 secondes après la première pression brève, la fonction est annulée et la durée de la wobulation réapparaît.

Pour rappeler une configuration mémorisée de l'appareil, appuyer brièvement sur RECALL pour afficher «RECALL 0» (ou un autre chiffre de 0 à 9). Vous disposez alors de 2 secondes pour incrémenter ce chiffre avec la touche SAVE ou pour le décrémenter avec la touche RECALL jusqu'à sélectionner l'emplacement souhaité de la mémoire. Une pression prolongée sur la touche RECALL rappelle la configuration sélectionnée.

Contrairement au HM5014-2, les touches SAVE et RECALL fonctionnent également lorsque les fonctions AVG ou MAX HOLD sont activées, mais celles-ci sont cependant désactivées lors de la mémorisation ou de l'arrêt.

#### ⑪ MARKER Δ-MARKER\*

(\* veut dire pression prolongée)

Marqueur de fréquence et marqueur delta. Une brève pression active un marqueur (symbole en forme de croix) et le Readout affiche à gauche la fréquence (MF = Marker Frequency) et le niveau (ML = Marker Level). Le marqueur apparaît à la fréquence où il se trouvait en dernier. Une deuxième pression brève sur cette touche positionne automatiquement le marqueur sur la valeur maximale du spectre affiché. Le 1er marqueur peut être placé à l'aide du clavier ou déplacé avec le codeur rotatif.

Une pression prolongée active un deuxième marqueur (marqueur delta) symbolisé par un losange et, à la place de MF et de ML, le Readout affiche, avec le signe correct, la différence de fréquence (DF = Delta Frequency) et la différence de niveau (DL = Delta Level) entre les deux marqueurs. Une

deuxième pression prolongée sur cette touche positionne automatiquement le marqueur delta sur le maximum du spectre affiché. La différence de fréquence peut à présent être modifiée avec le codeur rotatif.

Lorsque les deux marqueurs sont activés, le codeur rotatif peut être affecté au 1er marqueur par une brève pression sur la touche et au 2ème par une pression prolongée, cette dernière étant signalée par un bip sonore.

La fonction de marqueur ne peut être désactivée qu'en appuyant sur une autre touche de fonction.

#### ⑫ RBW

**AUTO\*** (\* veut dire pression prolongée)

Sélection de la bande passante de résolution de l'amplificateur à fréquence intermédiaire : 1000 kHz, 120 kHz ou 9 kHz. Affichage de (RB Resolution Bandwidth) à gauche dans le Readout.

Une pression prolongée active une sélection automatique de la bande passante de résolution optimale, ce qui est indiqué dans le Readout par (R\*...kHz). Une nouvelle pression prolongée désactive la fonction.

La bande passante est encore réduite si le filtre vidéo VBW ⑬ a été activé (VB 4 kHz). Le signal de mesure déclenche le filtre de manière à ce que soit représentée (wobulée) la courbe de passage du filtre à chaque fois activé, sous réserve que la wobulation n'ait pas été désactivée par une excursion nulle. L'amplitude correspond au niveau du signal, sous réserve que le Readout n'indique par «uncal».

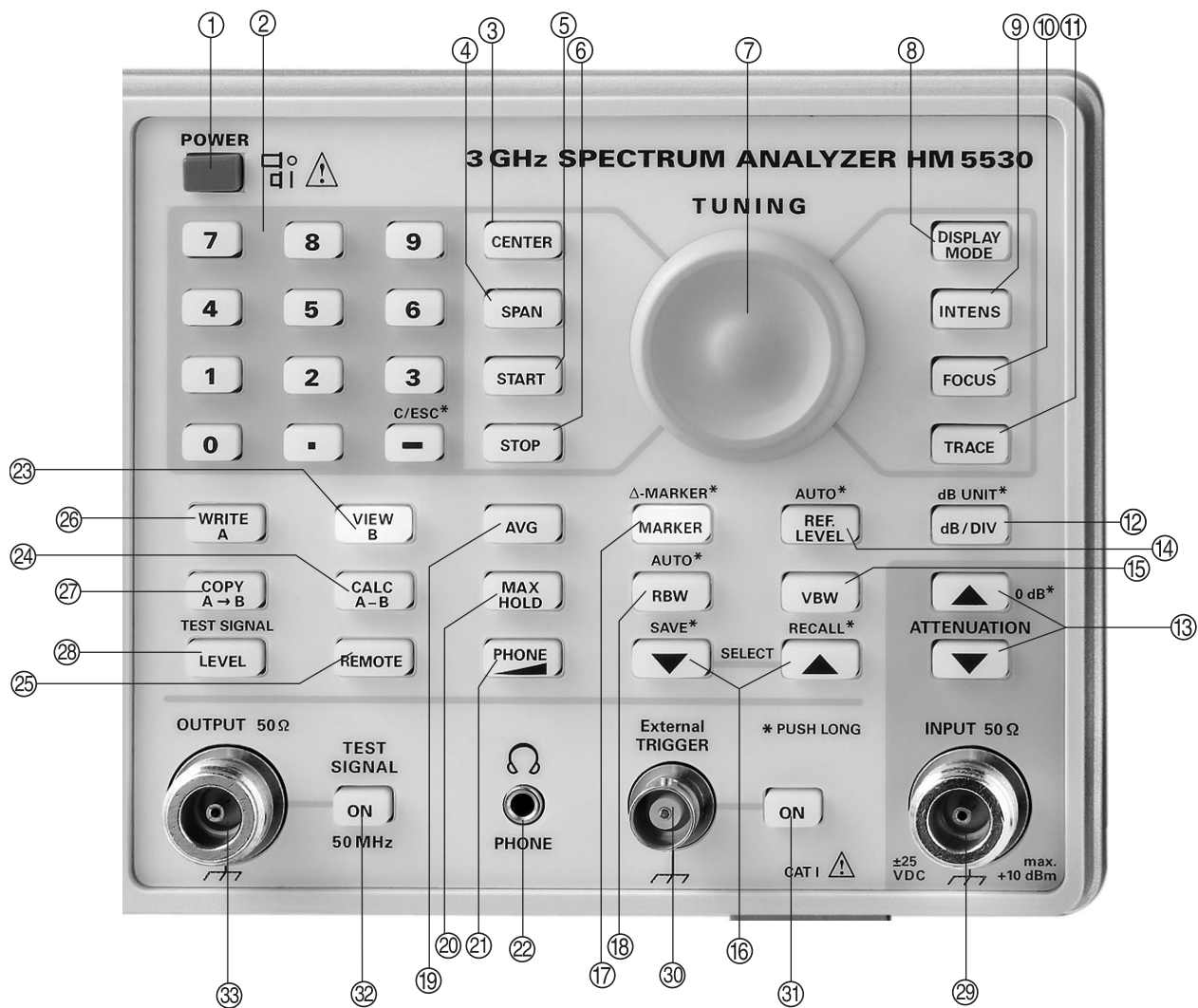
La représentation séparée de deux fréquences voisines par l'analyseur de spectre dépend de la bande passante FI (RBW). Deux signaux sinusoïdaux de même niveau et ayant une différence de fréquence de 40 kHz peuvent ainsi encore être reconnus comme deux signaux distincts si la RBW est réglée à 9 kHz. Avec une RBW de 120 kHz ou de 1 MHz, les signaux fusionneraient entre eux au point d'apparaître comme un seul signal.

Une bande passante de résolution (RBW) plus faible, c'est-à-dire une résolution plus élevée, permet d'afficher plus de détails du spectre, mais entraîne également un temps de réponse plus élevé du filtre. L'appareil sélectionne automatiquement une durée de wobulation plus longue si l'excursion réglée pour une RBW donnée est trop élevée, ceci afin de donner au filtre un temps de réponse suffisant, sinon les amplitudes correctes ne seraient plus atteintes. Si la durée de wobulation plus lente prévue ne suffit plus, le Readout affiche alors « uncal » à la place de celle-ci (SW...). La durée de wobulation plus lente donne lieu à un taux de répétition plus faible de la mesure. Pour retrouver un affichage calibré des valeurs mesurées, il faut réduire l'excursion SPAN 4. Une bande passante plus étroite réduit le bruit et augmente la sensibilité de réception utilisable, ce qui se traduit, lors du basculement de 1 MHz sur 9 kHz par exemple, par une amplitude de bruit plus faible et son décalage vers le bord inférieur de la grille.

#### ⑬ AVG (Moyenne)

Activation et désactivation du calcul de la valeur moyenne. Cette fonction est uniquement signalée par la touche lumineuse, pas dans le Readout. Elle exécute un calcul mathématique de la moyenne mobile en calculant et en affichant une moyenne des valeurs mesurées précédentes et actuelles. Une nouvelle moyenne est alors calculée à partir de la moyenne actuelle et des valeurs mesurées suivantes, puis





affichée. Ce calcul de la moyenne mobile peut être suivi à l'écran. Il amplifie les parts répétitives du signal et atténue celles qui sont aléatoires, ce qui permet d'obtenir une forte réduction du bruit.

Lorsque cette fonction est activée, la fonction MAX HOLD 20 est alors également activée en arrière-plan et inversement, ce qui permet de passer rapidement de l'une à l'autre.

Les fonctions suivantes sont inaccessibles lorsque la fonction AVG est activée, seul un signal sonore d'alerte est émis:

CENTER 3, SPAN 14, START 5, STOP 6. Toutes les autres restent cependant accessibles. Une pression sur COPY A → B 27 transfère de la mémoire A vers la mémoire B le spectre mesuré actuel avec le bruit et non pas le spectre moyen affiché!

En cas de modification du niveau de référence REF.-LEVEL 14, par exemple, il faut alors patienter le temps nécessaire au calcul de la moyenne pour que l'affichage se stabilise de nouveau.

20 MAX HOLD

Cette fonction détermine et enregistre automatiquement le maximum du spectre moyen affiché. Cette fonction est uniquement signalée par la touche lumineuse, pas dans le Readout. La fonction de calcul de la moyenne AVG 19 est activée en même temps, même si sa touche ne s'allume pas, ce qui permet de passer rapidement de l'une à l'autre.

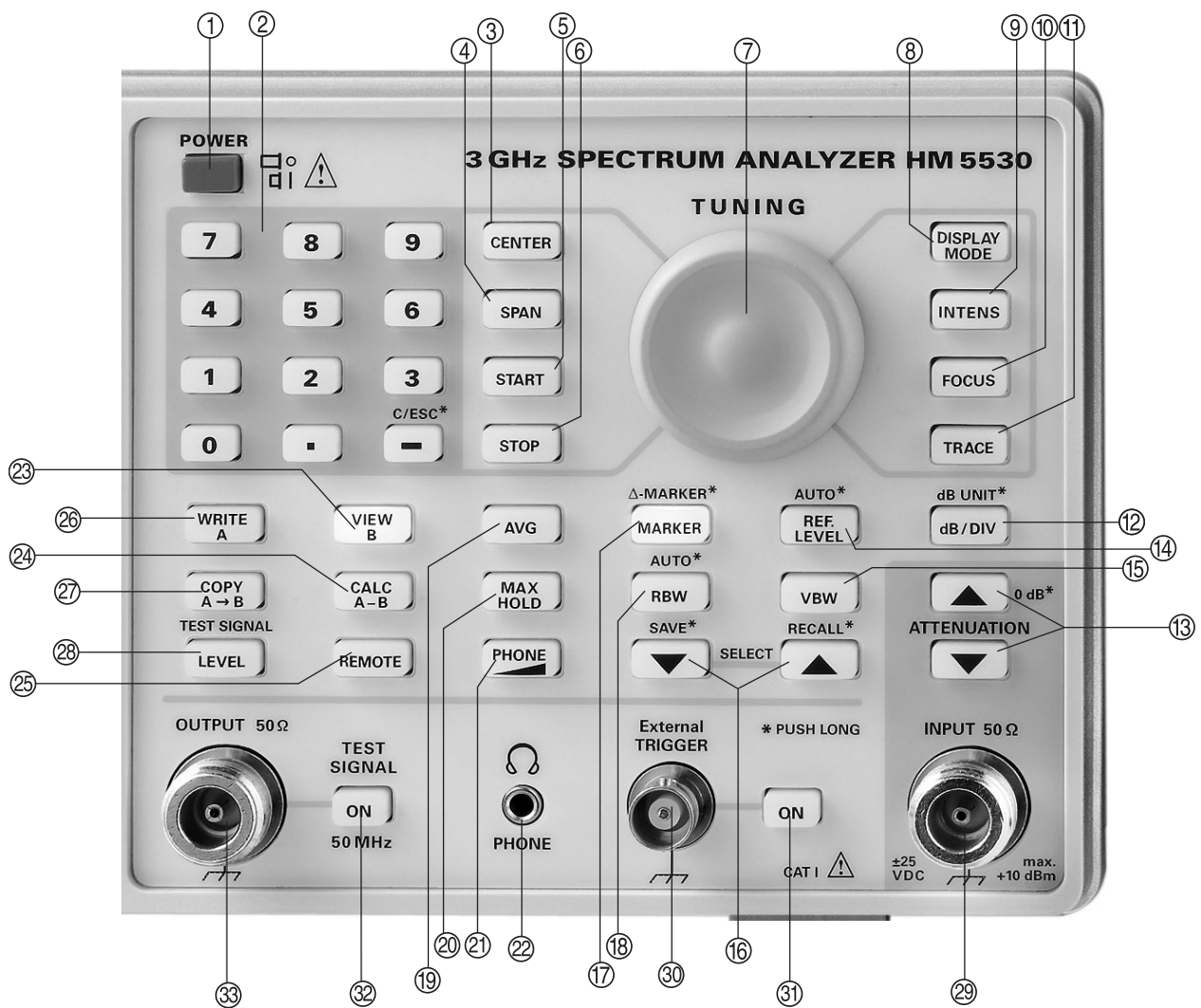
Cette fonction détermine automatiquement le niveau de signal maximum détecté par l'appareil et l'affichage n'est mis à jour que lorsqu'un niveau plus élevé est détecté. Elle permet ainsi une mesure fiable du niveau maximum des signaux même impulsionnels. Il faut cependant toujours patienter jusqu'à ce que l'affichage ne soit plus actualisé et, de ce fait, qu'aucune valeur supérieure ne soit plus détectée.

Une nouvelle pression sur cette touche ou une pression sur l'une des touches VIEW B 23 ou CALC A - B 24 désactive cette fonction. Une pression sur WRITE A 26 ramène au début du calcul de la moyenne mobile et du calcul du maximum, mais désactive la fonction.

Pour garantir un temps de réponse le plus court possible de tous les filtres en présence de signaux impulsionnels, il convient de sélectionner RBW = 1 MHz, VBW = 50 kHz et de régler une excursion la plus petite possible.

21 PHONE (touche)  
Réglage du volume sonore avec le CODEUR ROTATIF 7.

22 PHONE (prise)  
Prise casque pour fiche Jack de 3,5 mm, impédance >8 Ω. Le signal délivré par cette prise provient d'un démodulateur AM et facilite l'identification d'une perturbation, par exemple lors des analyses préliminaires de CEM. En raccordant une antenne à l'entrée de l'analyseur de spectre et en sélectionnant une excursion nulle avec SPAN 4 (SF 000.000 MHz), le réglage de la fréquence centrale 3 permet alors d'effectuer



un accord sur un émetteur. Il faut notamment tenir compte ici des dispositions légales nationales.

moire et affiché à partir de celle-ci. Le contenu de la mémoire est perdu après l'arrêt de l'appareil.

**23 VIEW B**

Une pression sur cette touche ne l'allume que si un spectre a préalablement été mémorisé dans la mémoire B avec la touche COPY A → B (27). Dans l'affirmative, celui-ci est affiché et une touche WRITE A (26) ou CALC A - B (24) qui était préalablement allumée s'éteint. Le cas contraire, un signal sonore d'alerte est émis. Le contenu de la mémoire B est perdu à l'arrêt de l'appareil.

**24 CALC A - B**

Une pression sur cette touche ne l'allume que si un spectre a préalablement été mémorisé dans la mémoire B. Elle affiche alors la différence entre les deux spectres A - B. Une touche WRITE A (26) ou VIEW B (23) qui était préalablement allumée s'éteint, sinon un signal sonore d'alerte est émis. Les trois touches WRITE A (26), VIEW B (23) et CALC A - B (24) permettent d'afficher successivement 3 spectres.

**25 REMOTE**

S'allume lorsque l'appareil est commandé à distance par l'interface. Une pression sur la touche désactive le mode commande à distance.

**26 WRITE A**

L'appareil dispose de deux mémoires A et B. En fonctionnement normal, cette touche est allumée en permanence et signale que le spectre actuel est enregistré dans cette mé-

**27 COPY A → B**

Une pression sur cette touche transfère le spectre affiché dans la deuxième mémoire. Cette touche ne s'allume pas, la touche WRITE A (26) reste allumée, le transfert dans la mémoire B est seulement acquitté par un bip sonore. Si la touche CALC A - B (24) est activée, la fonction de copie est alors inaccessible et produit un signal sonore d'alerte.

**28 TEST SIGNAL LEVEL**

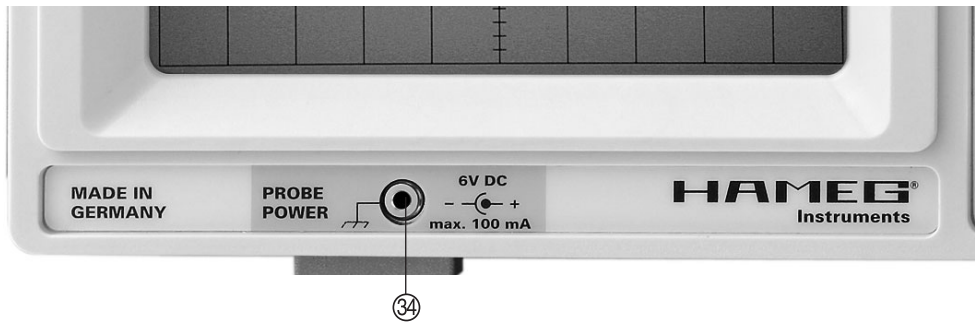
Réglage de l'amplitude du signal de test avec le CODEUR ROTATIF (7) entre -10 et 0 dBm par pas de 0,2 dB.

**29 INPUT 50 Ω**

Prise N d'entrée. En l'absence d'atténuation du signal d'entrée, il ne faut pas dépasser 10 V<sub>CC</sub> ou +10 dBm, +20 dBm avec une atténuation d'entrée de 10 à 50 dB. La borne externe de la prise est reliée avec le boîtier et ainsi avec la terre. Un dépassement des valeurs limites peut entraîner une destruction de l'étage d'entrée.

**30 External TRIGGER**

Prise BNC pour déclenchement externe  
Niveau bas: 0 - +0,8 V, niveau haut: +2,5 - +5 V  
déclenchement sur front positif, seuil de déclenchement type 1,3 V, tension d'entrée maximale ±10 V.



### 31 ON

Touche d'activation du déclenchement externe.

### 32 TEST SIGNAL ON

Touche d'activation/désactivation du signal de test.

### 33 OUTPUT 50 Ω

Prise N de sortie du signal de test. Lorsque la touche ON 31 est allumée, cette prise délivre un signal de test de 50 MHz à spectre à large bande dont le niveau est réglable de 0 à -10 dBm avec le CODEUR ROTATIF 7 après avoir appuyé sur la touche TEST SIGNAL LEVEL 28. La valeur est affichée dans le Readout de droite (TL = Test signal Level). La sortie peut également être reliée directement à l'entrée avec un câble N de 50 Ω pour vérifier le fonctionnement de l'appareil.

### 34 PROBE POWER

Borne d'alimentation électrique (6 V<sub>CC</sub>) des sondes HAMEG. Prise Jack de 2,5 mm. La borne positive se trouve à l'intérieur et peut délivrer un maximum de 100 mA. La borne extérieure est reliée avec le boîtier (potentiel de référence de mesure) et aussi avec la terre.

## Interface RS-232 – Commande à distance

### Attention:

Toutes les bornes de l'interface sont reliées galvaniquement à l'appareil de mesure et ainsi à la terre.

Il est interdit d'effectuer des mesures avec un potentiel de référence élevé qui risque de présenter un risque pour l'appareil de mesure, l'interface et les appareils qui y sont connectés. Les dommages provoqués aux produits HAMEG ne sont pas couverts par la garantie si les consignes de sécurité ne sont pas respectées (voir aussi SÉCURITÉ). HAMEG n'assume en outre aucune responsabilité pour les lésions corporelles ou les dommages aux produits tiers.

### Description

L'appareil de mesure est équipé en face arrière d'une interface RS-232 qui se présente sous la forme d'une prise Sub-D à 9 broches. Cette interface bidirectionnelle permet de commander l'appareil de mesure ou de collecter des paramètres de réglage ou des informations sur le signal depuis un ordinateur.

### Câble RS-232

Le câble doit avoir moins de 3 m de long, être blindé et ne doit pas être croisé (connexion directe 1:1). Le brochage de l'interface RS-232 (prise femelle Sub-D 9 broches) est le suivant :

### Broche

- 2 Tx Data (transmission des données de l'instrument de mesure vers l'appareil externe)
- 3 Rx Data (réception des données de l'appareil externe vers l'instrument de mesure)
- 5 Masse (potentiel de référence relié à la terre par l'appareil de mesure et le cordon secteur avec fil de terre).
- 9 Tension d'alimentation +5 V pour appareils externes (max. 400 mA).

La différence de potentiel maximale entre les bornes 2 et 3 est de ±12 volts.

Protocole RS232 : N-8-1 (sans parité, 8 bits de données, 1 bit d'arrêt)

### Réglage de la vitesse de transmission

À la mise sous tension de l'appareil, l'interface RS232 adopte sa configuration par défaut qui est de 4800 bauds. Cette vitesse peut ensuite être modifiée en 9 600, 38 400 ou 115 200 bauds à l'aide d'une commande.

### Transmission de données

Après la mise sous tension, l'appareil délivre automatiquement sur son interface série le message "HAMEG HM5530" à 9600 bauds.

Un logiciel fonctionnant sous Windows Me, NT 4.0 (avec le Service Pack courant), 2000 et XP est fourni avec l'appareil. Les mises à jour sont publiées sur l'Internet à l'adresse [www.hameg.de](http://www.hameg.de).

### Commandes du PC vers le HM5530

Structure générale: Toute instruction/interrogation doit commencer par le caractère " # " [23 hex = 35 déc] suivi de 2 lettres (par exemple TG pour générateur suiveur). S'il s'agit d'une instruction, les paramètres doivent venir à la suite des lettres. Chaque instruction doit se terminer par le code de la touche " Entrée " (hex : 0x0d). Les minuscules et majuscules ne sont pas différenciées (TG = tg). L'unité de mesure étant toujours explicite (par exemple l'excursion s'exprime toujours en MHz), elle n'est pas précisée.

### Liste des instructions de paramétrage:

(E) désigne la touche Entrée

Caractère (CR) – retour chariot

#kl0(E) = déverrouillage des touches (= mode commande à distance désactivé)

#kl1(E) = verrouillage des touches (= mode commande à distance activé, la LED Remote est allumée)

Les instructions suivantes sont seulement exécutées en mode commande à distance (LED Remote allumée, kl1).

**Amplitude:**

#rl-30.0(E) = Referenz level (Unit: dBm or dBmV, or dBµV)  
 #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 : dBµV

**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 dBµV)  
 #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)

Remarque :

L'analyseur de spectre renvoie " RD " (CR) après la réception et l'exécution d'une instruction.

**Interrogation des paramètres (liste des instructions d'interrogation):**

L'appareil répond aux interrogations suivantes même s'il ne se trouve pas en mode commande à distance (Remote éteinte, KLO):

**Syntaxe :**

#xx(E) = envoi les paramètres de xx (xx = tg, tl, rl, vi,

at, bw, sp, cf, db, kl, hm, vn, vm, dm, uc)

Remarque :

Toutes les instructions sont déjà mentionnées et décrites dans la liste des instructions de paramétrage à l'exception des suivantes :

#hm(E) = demande le type d'appareil  
 #vn(E) = demande la version du logiciel

**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 "CFxxxx.xxx" (in MHz)  
 #sp(E) = Span frequency "SPxxxx.xxx" (in MHz)  
 #sr(E) = Start frequency "SRxxxx.xxx" (in MHz)  
 #st(E) = Stop frequency "STxxxx.xxx" (in MHz)

**Marker:**

#mf(E) = Marker frequency "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) = 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)

1er exemple :

#uc(E) (non calibré) : le PC envoie #uc(CR). L'instrument répond par UC0(CR) (calibré) ou UC1(CR) (non calibré)

2ème exemple :

#vn(E) : le PC demande le numéro de version en envoyant #vn(CR). L'instrument répond par x.xx(CR) où x.xx est, par exemple, 1.23

3ème exemple :

#hm(E) : le PC demande le type d'appareil en envoyant #hm(CR). L'instrument répond par 5530 (CR)



4ème exemple : le PC envoie une séquence d'instructions à l'analyseur :

```
#kl1(E) = active le mode commande à distance.
#cf0752.000(E) = fixe la fréquence centrale à 752 MHz
#sp2(E) = fixe l'excursion à 2 MHz
#bw120(E) = fixe la bande passante à 120 kHz
#kl0(E) = passe en mode manuel
```

Si une instruction envoyée n'est pas reconnue, l'instrument ne renvoie aucune information au PC (aucun paramètre ni de RD (CR)).

### Description détaillée de l'instruction #bm1

#BM1(CR) = mode bloc (transmission de 2048 octets de données par l'interface RS232)

Les données transférées se composent de 2048 octets : trans\_byte [0] à trans\_byte [2047]

Ces 2048 octets de données contiennent 2001 octets de signal, les paramètres de la fréquence centrale et une somme de contrôle des octets du signal.

Les données du signal occupent les octets suivants des données transmises : trans\_byte[n] = sig\_data[n] (n = 0 à n = 2000):  
trans\_byte[0] = sig\_data[0]

trans\_byte[2000] = sig\_data[2000]

La somme de contrôle est une valeur de 24 bits (= 3 octets) calculée comme suit :

somme de contrôle = sig\_data[0]+sig\_data[1]+ ... sig\_data[1999]+ sig\_data[2000] (somme de toutes les données du signal)

Les 24 bits de la somme de contrôle occupent les octets suivants des données transmises :

trans\_byte[2044] = 1er octet de la somme de contrôle [octet de poids fort]  
trans\_byte[2045] = 2ème octet de la somme de contrôle  
trans\_byte[2046] = 3ème octet de la somme de contrôle [octet de poids faible]

Les paramètres de la fréquence centrale occupent les octets suivants des données transmises :

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' à '9'] Exemple : CF0623.450 (ces octets ne sont pas utilisés pour le calcul de la somme de contrôle)

Le dernier caractère est toujours un retour chariot (CR)

trans\_byte[2047] = 0D hex (retour chariot)

Tous les autres octets " libres " prennent la valeur (00hex).

### Relation entre les données du signal et la représentation sur le tube cathodique:

Les données du signal sont le résultat de 2001 conversions analogique/numérique pendant une période de volubation.

Position X:

Le premier octet " sig\_data[0] " correspond au premier point sur l'écran cathodique, celui qui coïncide avec la ligne gauche de la grille. Il est suivi de manière linéaire par tous les autres octets

jusqu'à sig\_dat[2000], lequel coïncide avec la ligne droite de la grille. La fréquence de chacun des points peut être déterminée à partir de la fréquence centrale et de l'excursion.

Fréquence (x) = (fréquence centrale - 0,5 \* excursion) + excursion \* x/2000

X = 0 ... 2000 (position du point = sig\_data[x])

Position Y:

La valeur de 8 bits (hex : 00 à FF) de chaque case mémoire de sig\_data[x] présente la relation suivante avec le signal vidéo :  
1C hex (28 déc) : coïncide avec la ligne inférieure de la grille  
E5 hex (229 déc) : coïncide avec la ligne supérieure de la grille (correspond au niveau de référence).

La résolution dans le sens Y est de 25 points par division (ce qui correspond à 10 dB sur le calibre 10dB/Div).

Chaque point correspond ainsi à 0,4 dB avec le calibre 10dB/Div. et à 0,2 dB sur le calibre 5dB/Div.

### Le niveau d'un point (y) peut être calculé comme suit:

Pour  $y \leq 229$  (position du niveau de référence):

Niveau en dBm (y) = niveau de référence (dBm) - ((229-y) \* 0,4 dB) sur le calibre 10dB/Div.

Pour  $y > 229$  (position du niveau de référence) :

Niveau en dBm (y) = niveau de référence (dBm) + ((y-229) \* 0,4 dB) sur le calibre 10dB/Div.



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

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

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

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

Typ / Type / Type / Tipo: HM5530

mit / with / avec / con: -

Optionen / Options /  
Options / Opciones: -

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

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

Niederspannungsrichtlinie 73/23/EWG ergänzt durch 93/68/EWG  
Low-Voltage Equipment Directive 73/23/EEC amended by 93/68/EEC  
Directive des équipements basse tension 73/23/CEE amendée par 93/68/CEE  
Directiva de equipos de baja tensión 73/23/CEE enmendada por 93/68/EWG

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

Sicherheit / Safety / Sécurité / Seguridad:

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

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

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

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

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

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

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

Datum / Date / Date / Fecha  
10. 04. 2006

Unterschrift / Signature / Signatur / Signatura

Manuel Roth  
Manager

## Indicaciones generales en relación al mercado CE

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

### 1. Conductores de datos

La conexión de aparatos de medida con aparatos externos (impresoras, ordenadores, etc.) sólo se debe realizar con conectores suficientemente blindados. Si las instrucciones de manejo no prescriben una longitud máxima inferior, ésta deberá ser de máximo 3 metros para las conexiones entre aparato y ordenador. Si es posible la conexión múltiple en el interfaz del aparato de varios cables de interfaces, sólo se deberá conectar uno. Los conductores que transmitan datos deberán utilizar como norma general un aislamiento doble. Como cables de bus IEEE se prestan los cables de HAMEG con doble aislamiento HZ73 y HZ72L.

### 2. Conductores de señal

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

### 3. Repercusión sobre los instrumentos de medida

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

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

#### 4.1 Campo electromagnético H

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

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

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

HAMEG Instruments GmbH



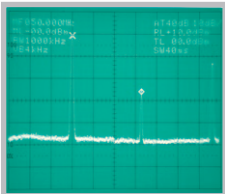
|  |           |
|--|-----------|
| <b>Français</b>  | <b>2</b>  |
| <b>Español</b>   |           |
| <b>Indicaciones generales en relación al mercado CE</b>        | <b>26</b> |
| <b>Analizador de Espectros HM5530</b>                          | <b>28</b> |
| <b>Datos Técnicos</b>  | <b>29</b> |
| <b>Información general</b>                                     | <b>30</b> |
| Símbolos   | 30        |
| Colocación del aparato   | 30        |
| Montar / desmontar el asa                                      | 30        |
| Seguridad  | 30        |
| Condiciones de funcionamiento                                  | 31        |
| Garantía y reparaciones  | 31        |
| Mantenimiento  | 31        |
| Tensión de red   | 31        |
| <b>Descripción abreviada de los elementos de mando</b>         | <b>32</b> |
| <b>Presentación de la señal de test</b>                        | <b>34</b> |
| <b>Indicaciones de funcionamiento para primeras mediciones</b> | <b>35</b> |
| Primeras mediciones  | 35        |
| <b>Bases fundamentales de analizadores de espectros</b>        | <b>36</b> |
| Introducción en el análisis espectral                          | 36        |
| <b>Requisitos en un analizador de espectros</b>                | <b>37</b> |
| Medición de frecuencia   | 37        |
| Estabilidad  | 37        |
| Resolución   | 37        |
| Ruido  | 38        |
| Filtro de vídeo  | 38        |
| Sensibilidad - Nivel de entrada máximo                         | 38        |
| Respuesta en frecuencia  | 39        |
| <b>Principio de funcionamiento del HM5530</b>                  | <b>39</b> |
| Modo de funcionamiento Normal y modo ZERO SPAN                 | 40        |
| <b>Mandos de Control y Readout</b>                             | <b>41</b> |
| <b>Interfaz RS-232</b>   | <b>48</b> |
| Consulta de datos de medida y control remoto                   | 48        |
| Órdenes del PC hacia el HM5530                                 | 48        |
| Lista de las órdenes de ajuste                                 | 48        |

# Analizador de Espectros de 3 GHz HM5530



Margen de frecuencia de 100 kHz hasta 3 GHz

Señal de test de 50MHz



Margen de medida de amplitud de -110 hasta +20 dBm

Sintetización de frecuencia digital directa, sincronizada en fase (DDS)

Resoluciones (RBW) de 9kHz, 120kHz y 1MHz

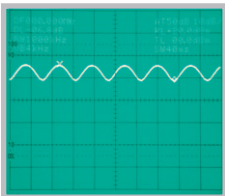
Oscilador YIG

Medidas de pre-homologaciones EMC

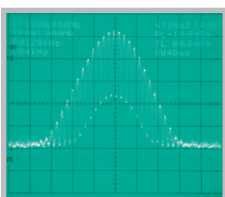
Se adjunta el software que contiene funciones ampliadas de medida para mediciones EMC

Interfaz RS-232 incorporado y opcional: RS-232/USB

Señal AM con disparo externo en Zero Span



Señal de 3GHz con AM



## Analizador de Espectros de 3GHz HM5530 con 23° C, después de 30 minutos de calentamiento

### Características de frecuencia

|  |  |
|--|--|
| <b>Margen de frecuencia:</b>                 | 100 kHz hasta 3 GHz                                      |
| <b>Generación de frecuencia:</b>             | TXCO con DDS<br>(sintetización digital de la frecuencia) |
| <b>Estabilidad:</b>                          | ± 5 ppm  |
| <b>Envejecimiento:</b>                       | ± 1 ppm/año  |
| <b>Resolución ind. de frec.:</b>             | 1 kHz (6½-digit en el readout)                           |
| <b>Margen de ajuste de la frec. central:</b> | 0 hasta 3 GHz  |
| <b>Tolerancia de la frecuencia central :</b> | ± 1 kHz  |
| <b>Margen del Span:</b>                      | 0 (Zero-Span) y 1 – 3000 MHz                             |

### Características de amplitud

|   |   |
|---|---|
| <b>Margen de presentación:</b>  | -100 dBm hasta +20 dBm  |
| <b>Escalado:</b>  | 10 ó 5 dB/div., conmutable a dBm, dBmV, dBµV                    |
| <b>Margen dinámico:</b>   | 80 dB (10 dB/div.), 40 dB (5 dB/div.)                           |
| <b>Margen de frec. de ampl. (con 10dB Attn., Zero Span y RBW de 1MHz, señal -20dBm):</b>                          | ± 3 dB  |
| <b>Visualización por tubo de rayos catódicos (CRT):</b>   | 8 cm x 10 cm  |
| <b>Característica de indicación:</b>  | logarítmica   |
| <b>Unidad de indicación:</b>  | dB (dBm, dBmV, dBµV)  |
| <b>Atenuadores de entrada:</b>  | 0 - 50 dB, (en pasos de 10 dB)                                  |
| <b>Tolerancia:</b>  | ± 2 dB, referido a 10 dB  |
| <b>Nivel de entrada máx. permitido permanentemente:</b>   |   |
| Con atenuación 10 - 50 dB:  | +20 dBm (0,1 W)   |
| Con atenuación 0 dB:  | + 10 dBm  |
| <b>Máx. tensión continua:</b>   | ± 25 V  |
| <b>Nivel de referencia:</b>   |   |
| Margen de ajuste:   | - 110 dBm hasta +20 dBm   |
| Tolerancia referida a 1500 MHz, 10 dB Attn., ZeroSpan y RBW 1 MHz:  | ± 1 dB  |
| <b>Valor medio mín. de nivel de ruido: aprox. -100 dBm (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>Distancia intermodular de 3-er orden:</b>  |   |
| 2 señales a -33 dBm, distancia > 3 MHz:   | > 75 dBc  |
| <b>Distancia distorsiones armónicas [2º arm. con -30 dBm, 0 dB de attn., distancia de frecuencia &gt; 3 MHz]:</b> | > 75 dBc  |
| <b>Error de amplitud dependiente del ancho de banda, referido a RBW 1 MHz, Zero Span:</b>                         | ± 1 dB  |
| <b>Digitalización:</b>  | ± 1 digit (0,4 dB) con 10 dB/div de escala (average, Zero Span) |

### Marca/Marca Delta:

|                                  |   |
|----------------------------------|---|
| <b>Resolución de frecuencia:</b> | Span/2000, max. 1 kHz, 6½-digit                               |
| <b>Precisión en frecuencia:</b>  | ±(1 kHz + tolerancia de la frecuencia central + 0,02% x Span) |
| <b>Resolución en amplitud:</b>   | 0,4 dB, 3½-digit  |

### Anchos de banda

|  |                                       |
|--|---------------------------------------|
| <b>Anchos de banda de la resolución (RBW)(- 6dB):</b>    | 1 MHz, 120 kHz y 9 kHz                |
| <b>Filtro de vídeo (VBW):</b>                            | 50 kHz, 4 kHz                         |
| <b>Con conmutación automática del tiempo de barrido:</b> | 40 ms, 80 ms, 160 ms, 320 ms y 1000ms |

### Entradas / Salidas

|                                      |  |
|--------------------------------------|--|
| <b>Entrada de medida:</b>            | Borne N  |
| Impedancia de entrada:               | 50 Ω   |
| VSWR: (Attn. 10 dB)                  | tip. 1,5:1   |
| <b>Salida de señal de test:</b>      | Borne N  |
| Impedancia de salida:                | 50 Ω   |
| Frecuencia:                          | 50 MHz ± 1 kHz   |
| Nivel:                               | -10 hasta 0 dBm (en pasos de 0,2 dB)                                   |
| Exactitud del nivel:                 | ± 1 dB   |
| <b>Alimentación para sondas:</b>     | 6 V <sub>DC</sub> , máx. 100 mA<br>(Conector DIN tipo banana de 2,5mm) |
| <b>Salida de audio (iPhone):</b>     | Conector banana de 3,5mm Ø   |
| <b>Interfaz RS-232:</b>              | 9pol./submin-D   |
| <b>Entrada para disparo externo:</b> | Borne BNC  |
| Señales digitales:                   |  |
| Nivel bajo (Low):                    | 0 hasta + 0,8 V  |
| Nivel alto (High):                   | + 2,5 hasta + 5,0V   |

### Funciones

|   |  |
|---|--|
| <b>Introducción por el teclado:</b>         | Frecuencia central, Span, frecuencia de inicio, frecuencia de paro, marca, marca delta, nivel de referencia y de señal de test.  |
| <b>Introducción por el mando giratorio:</b> | Frecuencia central, Span, frecuencia de inicio, frecuencia de paro, marca, marca delta, nivel de referencia y de señal de test, iluminación, nitidez, rotación del trazo, volumen. |
| <b>Función de Max-Hold:</b>                 | Detección de valores de pico   |
| <b>AVG (average):</b>                       | Valores mediados   |
| <b>Curva de referencia:</b>                 | Profundidad de memoria: 2 k x 8 Bit  |
| <b>SAVE/RECALL:</b>                         | Memorización/recarga, 10 memorias de ajustes de mando completos  |
| <b>Demodulación AM:</b>                     | Para audio (conexión de auriculares)   |
| <b>REMOTE:</b>                              | Indicación/desconexión del control de interfaz mediante RS232  |
| <b>Readout:</b>                             | Presentación de parámetros en pantalla   |

### Varios

|   |   |
|---|---|
| <b>Tubo de rayos catódicos (CRT):</b>           | D14-363GY, 8 cm x 10 cm, reticulación int.                        |
| <b>Tensión de aceleración:</b>                  | aprox. 2 kV   |
| <b>Rotación del trazo:</b>                      | Ajustable desde el frontal  |
| <b>Margen de temperatura de funcionamiento:</b> | +10 °C hasta +40 °C   |
| <b>Temperatura de almacenamiento:</b>           | - 40 °C hasta + 70 °C   |
| <b>Conexión a red:</b>                          | 105-254 V <sub>AC</sub> , 50 hasta 60 Hz, aprox. 37 W, CAT II     |
| <b>Clase de protección:</b>                     | Clase de protección I con conducto de protección, EN(IEC) 61010-1 |
| <b>Dimensiones:</b>                             | An 285, Al 125, Pr 380 mm<br>Asa de apoyo ajustable               |
| <b>Color:</b>                                   | marrón tecno  |
| <b>Peso:</b>                                    | aprox. 6,5 kg   |

**Contenido del suministro:** Cable de red, manual de instrucciones, CD-Rom, HZ21 adaptador conector N a borne BNC.

#### Accesorios opcionales:

|       |                                     |
|-------|-------------------------------------|
| HZ70  | Interfaz óptico (con cable óptico)  |
| HZ520 | Antena con BNC                      |
| HZ530 | Conjunto de sondas para medidas EMC |
| HZ560 | Limitador de transientes            |
| HZ575 | Convertidor de 75/50 ohm            |

www.hameg.com

## Información general

Después de desembalar el aparato, compruebe primero que éste no tenga daños externos ni piezas sueltas en su interior. Si muestra daños de transporte, hay que avisar inmediatamente al suministrador y al transportista. En tal caso no ponga el aparato en funcionamiento.

### Símbolos



Atención al manual de instrucciones



Alta tensión



Masa



Téngalo en cuenta

### Colocación del aparato

Como se puede deducir de las imágenes, se puede girar el asa a varias posiciones:

A = posición para el transporte

B = posición para desmontar el asa o para llevar el aparato horizontalmente

C = posición para uso horizontal

D y E = utilización con varios ángulos

F = posición para desmontar el asa

T = posición para enviar el aparato (el asa no está encajada)



**¡Atención!**

Al cambiar la posición del asa, se ha de cuidar que el osciloscopio esté posicionado de forma que no se pueda caer, p.ej. sobre una mesa. Se han de estirar ambos botones simultáneamente hacia afuera y seguidamente se puede girar el asa a la posición deseada. Si no se separan los dos botones hacia afuera se pueden bloquear en la siguiente posición.

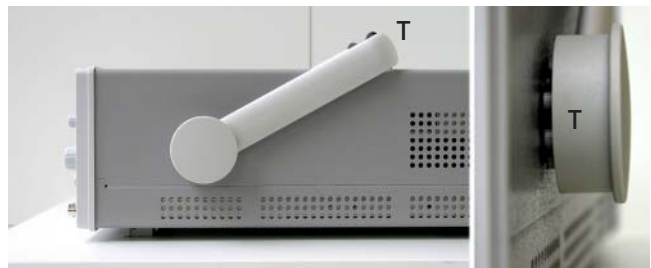
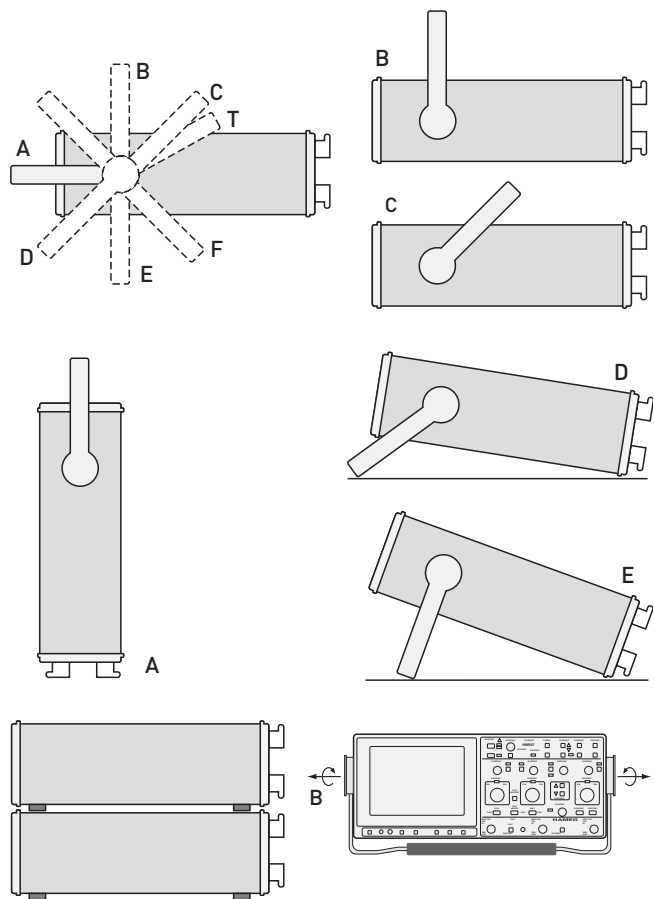
### Montar / desmontar el asa

Según el modelo de aparato se puede desmontar el asa en la posición B o F estirando un poco más de los botones laterales. El asa se vuelve a montar invirtiendo el procedimiento..

### Seguridad

Este aparato ha sido construido y verificado según las Normas de Seguridad para Aparatos Electrónicos de Medida VDE 0411 parte 1ª, indicaciones de seguridad para aparatos de medida, control, regulación y de laboratorio y ha salido de fábrica en perfecto estado técnico de seguridad. Se corresponde también con la normativa europea EN 61010-1 o a la normativa internacional CEI 1010-1.

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



Las partes metálicas accesibles para el usuario están comprobadas con respecto a los polos de red con 2200V.

Por razones de seguridad, el aparato sin transformador de aislamiento solamente deberá conectarse a enchufes con toma de tierra según las normas en vigor.

El aparato deberá estar conectado a un enchufe de red antes de conectarlo a circuitos de señales de corriente. Es inadmisibles inutilizar la conexión del contacto de seguridad.

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

Cuando haya razones para suponer que ya no es posible trabajar con seguridad, hay que apagar el aparato y asegurar que no pueda ser puesto en marcha. Tales razones pueden ser:

- el aparato muestra daños visibles,
- el aparato contiene piezas sueltas,
- el aparato ya no funciona,
- ha pasado un largo tiempo de almacenamiento en condiciones adversas (p.ej. al aire libre o en espacios húmedos),
- su transporte no fue correcto (p.ej. en un embalaje que no correspondía a las condiciones mínimas requeridas por los transportistas).

## Condiciones de funcionamiento

El equipo ha sido determinado para ser utilizado en los ambientes de la industria, de los núcleos urbanos y empresas.

Por razones de seguridad, sólo se debe utilizar el instrumento si ha quedado conectado a un enchufe con conexión a masa según normas de seguridad. No está permitido desconectar la línea de protección (tierra). El conector de red debe enchufarse, antes de conectar cualquier señal al aparato.

Margen de temperatura ambiental admisible durante el funcionamiento: +10°C ... +40°C. Temperatura permitida durante el almacenaje y el transporte: -20°C ... +55°C. Si durante el almacenaje se ha producido condensación, habrá que climatizar el aparato durante 2 horas antes de ponerlo en marcha.

El instrumento se debe utilizar en espacios limpios y secos. Por eso no es conveniente trabajar con él en lugares de mucho polvo o humedad y nunca cuando exista peligro de explosión. Se debe evitar que actúen sobre él sustancias químicas agresivas. El equipo funciona en cualquier posición. Es necesario asegurar suficiente circulación de aire para la refrigeración. Por eso es preferible situarlo en posición horizontal o inclinada (sobre el asa).



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

Los datos técnicos y sus tolerancias sólo son válidos después de un tiempo de precalentamiento de 30 minutos y a una temperatura ambiental entre 15°C y 30°C. Los valores sin datos de tolerancia deben considerarse como valores aproximados para un aparato normal.

## CAT I

Se determina que este osciloscopio pueda efectuar mediciones en circuitos que no estén conectados directamente a la red eléctrica. Las mediciones directas (sin separación galvánica) en circuitos de medida de la categoría de medida II, III y IV no están permitidas! Los circuitos de un objeto bajo prueba no quedan conectados directamente con la red eléctrica, cuando el objeto bajo prueba se alimenta a través de un transformador separador de red de la clase II. Es posible trabajar también mediante la ayuda de convertidores adecuados (p. ej. pinzas de corriente), las cuales cumplen con las exigencias de la clase de protección II, de medir indirectamente en la red. Al efectuar mediciones, se deberá tener en cuenta la categoría de medida, para la que el fabricante ha determinado su convertidor.

### Categorías de medida

Los circuitos de un objeto bajo medida se refieren a transientes en la red eléctrica. Los transientes son variaciones de tensión y corrientes muy rápidas (muy empinadas), que pueden aparecer de forma periódica o aleatoria. La magnitud de los posibles transientes, se incrementa como más cerca se esté situado de la fuente de la instalación de tensión baja.

**Categoría de medida IV:** Mediciones en la fuente de la instalación de tensión baja (p. ej.: en contadores).

**Categoría de medida III:** Mediciones en instalaciones de edificios (p. ej.: distribuidores de corriente, conmutadores de potencia, enchufes instalados de forma fija, motores eléctricos instalados de forma fija, etc.).

**Categoría de medida II:** Mediciones en circuitos de corriente, que están conectados eléctricamente directamente con la red de tensión baja (p. ej.: electrodomésticos, herramientas eléctrica portátiles, etc.).

## Garantía y reparaciones

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

Son válidas las normas de garantía del país en el que se adquirió el producto de HAMEG. Por favor contacte su distribuidor si tiene alguna reclamación.

## Mantenimiento

Se recomienda limpiar de vez en cuando la parte exterior del instrumento con un pincel. La suciedad incrustada en la caja, el asa y las piezas de plástico y aluminio se puede limpiar con un paño húmedo (agua con 1% de detergente suave). Para limpiar la suciedad grasienta se puede emplear alcohol de quemar o bencina para limpieza (éter de petróleo). La pantalla se puede limpiar con agua o bencina para limpieza (pero no con alcohol ni disolventes), secándola después con un paño limpio y seco sin pelusa. Después de la limpieza, es aconsejable tratarla con un spray antiestático convencional, idóneo para plásticos. En ningún caso el líquido empleado para efectuar la limpieza debe penetrar en el aparato. La utilización de otros productos puede dañar las superficies plásticas y barnizadas.

## Desconexión de seguridad

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

## Tensión de red

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

## Cambio de fusible de red del equipo

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

Tipo de fusible:

Tamaño 5 x 20mm; 250V~  
IEC 127, h. III; DIN 41662

(ó DIN 41571, h.3)

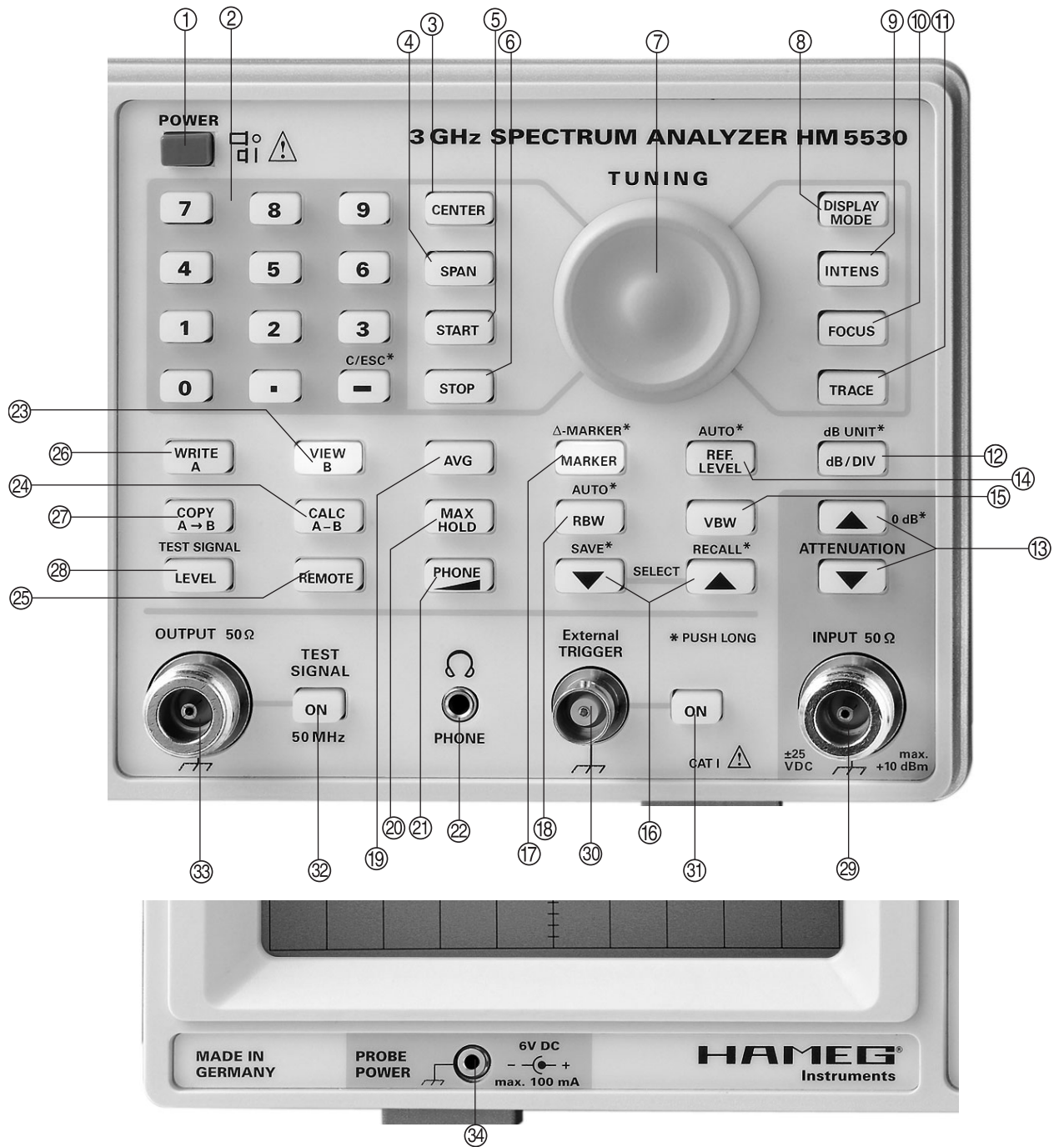
Desconexión: lenta (T) 0,8A



## Descripción abreviada de los elementos de mando

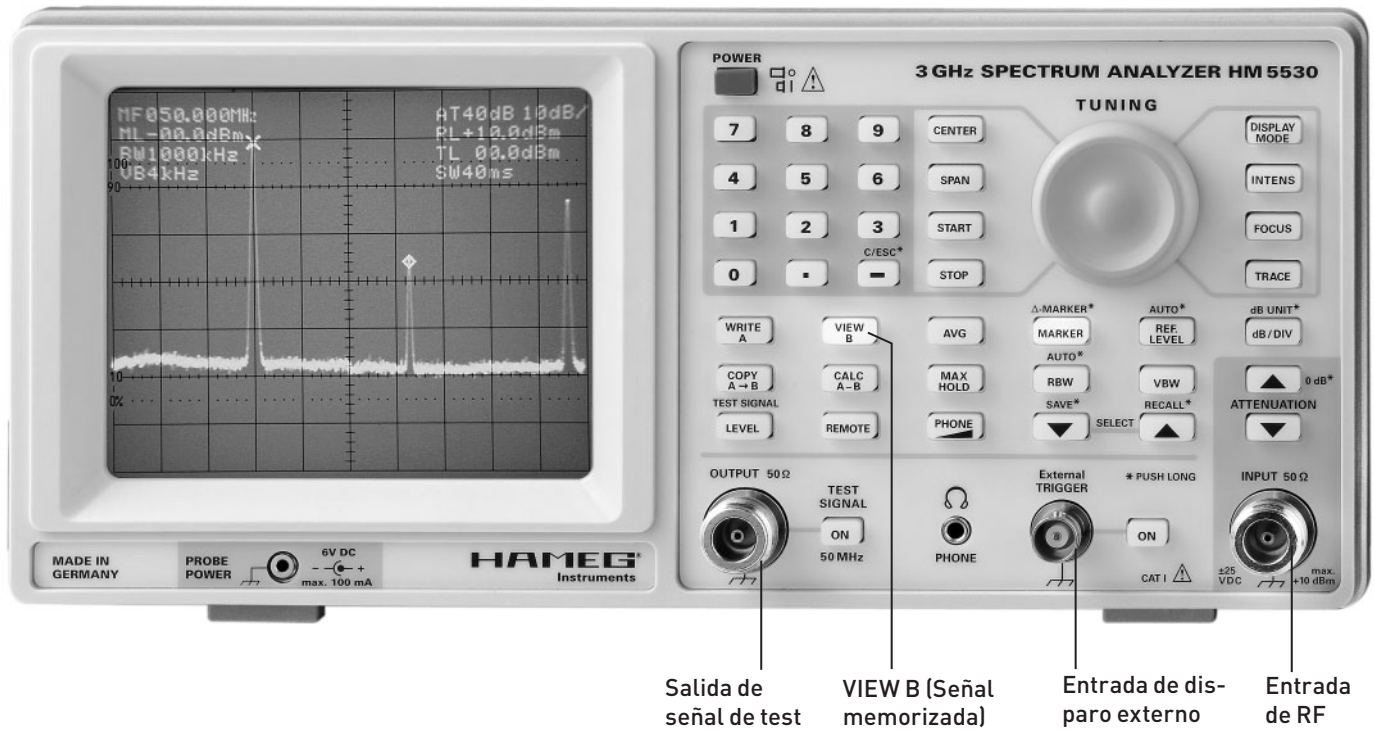
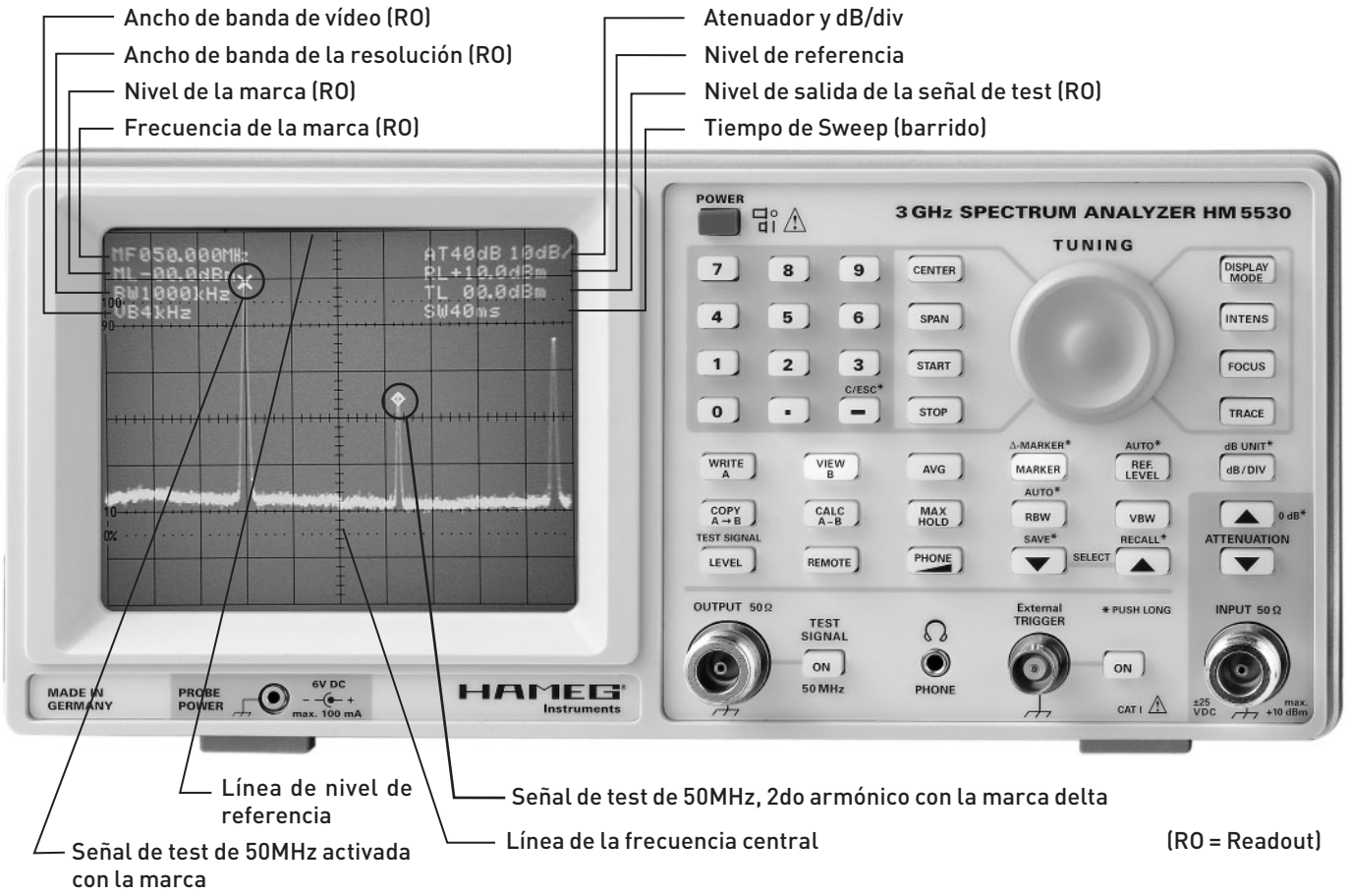
Los números de las páginas referenciadas se corresponden con las descripciones explícitas bajo el capítulo „Mandos de control y readout“! ▼

- |   |   |    |  |
|---|---|----|--|
| ① | <b>POWER (tecla)</b>  | 41 |  |
|   | Conmutador de red, ON/OFF   |    |  |
| ② | <b>Teclado numérico decimal</b>   | 41 |  |
|   | Bloque de teclas para la introducción numérica  |    |  |
| ③ | <b>CENTER</b>   | 42 |  |
|   | Ajuste de la frecuencia central mediante el teclado ② o mediante el mando giratorio ⑦ (indicación: CF.....).  |    |  |
| ④ | <b>SPAN</b>   | 42 |  |
|   | Ajuste de la gama de frecuencia medida mediante el teclado ② o mediante el mando giratorio ⑦ (indicación: SP.....).   |    |  |
| ⑤ | <b>START</b>  | 42 |  |
|   | Ajuste de la frecuencia de inicio del margen de medida de frecuencia (en combinación con una frecuencia de paro) mediante el teclado ② o mediante el mando giratorio ⑦ (indicación: SR.....).   |    |  |
| ⑥ | <b>STOP</b>   | 42 |  |
|   | Ajuste de la frecuencia de paro del margen de medida de frecuencia (en combinación con una frecuencia de inicio) mediante el teclado ② o mediante el mando giratorio ⑦ (indicación: CF.....).   |    |  |
| ⑦ | <b>TUNING (Mando giratorio)</b>   | 42 |  |
|   | Para la introducción o variación de los parámetros de: Frecuencia central CENTER, SPAN, frecuencia START/STOP, MARKER, marca DELTA, REF.-LEVEL, nivel de la señal de test, intensidad del trazo (INTENS), nitidez del trazo (FOCUS), rotación del trazo (TRACE rotation) y nivel del volumen (PHONE). |    |  |
| ⑧ | <b>DISPLAY MODE</b>   | 42 |  |
|   | Intensidad de visualización del readout (secuencia: 100%, 50%, 0%, 100%, etc).  |    |  |
| ⑨ | <b>INTENS</b>   | 43 |  |
|   | Ajuste de la intensidad del trazo de la señal mediante el mando giratorio ⑦.  |    |  |
| ⑩ | <b>FOCUS</b>  | 43 |  |
|   | Ajuste de la nitidez del trazo mediante el mando giratorio ⑦.   |    |  |
| ⑪ | <b>TRACE</b>  | 43 |  |
|   | Ajuste de la nivelación del trazo mediante el mando giratorio ⑦.  |    |  |
| ⑫ | <b>dB/DIV</b>   | 43 |  |
|   | Pulsación breve: Conmutación de 10 dB/div. a 5 dB/div.<br><b>dB UNIT*</b> pulsación prolongada: Conmutación de dBm a dBmV y dBμV.   |    |  |
| ⑬ | <b>ATTENUATION</b>  | 43 |  |
|   | Atenuador de entrada de 0 a 50dB.<br>Posición de 0dB* se alcanza, por razones de protección, sólo si se pulsa de forma prolongada la tecla.   |    |  |
| ⑭ | <b>REF.-LEVEL</b>   | 43 |  |
|   | Pulsación breve: Ajuste del nivel de referencia mediante el teclado ② o mediante el mando giratorio ⑦ (indicación: RL.....o R*).  |    |  |
|   | <b>AUTO*</b>  |    | Pulsación prolongada: Activa o desactiva la adaptación automática del atenuador al ajustar el nivel de referencia.<br>(Función activada: Indicación: R*.....)<br>(Función desactivada: Indicación: RL.....)                  |
| ⑮ | <b>VBW</b>  | 44 |  |
|   | Ancho de banda de video, conmutación de los filtros de video entre 50 kHz y 4 kHz.  |    |  |
| ⑯ | <b>SELECT</b>   | 44 |  |
|   | Después de una pulsación corta sobre una de las dos teclas, se muestra unos momentos la función seleccionada (SAVE o RECALL) y la localización de la memoria. Durante este tiempo se puede elegir el número de la memoria, pulsando brevemente sobre una de las teclas.                               |    |  |
|   | <b>SAVE* / RECALL*</b>  |    | Si se muestra la función elegida previamente con SELECT (SAVE/RECALL) conjuntamente con el número de la memoria, esta puede ser ejecutada si se efectúa una pulsación prolongada (memorizar o llamar).                       |
| ⑰ | <b>MARKER</b>   | 44 |  |
|   | Pulsación breve: Activación de la marca absoluta (símbolo en forma de cruz sobre la señal). (Indicación: MF..... y ML.....)<br>Nueva pulsación breve: Posicionamiento automático sobre el nivel más elevado.  |    |  |
|   | <b>Δ-MARKER*</b>  |    | Pulsación breve: Activación de la marca absoluta (signo de cruz sobre la señal). (Indicación MF..... y ML.....)<br>Una nueva pulsación breve: Posicionamiento automático de la marca sobre el nivel más elevado de la señal. |
| ⑱ | <b>RBW</b>  | 45 |  |
|   | Pulsación breve: Conmutación de la resolución del ancho de banda en 1000kHz, 120kHz o 9kHz. (Indicación: BW..... kHz).  |    |  |
|   | <b>AUTO*</b>  |    | Pulsación prolongada: Activa y desactiva la selección automática de la resolución de ancho de banda.<br>(Función activada: Indicación: B*.....)<br>(Función desactivada: Indicación: BW.....)                                |
| ⑲ | <b>AVG (Average)</b>  | 46 |  |
|   | Activa, desactiva la presentación de la señal por generación de valores mediados.   |    |  |
| ⑳ | <b>MAX HOLD</b>   | 46 |  |
|   | Activa, desactiva la presentación de la señal por la captura de valores máximos.  |    |  |
| ㉑ | <b>PHONE  (Tecla)</b>  | 46 |  |
|   | Ajuste del volumen hacia el auricular mediante el mando giratorio ⑦.  |    |  |
| ㉒ | <b>PHONE  (Borne)</b>  | 46 |  |
|   | Conexión para un auricular con conector banana de 3,5mm; impedancia > 8 Ω.  |    |  |
| ㉓ | <b>VIEW B</b>   | 46 |  |
|   | Indicación del contenido de la memoria de referencia (B).   |    |  |
| ㉔ | <b>CALC A - B</b>   | 44 |  |
|   | Presentación de la diferencia (A-B) entre la señal actual (A) (visible) y el contenido de la memoria de referencia (B).   |    |  |



- |   |    |  |    |
|---|----|--|----|
| ⑲ REMOTE  | 46 | ⑳ EXTERNAL TRIGGER   | 47 |
| Se ilumina en funcionamiento mediante el control remoto (PC). Una pulsación sobre la tecla desactiva el modo de control remoto. |    | Entrada tipo BNC para una señal externa de disparo (Iniciación del barrido).                             |    |
| ㉑ WRITE A   | 46 | ㉑ ON   | 47 |
| Presentación en pantalla de la señal actual (A).  |    | Tecla para activar o desactivar el disparo externo.  |    |
| ㉒ COPY A → B  | 46 | ㉒ TEST SIGNAL ON   | 47 |
| Mediante una pulsación sobre la tecla se copia el contenido de la señal actual (A) a la memoria de referencia (B).              |    | Tecla para activar o desactivar la señal de test.  |    |
| ㉓ TEST SIGNAL / LEVEL   | 46 | ㉓ OUTPUT 50 Ω  | 47 |
| Ajuste del nivel de la señal de test mediante el teclado ② o mediante el mando giratorio ⑦ (indicación: TL.....).               |    | Borne de salida para la señal de test (borne N).   |    |
| ㉔ INPUT 50 Ω  | 46 | ㉔ PROBE POWER  | 47 |
| Borne de entrada de tipo N. Las tensiones de entrada máximas permitidas no deben superarse. hay peligro de dañar el equipo.     |    | Conexión de tensión (6V <sub>DC</sub> ) para alimentar sondas activas. (conector tipo banana de 2,5 mm). |    |

Presentación de la señal de test



## Indicaciones de funcionamiento para primeras mediciones

Antes de poner en funcionamiento el HM5530 es necesario leer el apartado "Seguridad" para poder atender las indicaciones descritas.

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

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

El componente más sensible del analizador de espectros es la sección de entrada. Ésta se compone del atenuador de señal, un filtro de paso bajo y el mezclador primario.

Sin atenuar la señal de entrada, no deben sobrepasarse los siguientes niveles en la entrada (50Ω): +10dBm (0,7 V<sub>rms</sub>) tensión alterna; ±10V tensión continua. Con atenuación seleccionada de 10...40 dB, se permite como máximo +20 dBm.

Estos valores máximos no deben ser sobrepasados o el atenuador de entrada y/o el mezclador previo pueden deteriorarse.

Si se utiliza un reproductor de redes (LISN) se debe proteger la entrada del analizador de espectros mediante un limitador de transientes (HZ560). De lo contrario, se corre el riesgo de deteriorar el atenuador de entrada y/o la primera etapa del mezclador.

Antes de examinar señales sin identificar, tiene que verificarse la presencia de tensiones altas inaceptables. También se recomienda empezar la medición con la atenuación más alta posible y a un margen de frecuencia máximo (0,1 MHz – 3000 MHz). El usuario debería considerar también la posibilidad de amplitudes de señal excesivamente altas, fuera del margen de frecuencias cubierto, aunque no sean presentadas en pantalla (p.ej. 3200 MHz) y que en casos extremos pueden deteriorar la etapa del primer mezclador.

El margen de frecuencia de 0 Hz a 100 kHz no queda cubierto por el equipo. Líneas espectrales dentro de este margen se presentarían con amplitud incorrecta.

Un ajuste a mayor intensidad de la pantalla (FOCUS) no sería necesario ya que las señales "escondidas" entre el ruido pueden estar enmascaradas, ya que el fósforo del TRC se excita más en los puntos en donde se presenta el ruido continuamente. Estas señales se detectan más difícilmente conforme se ensancha el trazo incluso con un ajuste de foco optimizado. La manera en la que las señales se presentan sobre el analizador de espectros normalmente, permite reconocer cualquier señal fácilmente, incluso con una intensidad baja. Además se evita un desgaste en la zona del ruido en la pantalla.

En base al principio de conversión de frecuencia en los analizadores de espectros modernos, se visualiza en pantalla una línea espectral a los 0 MHz, cuando se ajusta una frecuencia central, aún sin señal de entrada acoplada. Esta línea aparece cuando la primera frecuencia OL pasa por los amplificadores y filtros de FI. Esta línea se llama „Zero-Peak". Se genera por medio del resto de la portadora del primer mezclador (OL). La curva presentada se corresponde a la curva de paso del filtro de paso de banda de la frecuencia central. El nivel de esta línea espectral

es diferente en cada instrumento. Una desviación de la pantalla completa, no indica un funcionamiento incorrecto.

### Primeras mediciones

**Ajustes:** Antes de conectar una señal desconocida a la entrada de medida, se deberá comprobar que esta señal no lleve componentes de tensión continua de  $>\pm 10$  V y que la amplitud máxima de la señal a medir se inferior a  $<+10$  dBm.

**ATTN. (Atenuación de entrada):** como medida de precaución contra la sobrecarga de la etapa de entrada, es conveniente empezar con una atenuación de entrada de 50 dB (AT 50 dB).

**Ajuste de la frecuencia:** Posicionar CENTER (CF) en 500 MHz y seleccionar un SPAN (SF) de 1000 MHz.

**Escala vertical:** La escala vertical deberá ser 10 dB/div., para que se tenga el margen de presentación más grande de 80 dB. (10 dB/div.).

**RBW (Ancho de banda de resolución):** Al iniciar una medición, es conveniente tener encendido el filtro de 1 MHz (RB 1 MHz) y apagado el filtro de vídeo (VB 50 kHz)

Si no se visualiza ninguna señal y sólo se ve la línea de ruido básico, se puede ir reduciendo paulatinamente la atenuación de entrada, para posibilitar la visualización de niveles de entrada más bajos. Si se desplaza la línea de ruido básico (banda de ruido) hacia arriba, puede ser un indicio para la existencia de una línea espectral situada fuera del margen de frecuencia y con una amplitud demasiado elevada.

El ajuste del atenuador debe orientarse por la señal más elevada conectada a la entrada de medida (INPUT), por lo tanto no por el ZERO-PEAK. El ajuste óptimo del equipo se obtiene, cuando la señal más elevada (margen de frecuencia 100 Hz hasta 3000 MHz) alcanza la línea de la retícula más elevada (línea de referencia) pero no la sobrepasa. Si se sobrepasa esa línea, se deberá utilizar una atenuación de entrada adicional y/o se deberá utilizar un elemento externo adecuado en atenuación y potencia.

Las mediciones en modo de Full-SPAN (SF3000 MHz) se efectúan normalmente para obtener una vista general y evaluar la situación general. Un análisis exhaustivo, sólo es posible con un SPAN reducido. Para ello se deberá situar la señal que interesa, variando la frecuencia central (CENTER), al medio de la pantalla y después se puede reducir el SPAN. A continuación se podrá reducir el ancho de banda de la resolución (RBW) utilizar si fuera necesario el filtro de vídeo. La indicación de UNCAL no deberá aparecer en pantalla (SW...), ya que si no se puede estar midiendo con un error.

**Lectura de los valores de medida:** Para cuantificar los valores de medida, se utilizan sencillamente las marcas disponibles. Para ello se pulsa sobre la tecla MARKER brevemente, se posiciona la primera marca (cruz) con el mando giratorio sobre la punta de la señal de interés y se efectúa la lectura de frecuencia y de nivel de los valores de la marca (MF, ML). En la indicación de los valores en pantalla, se tienen en cuenta de forma automática, los valores de referencia (REF.-LEVEL) y de atenuación de entrada (ATT). Con la segunda marca disponible, se pueden determinar las diferencias en frecuencia y en nivel con la primera marca; ver las descripciones específicas.

Si se desean cuantificar los valores de medida sin la ayuda de las marcas, se deberá tener en cuenta, que todos los valores deberán obtenerse desde el valor de referencia en el readout (RL...dBm) y que este corresponde a la línea reticulada supe-



rior! Esto es normalmente inusual, ya que del osciloscopio se tiene costumbre de realizar las mediciones diferentes. La escala puede ser de 10 o de 5dB/div. Con 10dB/div, la pantalla abarca un margen dinámico de 80dB, la línea inferior de la retícula corresponde entonces a -80dBm, si el valor de referencia es (RL odBm).

## Bases fundamentales de analizadores de espectros

### Introducción en el análisis espectral

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

El sistema tradicional de observar señales eléctricas es el de observarlos en dominio de tiempo y amplitud mediante un osciloscopio. El dominio en el tiempo se utiliza para recoger información relativa en tiempo y en fase para caracterizar el comportamiento de la circuitería eléctrica. Sin embargo, no se pueden caracterizar suficientemente todos los circuitos, como p. ej. en la presentación de una forma de señal, compuesta de varias partes de onda senoidal con diferente frecuencia y amplitud cada una.

Con un osciloscopio sólo se visualizaría la forma de la onda, es decir la suma de todos los elementos, pero todas las partes individuales de frecuencia y amplitud no son capturables o cuantificables.

Hay osciloscopios que calculan matemáticamente un espectro Fourier y presentan este en pantalla; aunque esta prestación pueda ser suficiente en algunas aplicaciones, de un osciloscopio nunca se obtendrá un analizador espectral, ya que persisten unas diferencias esenciales y por esta razón se precisarán ambos equipos.

1. La sensibilidad de un analizador espectral es mucho mayor que la de cualquier osciloscopio. Esto, y en combinación con el punto 2, es lo que permite el análisis de señales y que no puede ser visualizado por un osciloscopio.
2. El margen dinámico de un analizador espectral está situado en varios factores, por encima de un osciloscopio.
3. De forma similar sucede con la prueba de distorsiones en señales senoidales, modulaciones de amplitudes bajas, y mediciones en el margen de AM o FM, como pueden ser la frecuencia de la portadora, la frecuencia de modulación o el factor de modulación. También se pueden definir de forma sencilla los convertidores de frecuencia en relación a sus pérdidas de transmisión y sus distorsiones.
4. El osciloscopio amplifica toda la señal de entrada en banda ancha hasta su presentación en pantalla (en los osciloscopios analógicos) o hasta el convertidor A/D (en los osciloscopios digitales). Componentes grandes, que forman parte

de la señal o grandes señales de ruido, precisan un ajuste de sensibilidad, de forma que las señales pequeñas o parte de las señales ya no sean visibles. El aumento de la sensibilidad ya no es posible, ya que el amplificador vertical se sobrecargaría y produciría distorsiones (excepción: amplificadores diferenciales reales con offset, pueden presentar, de una señal grande con alta sensibilidad, pequeñas partes de la señal, de forma aumentada.)

Un analizador espectral es, como se verá más en adelante, un receptor de banda estrecha, sintonizable y de alta prestación, que tiene una selección de entrada elevada de varias etapas y con las ya descritas ventajas. Por esta razón este puede reconocer y evaluar cuantitativamente las amplitudes más pequeñas, incluso en presencia de amplitudes mucho mayores de otras frecuencias, gracias a la combinación con la presentación logarítmica.

5. Un analizador de espectros puede, en ciertos casos, presentar un espectro de banda ancha de forma simultánea, con 80dB en pantalla (HM5530), gracias a la presentación logarítmica. Esto es una ventaja muy apreciable en muchas aplicaciones, como p.ej. en la de las mediciones de EMC, entre otras razones, porque las repercusiones de medidas son reconocibles en una amplia gama de frecuencia. En trabajos de EMC surge el denominado efecto de „colchón de agua“, que indica, que la reducción de un margen de frecuencia resulta en el aumento de otro y que por lo tanto no aporta nada; esto se aprecia rápidamente.

Los analizadores de espectros se pueden diferenciar por dos sistemas básicos: vobulados o sintonizados así como analizadores de tiempo real. Los analizadores de tiempo real según el principio de la transformación de Fourier discreta se componen de una circuitería en paralelo de una multitud de indicadores selectivos en frecuencia. Se presentan tantas frecuencias selectivas en pantalla como de filtros se dispone. El límite de la rentabilidad se alcanza según la cantidad y calidad de los filtros, relativamente rápido.

Casi todos los modernos analizadores de espectros, trabajan por el método de sobreposición superheterodino. Uno de los procesos es el de sintonizar la frecuencia central de un filtro de banda de paso, con el margen de frecuencia deseado. Un detector genera entonces una desviación vertical en pantalla y un generador con barrido variable se encarga de la sintonización sincrónica de la frecuencia central del filtro y de la desviación horizontal. Este simple método es relativamente económico, pero abarca algunas desventajas en relación a la selección y la sensibilidad; p. ej. a causa del ancho de banda inconstante en filtros sintonizados.

Los analizadores de espectros más comunes se diferencian p. ej. por que se utiliza para la selección un filtro de paso de banda con frecuencia central fija (ZF). Deja pasar en cada momento esa parte que corresponde a la función bajo análisis, para la que se define  $f_{imp}(t) = f_{LO}(t) \pm f_{ZF}$ . Mediante la transformación a una frecuencia central fija, se evitan las desventajas del método de los filtros de paso de banda sintonizables.

La gama de frecuencia utilizable y la sensibilidad límite de un analizador de espectros dependen en gran parte del concepto y de la realización técnica. La etapa de entrada de AF queda determinada por los atenuadores de entrada, los filtros de entrada, el mezclador y el oscilador local (LO).



## Requisitos en un analizador de espectros

Las diferentes aplicaciones posibles de los analizadores de espectros exigen características múltiples, que son en casos excluyentes entre si o que sólo son realizables en base a un esfuerzo económico y técnico elevado.

El campo de aplicaciones de los analizadores de espectros se centra especialmente allí, en donde la precisión y la capacidad de resolución en tiempo y la dinámica inferior de un osciloscopio no alcanza. para efectuar análisis de señales.

No se contrarrestan en ese sentido el margen de sintonización de frecuencia, las exigencias a los filtros entre banda estrecha y „full span“ así como una sensibilidad de entrada elevada. Pero son difíciles de realizar conjuntamente con una resolución elevada, gran estabilidad, un comportamiento en frecuencia plano y un factor de ruido mínimo.

### Medición de frecuencia

Los analizadores de espectros posibilitan las mediciones de frecuencia en el modo SPAN y en modo SPAN desactivado (Zero-SPAN). En modo SPAN se puede observar todo el margen de frecuencia con „full span“ (SPAN: 3000 MHz) y se puede determinar de forma aproximada la frecuencia de una señal. A continuación se puede utilizar esta frecuencia como CENTER FREQ. y se puede efectuar la presentación de la señal con un SPAN más pequeño.

Como más pequeño sean el SPAN y la resolución de ancho de banda (RBW), más precisión tendrá la medición de frecuencia, ya que entonces aumenta la precisión de la indicación y del MARKER (RBW).

En „Zero Span“ y con la resolución de ancho de banda más pequeña es suficiente ajustar la señal, que se presenta sin modular como una línea horizontal continua, con el mando de CENTER a un nivel máximo y efectuar la lectura de su frecuencia. El analizador trabaja entonces como un receptor sintonizado a una frecuencia discreta con anchos de banda seleccionables.

### Estabilidad

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

La estabilidad a tiempo largo de un analizador de espectros se determina esencialmente por la variación en frecuencia del oscilador local. Es una medida para saber en cuanto varía la frecuencia dentro de un tiempo determinado.

### Resolución

Antes de poder medir la frecuencia de una señal con el analizador de espectros, se deberá determinar la señal o identificarla. Identificarla quiere decir, el poderla separar de las señales vecinas.

Esta posibilidad constituye una premisa esencial en muchas aplicaciones en las que se usa el analizador espectral. La resolución se determina mediante:

- el tiempo de barrido (sweep)
- el span (dispersión)
- un ancho de banda de 6dB del amplificador de banda más estrecha respecto al filtro

El ancho de banda de 6dB del amplificador de banda más estrecha respecto al filtro, se denomina ancho de banda de resolución, si se mantiene el comportamiento Gauss y este será el ancho de banda más estrecho que puede ser presentado, cuando se varían los otros dos parámetros (tiempo de barrido y span).

Los valores más importantes para la separación de dos líneas espectrales con una amplitud diferente e importante, son el ancho de banda y la pendiente de los filtros de frecuencia central. El ancho de banda se indica con la frecuencia, en la que el nivel de la señal cae en relación a la frecuencia central por 3 dB; en los analizadores espectrales es usual tener una caída de 6dB y es también válido para el HM5530; esto deberá tenerse en cuenta, cuando se realicen comparaciones de banda ancha. La relación del ancho de banda de 60dB con la de 3dB se denomina factor de forma. Se define: como más pequeño sea el factor de forma, mejor será la capacidad del analizador de espectros para separar las señales vecinas.

Si p. ej.: (dos señales con diferencia en amplitud de 60 dB) el factor de forma de un filtro del analizador es de 15:1, entonces se deberán diferenciar en frecuencia por un factor de 7,5 del ancho de banda de filtros para ser identificables individualmente. Si no, aparecerían como una señal en pantalla.

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

Si el ancho de banda de la frecuencia central más pequeña es p. ej. 9 kHz, se deberá separar la distancia en frecuencia en dos líneas espectrales, igualmente 9 kHz. Esto es porque el analizador presenta su propia curva de frecuencia central, cuando detecta una señal en el espectro. Ya que la resolución del analizador de espectros queda determinada por su ancho de banda de filtros de la frecuencia central (FC), se podría deducir que con un ancho de banda de filtros infinitamente estrecho, se obtendría una resolución infinita. Pero el ancho de banda de FC utilizable, queda limitado por la estabilidad del analizador de espectros (FM-residual). Es decir, con una FM-residual del analizador de p. ej. 9 kHz, el ancho de banda de FC más pequeño utilizable para determinar una señal singular de 9 kHz es igualmente de 9 kHz. Un filtro de FC más estrecho presentaría, en este caso más de una línea espectral en pantalla, una imagen inestable (según la velocidad de vobulación) o una señal defectuosa. Existe una limitación adicional para el ancho de banda del filtro: la velocidad de barrido o de Scan en relación al ancho de banda del filtro seleccionado: como más estrecho sea el ancho de banda del filtro, más pequeña deberá ser la velocidad de Scan, para que el filtro oscile correctamente.

Si la velocidad de barrido de Scan se elige demasiado grande, es decir que el filtro no ha podido alcanzar su oscilación correcta, se presenta una amplitud errónea del espectro. Generalmente se presentan entonces las líneas espectrales con una amplitud reducida.

Se define la resolución óptima (optimum resolution) con:

$$\text{Resolución óptima} = \frac{\text{SQRT Span (dispersión) en HZ}}{\text{tiempo de barrido en seg.}}$$

Además se define un ancho de banda de resolución óptimo con:

$$\text{RBW}^{1)} \text{ ópt.} = \frac{0,66 \times \text{SQRT Span (dispersión)}}{\text{tiempo de barrido}}$$

Para tiempos de barrido largos, las resoluciones se igualan.

Con señales de pulso, la resolución de ancho de banda óptima es:

Resolución de ancho de banda ópt. (-3dB) para señales de pulso  $\leq 0,1 / \text{tiempo de duración del pulso}$ .

Si el ancho de banda es demasiado estrecho, se transmitirán las amplitudes de las bandas laterales, demasiado pequeñas. Con un ancho de banda óptimo, se obtienen puntos cero claros y una presentación espectral correcta. Con unos anchos de banda demasiado anchos, se desvanecen las bandas laterales, los puntos cero casi no se distinguen y el espectro queda distorsionado.

### Ruido

La sensibilidad es una medida que determina la capacidad del analizador de espectros para medir señales pequeñas. La sensibilidad máxima queda determinada por el ruido propio del equipo. Aquí se diferencian esencialmente dos grupos: ruido térmico y no-térmico. El ruido térmico se describe mediante la ecuación:  $P_N = K \times T \times B$

Con:  $P_N$  = Potencia de ruido en vatios  
 $K$  = Constante de Boltzmann ( $1,38 \times 10^{-23}$  Joule/K)  
 $T$  = Temperatura absoluta (K)  
 $B$  = Ancho de banda del sistema en Hz

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

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

Como el nivel de ruido varía con el ancho de banda, es necesario utilizar el mismo ancho de banda de filtros, cuando se desea comparar la sensibilidad de 2 analizadores. Los analizadores de espectros se vobulan en una banda de frecuencia ancha siendo en si instrumentos de medida de banda estrecha. Todas las señales incluidas en el margen de frecuencias de un analizador de espectros, son convertidas a una frecuencia intermedia pasando así por los filtros de FC. El detector posterior al filtro de FC sólo contempla la parte de ruido, contenido en el ancho de banda estrecho del filtro. Por esta razón, sólo se presenta en pantalla el ruido, contenido dentro del margen de paso del filtro de FC.

1) RBW = Ancho de banda de resolución

Cuando se efectúan mediciones de señales discretas, se alcanza la sensibilidad máxima con el filtro de FC más estrecho.

### Filtro de vídeo

La medición de señales pequeñas puede ser difícil, cuando la amplitud de la señal se encuentra en el mismo nivel como el ruido medio del analizador de espectros. Para visualizar mejor las señales en estos casos, se puede activar adicionalmente en la circuitería interior un filtro de vídeo. Este filtro, media el ruido interno del analizador de espectros, con un ancho de banda de 4kHz. Así se puede visualizar, en algunos casos, las señales, que quedan escondidas en el ruido general.

Cuando el ancho de banda de FC es muy estrecho en relación al ajuste de SPAN seleccionado, no es conveniente activar el filtro de vídeo, ya que podría generar una amplitud reducida, a causa de la limitación del ancho de banda. [El readout presenta mediante la indicación de UNCAL (SW ...), que hay una combinación de parámetros no admitidos].

### Sensibilidad - Nivel de entrada máximo

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

La tensión de entrada máxima admitida en un analizador de espectros, es el nivel que lleva al deterioro de la etapa de entrada (Burn Out). Para el mezclador está en +10dBm (atenuador 1:1, es decir 0dB) y para el atenuador de entrada está en +20dBm (atenuador en 10 hasta 50dB). Antes de alcanzar el nivel de „burn out”, se inicia una compresión de amplificación en el analizador de espectros. Esta no es crítica, mientras no se sobrepase una compresión de 1dB.

El analizador de espectros además distorsiona a causa de la sobrecarga. Aumenta el peligro de sobrecargar accidentalmente la etapa de entrada, ya que las líneas espectrales presentadas individualmente en pantalla varían casi imperceptiblemente, incluso en el momento del inicio de la compresión. En cualquier caso, la presentación de las amplitudes ya no se corresponde con la realidad.

Cada análisis de señal viene acompañado con alguna distorsión, generado por las características no-lineales de la etapa de entrada. La magnitud queda en superior a 75dB por debajo del nivel de entrada, en el HM5530, mientras que este no supere los -30dBm.

Para poder trabajar con señales de entrada superiores, se ha antepuesto al mezclador un atenuador de entrada. La señal de entrada mayor, que el analizador de espectros puede aceptar en cualquier posición del atenuador y sin sobrepasar un determinado nivel de distorsión, se denomina „nivel de entrada óptimo”. Se atenúa de tal forma la señal, de manera que el mezclador no recibe un nivel superior a los -30dBm. De otra forma no se mantiene las especificaciones de distancia de los armónicos de 70dB. Estos 70dB de margen libre de distorsiones se denominan también gama de dinámica utilizable del analizador de espectros. Como diferenciación se define el margen de presentación (visualizable) como la relación del nivel más grande hasta el más pequeño presentado al mismo momento, sin que se presenten en pantalla productos de intermodulación del analizador.

El margen dinámico máximo de un analizador de espectros, se puede obtener de sus especificaciones. La primera indicación se obtiene por medio de las distorsiones. El valor para el HM5530 es  $> 70$  dB hasta un nivel de  $-30$  dBm a la entrada y con una atenuación de entrada de 0 dB. Para poder utilizar estos valores, el analizador debe poder reconocer niveles de  $-110$  dBm. El ancho de banda FI necesario no debe ser muy estrecho, ya que si no se presentan dificultades a causa de ruidos de banda lateral y FM-residual. El ancho de banda de FC de 9 kHz es suficiente para presentar las líneas espectrales con este nivel.

El margen de medida libre de distorsiones puede ser ampliado mediante una reducción del nivel de entrada. La única limitación se da a causa de la sensibilidad del analizador de espectros. El margen dinámico más amplio se alcanza, cuando la línea espectral con el nivel más alto, justo no sobrepasa el nivel de referencia.

## Respuesta en frecuencia

La respuesta en frecuencia describe el comportamiento de transmisión del analizador de espectros. La respuesta en frecuencia debe ser lo más plana posible, es decir la precisión del nivel de la señal presentada debe ser independiente de la frecuencia de la señal. Para ello, el filtro y el amplificador deberán estar oscilando.

## Principio de funcionamiento del HM5530

El HM5530 es un analizador de espectros que trabaja en el margen de frecuencias comprendido entre los 100 kHz y los 3000 MHz. Con él se pueden capturar componentes espectrales de señales eléctricas en ese margen de frecuencias y cuantificar estas entre los  $-110$  hasta los  $+20$  dBm.

La señal que se desea analizar, llega a través de los atenuadores de entrada complementarios de 10 dB (0 – 50 dB), al filtro de entrada. Este filtro se encarga de: evitar la recepción múltiple de una señal, la recepción directa de la frecuencia intermedia y suprime el efecto de retorno del oscilador a la entrada. El mezclador de entrada actúa conjuntamente con el oscilador sintonizable (1er oscilador local) al convertir las señales de entrada. Determina la característica en frecuencia y la de dinámica del aparato.

El analizador trabaja como un receptor de banda reducida sintonizado electrónicamente. La sincronización en frecuencia se realiza mediante un oscilador local (1. LO; „Local Oscillator“) en el margen de 3537,3 hasta 6537,3, cuya señal alcanza la primera etapa del mezclador. El espectro de frecuencia completo disponible a la entrada del analizador de espectros, alcanza también la etapa del 1. mezclador. En la salida del 1. mezclador se tienen las siguientes señales:

1. Señal ( $f_{LO}$ ) del 1. oscilador local (1. LO), cuyas frecuencias siempre deberán estar aproximadamente 3537,3 MHz por encima de la frecuencia de entrada deseada. La frecuencia del 1. LO es para 0 kHz entonces 3537,3 MHz (0 kHz + 3537,3 MHz). Con 100 kHz deberá tener 1350,85 MHz (100 kHz + 3537,3 MHz) y con 1000 MHz son 4537,3 MHz (1000 MHz + 3537,3 MHz).
2. Espectro de entrada ( $f_{inp}$ ), así como se tiene en la entrada del analizador y se guía hacia el mezclador de entrada pa-

sando por los atenuadores de entrada (margen de medida especificado: 150 kHz hasta 1050 MHz).

3. Suma de producto de mezcla del 1. LO ( $f_{LO}$ ) y del espectro total de entrada ( $f_{inp}$ ). Al medir una frecuencia de 100 kHz la frecuencia del 1. LO es de 3537,3 MHz; la suma es entonces 3537,5 MHz. Para 1000 MHz la frecuencia del 1. LO es 4537,3 MHz y la suma es 5537,3 MHz.
4. Diferencia del producto de mezcla del 1. LO ( $f_{LO}$ ) y del espectro de entrada total ( $f_{inp}$ ). Con 100 kHz la frecuencia del 1. LO es 1350,85 MHz, lo que resulta ser una diferencia de 3537,3 MHz (3537,4 MHz – 100 kHz). En el caso de 1000 MHz (4537,3 MHz – 1000 MHz) la diferencia sería nuevamente 3537,3 MHz.

Después de la primera etapa de mezcla, las señales anteriormente descritas llegan al filtro de la frecuencia central. La frecuencia central de este filtro tiene 3537,3 MHz. Así sólo podrá llegar la diferencia del producto de mezcla, que tiene 3537,3 MHz y la señal del 1. LO – al sintonizar a 0 kHz = 3537,3 MHz – a la salida del filtro, desde donde se continúa procesando la señal.

**Nota:** La señal del 1. LO con „0 kHz“ no se puede evitar y puede tener ruido en mediciones con una resolución con un ancho de banda de 1 MHz (RBW) en el margen de 100 kHz hasta aprox. 2,5 MHz. Con un ancho de banda de resolución inferior, se pueden evitar estos efectos.

Sigue una segunda etapa de mezcla con un segundo oscilador local (LO) (3200 MHz) y una segunda frecuencia intermedia con 337,3 MHz y una tercera etapa de mezcla con un tercer LO (348 MHz) y una tercera frecuencia intermedia de 10,7 MHz.

En la última etapa de la frecuencia intermedia, se envía la señal a través de un filtro de banda pasante de 1000 kHz, 120 kHz o 9 kHz, con un ancho de banda ajustable o seleccionado de forma automática y óptima por el propio equipo que alcanza al final un demodulador AM. Se calcula el logaritmo de la señal (señal de vídeo) y se suministra directamente a través de un filtro de paso bajo a un convertidor analógico/digital. Los datos de la señal se memorizan en una memoria RAM, almacenándose la señal con la frecuencia más baja en la dirección más baja de la RAM y la frecuencia más elevada se almacena en la dirección más elevada.

Los datos de señal almacenados en la memoria (A) son actualizados continuamente (con datos actuales) y se entregan como una señal analógica, después de traspasar un convertidor digital/analógico. La señal analógica controla el amplificador Y, cuya salida queda conectada a las placas deflectoras del tubo de rayos catódicos. Según aumenta la amplitud de la señal, se desvía el trazo de forma logarítmica en dirección del margen superior de la pantalla del TRC. La pantalla ofrece un margen dinámico de 80 a 40 dB, que puede ser variado con el ajuste de nivel de referencia a lo largo del margen completo del nivel de entrada desde  $-110$  dB hasta  $+20$  dB. Es similar al amplificador de ventana [amplificador diferencial con offset] utilizado en los osciloscopios.

El desvío en dirección X se realiza mediante una tensión de diente de sierra, obtenida de unas direcciones de la RAM. La señal con la frecuencia más baja se sitúa al inicio de la reticulación de la pantalla del TRC en el borde izquierdo y la señal con la frecuencia más elevada correspondientemente al borde derecho. El tiempo de paso del trazo en dirección X se corresponde de forma idéntica al tiempo de barrido del margen de frecuencia seleccionado mediante el SPAN y se presenta en el readout como [SW...].

Existen unas interrelaciones físicas entre el margen de frecuencia que se desea analizar (ajuste de SPAN) y el ancho de banda de la resolución (RBW), que pueden ser provocadas por una presentación con niveles de señales demasiado bajos. Estos errores aparecen, cuando el tiempo de medida es demasiado corto o la velocidad de barrido es demasiado rápida y no cumple con los requisitos preestablecidos por el filtro de la frecuencia intermedia y/o del filtro de vídeo en lo que que corresponde a tiempo de oscilación. El equipo muestra entonces en el campo del tiempo de medida en pantalla [SW...] „uncal”.

### Modo de funcionamiento Normal y modo ZERO SPAN

Al medir, se diferencia entre medición en modo Zero-Span (margen de medición - Span igual a cero) y modo de medición normal (con un Span de 1 a 3000MHz).

En el modo de Zero SPAN, el primer oscilador local (1.LO) genera una frecuencia fija, que es 3537,3 MHz superior a la frecuencia de entrada que se desea analizar. El analizador muestra entonces sólo la frecuencia de entrada deseada (frecuencia central) y las porciones de frecuencia, que, dependiendo del ancho de banda de resolución (RBW) pasan por los filtros de la frecuencia intermedia (FI). En este momento, el equipo actúa como un medidor selectivo de niveles y muestra el nivel en base al posicionamiento de la línea cero con la escala seleccionada, de forma logarítmica, similar a la presentación en un osciloscopio, que presenta un nivel de tensión continua (DC) de forma lineal.

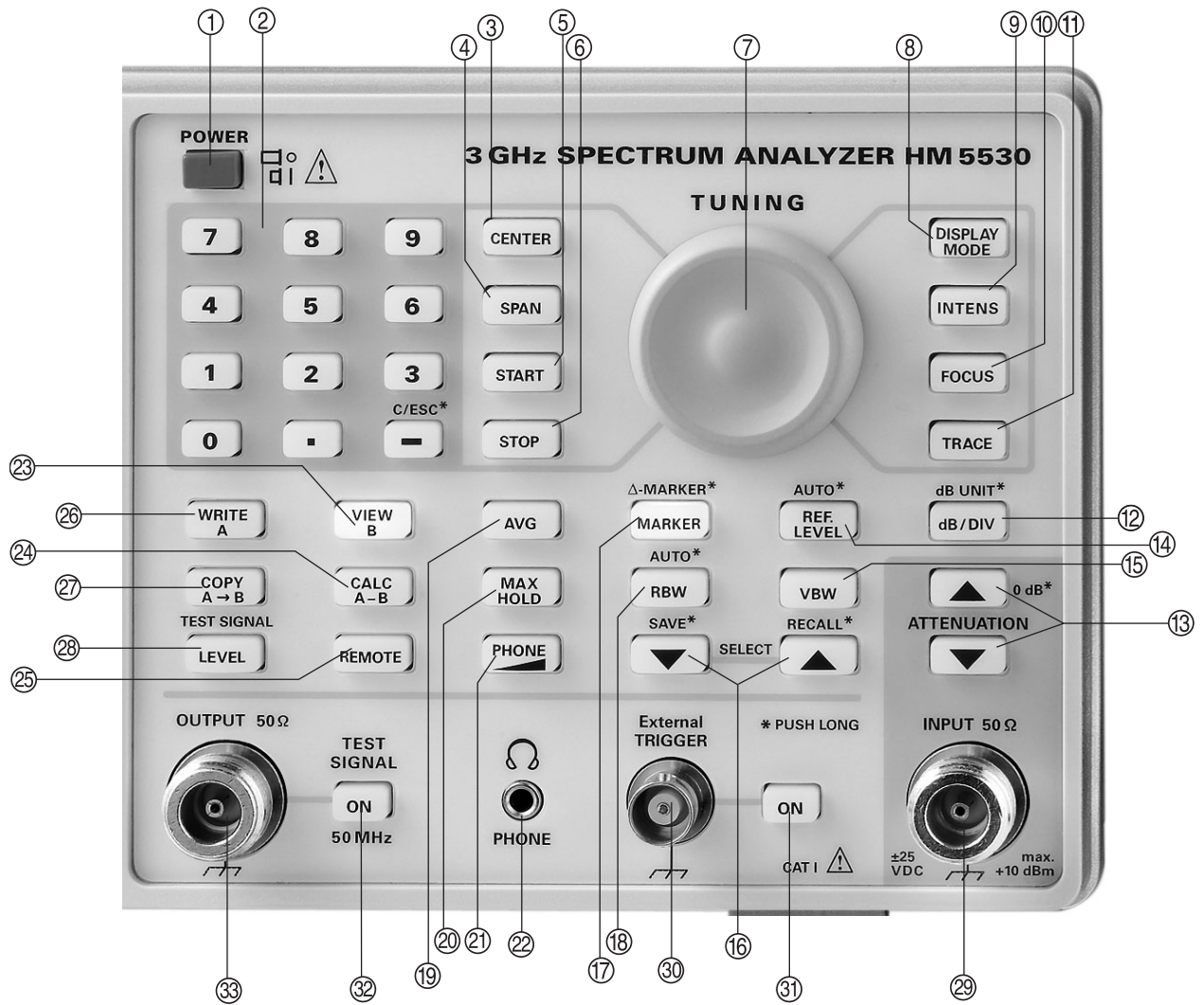
En modo de funcionamiento normal (SPAN de 1 a 3000 MHz) se presenta un margen de frecuencia, cuyo perímetro depende del ajuste del SPAN. Si la frecuencia central es 500 MHz y el SPAN es 1000 MHz (Full Span), la medición se inicia (presentada en el margen izquierdo de la pantalla) con 0 kHz y finaliza (en el margen derecho de la pantalla) con 1000 MHz. Durante este ajuste se aumenta la frecuencia del 1.LO linealmente en tiempo, de 3537,3 MHz a 4537,3 MHz, hasta que finaliza el barrido y se inicia el siguiente. El equipo permite seleccionar directamente una frecuencia de inicio y de paro.

Los datos almacenados de la señal pueden ser tratados posteriormente y se pueden transferir a través de la conexión serie a un PC, desde el cual se puede efectuar un control remoto de todo el equipo. Las funciones de las que se dispone son las siguientes: average (promediado), Max. Hold (captura y retención de valores máximos), transferencia de un espectro de memoria A a la memoria B, presentación selectiva de ambos contenidos de memoria, presentación y la resta matemática de las señales A - B; estas funciones se realizan a nivel digital.

Los resultados de las mediciones se facilitan por el nivel de referencia (REF.-LEVEL), seleccionable con márgenes amplios o de forma automática, así como por dos marcas de frecuencia, que pueden ser posicionadas de forma automática sobre los máximos del espectro presentado, indicando la segunda marca la frecuencia y el nivel diferencial entre ambas marcas.

El equipo dispone adicionalmente de una salida de test, que suministra un espectro de referencia y que puede ser utilizado también como un control de funcionamiento propio (externo), si se conecta con la propia entrada.

Se puede iniciar un barrido, utilizando la entrada del disparo externo.



## Mandos de Control y Readout

Las funciones identificadas con un \* se seleccionan mediante una pulsación prolongada sobre la tecla correspondiente.

Todas las teclas, excepto las de DISPLAY MODE, dB/Div., ATENUADOR (flecha arriba y abajo), COPY A→B, RBW, VBW y el teclado numérico son teclas con iluminación y se iluminan mientras que su función correspondiente queda activada. Las teclas CENTER, SPAN, START, STOP, INTENS, FOCUS, TRACE, MARKER, REF.LEVEL, TESTSIGNAL LEVEL y PHONE (barras) son teclas de selección. Se ilumina sólo la tecla seleccionada.

Una introducción de datos por teclado precisa que la función correspondiente quede iluminada, de otra manera debería ser previamente seleccionada. La entrada de datos aparece entonces con la información de función primero en el campo de readout izquierdo; después de pulsar la tecla de función iluminada se acepta en el campo de indicación, la indicación de entrada de datos desaparece. La introducción de datos por teclado que sobrepasa los límites permitidos, conlleva a que sólo se presente el valor mayor permitido.

El mando rotativo siempre está activo cuando se ilumina una tecla de función. La introducción de datos a través del mando rotativo que sobrepasa los límites permitidos, conlleva que sólo se presente el valor permitido mayor.

### ① POWER

Commutador de red con los símbolos I para ON y O para OFF.

El conmutador de red queda trabado después de pulsarlo. Después de calentarse el tubo de rayos catódicos, se presenta primero el logotipo de HAMEG, después la versión del programa interno (firmware). La iluminación queda prefijada, para que independientemente de la claridad casual exterior se pueda observar bien la imagen. De otra forma se podría tener la sensación que el aparato está defectuoso, como si se tuviera un ajuste de iluminación insuficiente.

Al desaparecer la indicación del firmware aparece la indicación de los parámetros ajustados (readout), en el margen izquierdo y derecho superior y al mismo tiempo se presenta (sin una señal acoplada a la entrada) en el margen inferior de la pantalla, la línea de base como una banda de ruidos más o menos ancha.

### Indicación:

Al apagar el equipo se pierden todos los contenidos de la memoria con excepción de las memorias que se utilizan para memorizar los ajustes de los mandos. Al encender el equipo, se ajustan todos los 8 valores del readout a los valores existentes que estaban activos cuando se apagó el equipo por última vez. Las funciones activas antes de desconectar el equipo no vuelven a ser activas, sólo se iluminan las teclas CENTER ③ y WRITE A ②⑥.

### ② Teclado numérico

Se compone de 10 teclas numéricas, una tecla con signo de punto para la introducción de valores numéricos de los



parámetros y una tecla con signo negativo: Frecuencia central CENTER ③, SPAN ④, frecuencia de inicio START ⑤, frecuencia de paro STOP ⑥, marca MARKER / Δ-marker\* ⑰, REF.-LEVEL ⑭, nivel de señal de test TEST ⑳.

### La tecla C/ESC\* alberga una función triple:

El signo negativo, mediante pulsación breve la eliminación de una posición paso a paso, mediante prolongada eliminación de todas las posiciones del campo de entrada del readout.

Generalmente se deberá pulsar la tecla de función correspondiente, antes de efectuar una introducción numérica, p.ej. CENTER ③, a no ser que esta función ya esté iluminada o activa. La introducción aparece en el bloque de readout izquierdo inferior con la indicación de su función antepuesta. Después de efectuar la introducción de datos la pulsación sobre la tecla de función iluminada genera la aceptación al campo de readout correspondiente. Si se efectúa una introducción y se pulsa a continuación una tecla de función que no está iluminada, se ignora la entrada de datos y se eliminan.

Las entradas de datos, que sobrepasan los límites permitidos, serán aceptadas con el valor máximo permitido y éste será presentado, pero no se emitirá ningún aviso acústico.

### ③ CENTER

Ajuste de la frecuencia central mediante introducción de datos por el teclado ② o con el mando rotativo ⑦. Para ello se deberá pulsar primero la tecla para que se ilumine. El mando rotativo queda entonces inmediatamente desactivado, una introducción de datos por teclado queda aceptado entonces por una segunda pulsación sobre la tecla CENTER ③. Indicación izquierda (CF = Center Frequency = Frecuencia Central). Quedan permitidas las entradas correspondientes en el margen comprendido entre 0 y 3000 MHz. La señal correspondiente al ajuste de la frecuencia central se presenta entonces en el centro de la pantalla, partiendo de la base que se ha seleccionado un SPAN diferente a 0.

### ④ SPAN

SPAN = margen del espectro presentado en pantalla, selección por entrada de datos por el teclado numérico ② o con el mando rotativo ⑦, pero para ello se deberá haber pulsado la tecla para que se ilumine. El mando rotativo se activa inmediatamente, una entrada de datos por teclado sólo quedará aceptada si se pulsa la tecla una segunda vez. Indicación izquierda (SF = Span Frequency = Frecuencia de Span). Quedan permitidas las entradas correspondientes en el margen comprendido entre 1 y 3000 MHz o la introducción de 0 (Zero Span). Las entradas  $>0$  y  $\leq 1$  MHz se aceptan como (SP 1 MHz). Los ajustes de Span y de frecuencia central ③ determinan la frecuencia de inicio en el margen izquierdo de la pantalla y la frecuencia de paro en el margen derecho.



**El margen de frecuencia especificado abarca 100 kHz hasta 3 GHz, la presentación de señales < 100 kHz no queda garantizada.**

**Ejemplo:**

**Con una frecuencia central de 300 MHz y un Span de 500 MHz se mide desde 50 MHz (300 MHz - ½ Span) hasta 550 MHz (300 MHz + ½ Span).**



**El equipo muestra el tiempo de barrido (Sweep) en el campo de indicación derecho (SW = Sweep), adecua el tiempo de Sweep de forma automática a los valores seleccionados de Span, al ancho de banda de resolución (RBW) y al filtro de video (VBW). Si no se puede reducir más, se presenta "uncal" en vez**

**del tiempo de Sweep, para indicar que los valores de medida no se presentan conforme a la amplitud existente.**

Zero Span es un modo de funcionamiento especial, si se utiliza con una frecuencia 0 y con indicación "SP000.000 MHz". El equipo se convierte así en un medidor de niveles selectivo de la señal de frecuencia central. La indicación se corresponde a la de un osciloscopio que mide el nivel DC, es decir, la línea 0 varía según el nivel de la señal de frecuencia central, el nivel puede leerse según la escala en 10 ó 5 dB/Div.

### ⑤ START

Ajuste de la frecuencia de inicio. Primero se deberá pulsar la tecla para que ésta se ilumine. El mando rotativo ⑦ queda entonces activado, una introducción numérica por teclado ② sería eficaz si se pulsara nuevamente la tecla. Indicación a la izquierda (SR = start = inicio) en vez de frecuencia central (CF). Se permiten valores comprendidos entre 0 y 3000 MHz.

La selección de un conjunto de frecuencia, de inicio y de paro, es el segundo método para ajustar el espectro presentado en pantalla, ahorrándose así el cálculo de inicio y de paro basados en la frecuencia central Span.

Después de pulsar la tecla se presenta siempre la frecuencia de inicio actual.

Si se prueba de ajustar una combinación sin sentido, es decir una frecuencia de inicio mayor a la frecuencia de paro, el equipo ajusta ambas con el mismo valor y se conmuta a ZERO SPAN (ver bajo SPAN).

### ⑥ STOP

Ajuste de la frecuencia de paro. Primero se deberá pulsar la tecla para que ésta se ilumine. El mando rotativo ⑦ queda entonces activado, una introducción numérica por teclado ② sería eficaz si se pulsara nuevamente la tecla. Indicación a la izquierda (ST = stop = paro) en vez de frecuencia central (CF). Se permiten valores comprendidos entre 0 y 3000 MHz.

Después de pulsar la tecla se presenta siempre la frecuencia de inicio actual.

Si se prueba de ajustar una combinación sin sentido, es decir una frecuencia de inicio mayor a la frecuencia de paro, el equipo ajusta ambas con el mismo valor y se conmuta a ZERO SPAN (ver bajo SPAN).

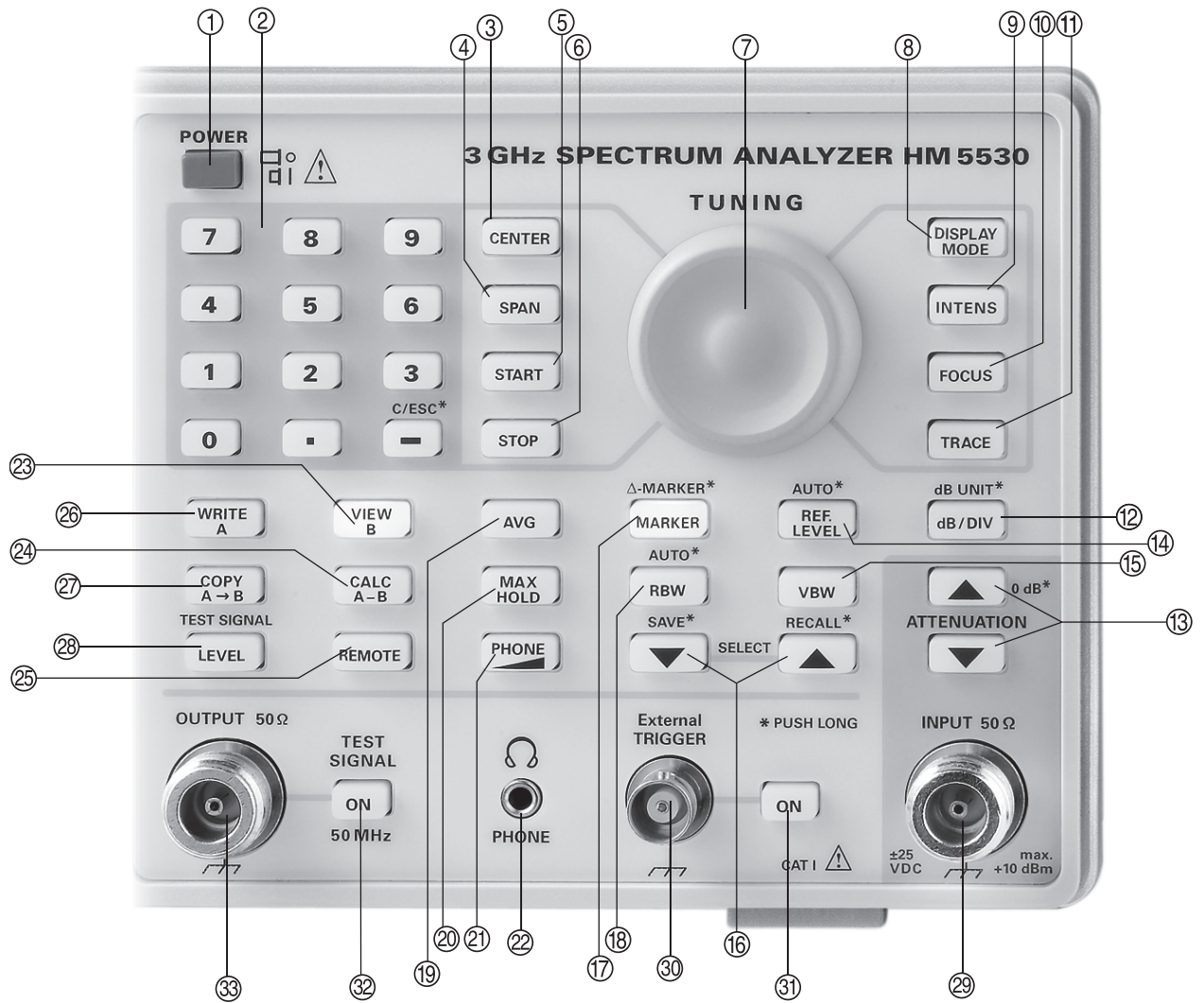
### ⑦ TUNING (Mando rotativo)

Mando rotativo para la introducción o variación de los parámetros:

Frecuencia central CENTER ③, SPAN ④, frecuencia de inicio START ⑤, frecuencia de paro STOP ⑥, marca MARKER / Δ-Marker \* ⑰, REF.-LEVEL ⑭, nivel de señal de test TEST ⑳, luminosidad (INTENS) ⑨, nitidez (FOCUS) ⑩, rotación del trazo (TRACE ROTATION) ⑪, volumen de sonido (PHONE) ⑫. Cuando se intenta introducir valores superiores a los permitidos, sólo se acepta y se presenta el valor máximo permitido y se emite un tono de aviso.

### ⑧ DISPLAY MODE

Después de pulsar la tecla se puede ajustar la intensidad de iluminación de los ajustes de los parámetros que aparecen por el readout en pasos de 100%, 50% y 0%. La secuencia de conmutación es 100%, 50%, 0% y entonces nuevamente 100%.



⑨ INTENS

Ajuste de la intensidad de iluminación mediante el mando rotativo ⑦. El giro hacia la derecha aumenta la intensidad, el de la izquierda lo disminuye. Es conveniente ajustar la intensidad del trazo de forma que se puedan efectuar bien las lecturas, pero las intensidades superiores no mejoran la percepción, si no sólo reducen la nitidez de la presentación.

⑩ FOCUS

Ajuste de la nitidez (enfoque) mediante el mando rotativo ⑦. Se ajusta el trazo de forma que se obtenga una nitidez uniforme en todo el campo de la imagen y deberá realizarse después de ajustar la luminosidad, ya que ésta influye sobre la nitidez.

⑪ TRACE

Ajuste de la rotación del trazo mediante el mando rotativo ⑦. Después de pulsar esta tecla se presenta en vez del espectro un rectángulo con una línea horizontal central. Con ayuda del mando rotativo se puede hacer rotar el rectángulo alrededor del centro y ajustarlo de manera que la línea central se cubra con la línea central de la retícula. No se puede evitar una mínima distorsión del rectángulo que no tiene influencia sobre la precisión en la medida.

⑫ dB/DIV

**dB UNIT\*** [\*Quiere decir: "pulsación prolongada"] Pulsación breve sobre la tecla: conmutación de la escala de 10 dB/DIV a 5 dB/DIV. Presentación en el readout de la indicación AT...dB : ...dB/

Pulsación prolongada sobre la tecla: conmutación de la unidad de dBm a dBmV. Cambia la indicación en todos los campos afectados (RL...dBm), (ML...dBm), (TL...dBm). La tecla no se ilumina.

⑬ ATTENUATION, ▲ ▼

Atenuador de entrada. Con las teclas sin iluminar, se puede conmutar el atenuador de (0) 10 hasta 50 dB en pasos de 10 dB. Indicación en el readout (AT...dB).

**0 dB\*** quiere decir que la posición 0 dB sólo se alcanza realizando una pulsación prolongada sobre la tecla, por razones de seguridad, para evitar el deterioro de la etapa de entrada o del mezclador.

Además se indica, que no se deben sobrepasar las tensiones de entrada máximas indicadas! Esto es especialmente importante de señalar, porque los analizadores de espectros presentan, en base a su principio de funcionamiento, en ciertas circunstancias sólo una parte del espectro que queda acoplado a la entrada del equipo; los niveles que quedan fuera del margen de frecuencias presentado pueden deteriorar las etapas de entrada del equipo.

⑭ REF.-LEVEL

**AUTO\*** [\* = "pulsación prolongada" - "Push long"] Ajuste del nivel de referencia a través del teclado ② o mediante el mando giratorio ⑦: para ello se deberá pulsar primero brevemente la tecla para que esta quede iluminada. El mando giratorio queda activado inmediatamente, la utilización

ón del teclado numérico sólo es posible después de pulsar la tecla. El margen de ajuste va desde -110 hasta +20 dBm. El valor actual aparece a la derecha (RL = Reference Level).

**AUTO\*** quiere decir, que si se pulsa la tecla de forma prolongada, se conmuta el equipo a un ajuste automático de adaptación del nivel de ruido; este modo de trabajo queda registrado en el readout mediante la presentación de [RL\*... dBm]. La desconexión de este sistema automático se realiza mediante una nueva pulsación prolongada sobre la tecla.

Si la banda de ruido se encuentra en el borde inferior de la pantalla, no se podrá aumentar el nivel de referencia con el teclado ni con el mando giratorio, es decir, no se podrá desplazar más hacia abajo y sonará una señal acústica. Sólo podrá ser reducido, por lo que la banda de ruido se desplazará hacia arriba; el margen dinámico de la presentación se reduce con esta acción.

La banda de ruido desaparece, si quedaba situada en el margen inferior de la reticulación de la pantalla y se modifica la escala de atenuación ⑫ de 10 dB/div a 5 dB/div; al reducir el nivel de referencia, la banda de ruido posicionarse nuevamente en zona visible.

### Evaluación de la medida

Los valores de medida presentados tienen en cuenta de forma automática todos los ajustes realizados, por lo tanto también la atenuación de entrada ajustada y presentan la amplitud de la señal real de los puntos de medida seleccionados en dBm, dBmV o dBµV.



**El nivel de referencia se refiere al borde superior de reticulación, del cual habrá que calcular los valores de medida hacia abajo. No hay que confundirlo con el sistema de valoración en osciloscopios, donde el sistema de evaluación es contrario! Si el nivel de referencia en pantalla RL = 0 dBm, el margen inferior corresponde a -80 dBm con 10 dB/div o -40 dBm con 5 dB/div.**

El nivel de referencia corresponde a una tensión de Offset en el osciloscopio y puede ser regulado dentro de ciertos márgenes para facilitar la lectura; no influye en la sensibilidad o la calibración. Se trata del desplazamiento de una ventana, como en el osciloscopio con su amplificador diferencial y tensión Offset calibrada, con un margen dinámico de 80 o 40 dB, dentro del margen de RL de -110 hasta +20 dBm.

Existen dos posibilidades de efectuar las lecturas: directamente en la pantalla o después de posicionar la primera marca en el punto de medida (mayoritariamente la punta de una línea espectral).

Al efectuar la lectura en la pantalla se parte del nivel de referencia de la línea reticulada superior contando los centímetros hasta el punto de medida y se multiplican estos con la escala seleccionada, p.ej. 10 dB/div. Si el nivel de referencia es p.ej. 0 dBm y el punto de medida del espectro indicado queda 1 cm por debajo, se obtiene una lectura de -10 dBm.

Si se posiciona la marca sobre el punto de medida, se puede obtener la lectura directa de "ML -10 dBm" en el readout izquierdo, ya que la indicación de la marca contempla el nivel de referencia.

### ⑮ VBW (Video Bandwidth)

Conmuta el filtro de vídeo para reducir el ancho de banda de vídeo de 50 kHz a 4 kHz. El readout muestra esto en la

parte izquierda de la pantalla (VB = Video Bandwidth). Al activar este filtro de paso bajo, se obtiene una reducción del ruido, de forma que señales con baja potencia puedan aún ser visualizadas. Este filtro no debe utilizarse con señales pulsadas.



**El filtro activado reduce la velocidad de barrido permisible/adecuada. Si se elige un Span demasiado grande, se presentan las amplitudes demasiado pequeñas. Esta situación se avisa mediante la indicación de "uncal" presentada entonces en vez del tiempo de barrido (sweep) (SW...). Se deberá reducir entonces el valor del Span, hasta que desaparezca la indicación de "uncal". Anteriormente se deberá ajustar la frecuencia central con CENTER ③ al centro de la pantalla. Si no se centra la señal, esta puede desaparecer de la zona visible en pantalla al utilizar el Span.**

### ⑯ SAVE\*/RECALL\*

(\* significa: "Pulsación prolongada" – "Push long")

Teclas para la memorización o llamada de hasta 10 ajustes completos de los mandos del aparato. Sólo se memorizan 8 parámetros, todos ellos presentados en el readout. Estos valores memorizados se mantienen en memoria incluso al desconectar el equipo. Después de llamar una memoria sólo se iluminan las teclas CENTER ③ y WRITE A ⑰, como después de encender el equipo, indiferentemente de cuales fueron las teclas de función, que se iluminaban antes de memorizar los ajustes o de desconectar el equipo.

Para memorizar un ajuste de los mandos del equipo, se pulsa primero brevemente la tecla SAVE: en el readout, abajo a la derecha se presenta entonces "SAVE 0" (u otro número), en vez de la indicación del tiempo de barrido (SW...). Entonces se dispone de 2 segundos, para aumentar con la tecla SAVE, o de reducir con la tecla RECALL, el número de memoria actual, hasta alcanzar el número deseado: la pulsación de cualquiera de estas dos teclas prolonga el tiempo disponible. Para memorizar el ajuste actual de los mandos en la memoria deseada, se pulsa la tecla SAVE hasta que el proceso de memorización es confirmado mediante un aviso acústico y la presentación de readout vuelve a la indicación del tiempo de barrido (sweep).

Si después de la primera pulsación breve no se realiza ninguna pulsación adicional más, se abandona la función después de 2 segundos y se reestablece la indicación del tiempo de barrido.

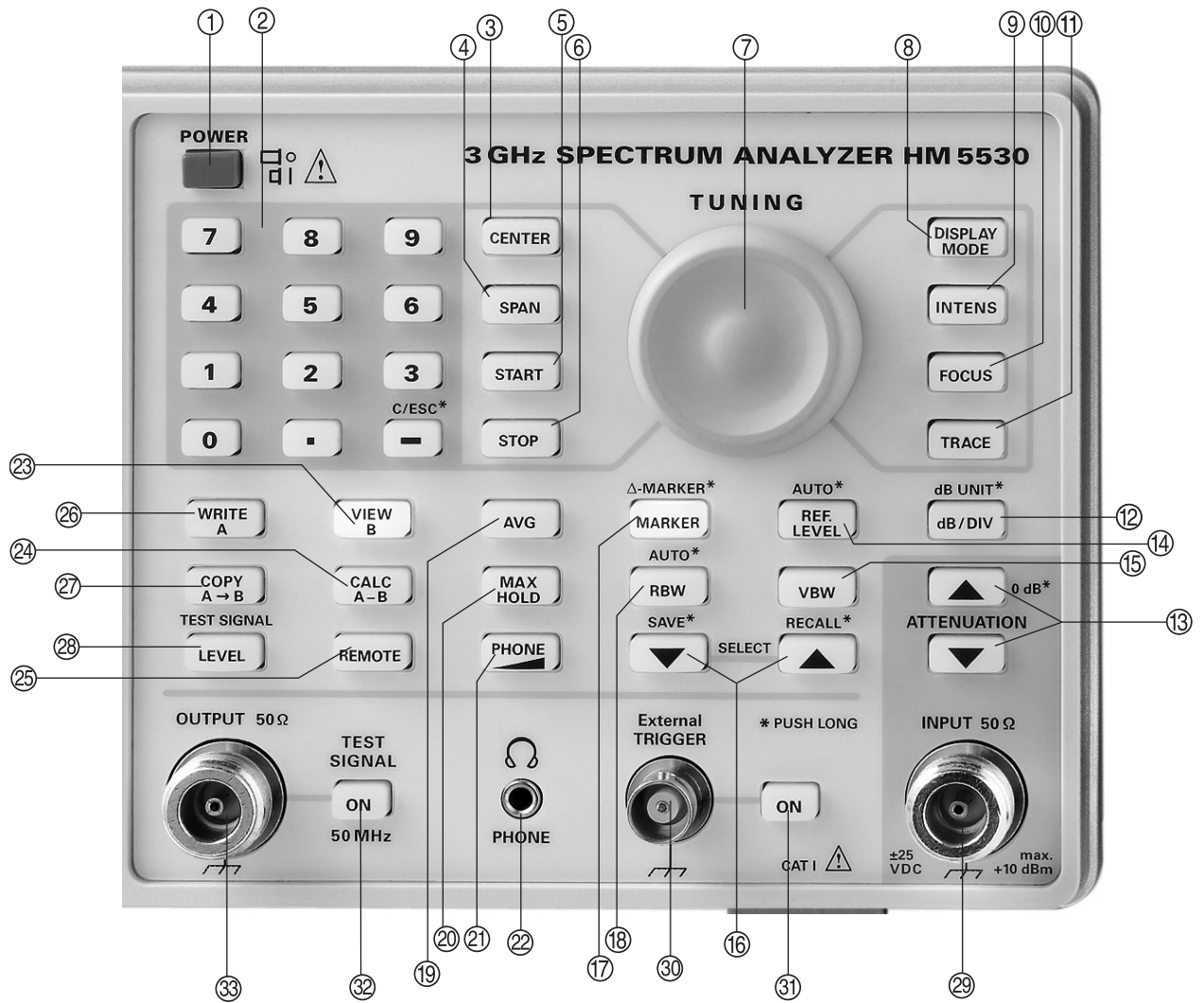
Para llamar un ajuste de mandos del equipo memorizado, primero se pulsa Recall de forma breve; en el readout, abajo a la derecha se presenta entonces "RECALL 0" (u otro número), en vez de la indicación del tiempo de barrido (SW...). Entonces se dispone de 2 segundos, para aumentar con la tecla SAVE, o de reducir con la tecla RECALL, el número de memoria actual, hasta alcanzar el número deseado. Para llamar la memoria deseada, se pulsa la tecla RECALL de forma prolongada.

Las teclas SAVE y RECALL permanecen activas, incluso cuando se trabaja en los modos de AVG o MAX HOLD, pero se desactivan durante el proceso de memorización o desconexión.

### ⑰ MARKER

**DELTAMARKER\*** (\* significa: "Pulsación prolongada" – "Push long")

Marca de frecuencia y marca delta. Una breve pulsación sobre la tecla hace aparecer en la pantalla una marca (símbolo-



lo de cruz), el readout presenta a la izquierda la frecuencia (MF = Marker Frequency) y el nivel (ML = Marker Level) de la marca. La marca aparece en la frecuencia, en la que se utilizó por última vez. Una nueva pulsación breve, coloca la marca de forma automática sobre el nivel máximo del espectro presentado. La primera marca puede ser posicionada con el teclado numérico o variada con el mando giratorio.

Una pulsación prolongada sobre la tecla llama una segunda marca (marca delta), caracterizada por un rombo y el readout presenta entonces en vez de MF y ML, con signos correctos, la diferencia en frecuencia (DF = Delta Frequency) y la diferencia en nivel (DL = Delta Level) entre ambas marcas. Una segunda pulsación prolongada posiciona la marca en forma de rombo sobre el máximo del espectro presentado. La diferencia en frecuencia sólo puede ser variada con el mando giratorio.

Estando ambas marcas activadas, se conmuta la actuación del mando giratorio con una pulsación breve sobre la tecla, para que varíe la primera marca y con una pulsación prolongada sobre esta misma tecla, para variar la segunda marca, acto último que queda confirmado por un tono acústico.

El funcionamiento de presentación de marcas sólo puede abandonarse, si se pulsa una tecla de función diferente.

⑱ **RBW**  
**AUTO\*** [\* significa: "Pulsación prolongada" – "Push long"] (Resolution Bandwidth): Selección de la resolución del an-

cho de banda del amplificador de frecuencias intermedias: 1MHz, 120kHz o 9kHz. Indicación en el readout a la izquierda (RB = Resolution Bandwidth).

Al efectuar una pulsación prolongada sobre la tecla se activa una selección automática de la resolución de ancho de banda más idónea, y se presenta en el readout con (R\*...kHz). Se desactiva mediante una nueva pulsación prolongada sobre la tecla.

Si previamente se tenía el filtro de vídeo VBW ⑮ activado (VB 4kHz), se reduce el ancho de banda nuevamente.

La señal a medir activa el filtro, de forma que la curva de paso del filtro activado es presentada (wobulada), si no se desconectó previamente el barrido en modo de Span 0. La amplitud se corresponde con el nivel de señal, siempre y cuando no se presente "uncal".

El ancho de banda de la frecuencia central (RBW) es relevante para determinar el grado de presentación del analizador de espectros con dos señales muy vecinas (selectividad). Dos señales senoidales de mismo nivel y con una diferencia en frecuencia de 40kHz, se pueden diferenciar bien como dos señales diferentes, si se tiene seleccionado el RBW = 9kHz. Con RBW = 120kHz o 1MHz, las señales se fundirían de forma que parecerían una sola señal.

Un ancho de banda de resolución (RBW) bajo = resolución mayor, muestra más detalles del espectro, pero precisa un tiempo de oscilación de los filtros, superior. El equipo selec-



ción de forma automática un tiempo de barrido más lento, si se eligió el Span demasiado amplio con un RBW determinado, para permitir que los filtros tengan suficiente tiempo en iniciar su oscilación; de otra manera no se alcanzarían las amplitudes correctas. Si el tiempo de barrido más lento ya no fuera suficiente, se presenta "uncal" en vez de la indicación de barrido (SW...) (sweep). Este tiempo de barrido más lento origina una frecuencia de repetición de medida más baja. Para obtener nuevamente una indicación de medida calibrada, se debe reducir el valor de SPAN ④.

Un ancho de banda inferior reduce el ruido y aumenta la sensibilidad de entrada útil. Esto se puede observar, al conmutar p.ej. de 1 MHz a 9 kHz, y obtener una amplitud de ruido inferior y que esta banda de ruido se desplaza al borde inferior de la reticulación.

### ①⑨ AVG (Average)

Activa/desactiva el modo de promediado del espectro. Este modo de funcionamiento queda constatado sólo por la iluminación de una tecla; no se refleja este estado en el readout. Se realiza un promediado continuo matemático, de forma que se calcula y se presenta un valor promediado de los valores anteriores y de los valores actuales de medida; del valor medido actual y valor siguiente, se calcula y presenta entonces nuevamente un promedio. Este promediado continuo se puede observar en la pantalla. El proceso de promediado aumenta las partes de señales repetitivas y suprime las señales casuales, de forma que se obtiene una reducción de ruido considerable.

Al tener activada esta función, se tiene activada de forma secundaria la función de MAX HOLD ⑳ y viceversa, de forma que se puede conmutar rápidamente entre ambas. Con la función AVG activada, no se puede acceder a las siguientes funciones y en todo caso, sonaría un aviso acústico:

CENTER ③, SPAN ④, START ⑤, STOP ⑥, y el resto pueden ser utilizadas. Al pulsar COPY A hacia B ⑳ se transmite el contenido [espectro] de la memoria A, medido y con ruido, a la memoria B y no el valor promediado y presentado!

Si p.ej. se llama y se varía el nivel de referencia REF.-LEVEL ⑭, deberá pasar nuevamente un tiempo suficiente, para calcular un valor promediado y para que se establezca la presentación.

### ⑳ MAX HOLD

Este modo de funcionamiento calcula y memoriza de forma automática el máximo del espectro promediado y presentado. Este modo se constata sólo por la iluminación de una tecla; no se refleja este estado en el readout. Secundariamente se activa también de forma automática el promediado AVG ①⑨, aunque esa tecla no se ilumine. Se puede conmutar rápidamente entre ambas funciones. La función calcula de forma automática el nivel de señal máximo capturado por el equipo; la presentación sólo se actualiza, si se captura un nivel superior al obtenido con anterioridad. Con ello se posibilita la presentación fiable del nivel máximo, incluso de señales pulsadas. Se deberá esperar un cierto tiempo para cerciorarse, que no se recibe ninguna actualización con un nivel superior.

Esta función se abandona pulsando nuevamente la tecla o al pulsar una de las teclas de VIEW B ㉓, CALC A – B ㉔. Al pulsar WRITE A ㉕, se vuelve a reiniciar el cálculo del promediado continuo y el de la obtención de máximos, pero se mantiene la función.



**Para obtener, con señales de pulso, un tiempo de oscilación en todos los filtros, lo más corto posible, es aconsejable ajustar RBW = 1 MHz, VBW = 50 kHz y un Span lo más pequeño posible.**

### ㉑ PHONE (Tecla)

Ajuste del volumen para los auriculares, mediante el mando giratorio ⑦.

### ㉒ PHONE (Borne)

Conexión para auriculares con bananas de 3,5 mm y con una impedancia superior a 8Ω. Se suministra una señal que proviene de un demodulador AM y con ello se facilita p. ej. en el preanálisis de EMC la identificación de fuentes de ruido. Si se conecta a la entrada del analizador de espectros una antena y se selecciona Zero Span con el SPAN ④ (SF 000.000 MHz), se puede sintonizar mediante CENTER ③ una emisora. En este sentido, se deberá tener en cuenta la correspondiente legislación nacional vigente.

### ㉓ VIEW B

La tecla sólo se ilumina al ser pulsada, si anteriormente se guardó un espectro en la memoria B con la tecla de COPY A to B ㉗; si es así se indicará, una tecla de WRITE A ㉕ o CALC A – B ㉔ en estado iluminado se apaga, si no es así, suena una señal acústica. El contenido de la memoria B se pierde al apagar el equipo.

### ㉔ CALC A – B

Esta tecla sólo se ilumina al pulsarla, si anteriormente se guardó un espectro en la memoria B; entonces se presenta la resta de los valores de los dos espectros, la tecla WRITE A ㉕ o VIEW B ㉓ anteriormente iluminada se apaga, si no se activa una alarma acústica. Mediante las tres teclas WRITE A ㉕, VIEW B ㉓ y CALC A – B ㉔ se pueden visualizar consecutivamente tres espectros.

### ㉕ REMOTE

Se ilumina, cuando el equipo se controla a través del interfaz. Al pulsar la tecla, se desconecta el modo de control remoto.

### ㉖ WRITE A

El equipo contiene dos memorias A y B. En modo normal la tecla queda siempre iluminada y muestra así que el espectro actualmente conectado a la entrada se transfiere a la memoria A y sale de esta para ser presentado en pantalla. Los contenidos de las memorias se pierden, cuando se apaga el equipo.

### ㉗ COPY A → B

Al accionar esta tecla, se traslada el espectro mostrado en pantalla, a la segunda memoria B. Esta tecla no se ilumina, la tecla WRITE A ㉕ sigue iluminada, el traslado a la memoria B se confirma solo mediante una señal acústica. Si se ilumina la tecla CALC A – B ㉔, no se puede acceder a esta función y suena un aviso acústico.

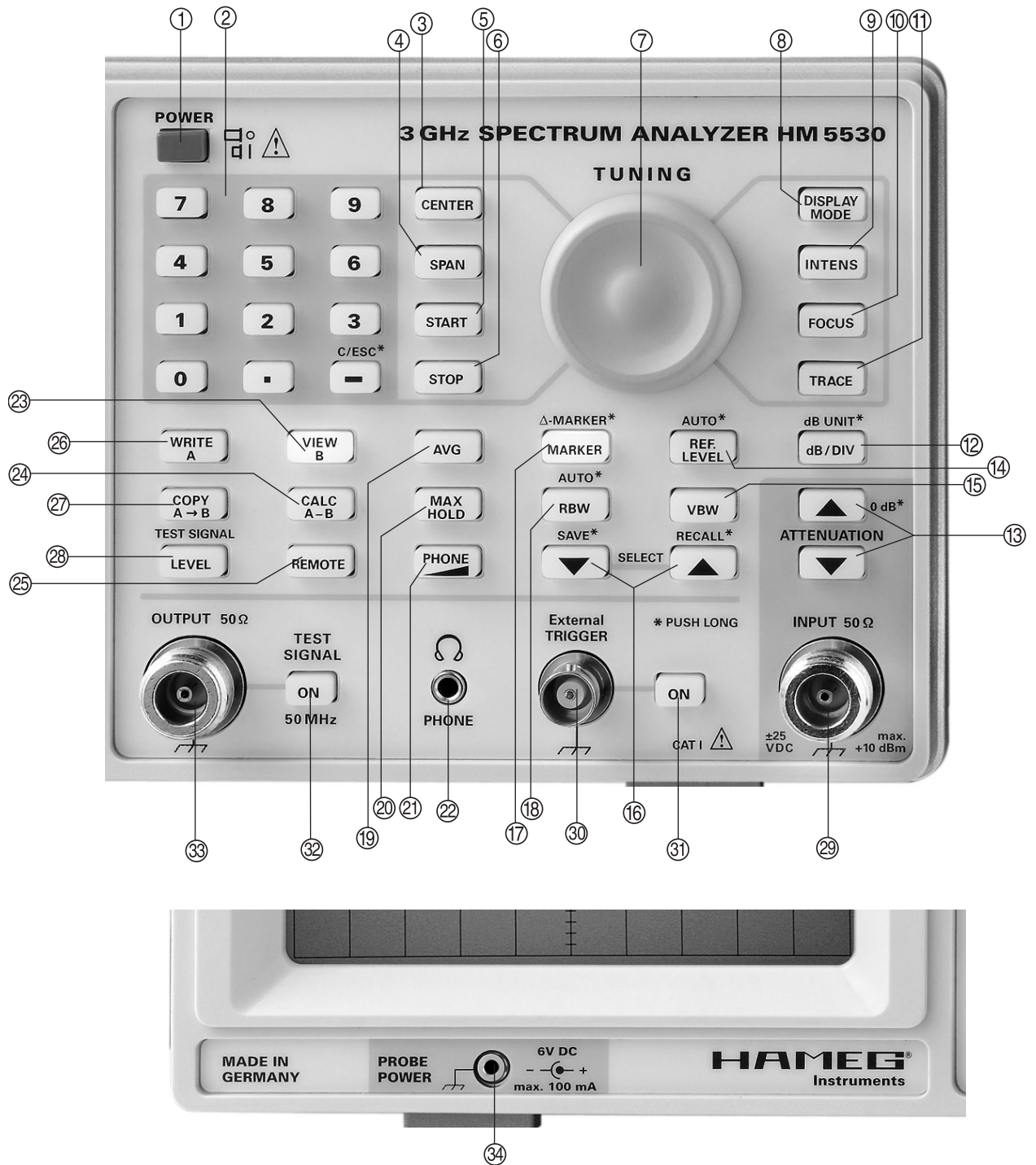
### ㉘ TEST SIGNAL LEVEL

Ajuste de la amplitud de la señal de test mediante el mando giratorio ⑦ desde -10 hasta 0 dBm en pasos de 0,2 dB.

### ㉙ INPUT 50Ω

Borne de entrada N. Sin atenuación de entrada no se debe sobrepasar el límite de 10V<sub>DC</sub> o +10 dBm. Con atenuación de entrada de 10 hasta 50 dB se admiten como máximo +20 dBm. La conexión exterior del borne queda conectada a la caja metálica del propio equipo y con ello a masa de tierra (PE). Traspasar los límites señalados puede deteriorar la etapa de entrada del analizador de espectros!





**30 EXTERNAL TRIGGER**

Borne BNC para el acoplamiento de una señal de disparo exterior.  
 Nivel bajo LOW: 0...+0,8V, nivel alto HIGH: +2,5V ... +5,0V con disparo sobre la pendiente positiva, umbral de disparo típico: 1,3V; tensión máxima de entrada: ±10V.

**31 ON**

Tecla para activar el disparo externo

**32 TEST SIGNAL ON**

Tecla para activar/desactivar la señal de test.

**33 OUTPUT 50Ω**

Borne de salida N para la señal de test. En esta salida se suministra con la tecla ON **31** iluminada, una señal de test de 50 MHz, con un espectro de banda ancha, cuyo nivel es

ajutable con el mando giratorio **7** dentro de los márgenes de 0 hasta -10dBm, después de haber pulsado la tecla TEST SIGNAL LEVEL **29**. La indicación por readout aparece en el campo derecho (TL = Test Signal Level = nivel de la señal de test). Esta salida puede ser conectada directamente mediante un cable N de 50Ω a la entrada del propio analizador de espectros, para controlar el funcionamiento correcto del equipo.

**34 PROBE POWER**

Conexión para la alimentación (6V<sub>DC</sub>) de sondas HAMEG. Conector de bananas de 2,5mm. El polo positivo corresponde al contacto interior y sólo se deben extraer como máximo 100mA. La conexión exterior queda conectada a la caja metálica [potencial de referencia de medida] y con ello a la protección a tierra (PE).

## Interfaz RS-232

### Consulta de datos de medida y control remoto

#### Atención! Indicación de seguridad.

Todas las conexiones del interfaz quedan conectadas galvánicamente con el instrumento de medida y con ello con el conductor de protección (masa, tierra).

No se deben realizar mediciones con potenciales de referencia de medida elevados y estas mediciones pueden dañar el equipo, el interfaz, y otros equipos conectados. No atender las indicaciones de seguridad (ver también el capítulo „Seguridad) conlleva la pérdida de los derechos de garantía, en caso de deterioro del equipo. Hameg no se responsabiliza tampoco de los daños ocasionados a personas o a equipos de otras marcas.

#### Descripción

El instrumento de medida dispone en su tapa trasera de una conexión RS-232, que tiene un conector de 9 polos submin D. A través de este interfaz bidireccional se puede controlar el equipo, es decir se pueden recibir parámetros de ajustes y datos de señales de un PC.

#### Cable RS-232

Este cable deberá medir menos de 3m y deberá contener conductos blindados con una relación de conexión de 1:1 entre los extremos. Los diferentes pins de conexión, quedan ocupados de la siguiente manera:

#### Pin Señal

- 2 TX Data (datos desde el equipo de medida hacia el equipo externo)
- 3 RX Data (datos desde el equipo externo hacia el equipo de medida)
- 5 Masa (potencial de referencia, queda conectado por el equipo de medida y el cable de red al conductor de protección (masa, tierra).
- 9 +5V tensión de alimentación para equipos externos (max. 400mA.).

La diferencia en tensión máxima entre los pins 2 y 3 deberá ser  $\pm 12V$ .

Protocolo RS-232 N - 8 - 1 (ningún bit de paridad, 8 bits de datos, 1 bit de paro).

#### Ajuste de los baudios

Al encender el equipo de medida, se obtiene el ajuste básico inicial para el interfaz RS-232: 9600 Baud. Con una orden posterior, se podrá modificar la frecuencia de transmisión a 4800, 19200, 38400 o 115200.

#### Comunicación de datos

Después de encender (POWER) el equipo transmite a la conexión serie, la notificación „HAMEG HM5530“ con 9600 Baud.

### Órdenes del PC hacia el HM5530

**Estructura general:** Cada orden/consulta deberá ser iniciada con „#“ (23 hex = 35dec), al que le siguen 2 más. Si se trata de una orden, deberán seguir los parámetros a las letras. Cada orden se finaliza con la tecla „Enter“ (hex:0x0d). No se diferencia entre letras mayúsculas o minúsculas. La indicación de la unidad siempre es clara (p.ej. Span siempre en MHz) y por esa razón no se introducirá.

### Lista de las órdenes de ajuste

(E) significa tecla Enter - signo (cr) 0x0D = carriage return (retroceso del carro)

- #kl0(E) = Key-Lock off (control remoto: OFF)
- #kl1(E) = Key-Lock on (control remoto: ON (Remote-LED iluminado))

Las siguientes órdenes sólo se realizan, si KL1 está conmutado (Remote On):

#### Amplitud:

- #rl-30.0(E) = Nivel de referencia (Unidad: dBm o dBmV, o dB $\mu$ V) (Gama de valores depende de la unidad seleccionada)
- #ra0(E) = Nivel de referencia automático OFF
- #ra1(E) = Nivel de referencia automático ON
- #at0(E) = Atenuador 0 (10, 20, 30, 40) 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

#### Frecuencia:

- #cf0500.000(E) = Frecuencia central en xxxx,xxx MHz
- #sp2200.000(E) = Frecuencia de span en xxxx,xxx MHz
- #sr0100.000(E) = Frecuencia de inicio en xxxx,xxx MHz
- #st0500.000(E) = Frecuencia de paro en xxxx,xxx MHz

#### Filtros:

- #bw1000(E) = Ancho de banda RBW =1000 kHz (120,9) kHz
- #ba1(E) = Ancho de banda automático On (RBW Auto)
- #ba0(E) = Ancho de banda automático Off (RBW Manual)
- #vf0(E) = Filtro de Video OFF (VBW = 50 kHz)
- #vf1(E) = Filtro de video ON (VBW = 4 kHz)

#### Marca:

- #mf0500.000(E) = Frecuencia de la marca en xxxx,xxx MHz
- #df0100.000(E) = Frecuencia (marca) Delta en xxxx,xxx MHz
- #mk0(E) = marcas (todas) Off
- #mk1(E) = Marca On (o conmutación de Delta)
- #mk2(E) = Marca Delta On (o conmutación de la marca)

#### Señal:

- #vm0(E) = Indicación: Señal A
- #vm1(E) = Indicación: Señal B (señal memorizada)
- #vm2(E) = Indicación: Señal A-B
- #vm3(E) = Indicación: Average (promedio)
- #vm4(E) = Indicación: Max. Hold
- #sa(E) = Memoriza señal A en la memoria B
- #bm1(E) = Transferencia de señal en bloque (2048 Byte)  
2044 bytes de señal, 3 bytes de suma de prueba + 0x0d
- #et0(E) = Disparo externo OFF
- #et1(E) = Disparo externo ON

#### Señal de test:

- #tg0(E) = Señal de generador de test off
- #tg1(E) = Señal de generador de test on
- #tl+00.0(E) = Nivel de señal de test (unidad: dBm o dBmV, o dB $\mu$ V)
- #tl-10.0(E) = hasta -10.0 dBm en pasos de 0.2 dB
- #br38400(E) = Baudios 38400 (4800, 9600, 19200, 115200) Baud (Esta orden no envía „RD(0x0D)“)

**Mediciones EMC:**

- #es0(E) = desactivar barrido único "Single Shot"
- #es1(E) = activar barrido único "Single Shot"
- #ss1(E) = Inicia un barrido único "Single Shot"  
(tiempo de barrido:1000ms)

Después de recibir y ejecutar una orden, el analizador de espectros remite "RD(0x0D)".

**Consulta de los parámetros (Lista de órdenes de consulta)**

Las siguientes consultas se responden también, aunque no esté activado el modo de control remoto (Remote Off = KL0).

**Sintaxis:**

- #xx(E) = Envía parámetro de xx  
E = Enter, carriage return (0x0D)

**Amplitud:**

- #rl(E) = Nivel de referencia "RLxxx.x" (en unidad dB)
- #ra(E) = Nivel de referencia automático "RAx" (x=0: Manual; x=1: Auto)
- #at(E) = Atenuador "ATxx" (en dB)
- #db(E) = Escala Y (dB/Div) "DBxx" (xx = 5,10 dB/Div)
- #du(E) = Unidad Y (dBx) "DUx" (x=0:dBm;x=1:dBmV;x=2:dBµV)
- #uc(E) = Nivel uncal "UCx" (x=0:cal, x=1:uncal)

**Frecuencia:**

- #cf(E) = Frecuencia central "CFxxxx.xxx" (en MHz)
- #sp(E) = Frecuencia Span "SPxxxx.xxx" (en MHz)
- #sr(E) = Frecuencia de inicio "SRxxxx.xxx" (en MHz)
- #st(E) = Frecuencia de paro "STxxxx.xxx" (en MHz)

**Marca:**

- #mf(E) = Frecuencia de la marca "MFxxxx.xxx" (en MHz)
- #df(E) = Frecuencia de la marca Delta "DFxxxx.xxx" (en MHz)
- #mk(E) = Modo Marca "MKx" (x=0: OFF; x=1: Marca1, x=2: M1&2)
- #lv(E) = Nivel activo de marca "ML-xxx.x" (en dB)
- (#MK1) = Nivel activo de marca Delta "DL-xxx.x" (en dB) (#MK2)

**Señal de test:**

- #tl(E) = Nivel de señal de test "TL-xxx.x" (en dB-Unit)
- #tg(E) = Generador de señal de test. ON/OFF "TGx"  
(x=0:TG OFF, x=1:TG ON)

**Filtros:**

- #bw(E) = Ancho de banda de resolución "BWxxxx" en kHz
- #ba(E) = Ancho de banda automático "BAx"  
(x=0: Manual; x=1: Auto)
- #vf(E) = Filtro de Vídeo "VFx" (x=0:VF OFF, x=1:VF ON)
- #kl(E) = Control remoto (Remote) "KLx"  
(x=0:Local, x=1:Remote)

**Señal:**

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

**General:**

- #vn(E) = Número de la versión "VNx.xx"  
(x.xx = 1.00 ... 9.99)
- #hm(E) = Tipo de equipo "HMxxxx" (xxxx = 5530)

**Ejemplos**

1. Ejemplo #uc(E) (sin calibrar):  
PC envía #uc(CR). Instrumento responde con:  
uc0 (calibrado) o uc1 (sin calibrar)

2. Ejemplo #tl(E)  
PC consulta al generador de tracking el nivel  
PC envía #tl(CR). Instrumento responde con:  
TL-12.4 (CR)

3. Ejemplo #vn(E)  
PC consulta el número de versión:  
PC envía #vn(CR).  
Instrumento responde : x.xx(CR)  
x.xx por ejemplo: 1.23

4. Ejemplo #hm(E)  
PC consulta el tipo de equipo:  
Instrumento responde ..5530"

Si no se reconoce una orden transmitida, el equipo no responde al PC, (ningún RD (CR) o ninguna entrega de parámetros).

**Descripción exhaustiva de la orden #bm1**

- #BM1(CR) = Modo por bloques  
(transmite 2048 bytes de datos  
via interfaz RS-232)

Los datos de transmisión se componen de 2048 Bytes: trans\_byte [0] hasta trans\_byte [2047]. Estos 2048 bytes de datos contienen 2001 bytes de señal, la indicación de parámetros de la frecuencia central y una suma de control de bytes de señal.

Los bytes de datos justifican los siguientes bytes de datos de transmisión:  
trans\_byte[n] = sig\_data[n] ( n = 0 hasta n = 2000):  
trans\_byte[0] = sig\_data[0]  
trans\_byte [2000] = sig\_data[2000]

La suma de control es un valor de 24-Bit (= 3 Bytes) y se genera de la siguiente manera: Suma de control = sig\_data[0] + sig\_data[1] + .. sig\_data[1999] + sig\_data[2000] (= summe de todos los bytes de datos)

La suma de control de 24-bit ocupa los siguientes bytes de datos de transmisión:  
trans\_byte[2044] = 1.Byte suma de control [MSB]  
trans\_byte[2045] = 2.Byte suma de control  
trans\_byte[2046] = 3.Byte suma de control [LSB]

La indicación de parámetros de la frecuencia central ocupa los siguientes bytes de datos de transmisión:  
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') ejemplo: CF0623.450  
(Estos bytes no se utilizan para calcular la suma de control)  
El último signo siempre es un CR (Carriage Return)  
trans\_byte[2047] = 0D hex (Carriage Return)  
El resto de bytes „libres“ se posicionan en (00 hex).

**Referencia de los bytes de datos con la presentación en pantalla del tubo de rayos catódicos (TRC):**

Los bytes de datos son el resultado de 2001 conversiones analógico/digitales durante el proceso de un barrido (sweep).

Posición X: el primer byte „sig\_data[0]“ corresponde al primer punto sobre la pantalla del TRC, que coincide con la línea de la retícula. Los bytes restantes siguen de forma lineal hasta sig\_dat[2000] , que coincide entonces con la línea derecha de la retícula. La frecuencia de los puntos individuales se puede

determinar de la frecuencia central y del Span.

Frecuencia (x) = (Frecuencia central - 0,5 x Span) + Span x x/2000

X = 0... 2000 (Posición del punto = sig\_data[x])

Posición Y: el octavo valor (hex: 00 hasta FF) de cada célula de memoria de sig\_data[x] tiene la siguiente referencia con la señal de vídeo:

1C hex (28 dez): coincide con la línea inferior de la retícula

E5 hex (229 dez): coincide con la línea superior de la retícula (se corresponde con el nivel de referencia).

La resolución en dirección Y es de 25 puntos por trama (corresponde a 10 dB con 10dB/Div).

Por punto se obtiene entonces 0,4 dB con 10dB/Div. y 0,2 dB con 5dB/Div.

### **El nivel de un punto (y) se puede calcular :**

Para  $y \leq 229$  (posición del nivel de referencia):

Level en dBm (y) = Nivel de referencia (dBm) - ((229-y) x 0.4 dB) con 10dB/Div

Para  $y > 229$  (posición del nivel de referencia):

Level en dBm (y) = Nivel de referencia (dBm) + ((y-229) x 0.4 dB) con 10dB/Div.





Oscilloscopes



Spectrum-Analyzer



Power Supplies



Modular system  
8000 Series



Programmable Instruments  
8100 Series



authorized dealer



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

Subject to change without notice

42-5530-0030/09022007gw

© HAMEG Instruments GmbH

A Rohde & Schwarz Company

® registered trademark



DQS-Certification: DIN EN ISO 9001:2000

Reg.-Nr.: 071040 QM

HAMEG Instruments GmbH

Industriestraße 6

D-63533 Mainhausen

Tel +49 (0) 61 82 800-0

Fax +49 (0) 61 82 800-100

sales@hameg.de