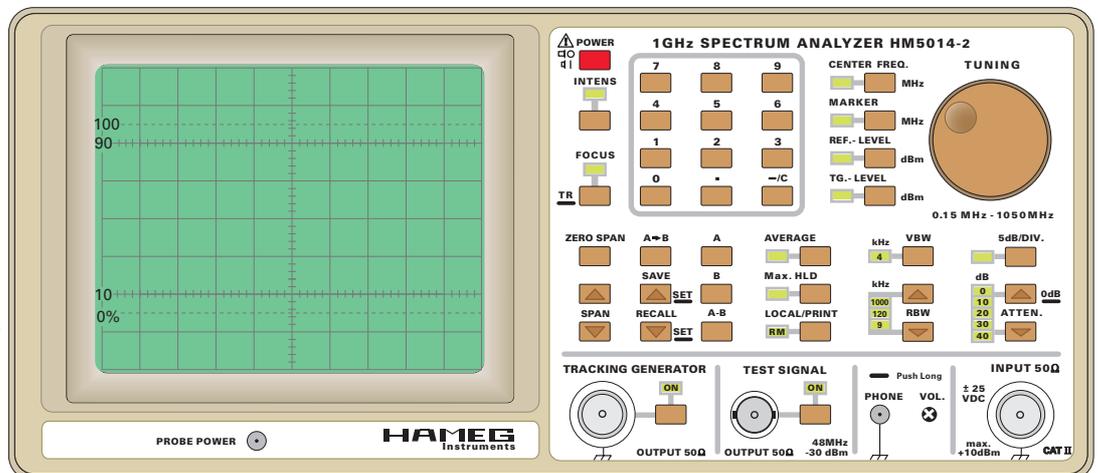


Analyseur de spectre HM5012-2 HM5014-2





HAMEG®

Instruments

Analyseur de spectre HM5012-2 HM5014-2

Déclaration de conformité CE	4	ATTN	18
Information générale concernant le marquage CE	4	Réglage de la fréquence	18
HM 5012-2 et HM 5014-2	5	Graduation verticale	18
Caractéristiques techniques	6	RBW	18
Accessoires	6	Lecture des valeurs mesurées	18
Limiteur de transitoires HZ 560	6	Introduction à l'analyse spectrale	18
Sondes de champ proche HZ530	7	Types d'analyseurs de spectre	19
Pont de mesure HZ 541	8	Caractéristiques nécessaires d'un analyseur de spectre	19
Généralités	9	Mesures de fréquence	19
Symboles portés sur l'appareil	9	Résolution	20
Mise en place de l'appareil	9	Sensibilité	20
Sécurité	9	Filtre vidéo	20
Conditions de fonctionnement	9	Sensibilité d'un analyseur de spectre	20
Garantie	9	Réponse en fréquence	21
Entretien	10	Générateur suiveur (seulement sur HM5014-2)	21
Alimentation	10	Interface RS232 - Commande à distance	22
Introduction	11	Description	22
Instruction d'utilisation	11	Câble RS232	22
Affichage du signal de test	12	Réglage de la vitesse de transmission	22
Éléments de commande et Readout	13	Transmission des données	22
Premières mesures	18	Commandes du PC vers HM5012-2/5014-2	22
Paramètres	18	Relation entre les données du signal et la représentation sur le tube cathodique	23
		Éléments de commande HM5012-2 / HM5014-2	25



Herstellers
Manufacturer
Fabricant

HAMEG GmbH
Industriestraße 6
D-63533 Mainhausen

KONFORMITÄTSERKLÄRUNG
DECLARATION OF CONFORMITY
DECLARATION DE CONFORMITE



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

Bezeichnung / Product name / Designation:

Spektrum-Analysator/Spectrum Analyzer/Analyseur de spectre

Typ / Type / Type: **HM5012-2 / HM5014-2**

mit / with / avec: -

Optionen / Options / Options:

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

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

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

Angewendete harmonisierte Normen / Harmonized standards applied / Normes harmonisées utilisées

Sicherheit / Safety / Sécurité

EN 61010-1: 1993 / IEC (CEI) 1010-1: 1990 A 1: 1992 / VDE 0411: 1994

EN 61010-1/A2: 1995 / IEC 1010-1/A2: 1995 / VDE 0411 Teil 1/A1: 1996-05

Überspannungskategorie / Overvoltage category / Catégorie de surtension: II

Verschmutzungsgrad / Degree of pollution / Degré de pollution: 2

Elektromagnetische Verträglichkeit / Electromagnetic compatibility / Compatibilité électromagnétique

EN 61326-1/A1

Störaussendung / Radiation / Emission: Tabelle / table / tableau 4; Klasse / Class / Classe B.

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

EN 61000-3-2/A14

Oberschwingungsströme / Harmonic current emissions / Émissions de courant harmonique: Klasse / Class / Classe D.

EN 61000-3-3

Spannungsschwankungen u. Flicker / Voltage fluctuations and flicker / Fluctuations de tension et du flicker.

Datum / Date / Date
17.10.2002

Unterschrift / Signature / Signatur

G. Hübenett
Produktmanager

Information générale concernant le marquage CE

Les instruments HAMEG répondent aux normes de la directive CEM. Le test de conformité fait par HAMEG répond aux normes génériques actuelles et aux normes des produits. Lorsque différentes valeurs limites sont applicables, HAMEG applique la norme la plus sévère. Pour l'émission, les limites concernant l'environnement domestique, commercial et industriel léger sont respectées. Pour l'immunité, les limites concernant l'environnement industriel sont respectées.

Les liaisons de mesures et de données de l'appareil ont une grande influence sur l'émission et l'immunité, et donc sur les limites acceptables. Pour différentes applications, les câbles de mesures et les câbles de données peuvent être différents. Lors des mesures, les précautions suivantes concernant émission et immunité doivent être observées.

1. Câbles de données

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

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

2. Câbles de signaux

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

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

3. Influence sur les instruments de mesure

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

4. Tenue aux champs forts des oscilloscopes

4.1 Champ HF électromagnétique

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

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

4.2 Transitoires rapides et décharges électrostatiques

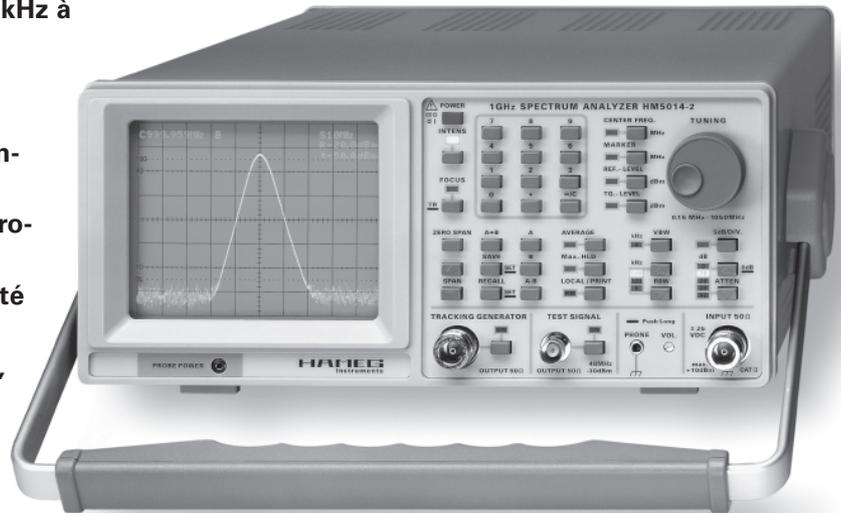
Il peut arriver que le déclenchement se déclenche, lorsque des transitoires rapides (burst) sont induits dans l'appareil, directement, ou par le câble secteur, ou par les cordons de mesure ou de télécommande.

Celui-ci peut également se déclencher par une décharge électrostatique induite directement ou indirectement dans l'appareil.

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

Analyseurs de spectre HM5012-2 et HM5014-2

- Gamme de fréquence continue de 150 kHz à 1050 MHz
- Gamme d'amplitude de -100 dBm à +10 dBm; affichage à l'écran 80 dBm
- Synthétisation numérique directe à synchronisation de phase (DDS)
- Clavier pour des réglages précis et reproductibles de la fréquence
- Oscillateur de référence à haute stabilité compensé en température
- Bandes passantes de résolution: 9 kHz, 120 kHz, 1 MHz
- Possibilité de commande à distance par interface RS-232



La technique

La gamme de fréquences utiles des nouveaux analyseurs de spectre **HM 5012-2** et **HM 5014-2** s'étend de **150 kHz** à **1,05 GHz**. Les bandes passantes de résolution disponibles sont **9 kHz**, **120 kHz** et **1 MHz**.

L'innovation réside dans un générateur de fréquence à synthèse numérique (**DDS**) qui offre une stabilité en fréquence exceptionnelle grâce à un **oscillateur de référence à quartz** et qui permet ainsi un paramétrage extrêmement précis et reproductible. À cela viennent se rajouter une interface utilisateur à microprocesseur pour la saisie précise des valeurs par **clavier** ou par **codeur** et la **représentation numérisée du signal**. Cette dernière utilise l'acquisition en temps réel et dispose d'une résolution de **2000 points** max. sur toute la largeur de l'écran.

Tous les paramètres de mesure réglés sont affichés à l'écran par le Readout. Parmi les autres caractéristiques on peut mentionner les nombreuses possibilités de mesure dans le **domaine de la CEM** ainsi que la détection de niveau en mode Max.-Hold., moyennage et **Quasi-Peak**.

L'interprétation précise des courbes de mesure s'effectue à l'aide d'un **marqueur** qui s'affiche conjointement avec la fréquence et la valeur correspondante du niveau. La **mémoire de référence**, qui permet de mémoriser le spectre courant pour effectuer des mesures comparatives, représente un atout supplémentaire. Le contenu de la mémoire de référence (B) peut être affiché séparément ou alors être utilisé pour l'affichage différentiel (A-B). Les modifications de la courbe de mesure actuelle (A) sont ainsi faciles à identifier. La fonction **Save/Recall** permet de mémoriser les configurations complexes et répétitives de l'appareil et de les rappeler à volonté.

Ces nouveaux analyseurs de spectre sont des appareils de mesure **exceptionnellement économiques**. Ils conviennent pour de nombreuses opérations de mesure en développement, banc

d'essai, production et SAV, et même dans les techniques de communication où ils sont très bien adaptés aux **analyses préliminaires de CEM**.

HM 5014-2 avec générateur-suiveur

Le **HM 5014-2** intègre un générateur-suiveur pour les mesures exigeantes. Sa gamme de fréquences s'étend de 150 kHz à 1,05 GHz, ce qui lui permet d'effectuer des **mesures de réponse en fréquence à double porte** sur des filtres, par exemple. L'analyseur de réseau scalaire ainsi simulé offre une excellente dynamique de mesure du gain et de l'atténuation. Le niveau de sortie est réglable par pas de 10 dB ou graduellement entre **-50 dBm** et **+1 dBm**, avec une résolution de 0,2 dBm.

L'interface

Les analyseurs de spectre sont équipés de série d'une **interface RS-232** pour la communication avec un PC.

L'**interface optique HZ 70** permet une transmission des données **antiparasitée** et isolée **galvaniquement** à l'aide d'un **câble à fibres optiques**.

Le logiciel AS100 E

Le nouveau logiciel HAMEG offre des fonctions étendues et permet d'analyser les résultats des mesures sous **Windows® 9x, ME, NT4.0, 2000** et **XP** sur l'écran d'un ordinateur.

Ses principales fonctions sont les suivantes:

Affichage numérique des valeurs mesurées actuelles, des valeurs moyennes et de crête avec le curseur correspondant, mémorisation des spectres de référence pour des comparaisons, libre définition des lignes de délimitation pour les masques de tolérance, affichage des dépassements de seuil, mémorisation des valeurs mesurées (dans MS-Access), impression monochrome ou couleur des spectres, y compris les commentaires, sur toutes les imprimantes reconnues par Windows®, mesure de CEM automatique avec détection éprouvée de la valeur de quasi-crête, correction du câble d'antenne et du gain.

HM 5012-2 / HM 5014-2

(Température de référence: 23°C ± 2°C)

Fréquence

Gamme de fréquence:	0.15 MHz à 1050 MHz
Stabilité:	±5ppm
Vieillessement:	±1ppm/an
Résolution d'affichage (Readout):	1kHz (6½ Digit)
Gamme de fréquence centrale:	0 MHz - 1050 MHz
Générateur de fréquence:	TCXO avec DDS
Excursion:	Zéro span et 1MHz à 1000MHz en séquence 1-2-5
Marqueur:	
Résolution en fréquence:	1KHz, 6½ Digits
Résolution en niveau:	0.4dB, 3½ Digits
Bande de résolution, RBW (6dB):	9kHz, 120kHz et 1MHz
Bande vidéo, VBW:	4kHz
Durée de balayage (Sélection autom.):	40ms, 320ms, 1s*

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

Gamme d'amplitude:	-100dBm à +10dBm
Graduation:	10dB/div., 5dB/div.
Gamme d'affichage:	80dB (@ 10dB/div.) 40dB (@ 5dB/div.)

Réponse

(Attn. @10dB, Zéro Span, RBW 1MHz, signal -20dBm):	±2dB
Affichage CRT, unité:	8 x 10, logarithmique, dBm
Atténuateur d'entrée:	0 - 40dB, par pas de 10dB
Précision de l'atténuateur à 10dB:	±1dB
Niveau d'entrée maximum (continu):	
Atténuation 40dB:	+20dBm (0,1W)
Atténuation 0dB:	+10dBm
DC max:	±25 V
Variation du niveau de référence:	-99.6dBm à +10dBm
Précision du niveau de référence (à 500MHz, Attn. 10dB, Zéro Span, RBW 1MHz):	±1dB
Niveau de bruit moyen:	-100dBm (9kHz RBW)
Intermodulation (3ème ordre):	supérieur à 75dBc (2 signaux, -27 dBm chacun, distance de fréquence > 3MHz)
Distorsion harmonique:	supérieur à 75dBc (2ème au niveau de référence -27dBm, ATTN 0dB, distance de fréquence > 3MHz)
Précision d'amplitude absolue (RBW 1MHz, Zéro Span):	±1dB
Erreur de digitalisation:	±1 Digit (0.4dB) @ 10dB/div. (mode Average)

Entrées / Sorties

Entrée du signal:	prise N
Impédance d'entrée:	50Ω
Sortie générateur suiveur (HM5014):	prise N
Impédance de sortie:	50Ω
Calibrateur de sortie:	prise BNC
Impédance de sortie, fréquence, niveau:	50Ω, 48MHz, -30dBm ± 2dB
Alimentation des sondes:	6V (sondes de champ proche)
VSWR:	ATTN ≥ 10dB typ. 1.5 : 1
Sortie audio (écouteur):	prise jack Ø 3.5 mm

Fonctions

Pavé numérique:	fréquence centrale, niveau de référence et marqueur
Codeur:	fréquence centrale, niveau de référence et marqueur
Détection Max-Hold:	Détection crête
Détection Quasi-Peak:	avec le logiciel AS100E
Moyennage:	mesure de la valeur moyenne
Sauvegarde/Rappel:	10 configurations
Démodulateur AM:	pour écouteur
Commande à distance:	par interface RS-232

Générateur suiveur (HM5014-2 seulement)

Gamme de fréquence:	150kHz à 1050MHz
Niveau de sortie:	-50dBm à +1dBm
Réponse en fréquence (à 500MHz):	±2dB
Pureté spectrale:	supérieure à 20dBc

Divers

Température de fonctionnement:	10°C à 40°C
Alimentation:	100 - 240V ~ ±10%, 50 - 60Hz
Consommation:	
HM 5014-2:	environ 35 W
HM 5012-2:	environ 40 W
Protection:	Classe I (IEC 1010-1/EN61010-1)
Dimensions (LxHxP):	285 x 125 x 380 mm
Coffret:	poignée béquille réglable
Poids:	environ 6kg

* seulement avec le logiciel AS100E

Accessoires fournis:

Manuel d'utilisation et logiciel sur CD-ROM, cordon secteur

Accessoires en option:

Interface optique HZ70, Antenne télescopique HZ520, Limiteur de transitoires HZ560, Sondes de champ proche HZ530, Réseau fictif (RSIL) HM6050-2, Pont de mesure HZ541

Accessoires

HZ560 Limiteur de transitoires

Le limiteur de transitoires (Transient limiter) **HZ560** protège l'entrée de l'analyseur de spectre des dommages que pourraient causer les parasites de niveau élevé provenant du réseau. La bande passante est de 150kHz à 30MHz et les pertes d'insertion sont de 10dB. Les impédances d'entrée et de sortie de 50Ω permettent l'adaptation des analyseurs de spectre et des récepteurs de tests CEM. Le limiteur résiste à des signaux d'entrée de 2W en puissance moyenne. Le filtre passe haut qu'il contient réduit les signaux résiduels 50Hz. L'utilisation de ce limiteur est fortement recommandé quand on utilise le réseau fictif.



Caractéristiques techniques:

Bande passante:	150 kHz à 30 MHz
Atténuation:	10dB +1,5dB/-0,5dB
en dessous de 1kHz:	>90dB
au dessus de 100MHz:	>50dB
Puissance maximale:	
en permanence en milieu de bande	2W (+33 dBm)
tension continue:	±50V DC
T.O.S.:	<1,5
Connecteurs:	BNC
Dimensions (LxHxP):	67 x 32 x 32 mm

Sondes de champ proche HZ 530

L'ensemble HZ 530 consiste en 3 sondes actives pour le diagnostic CEM lors du développement de sous-ensembles ou d'appareils électroniques. Il comprend une sonde magnétique active (sonde de champ H), un monopôle actif de champ E et une sonde active de haute impédance. Ces sondes sont prévues pour un branchement à un analyseur de spectre, et possèdent pour cela une sortie coaxiale 50 Ω. Les sondes ont une gamme de fréquence de 100 kHz à 1 GHz. Elles sont construites dans une technologie très moderne. Des FETs GaAs et des circuits intégrés micro-ondes (MMIC) fournissent un faible bruit, une haute amplification et une très bonne sensibilité. La connexion à un analyseur de spectre, à un récepteur de mesure, ou à un oscilloscope se fait à l'aide d'un câble coaxial de 1,5 mètres. Les préamplificateurs incorporés dans les sondes (environ 30dB) épargnent l'utilisation d'appareils extérieurs, ce qui simplifie les manipulations.

Les sondes peuvent être alimentées soit par des piles ou accumulateurs soit à partir des analyseurs de spectre HAMEG HM5012-2/14-2. Leur forme profilée permet un accès facile au circuit à étudier. Avec un jeu de piles, la durée d'utilisation est de 30 heures environ. Le jeu complet de 3 sondes est présenté dans un beau coffret.

Sonde de champ H

La sonde de champ H délivre à l'analyseur de spectre un niveau proportionnel au champ magnétique radiofréquence. Avec elle peuvent être localisées de façon précise les sources d'émissions parasites dans un sous-ensemble électronique.

Ceci s'explique par le fait, que les sous-ensembles électroniques modernes sont des générateurs parasites à faible impédance (faibles changements de tension pour des changements élevés de courant). Les perturbations émises commencent ainsi à leur origine par un champ magnétique important. Comme lors du passage du champ proche au champ lointain, le rapport du champ magnétique au champ électrique doit atteindre l'impédance d'onde de l'air 377Ω, le champ magnétique décroît d'abord en fonction du cube de la distance par rapport à la source d'émission. En doublant le champ se trouve réduit d'un huitième.

Dans l'utilisation pratique des sondes de champ magnétique, on observe une croissance rapide de la tension de sortie dès que l'on approche de la source. Pour des investigations sur une carte électronique, les sources d'émission sont immédiatement détec-

tées. Cela est particulièrement visible avec des circuits intégrés. En utilisant la sonde avec un analyseur de spectre, on peut identifier facilement le maximum d'amplitude en fonction de la fréquence. En cours de développement (ou d'études), il est aisé de supprimer les composants ne répondant pas aux conditions de la CEM. On peut juger aussi correctement de l'effet des blindages. Cette sonde convient enfin pour localiser les "points chauds" sur les fils et les câbles.

Sonde Haute-Impédance

La sonde Haute-Impédance permet la recherche des émissions radiofréquence (RFI) sur le composant à tester ou sur les pistes du circuit imprimé. Cette sonde présente une très haute impédance (par rapport à la résistance d'isolement du circuit imprimé) et sa capacité d'entrée n'est que de 2pF (80Ω à 1GHz). Elle permet donc d'effectuer des mesures directes sur le circuit sans aucune influence entre les composants et la sonde.

On peut, par exemple, mesurer l'efficacité des filtres ou autres systèmes de protection. Les sources d'émission RFI peuvent être identifiées sur chaque broche des circuits intégrés. Sur un circuit imprimé, chaque problème peut être suivi et identifié individuellement. Avec cette sonde haute impédance, chaque point de test d'un circuit peut être connecté à l'entrée 50Ω d'un analyseur de spectre.

Sonde monopôle champ E

Parmi les trois sondes, la sonde de champ électrique (monopôle) est celle qui a la plus grande sensibilité. Elle pourrait être utilisée comme antenne de réception radio ou télévision. Avec cette sonde, toutes les émissions d'un circuit ou d'un équipement peuvent être mesurées.

Par exemple, elle peut être utilisée pour déterminer l'efficacité des blindages. Ainsi, avec cette sonde toute l'efficacité des filtres et les tests de rayonnement des câbles sont facilement réalisés. De plus, cette sonde de champ E permet de comparer les performances par mesures relatives pour les tests de certification. Ainsi, il est possible de remédier et de supprimer les anomalies mesurées afin d'obtenir une préqualification positive. De plus ces tests de préqualification sont suffisamment performants pour aborder sans surprise la certification.

Caractéristiques techniques : (Température de référence: 23°C ±2°C)

Gamme de fréquence:	100kHz à 1GHz
Tension d'alimentation:	6V à partir du HM5010/11 ou par piles *
Consommation:	10 à 24mA
Dimensions des sondes:	195 x 40 x 19 mm (L x l x h)
Capot:	plastique (blindage électrique interne)
Liste du matériel:	valise de transport
	1 sonde de champ H
	1 sonde de champ E
	1 sonde haute impédance
	1 câble BNC (1,5m)
	1 câble d'alimentation

* Piles (4 LR06) non fournies



Pont de mesure VSWR 50 ohms HZ 541



Caractéristiques électriques

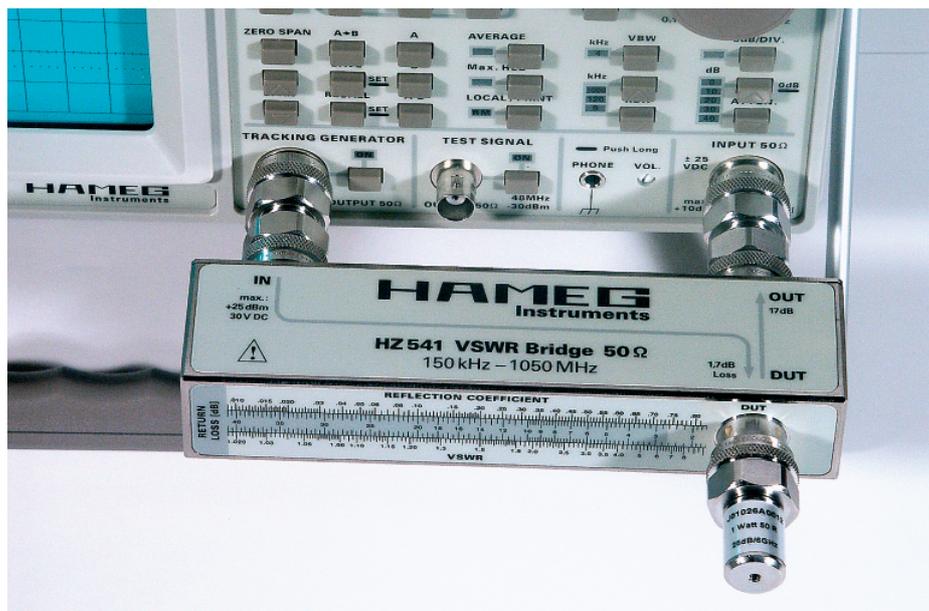
Gamme de fréquence:	150kHz – 150MHz
Impédance:	50 ohms
Directivité :	
150kHz – 300kHz:	>28dB
300kHz – 1050MHz:	> 35dB
Adaptation à l'entrée DUT	
(Device Under Test):	> 20dB
Perte d'insertion	
IN à OUT:	20 dB
	(150 – 300kHz)
IN à OUT:	17 dB
	(300kHz – 1GHz)
IN à DUT :	1.7 dB
DUT à OUT :	16 dB
Puissance	
maximum:	+26dBm (=400mW)

Caractéristiques mécaniques

Pont de mesure:

Dimensions	
(L x P x H):	151.5 x 38 x 29.5 mm
Poids:	450 g
Gamme de température:	+10 .. +45°C
Connecteurs:	prise N
Coffret - Dimensions	
(L x P x H):	265 x 255 x 50 mm
Poids total:	950 g
	(pont + coffret + accessoires)

Pont de mesure VSWR
relié à l'analyseur de spectre HM 5014-2



Accessoires fournis

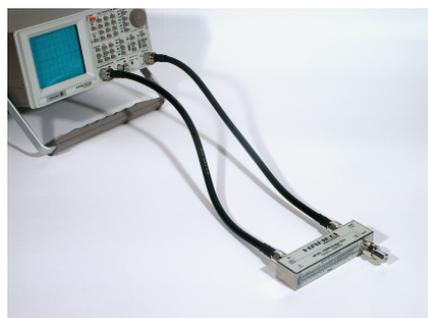
- 1 charge 50 ohms, VSWR <1 : 1.05
- 1 connecteur N mâle
- 2 connecteurs N mâle – N mâle

Comment déterminer le VSWR
et le coefficient de réflexion

Le pont VSWR HZ 541 permet la mesure du taux d'ondes stationnaires et du coefficient de réflexion. Les dispositifs typiques à mesurer sont par exemple des atténuateurs 50 ohms, résistances de charge, amplificateurs, câbles, mélangeurs, antennes, dispositifs sélectifs en fréquence. La gamme de fréquence est de 150kHz à 1GHz.

Relier l'entrée IN à la sortie du générateur suiveur du HM 5014-2 (source de signal)

Relier la borne OUT du HZ 541 à l'entrée de l'analyseur de spectre HM 5014-2



Dans le cas de l'utilisation d'un **analyseur de spectre d'un autre fabricant**, les adaptateurs sont remplacés par des câbles N (en option).

La mesure de perte d'insertion nécessite un générateur de signaux HF et un récepteur HF et est possible en des points discrets. Dans le cas où il serait nécessaire d'étendre la mesure à des gammes de fréquence plus larges, il sera plus avantageux de choisir un analyseur de spectre avec générateur suiveur.

La perte d'insertion est déterminée par la différence des résultats de 2 mesures : la première mesure avec la borne DUT ouverte ou court-circuitée, c'est à dire disparité totale, la deuxième mesure avec le dispositif sous test relié à la borne de DUT. (DUT= Device Under Test)

Généralités

Dès le déballage de l'appareil, on doit vérifier qu'il n'existe pas de dégâts mécaniques et d'éléments détachés à l'intérieur de l'appareil. En cas de dommages le transporteur doit être immédiatement informé. L'appareil ne doit alors pas être mis en service.

Symboles portés sur l'appareil

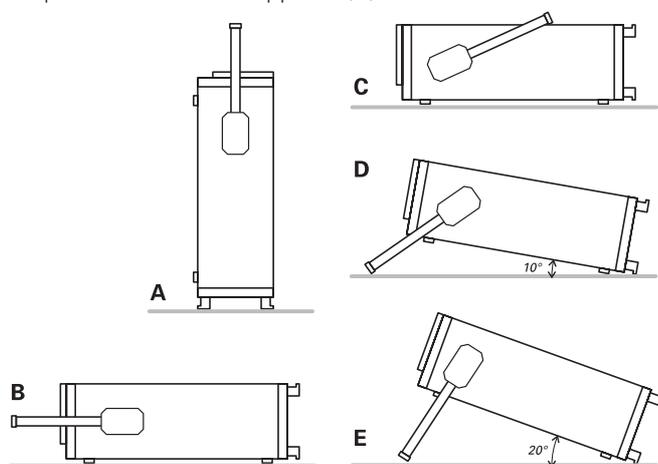
-  **ATTENTION**
-  **Danger** - Haute tension
-  **Masse**

Mise en place de l'appareil

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

Pour travailler en position horizontale, tourner la poignée et la mettre en contact avec le capot de l'analyseur de spectre (C). Lorsque la poignée est verrouillée en position (D), l'appareil est incliné à 10°, et en position (E) à 20°.

En partant de la position de l'appareil dans son carton, soulever la poignée; elle s'enclenchera automatiquement en position de transport horizontal de l'appareil (B).



Sécurité

Cet appareil a été construit et contrôlé selon **les règles de sécurité pour les appareils de mesure électroniques, norme VDE 0411 Sect 1**. Les normes IEC 1010-1 sont équivalentes à cette norme. Il a quitté l'usine dans un état techniquement sûr. Ce manuel contient informations et mises en garde importantes que doit suivre l'utilisateur pour travailler et pour conserver l'appareil en conditions de sécurité. Le coffret, le châssis et tous les blindages des connecteurs de mesure sont reliés à la terre. L'appareil correspond aux dispositions de la **classe de protection I** (cordon d'alimentation 3 conducteurs dont un réservé à la terre). **Le cordon secteur sera branché pour assurer la mise à la terre des parties métalliques accessibles. Pour raisons de sécurité, il ne faut pas sectionner le connecteur de mise à la terre.**

Le cordon secteur doit être branché avant connexion des circuits de mesure.

L'isolement entre les parties métalliques accessibles telles que capots, embases de prises et les deux connecteurs d'alimentation de l'appareil a été testé jusqu'à 2200VDC.

Dans certaines conditions, il peut apparaître sur le circuit de mesure, des tensions de ronflement 50 ou 60Hz qui peuvent provenir d'interférences entre appareils transmises par le secteur. Ceci peut être évité par l'utilisation d'un transformateur d'isolement (protection classe II).

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

Lorsqu'il est à supposer qu'un fonctionnement sans danger n'est plus possible, l'appareil devra être débranché et protégé contre une mise en service non intentionnelle.

Cette précaution est nécessaire:

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

Conditions de fonctionnement

L'appareil est prévu pour une utilisation en laboratoire. Gamme de température ambiante admissible durant le fonctionnement: +10 °C...+40 °C. Gamme de température admissible durant le transport et le stockage: -40 °C et +70 °C.

Si pendant le transport ou le stockage il s'est formé de l'eau de condensation il faut prévoir un temps d'acclimatation d'env. 2 heures avant mise en route. L'appareil doit être utilisé dans des locaux propres et secs. Il ne peut donc être utilisé dans un air à teneur particulièrement élevée en poussière et humidité, en danger d'explosion ainsi qu'en influence chimique agressive. La position de fonctionnement de l'appareil peut être quelconque; cependant la circulation d'air (refroidissement par convection) doit rester libre. Les trous d'aération ne doivent pas être recouverts. En fonctionnement continu, l'appareil doit être en position horizontale ou être incliné (poignée-béquille).

Garantie

Les appareils HAMEG sont garantis pendant une **période de 2 ans**. La garantie couvre les défauts de matériel et de fabrication. La garantie ne couvre pas les défauts, pannes ou détériorations dus à une erreur d'utilisation ou à une réparation incorrecte. La garantie tombe dès que l'appareil est réparé ou modifié par des techniciens non agréés par HAMEG.

L'utilisation de la garantie est faite par l'intermédiaire du distributeur qui a vendu l'appareil.

Avant sa sortie de production chaque appareil subit un test de qualité avec une période de chauffe de 10 heures. Ainsi presque toute panne à venir se déclare. En cas d'expédition par poste, train ou transporteur, il est recommandé d'utiliser l'emballage d'origine. Les dommages pendant le transport pour emballage insuffisant ne sont pas couverts par la garantie.

Généralités

Lors d'une réclamation, nous recommandons d'apposer une feuille sur le coffret de l'appareil, décrivant en style télégraphique le défaut observé. Lorsque celle-ci comporte également le nom et le n° de téléphone de l'utilisateur cela peut servir à un dépannage accéléré.

Entretien

Diverses propriétés importantes de l'analyseur de spectre doivent être soigneusement revérifiées à certains intervalles. Ceci permet d'être assuré que tous les signaux sont représentés avec la précision indiquée dans les caractéristiques techniques.

L'extérieur de l'appareil doit être nettoyé régulièrement avec un pinceau à poussière. La saleté résistante sur le coffret, la poignée, les parties en plastique et en aluminium peut être enlevée avec un chiffon humide (eau + 1% de détergent). Pour de la saleté grasse il est possible d'utiliser de l'alcool à brûler ou de la benzine. L'écran peut être nettoyé avec de l'eau ou de la benzine (mais pas avec de l'alcool ni avec un détachant). Il faut ensuite l'essuyer avec un chiffon propre, sec et non-pelucheux. En aucun cas le liquide de nettoyage ne doit passer dans l'appareil. L'application d'autres produits de nettoyage peut attaquer les surfaces peintes et en plastique.

Alimentation

L'appareil est livré pour être alimenté en 230V. La commutation en 115V s'effectue par le commutateur à l'arrière de l'appareil à l'aide d'un petit tourne vis dans la fente prévue à cet effet.

La modification du sélecteur de tension secteur ne doit être faite qu'après avoir retiré le cordon secteur.

Les caractéristiques des fusibles sont fonction de la tension secteur. La prise secteur et les fusibles forment un bloc accessible à l'arrière de l'appareil. Le fusible doit être extrait de son logement avec un tourne-vis de 2mm de large.

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

Type du fusible:

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



ATTENTION! Un fusible se trouve à l'intérieur de l'appareil à proximité de l'alimentation à découpage.

Taille 5x20mm, 0,8A, 250V, C;
IEC 127 feuille III (soit DIN 41662 soit DIN 41571, feuille 3).
Coupure: rapide (R), 0,8A

Ce fusible ne doit pas être remplacé par l'utilisateur.

Introduction

L'analyseur de spectre HM5012-2/5014-2 réalise la visualisation fréquentielle d'un signal dans la gamme de fréquence de 0,150 à 1050MHz. Le signal à analyser doit être répétitif. Alors qu'un oscilloscope visualise une amplitude en fonction d'un temps, un analyseur de spectre visualise une amplitude en fonction d'une fréquence. Une raie isolée d'un analyseur de spectre est représentée par une sinusoïde sur un oscilloscope.

L'analyseur de spectre fonctionne suivant le principe d'un récepteur superhétérodyne. Le signal à étudier, (f_{in} compris entre 0,150 et 1050MHz) est appliqué à un premier mélangeur où il est combiné au signal d'un oscillateur commandé en tension (f_{io} compris entre 1350,7MHz et 2400,7MHz). Cet oscillateur est le premier oscillateur local. La différence entre cette fréquence et la fréquence d'entrée donne la première fréquence intermédiaire f_{if} ($f_{io}-f_{in}=f_{if}$) qui passe à travers un filtre passe-bande accordé sur 1350,7MHz. Le signal est ensuite amplifié et passe dans deux étages mélangeurs, oscillateurs et amplificateurs. La seconde fréquence intermédiaire est de 29,875MHz et la troisième de 10,7MHz. Au troisième étage de fréquence intermédiaire, le signal peut être traité par un filtre 1000kHz, 120kHz ou 9kHz et transmis au démodulateur. La sortie logarithmique (signal vidéo) est réalisée soit directement, soit par un filtre passe-bas vers un autre amplificateur. La sortie de cet amplificateur est reliée aux plaques de déviation verticale du tube cathodique.

La déviation X est réalisée par un générateur de rampe. Cette tension peut être superposée à une tension continue qui permet la commande du premier oscillateur local, f_{io} . L'analyseur de spectre balaye une gamme de fréquence qui dépend de l'amplitude de la rampe. Ce balayage est déterminé par le réglage d'échelle de fréquence. En mode ZERO SPAN, seule la tension continue commande le premier oscillateur local.

Instructions d'utilisation

Il est très important de lire les instructions relatives à la sécurité avant d'utiliser le HM5012-2/5014-2.

L'utilisation du HM5012-2/5014-2 ne nécessite aucune compétence particulière. L'organisation de la face avant et la limitation des fonctions de base garantissent une utilisation efficace dès la mise sous tension. Néanmoins, pour utiliser l'appareil de façon optimale, certains principes de base doivent être respectés.

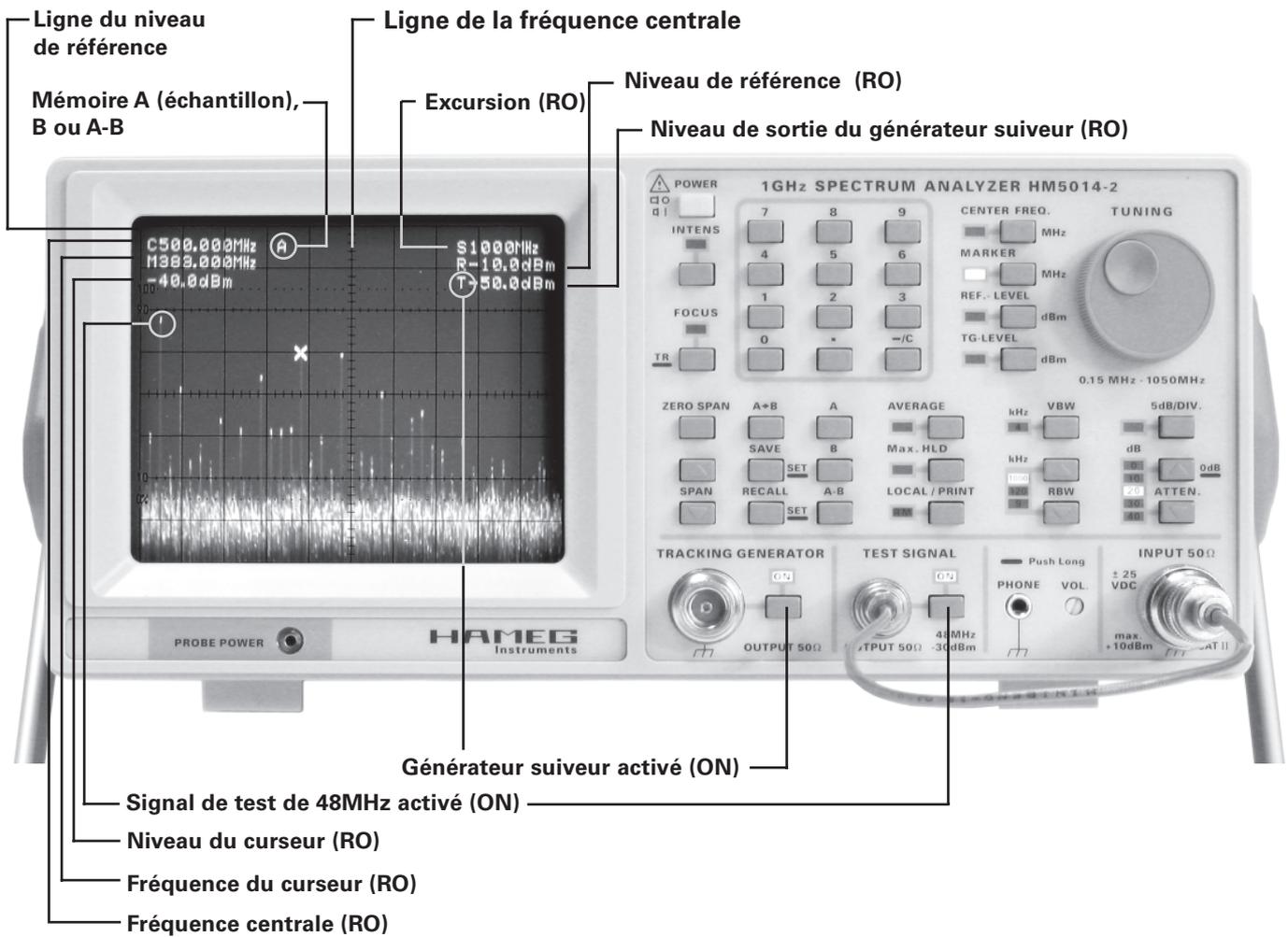
Le sous ensemble le plus sensible du HM5012-2/5014-2 est l'étage d'entrée de l'analyseur de spectre. Il comprend un atténuateur et un premier mélangeur. Sans atténuation, la tension d'entrée ne doit pas dépasser +10 dBm (0,7V_{eff}) alternatif ou ±25V continu. Avec une atténuation d'entrée de 40 dB, la tension alternative ne doit pas dépasser +20dBm. Ces valeurs limites ne doivent pas être dépassées, dans le cas contraire, l'atténuateur d'entrée ou bien le premier mélangeur peut être détruit.

Avant l'examen d'un signal inconnu, vérifier l'absence de haute tension. Il est recommandé de commencer la mesure avec l'atténuation maximale et sur la gamme de balayage de fréquence la plus large (de 0,15 MHz à 1050 MHz). L'utilisateur doit également considérer que la possibilité de dépassement sort de la gamme de fréquence, même en l'absence d'affichage (p. e. 1200MHz). La gamme de fréquence de 0 à 150KHz n'est pas couverte par

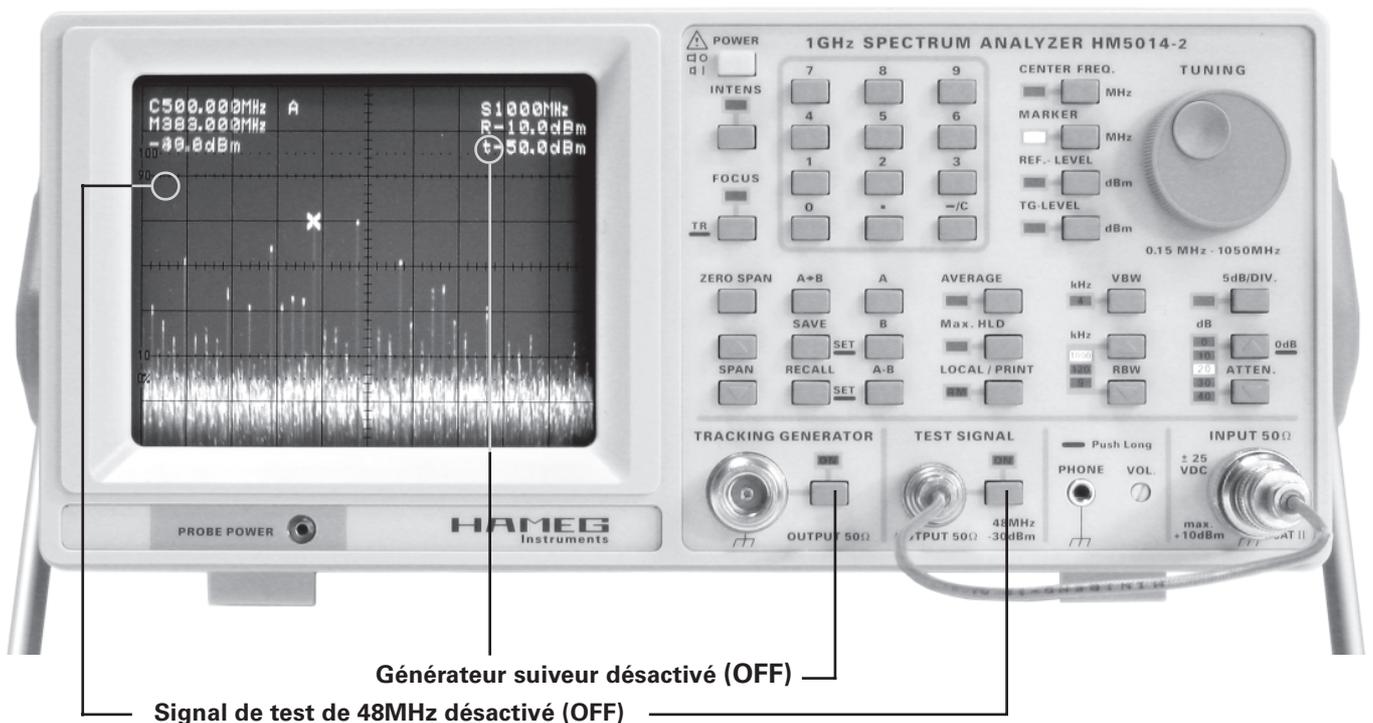
l'analyseur de spectre HM5012-2/5014-2. Les raies dans cette zone du spectre apparaissent avec une amplitude incorrecte.

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

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



(RO) = Readout



Eléments de commande et Readout

(1) **POWER** – Interrupteur secteur et symboles correspondants pour les positions Marche (I) et Arrêt (0).

Après avoir amené (enfoncé) l'interrupteur secteur en position Marche, l'écran affiche après quelques secondes le logo HAMEG et ensuite la version du programme. La luminosité de ces indications est réglée à l'avance et ne peut être modifiée pour éviter qu'une luminosité (intensité) trop faible soit interprétée par erreur comme une défaillance de l'appareil.

Une fois le numéro de version du programme, si le réglage de la luminosité (intensité) de la trace est suffisant, les paramètres apparaissent en haut de l'écran et la ligne de base (bande de bruit) en bas.

(2) **INTENS** – Touche avec LED associée

Une brève pression sur cette touche allume la LED INTENS. Le bouton TUNING (9) permet ensuite de régler la luminosité (intensité) de la trace. Une rotation à droite augmente la luminosité, une rotation à gauche la réduit.

Une luminosité importante de la trace provoque une augmentation du diamètre du rayon et la trace devient moins nette. Ce phénomène se constate notamment au niveau des bords de l'écran, mais peut être corrigé dans une certaine mesure avec le réglage de l'astigmatisme (FOCUS (3)).

Il est donc déconseillé de régler une intensité (luminosité) plus forte que celle exigée par l'éclairage ambiant.

(3) **FOCUS / TR** – Touche à double fonction et LED associée

FOCUS

Une brève pression sur la touche active cette fonction et allume la LED au-dessus de la touche. Le bouton TUNING (9) permet alors de régler l'astigmatisme.

La netteté diminue lorsque la luminosité de la trace augmente, car celle-ci entraîne également une augmentation du diamètre du rayon. L'astigmatisme dépend de l'endroit de l'écran où vient frapper le rayon, lequel dépend de l'endroit où vient frapper le rayon. Lorsque l'astigmatisme est réglé de manière optimale au centre de l'écran, il diminue à mesure que l'on s'en éloigne.

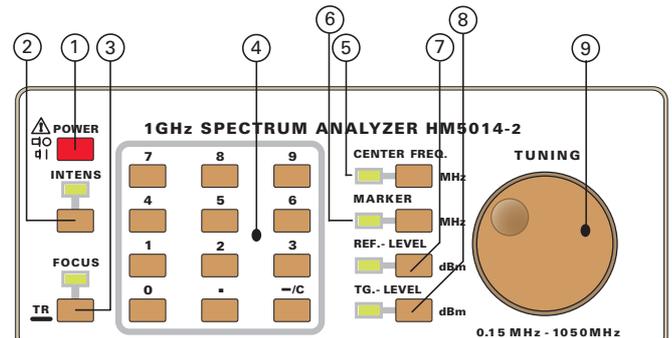
Une pression sur une autre touche de fonction (2, 5, 6, 7 ou 8) désactive cette fonction et éteint la LED.

TR

Une pression prolongée sur cette touche fait basculer l'affichage du spectre et des paramètres à un rectangle comportant une ligne médiane horizontale et verticale et le message TRACE-ROTATION (Rotation de la trace). Aucune LED n'est alors allumée dans la zone de commande et le bouton TUNING (9) permet de faire pivoter le rectangle autour de son centre.

Régler la position du rectangle de manière à amener la ligne médiane horizontale parallèlement à la ligne intérieure de la grille et compenser ainsi l'influence du champ magnétique terrestre sur la déviation du faisceau. Tout changement de position de l'appareil par rapport au champ magnétique terrestre impose généralement de retoucher ce réglage, et ce malgré le blindage en mumétal du tube cathodique. Une faible distorsion en coussin demeure inévitable, mais n'affecte pas la précision de la mesure.

Lorsque la correction est terminée, désactiver cette fonction par une brève pression sur la touche FOCUS / TR ou sur une autre des touches associées à une LED de la zone de commande du haut.



(4) **Pavé numérique**

Le pavé numérique comprend les touches numériques de 0 à 9, une touche de point décimal et une touche de signe ou de correction (-/C).

Les touches numériques permettent de saisir la fréquence centrale FREQUENCY, le niveau de référence REF.-LEVEL et, sur le HM5014-2, le niveau de sortie du TRACKING GENERATOR (générateur suiveur) TG.-LEVEL. Ces paramètres peuvent cependant également être réglés avec le bouton TUNING (9).

Le réglage de la fréquence du curseur MARKER est seulement possible avec le bouton TUNING (9).

Lorsque la LED MARKER est allumée, toute pression sur les touches numériques émet un signal sonore d'alerte.

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

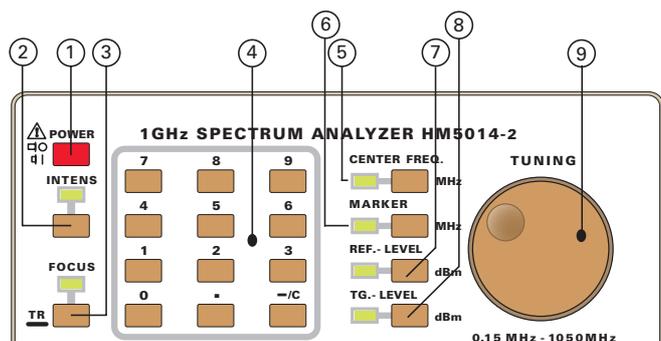
Lorsque la saisie est terminée, une nouvelle pression sur la touche de fonction correspondante (par exemple REF.-LEVEL) valide la nouvelle valeur, sous réserve qu'elle corresponde aux spécifications et aux limites de la plage. Dans le cas contraire le message RANGE ? s'affiche.

Une éventuelle erreur de saisie peut être corrigée par une brève pression sur la touche -/C suivie de la saisie du chiffre correct.

Une pression prolongée sur la touche -/C efface toute la saisie et fait disparaître l'indicateur de fonction du Readout.

(5) **CENTER FREQ.** – Touche avec LED associée

Une brève pression sur cette touche allume la LED CENTER FREQ. (fréquence centrale). Le réglage de la fréquence centrale peut ensuite être effectué à l'aide des touches numériques (4) ou du bouton TUNING (9). La valeur est affichée en haut à gauche de l'écran par le Readout (par ex. ,C:054.968MHz').



Toute valeur de la fréquence centrale saisie avec les touches du pavé numérique doit être validée par une nouvelle pression sur la touche CENTER FREQ.

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

(6) MARKER – Touche avec LED associée

Une pression sur cette touche active le curseur, allume la LED MARKER et superpose un «x» au spectre affiché. Le Readout affiche la fréquence du curseur (par exemple ,M086.749MHz') en haut à gauche sous la fréquence centrale et, sous celle-ci, le niveau du signal sur lequel se trouve le curseur (par ex. ,-35.2dBm').

La fréquence et le niveau indiqués par le curseur se rapportent à la position actuelle du symbole de celui-ci «x». Le bouton TUNING (9) permet de le déplacer vers la gauche et la droite en suivant le signal.

Le pavé numérique (4) est hors service lorsque le curseur est activé.

Lorsque la touche ZERO SPAN (24) est enfoncée, le curseur (6) reste immobile à l'écran et tout déplacement vers la droite ou la gauche est impossible parce qu'inutile, car une excursion nulle ne permet de mesurer qu'une seule fréquence.

(7) REF.-LEVEL – Touche avec LED associée

Une pression sur cette touche allume la LED REF.-LEVEL. Le réglage du niveau de référence peut ensuite être effectué à l'aide des touches numériques (4) ou du bouton TUNING (9). Il est affiché en haut à droite dans la deuxième ligne du Readout (par ex. ,R34.8dBm').

Le niveau de référence REF.-LEVEL peut être réglé de manière à simplifier la lecture. Le réglage du niveau de référence ne modifie en rien la sensibilité.

Lorsque la BANDE DE BRUIT se trouve sur le bord inférieur de l'écran, il est alors seulement possible de réduire le niveau de référence avec les touches numériques ou le bouton TUNING (9), pas de l'augmenter. La BANDE DE BRUIT se décale en même temps vers le haut, ce qui réduit la plage dynamique de l'affichage.

La bande de bruit devient invisible lorsqu'elle se trouve sur le bord inférieur de l'écran et que la graduation verticale est de 5 dB/Div. (10). Vous pouvez la faire réapparaître en

réduisant le niveau de référence de 40 dB (par exemple de -30 dBm à -70 dBm).

(8) TG.-LEVEL – Touche avec LED associée (non présente sur HM5012-2)

Lorsque la LED TG.-LEVEL est allumée, vous pouvez régler le niveau de sortie du générateur suiveur à une valeur comprise entre -50 dBm et +1 dBm avec les touches numériques (4) ou le bouton TUNING (9). Le niveau réglé est affiché par le Readout en haut à droite sous la forme ,txxxdBm' ou ,TxxxxdBm', 't' indiquant ici que la sortie du générateur suiveur est désactivée et 'T' qu'elle est activée.

(9) TUNING – Bouton

Le bouton TUNING permet de modifier les valeurs de la fréquence centrale, du curseur, du niveau de référence ou du niveau du générateur suiveur, suivant la LED allumée à côté de la touche de fonction correspondante.

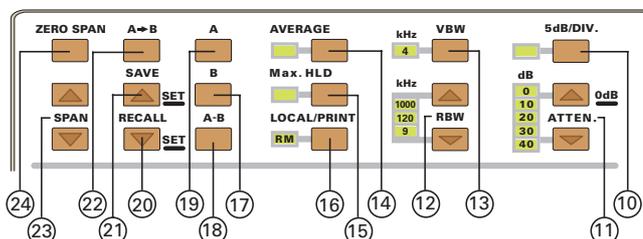
(10) 5dB/DIV. – Touche avec LED associée

Une pression sur cette touche fait passer la graduation verticale de 10 dB/Div. (LED éteinte) à 5 dB/Div. (LED allumée) et inversement. Cela ne modifie pas le niveau de référence.

La plage d'affichage en position 5 dB/Div. N'est que de 40 dB au lieu des 80 dB habituels.

Remarque:

Le bruit peut »disparaître« de l'écran en position 5 dB/Div., mais il peut être ramené dans la zone visible en modifiant le niveau de référence (7).



(11) ATTN. – Touches et LED associées

Chaque pression de courte durée sur l'une des 2 touches de réglage de l'atténuateur d'entrée modifie la valeur de 10 dB.

L'amplitude de signal maximale (dBm) pouvant être représentée dépend de l'atténuateur d'entrée (dB): -20 dBm en position 10dB, -10dBm en position 20dB, 0dBm en position 30dB et +10dBm en position 40dB.

L'amplitude maximale pouvant être représentée en position 0dB est de -30dBm, mais celle-ci ne doit être utilisée qu'en cas d'absolue nécessité.

Soyez prudent:

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

Il convient ici d'attirer une nouvelle fois votre attention sur le fait qu'il ne faut pas dépasser la tension d'entrée maximale admissible. Cette précaution est très importante dans le cas d'un analyseur de spectre, car

du fait de son principe d'affichage, seule une portion du signal réellement appliqué est représentée et un niveau trop élevé aux fréquences en-dehors de la plage de mesure peut entraîner une destruction des étages d'entrée.

(12) RBW – Touches et LED associées

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

La bande passante FI (RBW = Resolution Bandwidth (bande passante de résolution)) détermine si l'analyseur de spectre est en mesure de représenter individuellement deux signaux sinusoïdaux dont les fréquences ne sont espacées que de quelques kilohertz et, dans l'affirmative, à quel niveau de qualité. Deux signaux sinusoïdaux de même niveau et dont l'écart en fréquence est de 40 kHz, par exemple, peuvent ainsi encore très bien être interprétés comme deux signaux différents avec une bande passante de filtrage de 9 kHz. Mesurés avec une bande passante de 120 kHz ou de 1 MHz, ces deux signaux seraient affichés comme s'il s'agissait d'un signal unique.

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

Lorsque le taux de rafraîchissement de la mesure le plus faible est atteint, le niveau d'affichage des signaux devient insuffisant et l'appareil affiche «uncal». Il faut alors réduire l'excursion de mesure avec SPAN (par exemple 1 MHz au lieu de 2 MHz). La bande passante peut encore être réduite en activant le filtre vidéo de 4 kHz. Une bande passante plus faible réduit le bruit et augmente la sensibilité d'entrée. En passant d'une bande passante de 1000 kHz à 9 kHz, ce phénomène se constate par une baisse de l'amplitude du bruit et son décalage vers le bord inférieur de l'écran.

(13) VBW – Touche avec LED 4 kHz associée

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

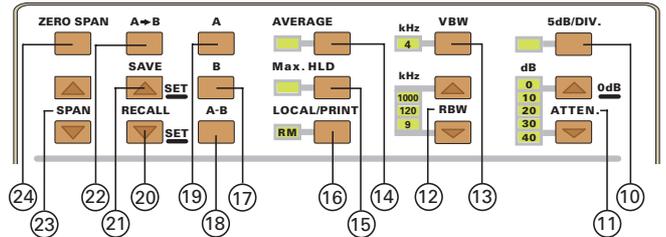
Remarque:

Il faut tenir compte du fait qu'une plage de fréquence (excursion) trop grande lorsque le filtre vidéo est activé peut donner lieu à des valeurs d'amplitude erronées (trop faibles). Le message d'alerte «uncal» s'affiche avant que cela se

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

Si vous réduisez l'excursion sans avoir préalablement amené le signal qui vous intéresse approximativement au centre de l'écran, celui-ci risque de se retrouver en-dehors de la plage de mesure et ne sera alors pas affiché.

Il faut éviter d'utiliser le filtre vidéo en présence de signaux impulsionnels pour éviter les erreurs de mesure (temps de réponse).



(14) AVERAGE – Touche avec LED associée

Une brève pression sur cette touche active ou désactive la fonction AVERAGE et allume ou éteint la LED associée. La LED allumée indique non seulement que la fonction AVERAGE est activée, mais aussi la fonction Max. HLD (15). De même, lorsque la fonction Max. HLD (15) est activée, la fonction AVERAGE l'est aussi en arrière-plan ce qui permet de basculer directement de l'une à l'autre sans temps mort.

La fonction AVERAGE calcule et affiche une moyenne arithmétique des valeurs des résultats des mesures précédentes et de la mesure courante. La nouvelle valeur moyenne est recalculée à partir du dernier calcul effectué et de la mesure courante puis affichée.

L'activation de la fonction AVERAGE verrouille les autres fonctions qui ne peuvent alors plus être modifiées. Un signal sonore est émis si vous essayez de les invoquer.

Lorsque la LED AVERAGE est allumée et que vous appuyez sur la touche AVERAGE, la LED s'éteint et le résultat du calcul de la moyenne disparaît.

(15) Max. HLD – Touche avec LED associée

Une pression sur cette touche active ou désactive la fonction Max. HLD et allume ou éteint la LED associée. La LED allumée indique non seulement que la fonction Max. HLD est activée, mais aussi la fonction AVERAGE (14). De même, lorsque la fonction AVERAGE est activée, la fonction Max. HLD est elle aussi active en arrière-plan, ce qui permet de basculer directement de l'une à l'autre sans temps mort pour le conditionnement du signal.

La fonction Max.Hold permet de mémoriser automatiquement le niveau de signal maximum détecté par l'appareil. L'affichage du résultat de la mesure n'est rafraîchi que si la nouvelle valeur détectée est supérieure à la valeur maximale acquise jusqu'à présent. Cette fonction permet ainsi de réaliser une mesure fiable des valeurs de crête et des signaux HF impulsionnels. En présence de signaux impulsionnels, il faut dans tous les cas attendre que la valeur affichée reste inchangée avant de relever le résultat de la mesure.

Les valeurs mesurées inférieures aux valeurs précédentes ne sont pas affichées.

Remarque :

En présence de signaux impulsionnels, il faut travailler avec une excursion SPAN la plus petite possible, une bande passante RBW la plus large possible et il faut désactiver le filtre vidéo VBW afin que le temps de réponse du filtre soit le plus court possible.

Lorsque la Max. HLD est allumée et que vous appuyez sur la touche Max. HLD, la LED s'éteint et la valeur maximale disparaît.

(16) LOCAL/PRINT – Touche à double fonction et LED RM associée

Fonction LOCAL

Le mode commande à distance (Remote) peut être activé ou désactivé par le biais de l'interface série. Lorsque le mode commande à distance est activé, la LED RM s'allume et tous les éléments de commande autres que la touche LOCAL/PRINT sont sans effet. Une pression sur la touche LOCAL/PRINT permet de passer du mode commande à distance au mode »local«, les éléments de commande redeviennent alors opérationnels.

Fonction PRINT

Si la LED RM est éteinte (mode local), une pression sur cette touche permet alors d'imprimer une documentation du spectre affiché sur l'imprimante raccordée au PC. Les conditions suivantes doivent être remplies à cet effet:

1. L'interface série de l'analyseur de spectre doit être reliée à l'interface série d'un PC (port COM).
2. Le logiciel fourni doit être installé sur le PC et y être exécuté et la configuration du port COM doit correspondre à la liaison existante.

(17) Touche B

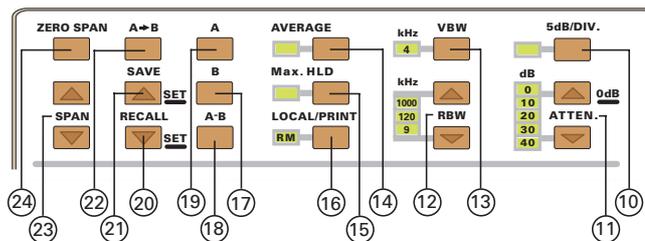
Après avoir appuyé sur la touche »B«, seul le spectre qui se trouve dans la mémoire »B« s'affiche encore et le Readout indique la lettre »B«. Le contenu de la mémoire »B« étant perdu en éteignant l'appareil, celle-ci ne peut être activée que si un spectre y a été mémorisé à l'aide de la fonction »A à B« depuis la dernière mise sous tension de l'analyseur de spectre, sinon un signal sonore de défaut est émis. Le Readout affiche alors la lettre »B«.

(18) Touche A – B

Cette fonction ne peut être invoquée que si la mémoire »B« contient un spectre. Le contenu de la mémoire »B« est alors soustrait du spectre »A« et le résultat est affiché à l'écran. La fonction »A – B« apparaît alors en haut à gauche dans le Readout.

Cette fonction permet de mieux identifier les variations de niveau, de fréquence et de forme du signal qui ont eu lieu depuis la mémorisation du spectre »B«.

L'activation de la fonction »A – B« modifie automatiquement le niveau de référence pour permettre une meilleure lisibilité. Une correction manuelle du niveau de référence peut annuler la modification automatique.



(19) Touche A

L'analyseur de spectre comporte 2 mémoires désignées par »A« et »B«. Le spectre actuellement présent à l'entrée INPUT de l'analyseur de spectre est enregistré dans la mémoire »A«.

En appuyant sur la touche »A«, seul le spectre actuellement appliqué est enregistré dans la mémoire, relu immédiatement puis affiché à l'écran. Le Readout affiche alors la lettre »A«.

(20) RECALL / SET – Touche à double fonction

Remarque: La fonction RECALL ne peut pas être invoquée tant que les fonctions AVERAGE ou MAX.HLD sont activées. Un signal sonore vous informe de cette situation.

RECALL: Cette fonction charge l'une des 10 configurations de l'appareil depuis la mémoire et permet ainsi de rétablir rapidement et en toute fiabilité les configurations les plus fréquemment utilisées.

Pression brève: Une brève pression sur cette touche active la fonction et affiche, par exemple, RECALL9 en haut à droite de l'écran. Tant que RECALL... est affiché (pendant 2 secondes environ), une brève pression sur la touche RECALL ou SAVE (21) permet de sélectionner le numéro de la mémoire entre 0 et 9. Une pression sur SAVE ou RECALL prolonge le temps d'affichage du numéro de mémoire.

Pression prolongée: Une pression prolongée n'a d'effet que si elle est précédée d'une pression brève qui a donné lieu à l'affichage d'un numéro de mémoire ! Tant qu'un numéro de mémoire est affiché, une pression prolongée sur cette touche permet de mémoriser les paramètres de configuration en face avant. Cette opération est confirmée par un signal sonore (2 bips).

Interruption de la fonction: Si la touche a été actionnée par mégarde, il suffit d'attendre 3 secondes environ, après quoi la fonction RECALL est automatiquement désactivée.

(21) SAVE / SET – Touche à double fonction

Remarque: La fonction SAVE ne peut pas être invoquée tant que les fonctions AVERAGE ou MAX.HLD sont activées. Un signal sonore vous informe de cette situation.

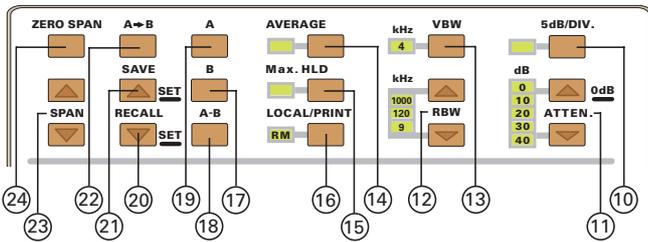
SAVE: Cette fonction sert à mémoriser jusqu'à 10 configurations de l'appareil depuis la mémoire et permet ainsi de rétablir rapidement et en toute fiabilité les configurations les plus fréquemment utilisées. La configuration mémorisée est conservée même après avoir éteint l'appareil.

Pression brève: Une brève pression sur cette touche active la fonction et affiche, par exemple, SAVE5 en haut à droite de l'écran. Tant que SAVE... est affiché (pendant 2 secondes

environ), une brève pression sur la touche SAVE ou RECALL (20) permet de sélectionner le numéro de la mémoire entre 0 et 9. Une pression sur SAVE ou RECALL prolonge le temps d'affichage du numéro de mémoire.

Pression prolongée: Une pression prolongée n'a d'effet que si elle est précédée d'une pression brève qui a donné lieu à l'affichage d'un numéro de mémoire! Tant qu'un numéro de mémoire est affiché, une pression prolongée sur cette touche permet d'activer les paramètres de configuration mémorisés sous ce numéro. Cette opération est confirmée par un signal sonore (2 bips).

Interruption de la fonction: Si la touche a été actionnée par mégarde, il suffit d'attendre 3 secondes environ, après quoi la fonction SAVE est automatiquement désactivée.



(22) SPAN – Touches

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

Exemple: avec une fréquence centrale de 300 MHz et une excursion de 500 MHz, la mesure est effectuée de 50 MHz (300 MHz – SPAN/2) à 550 MHz (300 MHz + SPAN/2).

Remarque: L'appareil est programmé pour optimiser le temps de volubation en fonction de l'excursion, de la résolution (RBW) et du filtre vidéo (VBW). S'il est impossible de le réduire d'avantage, «uncal» s'affiche dans le Readout pour signaler que les amplitudes affichées ne sont pas exactes.

(23) Touche A → B

Si la lettre «A» est affichée en haut à gauche de l'écran, seul le spectre (actuellement) appliqué à l'entrée INPUT de l'analyseur de spectre est alors représenté. Le spectre présent sous la forme d'un signal analogique est numérisé dans l'appareil, enregistré dans la mémoire «A» et ensuite représenté à l'écran sous forme analogique.

Une pression sur la touche «A → B» copie le contenu actuel de la mémoire «A» vers la mémoire «B» et bascule simultanément sur la mémoire «B». La lettre «B» apparaît alors en haut à gauche et le spectre de la mémoire «A» est remplacé par celui de la mémoire «B».

Après avoir transféré le signal courant de «A» vers «B», vous pouvez appuyer sur la touche «A» (15) pour rétablir l'affichage de «A» (signal courant) ou sur la touche «A → B» (18) pour afficher la différence entre le signal courant et celui mémorisé dans «B».

Le signal mémorisé dans «B» est perdu en éteignant l'analyseur de spectre.

(24) ZERO SPAN – Touche

La touche ZERO SPAN (excursion nulle) permet d'activer ou de désactiver la fonction du même nom. La désactivation de cette fonction rétablit l'excursion initiale.

Lorsque la fonction ZERO SPAN est activée, le Readout affiche ZERO-SP en haut à droite. L'analyseur fonctionne alors comme un mesureur sélectif de niveau, ce qui veut dire que la mesure n'est effectuée qu'à la fréquence réglée avec CENTER FREQ. (5) et non sur la plage définie par l'excursion SPAN.

La fonction ZERO SPAN peut également être désactivée en appuyant sur l'une des deux touches SPAN (22).

(25) INPUT 50 Ω – Prise N

Entrée 50 Ω de l'analyseur de spectre. Il ne faut pas dépasser ±25 V_{CC} ou +10 dBm à l'entrée en l'absence d'atténuation du signal. Le niveau maximum admissible avec l'atténuation maximale du signal d'entrée (40 dB) et de +20 dBm. Ces valeurs limites ne doivent pas être dépassées.

La borne externe de la prise N est reliée au châssis et ainsi à la terre.

(26) PHONE – Prise avec bouton de réglage VOL.

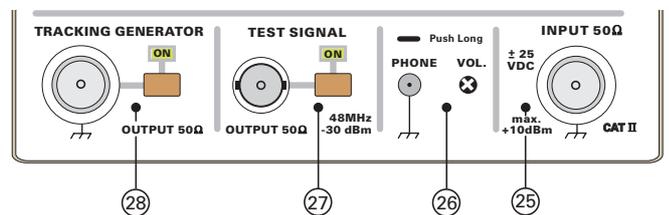
La prise PHONE est destinée au branchement d'un écouteur ayant une impédance ≥8 ohms et équipé d'une fiche jack de 3,5 mm. Le bouton VOL. permet de régler le volume sonore à l'aide d'un tournevis.

Le signal délivré sur cette prise provient d'un démodulateur AM et permet, par exemple, d'identifier plus facilement un parasite lors des pré-études de CEM. Lorsqu'une antenne est raccordée à l'entrée de l'analyseur de spectre, la fonction ZERO SPAN permet de s'accorder sur un émetteur unique. Il faut ici tenir compte des dispositions légales du pays dans lequel est effectuée cette manipulation.

(27) TEST SIGNAL - Prise BNC avec touchet et LED associée

Cette prise BNC délivre un signal à large bande contenant de nombreux spectres, même quand la LED est éteinte. Ce signal peut être injecté directement à l'entrée de l'analyseur de spectre à l'aide d'un câble de 50 ohms et utilisé pour vérifier le bon fonctionnement de celui-ci.

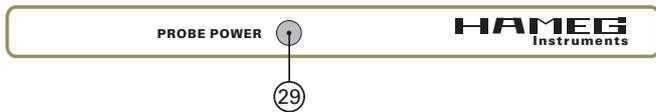
Lorsque la sortie est activée (touche enfoncée), un signal de 48 MHz à un niveau d'environ -30 dBm est superposé au signal à large bande en sortie. Voir aussi «Affichage du signal de test» !



(28) TRACKING GENERATOR – Prise N et touche OUPUT avec LED ON (non présentes sur HM5012-2)

Le générateur suiveur est désactivé à chaque mise sous tension de l'appareil afin de protéger le périphérique qui est raccordé à sa sortie. La désactivation est indiquée par un «t» minuscule dans le Readout. Une pression sur la touche OUTPUT active le générateur suiveur. Le Readout affiche alors un «T» majuscule avant le niveau et la diode ON au-dessus de la touche s'allume. Une nouvelle pression sur la touche OUTPUT désactive le générateur suiveur.

Le signal de sortie sinusoïdal est disponible sur la prise N avec une impédance source de 50 ohms. La fréquence du signal sinusoïdal est toujours égale à la FRÉQUENCE D'ENTRÉE de l'analyseur de spectre, ce qui veut dire qu'il s'agit d'un générateur suiveur.



(29) PROBE POWER

La prise jack PROBE POWER de 2,5 mm de diamètre est exclusivement destinée à alimenter la sonde de champ proche HZ 530. Elle fournit une tension continue de +6 V sur sa borne centrale et sa borne extérieure est reliée à la masse de mesure (terre). Elle peut délivrer un courant maximum de 100 mA.

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 ± 25 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 40 dB (la LED 40dB s'allume) 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 (C500MHz) et sélectionner une excursion de 1000 MHz (S1000MHz).

Graduation verticale: La graduation verticale doit être de 10 dB/Div. pour pouvoir disposer de la plage d'affichage la plus grande et la LED 5dB/DIV. ne doit pas être allumée.

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 fréquences.

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 0 Hz – 1000 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 (S1000MHz) ne servent généralement qu'à obtenir une vue d'ensemble du spectre. Une analyse précise n'est possible qu'après avoir réduit l'excursion. Pour ce faire, il faut commencer par amener le signal examiné au centre de l'écran en réglant la fréquence centrale (CENTER FREQ.) et ensuite réduire l'excursion (SPAN).

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 (R...dBm), et la crête du signal. N'oubliez pas que la graduation peut être de 5 dB/Div. ou de 10 dB/Div. Le niveau du signal de 48 MHz représenté à la page «Affichage du signal de test» se trouve à environ 2,2 divisions sous la ligne de référence de -10 dBm. Avec une graduation de 10 dB/Div., 2,2 divisions cocorrespondent à une valeur de 22 dB. Le niveau du signal est ainsi de -10 dBm - (22 dB) = -32 dBm.

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.

Dans le domaine des temps, toutes les composantes fréquentielles d'un signal sont confondues. Dans le domaine des fréquences, les signaux complexes (c'est à dire les signaux constitués de plusieurs fréquences) montrent des composantes fréquentielles séparées. Le domaine des fréquences est la représentation graphique de l'amplitude d'un signal en fonction de la fréquence.

Le domaine des fréquences comprend des informations qui n'apparaissent pas dans le domaine des temps et l'analyseur de spectre présente donc certains avantages sur l'oscilloscope.

L'analyseur de spectre est plus sensible aux faibles distorsions qu'un oscilloscope. Un signal peut paraître sinusoïdal dans le domaine des temps alors que le domaine des fréquences montre des harmoniques.

La sensibilité et la grande dynamique de l'analyseur de spectre sont utiles pour la mesure des faibles modulations. Il peut servir à mesurer les signaux modulés en amplitude, en fréquence ou en impulsion. L'analyseur de spectre permet de mesurer la fréquence porteuse, la fréquence de modulation, le niveau de modulation et la distorsion de modulation.

On peut facilement caractériser des circuits de conversion de fréquence. L'affichage permet de déterminer rapidement des paramètres tels que l'affaiblissement de conversion, l'isolation et la distorsion.

L'analyseur de spectre peut servir à mesurer la stabilité à long ou à court terme. Grâce aux durées d'analyse calibrée de l'analyseur de spectre, on peut mesurer des paramètres comme les bandes latérales parasites d'un oscillateur, la modulation de fréquence résiduelle d'une source et la dérive de fréquence lors du préchauffage.

La mesure de la réponse en fréquence d'un filtre ou d'un amplificateur, la mesure de la distorsion d'un oscillateur accordé, constituent des exemples de ce que l'on peut réaliser avec un analyseur de spectre. Ces mesures sont simplifiées par l'emploi d'un générateur de poursuite.

Types d'analyseurs de spectre

Il existe essentiellement deux types d'analyseurs de spectre, les analyseurs à balayage et les analyseurs temps réel. Les analyseurs à balayage sont accordés par balayage électrique sur toute la gamme de fréquence. Les composantes fréquentielles d'un spectre sont donc échantillonnées séquentiellement dans le temps. Cela permet de visualiser les signaux périodiques et aléatoires et non les signaux transitoires. En revanche, les analyseurs temps réel affichent simultanément l'amplitude de tous les signaux compris dans la gamme de fréquence de l'analyseur, d'où l'expression temps réel. La chronologie des signaux est préservée, ce qui permet de visualiser les informations de phases. Les analyseurs temps réel sont capables d'afficher aussi bien les signaux transitoires que les signaux périodiques et aléatoires.

Les analyseurs à balayage sont généralement du type radiofréquence accordé ou superhétérodyne. Un analyseur radiofréquence accordé est constitué par un filtre passe-bande dont la fréquence centrale est réglable sur toute la gamme de fréquence, par un détecteur qui produit la déviation verticale sur le tube cathodique, et par un générateur de rampe qui synchronise la

fréquence et la déviation horizontale du tube cathodique. C'est un analyseur simple et peu coûteux qui couvre une gamme de fréquence étendue mais qui manque de résolution et de sensibilité. Comme les analyseurs à radiofréquence accordée comportent un filtre de balayage, la largeur de balayage est limitée par la gamme de fréquence (généralement une décade ou moins). La résolution dépend de la bande-passante du filtre et, comme les filtres accordables n'ont pas une bande-passante constante, la résolution varie avec la fréquence.

Le type d'analyseur de spectre le plus courant diffère de l'analyseur radiofréquence en ce que le spectre est balayé par l'intermédiaire d'un filtre passe-bande fixe au lieu de balayer le filtre.

L'analyseur est un récepteur à bande étroite accordé électroniquement par application d'une dent de scie à un oscillateur contrôlé en tension. Cette dent de scie est appliquée simultanément aux plaques de déviation horizontale d'un tube cathodique. Le signal de sortie du récepteur est appliqué simultanément aux plaques de déviation verticale donnant ainsi l'affichage d'une amplitude en fonction de la fréquence.

L'analyseur est accordé dans toute sa gamme de fréquence en faisant varier la tension appliquée à l'oscillateur local. La fréquence de l'oscillateur local est mélangée au signal d'entrée pour produire ainsi la fréquence intermédiaire (FI) qui peut être détectée et visualisée. Lorsque la différence de fréquence entre le signal d'entrée et la fréquence de l'oscillateur local est égale à la fréquence intermédiaire, il y a une réponse sur l'analyseur. Les avantages de la technique super hétérodyne sont considérables. Les amplificateurs FI permettent d'obtenir une grande sensibilité et l'on peut analyser de nombreuses décades de fréquence. On peut de plus faire varier la résolution en modifiant la bande passante du filtre FI. Cependant, l'analyseur super hétérodyne n'est pas un analyseur temps réel et les vitesses de balayage doivent être compatibles avec la constante de temps du filtre.

Un pic sur le bord gauche de l'écran est quelquefois appelé «indicateur de fréquence nulle» ou «oscillateur local». Il apparaît lorsque l'analyseur est accordé sur la fréquence zéro et que la sortie de l'oscillateur local traverse directement l'étage intermédiaire créant un pic sur l'écran même en l'absence de signal d'entrée. A la fréquence zéro, $F_{LO} = F_{IF}$. Elle représente la limite inférieure réglable.

Caractéristiques nécessaires d'un analyseur de spectre

Pour visualiser avec précision la fréquence et l'amplitude d'un signal sur un analyseur de spectre, celui-ci doit être étalonné correctement. Un analyseur de spectre conçu pour des mesures de fréquence et d'amplitude doit satisfaire à de nombreuses exigences:

1. Large plage d'accord
2. Grande dynamique d'affichage
3. Stabilité
4. Résolution
5. Réponse en fréquence plate
6. Grande sensibilité
7. Faible distorsion interne
8. Affichage linéaire et logarithmique (V et dB)

Mesures de fréquence

L'échelle de fréquence peut être explorée de trois façons différentes: analyse complète, analyse par division et analyse nulle. L'analyse complète permet de localiser les signaux parce que dans ce mode, tout le spectre est visualisé. (tous les analyseurs n'offrent pas ce mode).

Le mode par division permet d'explorer en détail une zone de fréquence particulière. La commande d'accord sélectionne la fréquence centrale et la commande d'échelle définit l'expansion horizontale.

En mode analyse nulle (Zero span), l'analyseur se comporte comme un récepteur à accord fixe et à bande passante réglable. Les mesures de fréquence absolue sont généralement effectuées à l'aide du bouton d'accord de l'analyseur de spectre. Les mesures de fréquence relative nécessitent un balayage en fréquence linéaire. En mesurant l'intervalle entre deux signaux sur l'écran, on peut déterminer l'écart en fréquence.

Il est important que l'analyseur de spectre soit plus stable que les signaux mesurés. La stabilité de l'analyseur dépend de la stabilité de fréquence de l'oscillateur local. On considère deux types de stabilité, la stabilité court terme et la stabilité long terme. La mesure de fréquences résiduelles FM est une mesure de stabilité court terme spécifiée en Hz crête à crête. La stabilité court terme est également définie par le bruit des bandes latérales qui est une mesure de pureté spectrale. Le bruit des bandes latérales est défini en affaiblissement (dB) sous la porteuse et en Hz par rapport à une porteuse dans une bande spécifiée. La stabilité à long terme est caractérisée par la dérive en fréquence de l'oscillateur local. La dérive en fréquence est la variation de fréquence par unité de temps, elle s'exprime en Hz/mn ou Hz/h.

Résolution

Avant de mesurer une fréquence, il faut d'abord pouvoir distinguer des signaux adjacents. La résolution d'un analyseur dépend de la largeur de bande de la fréquence intermédiaire. La largeur de bande FI est généralement la bande passante à 3dB du filtre FI. Le rapport de la bande passant à 60db (en Hz) sur la bande passante à 3dB (en Hz) est appelé facteur de forme du filtre. Plus ce facteur est faible, plus l'analyseur est capable de distinguer des signaux rapprochés d'amplitude égale. Si le facteur de forme du filtre est de 15, deux signaux dont l'amplitude diffère de 60dB doivent présenter un écart en fréquence supérieur à 7,5 fois la bande passante du filtre intermédiaire pour pouvoir être distingués. Dans le cas contraire, ils seront confondus.

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 FI. Les bandes latérales parasites peuvent également diminuer la résolution. Elles apparaissent au dessus de la frontière du filtre FI et réduisent le taux de réjection hors de la bande du filtre. Cela limite la résolution lors de la mesure de signaux d'amplitude inégale.

La résolution de l'analyseur de spectre est limitée par sa bande passante FI la plus étroite. Ainsi, si la bande passante est de 10kHz, il faut 10kHz minimum entre deux signaux pour pouvoir les distinguer. En effet, la bande passante instantanée de l'analyseur est identique à celle de l'étage intermédiaire, mais décalée en fréquence. Comme la résolution de l'analyseur est limitée par sa bande passante, on peut penser qu'il suffirait de réduire indéfiniment la bande FI pour obtenir une résolution infinie. Or, la bande passante FI est limitée par la stabilité (modulation de fréquence résiduelle) de l'analyseur. Si l'excursion de fréquence interne est de 10kHz, la bande passante la plus étroite qu'on peut utiliser pour distinguer un signal d'entrée unique est de 10kHz. Un filtre FI plus étroit donnera plusieurs réponses ou une réponse intermittente pour une fréquence d'entrée unique. La bande passante FI est elle-même limitée, car les filtres étroits ont des constantes de temps longues ce qui nécessiterait une durée d'analyse excessive.

Sensibilité

La sensibilité caractérise l'aptitude de l'analyseur à détecter des signaux de faible amplitude. La sensibilité maximale d'un analyseur est limitée par son bruit interne. Ce bruit a essentiellement deux origines: thermique et non thermique. La puissance du bruit thermique est exprimé par: **PN = k x T x B**

où PN = Puissance de bruit en Watt
k = Constante de Boltzman (1,38x10⁻²³Joules/°K)
T = Température absolue en °K
B = Bande passante du système en Hz

Comme le montre cette équation, le niveau de bruit est directement proportionnel à la bande passante. Par conséquent, une réduction d'une décade de la bande passante donne une diminution de 10dB du niveau de bruit et donc une sensibilité meilleure de 10dB. Le bruit non thermique n'est pas lié à la température. Il peut provenir de défauts de linéarité des éléments actifs, de désadaptation d'impédance, etc. Un facteur de bruit est généralement spécifié pour ce bruit non thermique qui ajouté au bruit thermique, donne le bruit global de l'analyseur. Le bruit global, mesuré sur l'écran cathodique, détermine la sensibilité maximale de l'analyseur de spectre. Comme le niveau de bruit est fonction de la bande passante, la comparaison de sensibilité entre analyseurs doit être faite à bande passante égale.

Un analyseur de spectre couvre une large gamme de fréquence, mais est en réalité un appareil à bande étroite. Tous les signaux qui apparaissent dans la gamme de fréquence de l'analyseur sont convertis en une fréquence intermédiaire unique qui doit traverser un filtre FI; le détecteur ne voit que le bruit à ce niveau. Aussi le bruit de l'analyseur n'est que celui du signal FI. Lorsqu'on mesure des signaux discrets, on obtient la sensibilité maximale avec la bande passante FI la plus étroite.

Filtre vidéo

La mesure de signaux de faibles amplitudes peut être difficile lorsqu'ils ont une amplitude voisine du bruit moyen de l'analyseur. Pour faciliter la mesure, il est recommandé d'utiliser un filtre vidéo. C'est un filtre passe-bas qui opère une moyenne du bruit dans l'analyseur. Lorsqu'on fait la moyenne du bruit, le signal devient visible.

Si la bande passante est très étroite par rapport au balayage, le filtre vidéo ne doit pas être utilisé, car à cause de la propriété de limitation de la bande passante de ce filtre, l'amplitude des signaux analysés sera réduite.

Sensibilité d'un analyseur de spectre

Spécifier la sensibilité d'un analyseur de spectre est un peu arbitraire. On peut la définir comme le niveau du signal lorsque la puissance du signal est égale à la puissance moyenne de bruit.

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

Le niveau d'entrée maximum de l'analyseur de spectre est le niveau qui entraîne une détérioration du circuit d'entrée. Pour le HM5012-2/5014-2, ce niveau est de +10dB à l'entrée du mélangeur et de +20dB à l'entrée de l'atténuateur. Avant d'atteindre le niveau de détérioration, l'analyseur comprime le signal d'entrée.

En dessous de 1dB, cette compression n'est pas sensible. Le niveau de signal d'entrée maximal donnant une compression inférieure à 1dB est appelé niveau d'entrée linéaire.

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

Chaque fois qu'un signal est appliqué à l'entrée de l'analyseur, des distorsions sont produites dans l'analyseur lui-même. La plupart du temps, ces distorsions proviennent du comportement non linéaire du mélangeur d'entrée. Dans le cas du HM5012-2/5014-2, ces distorsions sont typiquement à 75dB en dessous du niveau du signal d'entrée n'excédant pas -30dBm à l'entrée du premier mélangeur. Pour pouvoir accéder à des niveaux d'entrée plus élevés, un atténuateur est placé dans le circuit d'entrée juste avant le premier mélangeur. Le signal d'entrée maximum que l'on peut appliquer pour chaque position d'atténuateur, tout en maintenant les distorsions internes en dessous d'un certain niveau, est appelé niveau d'entrée optimum de l'analyseur. Le signal est atténué avant le premier mélangeur parce qu'il ne faut pas que le niveau du signal appliqué au mélangeur dépasse -27dBm, sinon, les produits de distorsion de l'analyseur dépasseront 75dB. Cette gamme de 75dB sans distorsion est appelée gamme dynamique utile de l'analyseur. La dynamique d'affichage est le rapport du niveau du signal le plus élevé sur le niveau le plus faible affichable simultanément sans distorsion.

La dynamique est donc soumise à plusieurs conditions. La dynamique d'affichage doit être suffisante, on ne doit pas observer de réponse parasite ou non identifiée et la sensibilité doit être suffisante pour permettre d'éliminer le bruit. La dynamique maximale d'un analyseur de spectre doit se déduire des spécifications. Vérifier d'abord la spécification de distorsion. Par exemple, «atténuation de 75dB de tous les produits parasites pour un niveau de -30dBm à l'entrée du mélangeur». Déterminer ensuite qu'il y a une sensibilité suffisante. Par exemple, 75dB en dessous de -30dB représente -105dB. C'est le niveau que l'on doit pouvoir détecter. La bande passante pour cette sensibilité ne doit pas être trop étroite sinon elle sera inutile. Enfin, la dynamique d'affichage doit être suffisante.

Il faut noter que la gamme de mesure sans parasite peut être étendue en réduisant le niveau à l'entrée du mélangeur. La seule limite est alors la sensibilité.

Pour obtenir la dynamique maximale sur l'écran, s'assurer que les conditions suivantes sont réunies:

1. Le niveau du signal d'entrée ne dépasse pas le niveau d'entrée optimum de l'analyseur.
2. La raie la plus haute du signal d'entrée se situe en haut de l'écran (niveau de référence).

Réponse en fréquence

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

d'amplitude soient précises, il faut que la réponse en fréquence de l'analyseur soit aussi plate que possible sur toute la gamme de fréquence. Cette condition limite généralement la précision d'amplitude parce que la calibration est très difficile à réaliser. Et comme la fonction principale d'un analyseur de spectre est de comparer des niveaux à des fréquences différentes, une réponse en fréquence qui n'est pas assez plate limite sérieusement l'utilisation.

Générateurs suiveurs

Les générateurs suiveurs sont des générateurs spéciaux dont la fréquence du signal de sortie est commandée par l'analyseur de spectre. Il produit ainsi un signal de sortie qui suit exactement l'accord (tuning) de l'analyseur de spectre. Grâce à cette particularité, un générateur suiveur (seulement sur le HM5014-2) élargit considérablement le champ d'application d'un analyseur de spectre. En mode »full span«, le générateur suiveur produit un signal volubé sur toute la plage de fréquences dont il dispose. En réduisant l'excursion, il génère un signal sinusoïdal dont la fréquence varie en même temps que la fréquence centrale réglée sur l'analyseur de spectre.

Ce qui permet un suivi exact (tracking) entre la fréquence de commande et la fréquence produite est le fait que l'analyseur de spectre et le générateur suiveur sont tous deux contrôlés par le même oscillateur commandé en tension, ce qui veut dire que les deux modules sont synchronisés par l'oscillateur local de l'analyseur de spectre. Le signal de sortie du générateur suiveur est obtenu en mélangeant deux signaux d'oscillateur. L'un des signaux est produit dans le générateur suiveur lui-même et l'autre dans l'analyseur de spectre. Si la fréquence obtenue par le mélange est la même que la fréquence intermédiaire de l'analyseur de spectre, la fréquence de sortie du générateur suiveur est alors égale à la fréquence d'entrée de l'analyseur de spectre. Cette condition s'applique à tous les modes d'excursion.

Le terme »suiveur« ou tracking signifie ici que la fréquence du signal de sortie se trouve toujours au centre du filtre passe-bande de l'analyseur de spectre. Les harmoniques du signal qui sont produites dans le générateur suiveur lui-même ou dans l'analyseur de spectre se trouvent ainsi en-dehors de la bande passante du filtre de l'analyseur de spectre. Seule la fréquence de base du générateur suiveur est ainsi représentée à l'écran. Il devient ainsi possible de mesurer la réponse harmonique sur une plage très large sans que la mesure ne soit influencée par les irrégularités du générateur de signal. La sensibilité du système est limitée par le bruit intrinsèque et, de ce fait, par la bande passante du filtre de l'analyseur de spectre. La bande passante la plus étroite mesurable est déterminée par la modulation en fréquence résiduelle du générateur suiveur ainsi que par l'écart en fréquence lors du suivi entre le générateur et l'analyseur de spectre. La qualité de l'oscillateur local de l'analyseur de spectre est là aussi déterminante, tout comme la boucle à verrouillage de phase qui asservit la fréquence dans le générateur suiveur. Le générateur suiveur (seulement sur le HM5014-2) est utilisé pour les mesures d'atténuation sur les amplificateurs ou les filtres. Le signal de sortie du générateur suiveur est injecté dans l'élément à analyser et la tension produite à la sortie de ce dernier est appliquée à l'entrée de l'analyseur de spectre. Dans cette configuration, les appareils forment un système fermé de mesure de fréquence par volubation. Une boucle de régulation asservie sur le niveau qui se trouve dans le générateur suiveur assure la stabilité de l'amplitude sur toute la plage de fréquences. Ce système permet de mesurer le facteur de réflexion et l'affaiblissement de réflexion et permet ainsi également de déterminer le taux d'ondes stationnaires.

Interface RS-232; Commande à distance

Attention Consignes de sécurité:

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 RS232 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 RS232 (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 RS-232:

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 HM5012-2« ou »HAMEG HM5014-2« à 4800 bauds.

Un logiciel fonctionnant sous Windows 95, 98, 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.

Commandes du PC vers le HM 5012-2 / HM 5014-2

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).

- #tg0(E) = générateur suiveur désactivé
- #tg1(E) = générateur suiveur activé
- #vf0(E) = filtre vidéo désactivé
- #vf1(E) = filtre vidéo activé
- #tl+01.0(E) = niveau de suivi à +1,0 dBm
- #tl-50.0(E) = à -50,0 dBm par pas de 0,2 dB
- #rl-30.0(E) = niveau de référence à -30,0 dBm
- #rl-99.6(E) = à -99,6 dBm par pas de 0,2
- #at0(E) = atténuateur 0 (10, 20, 30, 40) dB
- #bw1000(E) = bande passante 1000 (120,9) kHz
- #sp1000(E) = excursion 1000 (1000, 500, 200, ...5, 2, 1) MHz
- #sp0(E) = excursion nulle
- #db5(E) = 5 dB/Div.
- #db10(E) = 10 dB/Div.
- #cf0500.000(E) = fréquence centrale en xxxx,xxx MHz
- #dm0(E) = mode détection désactivé (moyenne, max.HLD)
- #dm1(E) = mode détection activé (moyenne, max.HLD)
- #sa(E) = mémorisation du signal A dans la mémoire B
- #vm0(E) = affichage du signal A
- #vm1(E) = affichage du signal B (signal mémorisé)
- #vm2(E) = affichage du signal A-B
- #vm3(E) = affichage de la moyenne
- #vm4(E) = affichage de la valeur maximale (Max. Hold)
- #br4800(E) = vitesse de transmission 4800 (9600, 38 400, 115 200) bauds
- #bm1(E) = transfert du signal (2048 octets) composé de: 2001 octets de signal, 3 octets de somme de contrôle et un caractère de fin: 0D (hex)
- #rc0(E) = Recall (0 à 9)
- #sv0(E) = Save (0 à 9)

Instructions spéciales pour les mesures en CEM, seulement possibles avec une excursion nulle:

- #es0(E) = blocage de la »mesure 1 seconde«
- #es1(E) = préparation de la »mesure 1seconde« (durée de mesure 1seconde; activer l'excursion nulle et sélectionner la bande passante de résolution appropriée)

#ss1(E) = démarre une »mesure 1 seconde« à la fréquence centrale réglée et transmet en même temps les données de la mesure précédente

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

Exemple de mesure CEM:

#es1(CR) (activation de la fonction), #cf.xxx(CR), #ss1 (CR) (mesure, mais effacement des données), #cfxxx.xxx(CR), #ss1(CR) (mesure et analyse des données), #cfxxx.xxx(CR), #ss1(CR), ..., #es0(CR) (blocage de la fonction).

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) = envoie 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
 #uc(E) = demande les conditions de mesure (calibré, non calibré)

1^{er} exemple:

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

2^{ème} exemple:

#tl(E): le PC interroge le niveau du générateur suiveur en envoyant #tl(CR). L'instrument répond par TL-12.4 (CR)

3^{ème} 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

4^{ème} exemple:

#hm(E) : le PC demande le type d'appareil en envoyant #hm(CR). L'instrument répond par 5014-2 (CR) ou 5012-2

5^{ème} 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

Les instructions #tg et #tl ne sont pas incluses dans le jeu d'instructions du HM5012-2.

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 RS-232)

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] = 1^{er} octet de la somme de contrôle [octet de poids fort]

trans_byte[2045] = 2^{ème} octet de la somme de contrôle

trans_byte[2046] = 3^{ème} 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 volubulation.

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_data[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

Interface RS232 - Commande à distance

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.

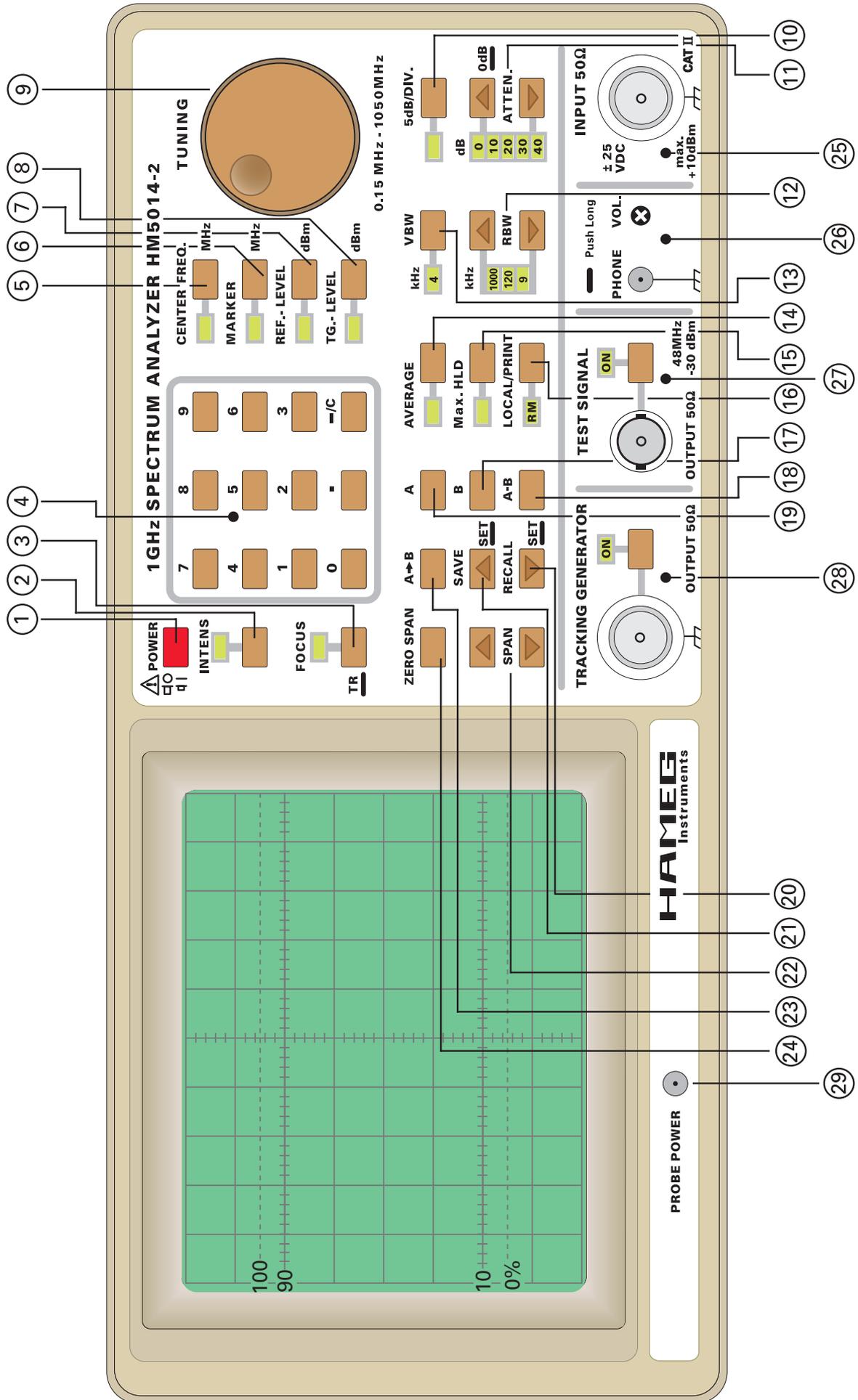
Le niveau d'un point (y) peut être calculé comme suit:

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.



HAMEG[®] **Instruments**

Oscilloscopes

Multimeters

Counters

Frequency Synthesizers

Generators

R- and LC-Meters

Spectrum Analyzers

Power Supplies

Curve Tracers

42-5014-02F1

HAMEG GmbH
Industriestraße 6
D-63533 Mainhausen
Telefon: (0 61 82) 800-0
Telefax: (0 61 82) 800-100
E-mail: sales@hameg.de

Internet:
www.hameg.de

Printed in Germany

Stand: 1703/2004-gw