

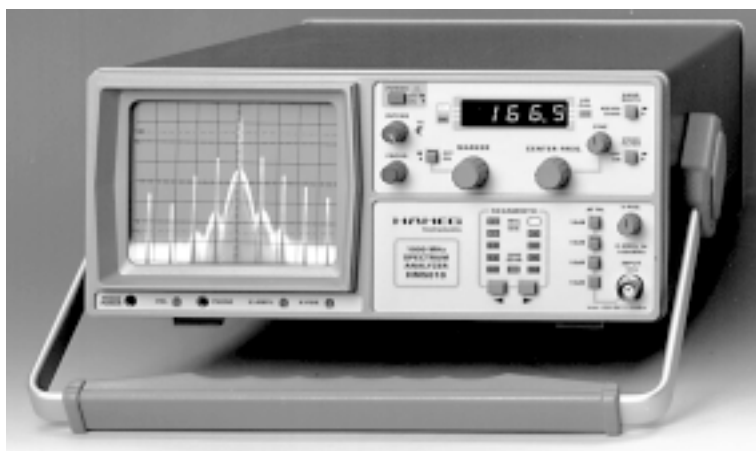
FRANÇAIS

HAMEG[®]
Instruments

Manual

Analyseurs de spectre

HM5010/5011



MANUAL • HANDBUCH • MANUEL

Table des matières

Certificat de conformité CE	3
Information générale sur le marquage CE	4
Caractéristiques techniques	5
Sondes de champ proche HZ530	6
Généralités	7
Symboles portés sur l'appareil	7
Mise en place de l'appareil	7
Sécurité	7
Conditions de fonctionnement	8
Garantie	9
Entretien	9
Alimentation	9
Introduction	10
Instructions d'utilisation	11
Éléments de mise en oeuvre	12
Calibration verticale	16
Calibration horizontale	16
Introduction à l'analyse spectrale	17
Types d'analyseurs de spectre	18
Caractéristiques nécessaires d'un analyseur de spectre	19
Mesures de fréquence	20
Résolution	20
Sensibilité	21
Filtre vidéo	22
Sensibilité d'un analyseur de spectre	22
Réponse en fréquence	23
Générateurs de poursuite	24
Face avant du HM5010	26
Face avant du HM5011	27
Block Diagram HM5010/5011	28

KONFORMITÄTSERKLÄRUNG
DECLARATION OF CONFORMITY
DECLARATION DE CONFORMITE



HAMEG®
Instruments

Name und Adresse des Herstellers
Manufacturer's name and address
Nom et adresse du fabricant

HAMEG GmbH
Kelsterbacherstraße 15-19
D - 60528 Frankfurt

HAMEG S.a.r.l.
5, av de la République
F - 94800 Villejuif

Die HAMEG GmbH / HAMEG S.a.r.l. bescheinigt die Konformität für das Produkt
The HAMEG GmbH / HAMEG S.a.r.l. herewith declares conformity of the product
HAMEG GmbH / HAMEG S.a.r.l. déclare la conformité du produit

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

Typ / Type / Type: **HM5010 / 5011**

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

15.01.2001

Unterschrift / Signature / Signatur

E. Baumgartner
Technical Manager
Directeur Technique

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.

Janvier 1999
HAMEG GmbH

Analyseurs de spectre HM5010 & HM5011

Gamme de fréquence: 0,15MHz à 1GHz

Affichage 4½ chiffres pour fréquence centrale et marqueur (résol. 0,1MHz)

Niveau : de -100dBm à +13dBm ; filtres 20kHz, 400kHz et vidéo

Générateur suiveur (HM5011), gamme de fréquence: 0,1MHz à 1GHz

Niveau de sortie: +1dBm à -50dBm (50Ω)

Les analyseurs de spectre HM5010 et HM5011 sont les instruments idéaux pour l'analyse de tous types de signaux dans la gamme de fréquence de **0,15 à 1GHz**. Les deux modèles possèdent un **sélecteur de largeur de balayage** dont la fréquence d'excursion peut être réglée de **100kHz à 100MHz/division**. Surtout la haute résolution dans les basses fréquences permet l'**analyse de signaux à bandes étroites**. Le mode de représentation du **HM5010/11** est purement analogique. Des pertes de parties de signaux qui peuvent se produire dans la numérisation ne sont donc pas à craindre.

Un autre point important est l'évaluation précise de la **valeur des amplitudes** des signaux représentés. Le domaine complet des niveaux comprenant ceux des atténuateurs commutables s'étend de **-100dBm à +13dBm** avec 80 dB affiché à l'écran, soit 10 dB/division. Le mode "**Zero scan**" permet la mesure de niveau pendant l'accord d'une fréquence fixe. Les deux modèles possèdent un **afficheur numérique 5 chiffres** qui peut indiquer soit la **fréquence centrale** soit le **marqueur de fréquence**. Dans ce dernier cas, la fréquence de mesure est définie en positionnant sur l'écran, un curseur en forme d'aiguille au point désiré.

Le modèle **HM5011** est équipé d'un **générateur suiveur** qui permet des mesures sur **quadrupôle**. Le signal de sortie du générateur suiveur est synchrone du signal source qui pilote l'analyseur de spectre, dans la bande de **100kHz à 1GHz**. Le niveau de sortie est réglable de **-50dBm à +1dBm** par 4 pas de **10dB** en plus d'un atténuateur variable.

Les appareils **HM5010** et **HM5011** ont un prix extrêmement avantageux. Ils permettent de nombreuses applications dans tout le domaine de la mesure HF, comme par exemple les mesures qualitatives CEM. Ils sont capables de réaliser des mesures très variées et se distinguent aussi par un rayonnement parasite très faible. Leur **équipement performant** et leur **facilité d'utilisation** démontrent encore une fois l'excellence des produits **HAMEG**.

Caractéristiques techniques

Fréquence

Gamme de fréquence: 0,15MHz à 1GHz (-3dB)

Précision affichage fréquence centrale: ±100kHz

Précision du marqueur: ±0,1% (de l'excursion +100kHz)

Résolution en fréquence: 100kHz (5 chiffres DEL)

Excursion de fréquence: 100kHz/div. à 100MHz/div.
en séquence 1,2,5 et 0Hz/div. (Zéro Scan)

Précision de l'excursion de fréquence: ±10%

Dérive en fréquence: <150kHz/heure

Bande passante de la FI: (-3dB):

- résolution 400kHz et 20kHz
- filtre vidéo en service: 4kHz

Fréquence de balayage: 43Hz

Amplitude

Gamme d'amplitude: -100dBm à +13dBm

Gamme d'affichage: 80dB (10dB/div.)

Niveau de référence: -27dBm à +13dBm (pas de 10dB)

Précision du niveau de référence: ±2dB

Niveau de bruit moyen: -99dBm (12,5kHz de bande pas.)

2ème harmonique: <-75dBc

Intermodulation (3ème harmonique): -70dBc
(2 signaux espacés d'au moins 3MHz)

Seuil d'adressage moyen: <5dB

au dessus du bruit

Précision de l'échelle log: ±2dB sans at. Réf.: 250MHz

Gain FI: réglable sur 10dB

Entrée

Impédance d'entrée: 50Ω

Entrée HF: prise BNC

Atténuateur: 0 à 40 dB (4x10dB)

Précision de l'atténuateur d'entrée: ±1dB/pas 10dB

Niveau d'entrée maximum:
+10dBm, ±25V_{DC} avec une atténuation de 0dB
+20dBm avec une atténuation de 40dB

Générateur suiveur

Niveau de sortie: -50dBm à +1dBm
(par pas de 10dB et variable)

Atténuateur de sortie: 0 à 40dB (4x10dB)

Précision de l'atténuateur de sortie: ±1dB

Impédance de sortie: 50Ω (prise BNC)

Gamme de fréquence: 0,15MHz à 1,05GHz

Réponse en fréquence: ±1,5dB

Interférence radio fréquence: <20dBc

Divers

Température ambiante: 10°C à +50°C

Affichage: 8x10cm, graticule interne

Rotation de trace: réglable sur panneau avant

Alimentation: 115/230V, 50-60Hz

Consommation: 20W max.

Protection: classe I (CEI 1010-1)

Masse: environ 6kg

Dimensions: L 285mm, H 125mm, P 380mm

Sondes de champ proche HZ530 (Accessoires en option)

L'ensemble HZ530 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 50Ω . Les sondes ont une gamme de fréquence de 100kHz à 1GHz. 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 et HM5014. 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.



Caractéristiques techniques

Gamme de fréquence:	100kHz à 1GHz
Tension d'alimentation:	6V à partir du HM5012/14/11 ou par piles *
Consommation:	10 à 24mA
Dimensions des sondes:	195x40x19 (Lxlxh)
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

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



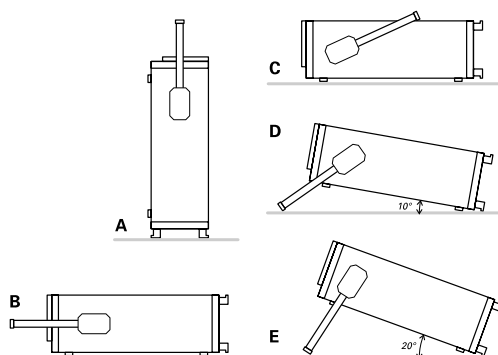
Masse

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, Section 1**. Les normes CEI 1010-1 et EN 61010-1 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. Il peut occasionnellement être utilisé jusqu'à -10°C sans danger. 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.

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 tournevis 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 tournevis 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 **5x20**mm, 0,63A, 250V; il doit satisfaire aux spécifications IEC 127 feuille III (soit DIN 41 662 soit DIN 41 571, feuille 3). Coupure : **temporisée** (T).

Tension secteur : 115V~ ±10% Coupure à 315mA (temporisée)

Tension secteur : 230V~ ±10% Coupure à 160mA (temporisée)

Les caractéristiques de l'appareil sont obtenues après un temps de chauffe de 60 minutes et pour une température ambiante comprise de 23 °C ±2°C. Les valeurs sans tolérance sont les valeurs de base d'un appareil standard.

Introduction

Les deux appareils HM5010 et HM5011 sont des analyseurs de spectre. Le HM5011 possède un générateur de poursuite. Le principe de fonctionnement de ces deux appareils est décrit ci-dessous.

Cet analyseur de spectre réalise la visualisation fréquentielle d'un signal dans la gamme de fréquence de 0,15 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 0,15 et 1050MHz) est appliqué à un premier mélangeur où il est combiné au signal d'un oscillateur commandé en tension (f_{lo} compris entre 1350MHz et 2350MHz). Cet oscillateur est le premier oscillateur local. La différence entre cette fréquence et la fréquence d'entrée donne la première fréquence intermédiaire f_{if} ($f_{lo} - f_{in} = f_{if}$) qui passe à travers un filtre passe-bande accordé sur 1350MHz. 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 2,75MHz. Au troisième étage de fréquence intermédiaire, le signal peut être traité par un filtre 400kHz ou 20kHz 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_{lo} . 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 SCAN, seule la tension continue commande le premier oscillateur local.

Le HM5011 possède également un générateur de poursuite. Ce générateur produit des signaux sinusoïdaux dans la gamme de fréquence de 0,15 à 1050MHz. La fréquence du générateur de poursuite est déterminée par le premier oscillateur local, f_{lo} , de l'analyseur de spectre. L'analyseur de spectre et le générateur de poursuite sont synchronisés en fréquence.

Instructions d'utilisation

Il est très important de lire les instructions relatives à la sécurité avant d'utiliser le HM5010/HM5011.

L'utilisation du HM5010/HM5011 ne nécessite aucune compétence particulière. L'organisation de la face avant et la limitation des fonctions de base garantit 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 HM5010/HM5011 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 +10dBm (0,7Veff) alternatif ou +/- 25V continu. Avec une atténuation d'entrée de 40dB, 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 fréquence la plus haute (1000MHz). 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 HM5010/HM5011. 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.

Eléments de mise en oeuvre

La page dépliant, à la fin de ce manuel d'utilisation, présente la face avant avec les repères numérotés utilisés ci-dessous. La face avant est divisée en 3 zones.

(1) FOCUS

Réglage de l'astigmatisme.

(2) INTENS

Réglage de l'intensité lumineuse du signal.

(3) POWER

Touche marche/arrêt avec les symboles ON et OFF. En position ON, l'appareil est en service, une ligne est visible sur l'écran environ 10 secondes après.

(4) TR (Trace rotation)

Malgré la gaine en mumétal autour du tube, les effets du champ magnétique terrestre sur l'horizontalité de la trace ne peuvent être évités. Un potentiomètre accessible par une ouverture permet de corriger ce phénomène.

(5) MARKER ON/OFF

Lorsque la touche MARKER est sortie (**OFF**), le voyant **CF** est allumé et l'afficheur indique la fréquence au centre de l'écran. Lorsque la touche MARKER est enfoncée (**ON**), le voyant **MK** est allumé et l'afficheur indique la fréquence à la position du marqueur. Le marqueur apparaît sur l'écran comme une aiguille verticale. La position horizontale du marqueur est réglable par la bouton rotatif **MARKER**. Le marqueur peut ainsi être positionné sur des raies spectrales.

Pour réaliser des mesures d'amplitude, le marqueur ne doit pas être en service.

(6) CF / MK

(CENTER FREQUENCY / MARKER)

La DEL CF est allumée lorsque le bouton poussoir MARKER est sorti. L'afficheur indique la fréquence centrale. La DEL MK est allumée lorsque le bouton-poussoir MARKER est enfoncé. L'afficheur indique alors la fréquence à la position du marqueur. Cette fonction permet l'affichage de la fréquence de raies situées entre deux lignes du graticule.

(7) Afficheur

Afficheur à 5 chiffres par pas de 100kHz.

(8) UNCAL

Le clignotement de cette LED signifie que l'amplitude est incorrecte. Ceci a lieu lorsque la gamme de fréquence balayée est trop large comparée à la bande passante de la fréquence intermédiaire (20kHz) et/ou à la bande passante du filtre vidéo (4kHz). Les mesures doivent donc être réalisées soit sans filtre, soit avec une excursion en fréquence réduite.

(9) CENTER FREQUENCY

Coarse / Fine

Ces deux boutons rotatifs permettent le réglage de la fréquence centrale.

Le bouton **FINE** permet le réglage fin de la fréquence.

(10) BANDWIDTH

Sélection de la bande passante du premier étage (FI) à 400kHz ou à 20kHz. A 20kHz, le bruit diminue et la sélectivité est meilleure. Des raies relativement proches peuvent être distinguées.

(11) VIDEO FILTER

Le filtre vidéo est utilisé pour réduire le bruit. Il permet de visualiser une raie d'amplitude voisine de celle du bruit. La bande passante de ce filtre est de 4kHz.

(12) Y-POS

Réglage de la position verticale.

(13) INPUT

L'entrée de l'analyseur de spectre est réalisée sur une BNC 50Ω. Lorsqu'aucun atténuateur n'est en service, la tension maximum admissible est de ±25VDC et 10dBmAC. Avec une atténuation d'entrée maximum, soit 40dB, la tension maximum admissible est de +20dBm. La gamme dynamique maximum de l'appareil est de 70dB. Des tensions d'entrée supérieures à la référence donnent des compressions et des intermodulations du signal. Ces effets conduisent à des erreurs d'affichage. Si le niveau d'entrée est supérieur au niveau de référence, il faut augmenter l'atténuation du signal d'entrée.

(14) ATTN

L'atténuateur d'entrée comprend 4 atténuateurs de 10dB qui diminuent le niveau du signal à l'entrée du premier mélangeur. Chaque atténuateur est en service lorsque la touche est enfoncée.

Le tableau ci-dessous montre la relation entre l'atténuation sélectionnée, le niveau de référence et le niveau de la ligne de base:

Atténu.	Niveau de réf.	Ligne de base
0dB	-27dB 10mV	-107dB
10dB	-17dB 31.6mV	-97dB
20dB	-7dB 100mV	-87dB
30dB	+3dB 316mV	-77dB
40dB	-3dB 1V	-67dB

La ligne de référence est la ligne horizontale la plus haute sur le graticule. La ligne horizontale la plus basse est la ligne de base. Une division verticale du graticule représente 10dB.

Comme indiqué précédemment, il ne faut pas présenter à l'entrée de l'analyseur une tension supérieure à la tension autorisée. Ce point est particulièrement important à respecter, dans le cas contraire, l'analyseur de spectre ne montrera qu'une partie du spectre du signal d'entrée. Un signal de niveau trop élevé peut entraîner la destruction du premier étage mélangeur et/ou de l'atténuateur d'entrée.

Avant d'appliquer un signal à l'entrée, mettre les tous les atténuateurs en service (4x10dB) et la plus grande excursion en fréquence disponible (100MHz/div.). Positionner la fréquence centrale sur 500MHz et visualiser ainsi l'ensemble du spectre. Si la ligne de base monte vers le haut lorsque l'atténuation d'entrée diminue, cela peut provenir d'un signal forte amplitude de fréquence supérieure à la fréquence maximum de l'analyseur (par ex. 1200MHz).

(15) SCANWIDTH

Le champ SCANWIDTH comprend les voyants qui indiquent l'échelle horizontale du graticule en MHz/div. La touche de droite augmente l'excursion en fréquence, la touche de gauche la diminue. L'échelle en fréquence va de 100kHz/div. à 100MHz/div. en séquence 1-2-5.

L'échelle horizontale est affichée en MHz/div., ce qui représente la différence de fréquence entre deux lignes verticales du graticule. La fréquence centrale est située sur la ligne verticale. Le réglage de la fréquence centrale et de l'excursion en fréquence est correct lorsque le spectre du signal d'entrée s'étend sur 10 divisions.

A 100MHz/div, avec une fréquence centrale de 500MHz, le spectre de 0 à 1000MHz est visualisé sur 10 divisions. Dans ces conditions, il apparaît une raie à la fréquence 0.

La raie 0Hz correspond au premier étage oscillateur, elle apparaît lorsque sa fréquence correspond à celle du filtre du premier étage intermédiaire. Le niveau de fréquence zéro est différent d'un appareil à l'autre, il ne peut pas être utilisé comme niveau de référence. Les raies situées à gauche de la raie zéro sont appelées fréquences images.

En position **ZERO SCAN**, l'analyseur de spectre fonctionne comme un récepteur à bande passante réglable. La fréquence est sélectionnée par le bouton **CENTER FREQ.**

Ce mode permet une mesure du niveau de raies (fonction voltmètre).

(16) X-POS

Position horizontale.

(17) X-AMPL.

Amplitude horizontale.

Ces commandes sont destinées à corriger le niveau et la fréquence, elles ne doivent pas être utilisées en utilisation normale. Toutes modifications de ces réglages demandent un générateur HF très précis tel que le HAMEG HM 8134.

(18) PHONE

Prise pour branchement d'un écouteur.

Le casque doit être équipé d'une fiche jack de 3,5mm et avoir une impédance >16Ω.

(19) VOL

Réglage du volume de l'écouteur.

(20) PROBE POWER

Prise d'alimentation de la sonde HZ530.

La prise d'alimentation de la sonde HZ530 n'est prévue que pour cet usage. Le câble spécial nécessaire à cet effet est fourni avec la sonde.

(21) LEVEL (HM5011 seulement)

Bouton de réglage continu du niveau de sortie du générateur de poursuite sur 11dBm (-10dBm à +1dBm).

(22) TRACK. GEN. (HM5011 seulement)

Le générateur de poursuite est mis en service lorsque cette touche est enfoncée (ON). Dans ce cas un signal sinusoïdal est présent sur la sortie BNC (**OUTPUT**). La fréquence de ce signal est pilotée par l'analyseur de spectre. En mode ZERO SCAN, la fréquence du signal est fixe et coorespond à celle de l'afficheur.

(23) OUTPUT (HM5011 seulement)

Sortie 50Ω du générateur suiveur. Le niveau de sortie est réglé à l'aide du bouton LEVEL et de l'atténuateur de sortie. Il est compris entre +1dBm et -50dBm.

(24) ATTN (HM5011 seulement)

Réglage du niveau de sortie par 4 atténuateurs 10dB.

Les 4 atténuateurs sont de même valeur et sont activés par pression sur le bouton correspondant. Tous les atténuateurs ont le même rôle. Par exemple, pour atténuer le niveau de 20dB il faut et il suffit que 2 quelconques des boutons poussoirs soient enfoncés.

Calibration verticale

Avant calibration, vérifier qu'aucun atténuateur d'entrée **(14)** n'est en service. Le HM5010/HM5011 doit être en service depuis plus de 60mn. Ne pas mettre en service le filtre vidéo, mettre la bande passante sur 400kHz et la base de fréquence sur 2MHz/div.

Appliquer un signal radio fréquence de -27dBm (10mV) à l'entrée **(13)** de l'analyseur de spectre. La fréquence de ce signal doit être comprise entre 2MHz et 250MHz. Régler la fréquence centrale de l'analyseur sur la fréquence de ce signal.

A: Une raie d'amplitude -27dBm apparaît à l'écran si le signal source a un taux de distorsion suffisamment faible. Positionner le sommet de la raie spectrale sur la ligne la plus haute du graticule à l'aide de la commande **Y-POS (12)**. Aucun atténuateur d'entrée ne doit être en service.

B: Régler ensuite l'amplitude du signal d'entrée à -77dBm. Le sommet de la raie spectrale doit descendre de 5 divisions, dans le cas contraire, utiliser la commande **Y-POS(12)**. Si ce réglage agit sur la position horizontale, refaire l'étape A.

Les étapes **A** et **B** doivent être répétées jusqu'à l'obtention du meilleur compromis.

Vérifier enfin les atténuateurs d'entrée **(14)**, ceci peut être fait avec un niveau d'entrée de -27dBm. Le sommet de la raie diminue de 10dB chaque fois qu'un atténuateur est mis en service. 10dB correspond à une division du graticule à l'écran. L'erreur admissible sur tous les atténuateurs ne doit pas excéder 1dB.

Calibration horizontale

Avant la calibration, vérifier que les atténuateurs d'entrée **(14)** ne sont pas en service. Le HM5010/HM5011 doit être en service depuis plus de 60mn. Le filtre vidéo **(11)** ne doit pas être en service, la bande passant est sur 400kHz et la base de fréquence est de 100MHz/div. Régler la fréquence centrale à 500MHz et appliquer un signal à l'entrée. Régler le niveau 40 à 50dB au dessus du bruit.

C: Régler la fréquence du générateur à **500MHz**. Régler la position horizontale de la raie sur la ligne médiane du graticule à l'aide de la commande **X-POS. (16)**.

D: Régler la fréquence du générateur à **100MHz**. La raie doit être sur la deuxième ligne du graticule, dans le cas contraire utiliser la commande **X-AMPL. (17)**. Vérifier ensuite la position horizontale (étape C) et refaire éventuellement une correction.

Les étapes **C** et **D** doivent être répétées jusqu'à l'obtention du meilleur compromis.

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 gauges 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 égal 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 scan), 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 des distinguer des signaux rapprochés d'amplitude égale. Si le 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 bande 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:

$$PN=k \times T \times B$$

où

PN=Puissance de bruit en watt

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

T=Température absolue en °K

B=Bande passante du système en Hz

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 HM5010/HM5011, 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 sensible. Le niveau de signal d'entrée maximale 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 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 HM5010/HM5011, ces distorsions sont typiquement à 70dB en dessous du niveau du signal d'entrée n'excédant pas -27dBm à l'entrée du premier mélangeur. Pour pouvoir accepter des niveaux d'entrée plus élevés, un atténuateur est placé dans le circuit d'entrée juste avant le premier mélangeur. Le signal d'entrée maximum que l'on peut appliquer pour chaque position d'atténuateur, tout en maintenant les distorsions internes en dessous d'un certain niveau, est appelé niveau d'entrée optimum de l'analyseur. Le signal est atténué avant le premier mélangeur parce qu'il ne faut pas que le niveau du signal appliqué au mélangeur dépasse -27dBm, sinon, les produits de distorsion de l'analyseur dépasseront 70dB. Cette gamme de 70dB 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 70dB de tous les produits parasites pour un niveau de -27dBm à l'entrée du mélangeur». Déterminer ensuite qu'il y a une sensibilité suffisante. Par exemple, 70dB en dessous de -27dB représente

-97dB. 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 de poursuite

Le générateur de poursuite (HM5011 seulement) est un générateur dont la sortie HF suit un autre signal extérieur. Utilisé avec un analyseur de spectre, le générateur de poursuite produit un signal dont la fréquence suit précisément la fréquence d'accord de l'analyseur.

La fréquence du générateur de poursuite suit précisément la fréquence d'accord de l'analyseur de spectre, car les deux appareils sont pilotés par le même oscillateur. Cette poursuite existe dans tous les modes d'analyse. Ainsi, en balayage complet, le générateur de poursuite produit un balayage intermittent, en mode «Zero scan», le générateur donne une fréquence fixe.

Le signal du générateur de poursuite provient de la synthèse et du mélange de deux

oscillateurs. L'un des oscillateurs fait partie du générateur de poursuite, l'autre oscillateur est le premier oscillateur local de l'analyseur.

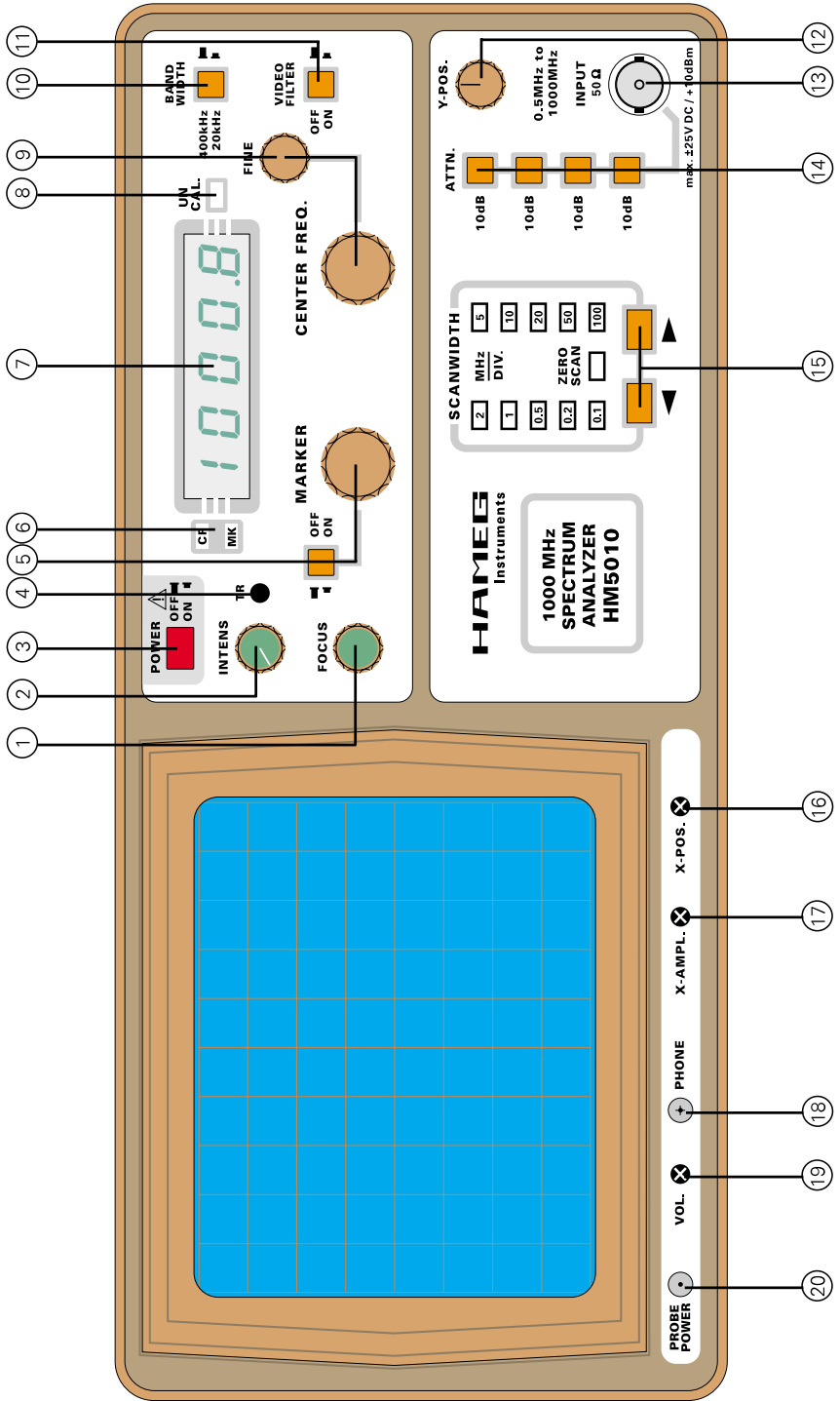
L'ensemble analyseur de spectre et générateur de poursuite est utilisé dans deux configurations: en boucle ouverte et en boucle fermée. En boucle ouverte, les signaux extérieurs inconnus sont appliqués à l'entrée de l'analyseur et la sortie du générateur de poursuite est reliée à un compteur. Cette configuration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

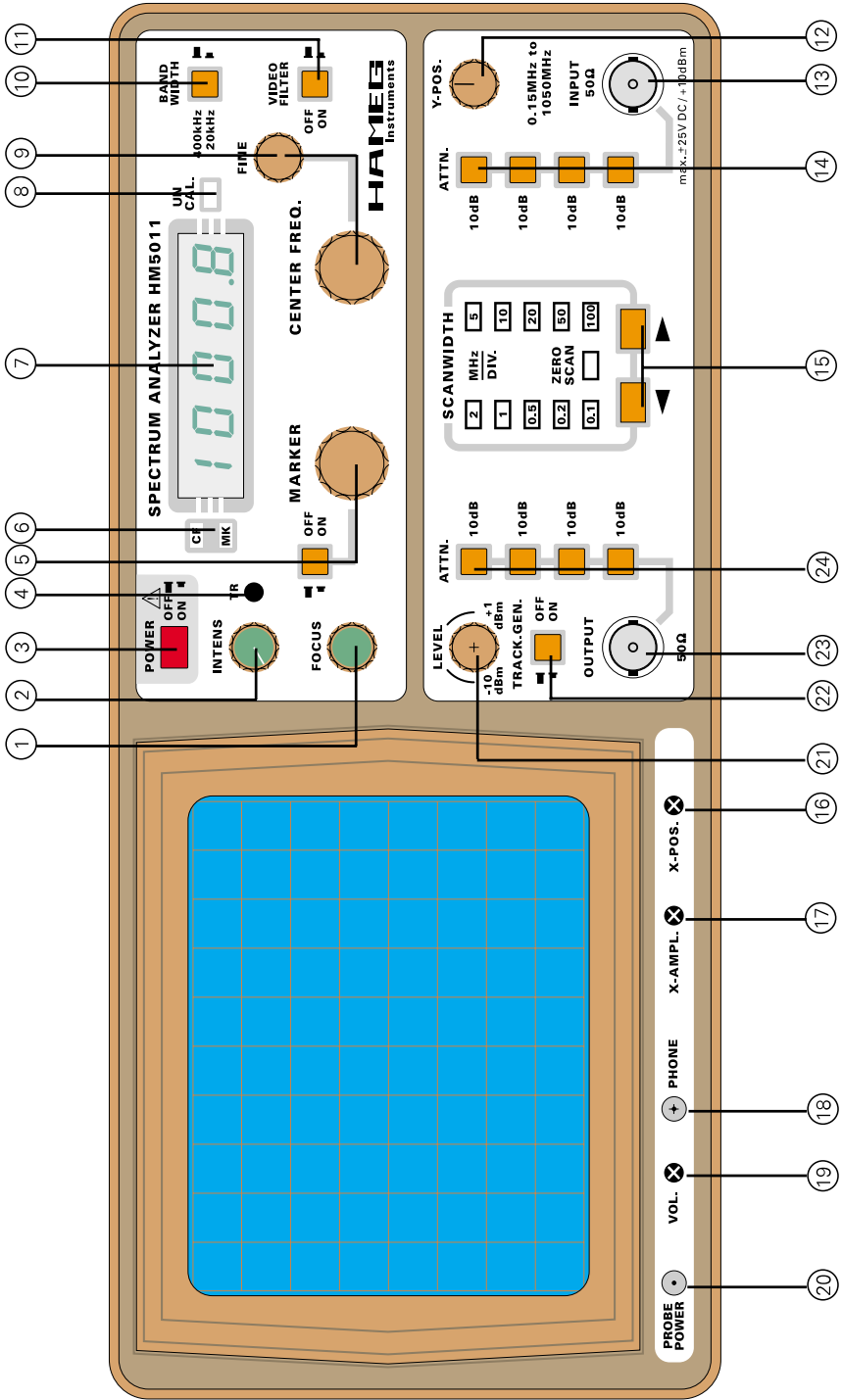
En boucle fermée, le signal de sortie du générateur est appliqué au circuit à tester et la sortie du circuit à test est appliquée à l'entrée de l'analyseur. Dans cette configuration, l'ensemble analyseur de spectre et générateur de poursuite constitue un système de mesure de fréquence complet (source, détecteur et affichage) balayé en fréquence par le système. Une boucle d'égalisation interne au générateur de poursuite permet d'obtenir un signal uniforme sur toute la fréquence. Ce système permet des mesures de réponse en fréquence (amplitude en fonction de la fréquence), l'amplitude du coefficient de réflexion et l'affaiblissement de retour. A partir de l'affaiblissement de retour ou du coefficient de réflexion, le TOS peut être calculé. Ce système ne permet pas d'effectuer des mesures de phase ou de temps de propagation de groupe; cependant, il offre des possibilités spécifiques que n'offrent pas d'autres systèmes à balayage tels que générateur de balayage analyseur de réseau, générateur de balayage analyseur de spectre ou générateur de balayage détecteur oscilloscope.

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

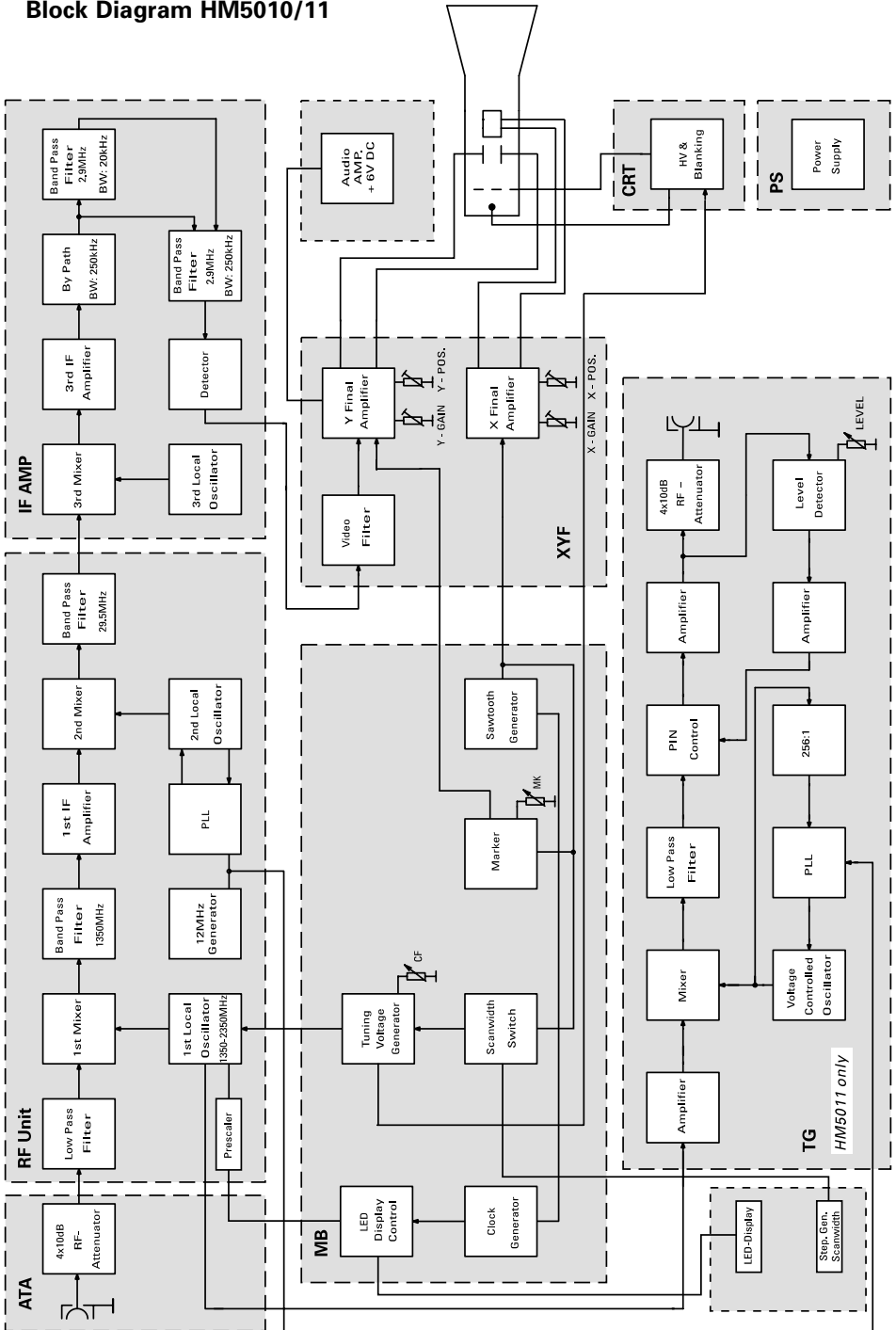
Le niveau de compression de 1dB est considéré comme la limite supérieure de la gamme dynamique. La limite inférieure dépend de la sensibilité de l'analyseur qui comme nous le savons, est liée à la bande passante. La bande la plus étroite utilisable est limitée par la modulation de fréquence résiduelle du générateur de poursuite et par les dérives entre la fréquence d'accord de l'analyseur et la sortie du générateur de poursuite.

HM5010





Block Diagram HM5010/11



HAMEG[®]

Instruments

Oscilloscopes

Multimeters

Counters

Frequency Synthesizers

Generators

R- and LC-Meters

Spectrum Analyzers

Power Supplies

Curve Tracers

Time Standards

Germany

HAMEG Service

Kelsterbacher Str. 15-19
60528 FRANKFURT am Main
Tel. (069) 67805 - 24 -15
Telefax (069) 67805 - 31
E-mail: service@hameg.de

HAMEG GmbH

Industriestraße 6
63533 Mainhausen
Tel. (06182) 8909 - 0
Telefax (06182) 8909 - 30
E-mail: sales@hameg.de

France

HAMEG S.a.r.l

5-9, av. de la République
94800-VILLEJUIF
Tél. (1) 4677 8151
Telefax (1) 4726 3544
E-mail: hamegcom@magic.fr

Spain

HAMEG S.L.

Villarroel 172-174
08036 BARCELONA
Teléf. (93)4301597
Telefax (93)321220
E-mail: email@hameg.es

Great Britain

HAMEG LTD

74-78 Collingdon Street
LUTON Bedfordshire LU1 1RX
Phone (01582) 413174
Telefax (01582) 456416
E-mail: sales@hameg.co.uk

United States of America

HAMEG, Inc.

266 East Meadow Avenue
EAST MEADOW, NY 11554
Phone (516) 794 4080
Toll-free (800) 247 1241
Telefax (516) 794 1855
E-mail: hamegny@aol.com

Hongkong

HAMEG LTD

Flat B, 7/F,
Wing Hing Ind. Bldg.,
499 Castle Peak Road,
Lai Chi Kok, Kowloon
Phone (852) 2 793 0218
Telefax (852) 2 763 5236
E-mail: hameghk@netvigator.com

42 - 5011 - 00F0