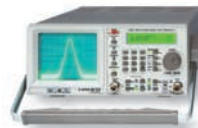


P R E C I S I O N .



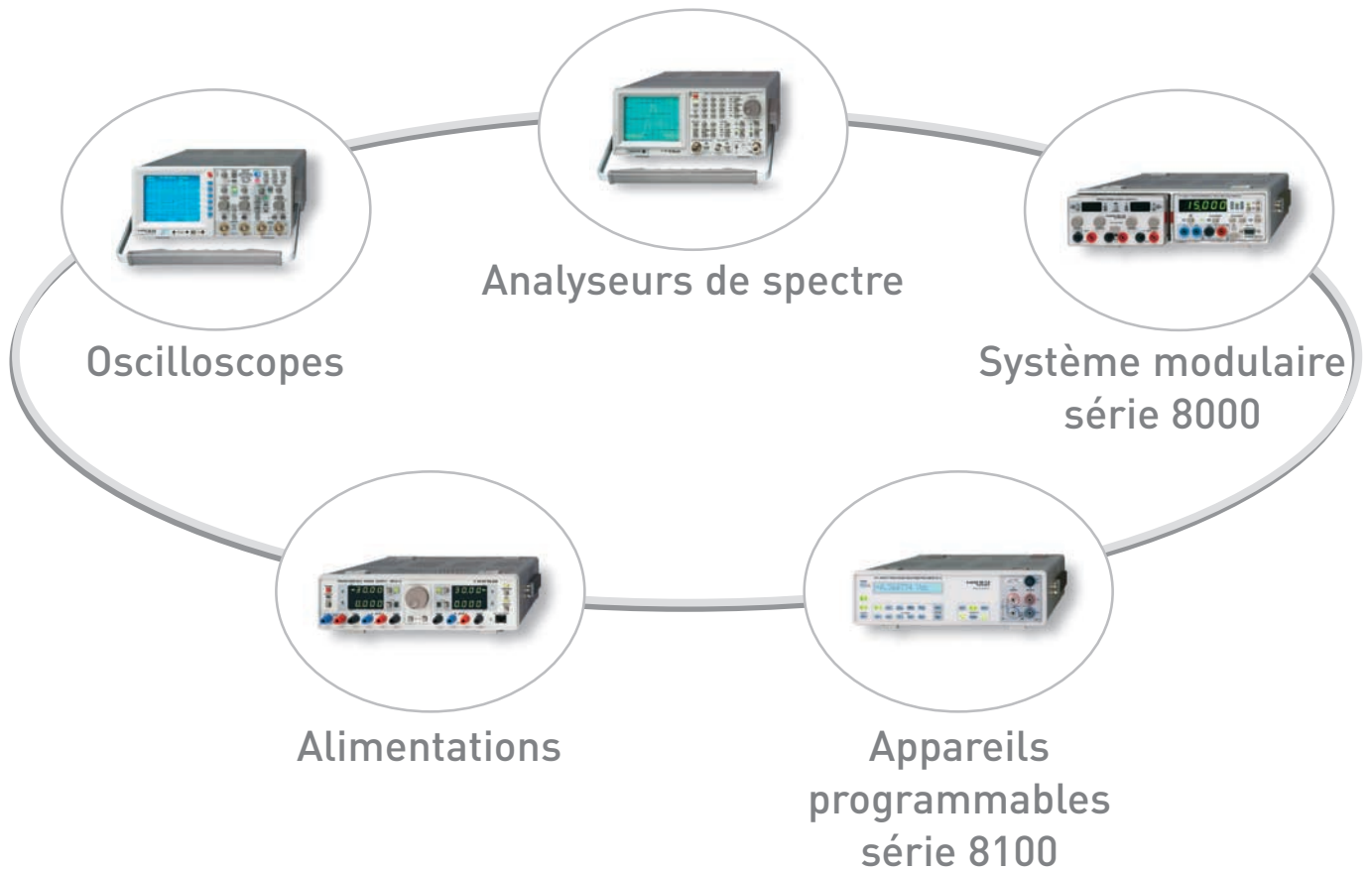
P r o d u i t s 2 0 0 5 / 2 0 0 6



HAMEG[®]
Instruments

HAMEG

Table des matières



Oscilloscopes 4

Article technique : Oscilloscopes HAMEG	5
HM1508 CombiScope	
analogique/numérique 150 MHz	12
HM1008 CombiScope	
analogique/numérique 100 MHz	13
HM507 Oscilloscope	
analogique/numérique 50 MHz	14
HM2005 Oscilloscope analogique 200 MHz	15
HM1500 Oscilloscope analogique 150 MHz	16
HM1000 Oscilloscope analogique 100 MHz	17
HM504-2 Oscilloscope analogique 50 MHz	18
HM303-6 Oscilloscope analogique 35 MHz	19

Analyseurs de spectre 20

Article technique : Analyseurs de spectre HAMEG	21
HM5510 Analyseur de spectre 1 GHz	28
HM5511 Analyseur de spectre 1 GHz	
avec générateur suiveur	28
HM5012-2 Analyseur de spectre 1 GHz	
avec Readout et RS-232	29
HM5014-2 Analyseur de spectre 1 GHz avec	
générateur suiveur, Readout et RS-232	29

Technique de mesure CEM 30

Article technique :	
HAMEG – Technique de mesure de la CEM	31
HZ530 Sonde de champ proche	38
HM6050-2 Réseau fictif (RSIL)	39

Alimentations 40

Article technique : Alimentations HAMEG	41
HM7042-5 Alimentation triple	
2x 0-32V/0-2A et 0-5,5V/0-5A	46
HM7044 Alimentation quadruple à puissance élevée	
4x 0-32V/0-3A	47
HM8143 Alimentation de laboratoire	
2x 0-30V/0-2A et 5V/0-2A	48
HM8040-3 Alimentation triple (module)	
2x 0-20V/0.5A et 5V/1A	49

Appareils programmables série 8100 50

Article technique :	
Appareils de mesure programmables HAMEG	51
HM8112-3 Multimètre numérique de précision	56
HM8115-2 Wattmètre 8 kW	57
HM8123 Compteur universel 2,6 GHz	58
HM8130 Générateur de fonctions 10 MHz	59
HM8131-2 Générateur de fonctions arbitraires 15 MHz	60
HM8134-3 Synthétiseur HF 1,2 GHz	61
HM8135 Synthétiseur HF 3 GHz	62
HM8143 Alimentation de laboratoire	
2x 0-30V/0-2A et 5V/0-2A	63

Système modulaire série 8000 64

Article technique :	
Système modulaire Série 8000 HAMEG	65
HM8001-2 Appareil de base	72
HM8003 Appareil de base (pour 1 module)	73
HM8010 Multimètre numérique	74
HM8012 Multimètre numérique programmable	75
HM8014 Milliohmètre numérique	76
HM8015 Wattmètre 3 kW	77
HM8018 LC mètre numérique	78
HM8021-4 Compteur universel 1,6 GHz	79
HM8027 Distorsiomètre	80
HM8030-6 Générateur de fonctions 10 MHz	81
HM8035 Générateur d'impulsions 20 MHz	82
HM8037 Générateur de fonctions sinusoïdales	83
HM8040-3 Alimentation triple (Module)	
2x 0-20V/0,5A et 5V/1A	84
HM800 Module vide	85

Testeur de composants 86

HM6042 Traceur de caractéristiques	87
------------------------------------	----

Options 88

H079-6 Interface multifonctions	
pour oscilloscopes	89
H082 Carte d'interface IEEE (PCI)	90
H083 Carte d'interface IEEE (PCMCIA)	90
H0880 Bus d'interface IEEE-488	91
H0890 Interface RS-232	91

Accessoires 92

Câble de mesure	93
Adaptateur	95
Sondes	96
Câble d'interface	98
Pince ampèremétrique / testeur	99
Adaptateurs de test / Accessoires divers	101
Accessoires pour analyseurs de spectres	102
Kits pour montage en rack	103

Caractéristiques techniques 104

Tableau de comparaison des oscilloscopes	105
Oscilloscopes	107
Tableau de comparaison des analyseurs de spectre	114
Analyseurs de spectres	115
Tableau de comparaison des alimentations	117
Alimentations	118
Appareils programmables série 8100	120
Systèmes modulaires série 8000	127

Index 133
Contact 135

Oscilloscopes

Analyseurs de spectre

Technique de mesure CEM

Alimentations

Appareils programmables
série 8100

Système modulaire série 8000

Testeur de composants

Options

Accessoires

Caractéristiques techniques



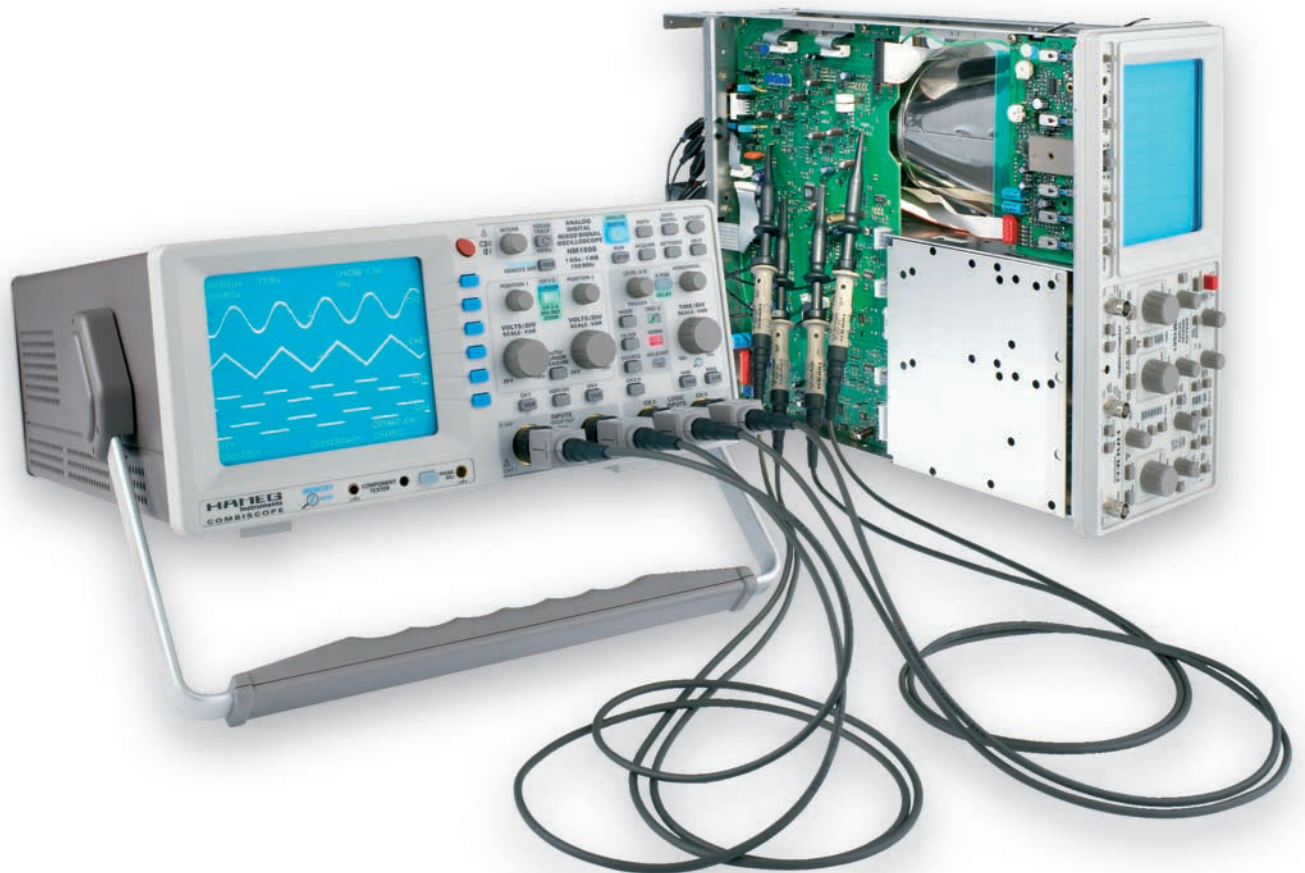
HAMEG Oscilloscopes

Les oscilloscopes ne sont pas remplaçables ...

... ils permettent une totale représentation des signaux mesurés.

... ils indiquent la forme instantanée des signaux et des tensions.

L'intérêt de la représentation des signaux devient clair une fois qu'on a étudié les 2 alternatives à l'oscilloscope – multimètre et compteur de fréquences. Certes, ces derniers offrent une grande précision de mesure, mais le manque de représentation du signal entraîne facilement des erreurs de mesure.



Il arrive, lors des mesures de tension d'un signal de type impulsion, que le rapport cyclique ne soit pas exactement de 1:1, faussant alors les résultats de mesure. Ceci est vrai en particulier pour les signaux complexes.

Il existe des problèmes comparables au cours des mesures de fréquence. Sont impliqués les signaux triangulaire, rectangulaire et sinusoïdal. Les signaux complexes entraînent également des erreurs de mesures.

Un exemple pour un tel signal est un signal composite. Il contient des impulsions de synchronisation d'images de 50 Hz, des impulsions de synchronisation des lignes de 15,625 kHz et le contenu d'image allant de quelques Hertz à environ 5 MHz.

Si un tel signal est mesuré avec un compteur de fréquence, le choix du point de déclenchement détermine la fréquence à afficher. Après que ce point de déclenchement ait été choisi, la fréquence de l'impulsion de synchronisation ou du contenu de l'image est mesurée. Cela se démontre assez bien avec les oscilloscopes HM504 et HM507, car ils n'affichent pas seulement le signal, mais disposent également d'un compteur de fréquence. Les paramètres du point de déclenchement se règlent de la même manière sur un oscilloscope et un compteur de fréquence. Seulement, avec un compteur, ce point est invisible.

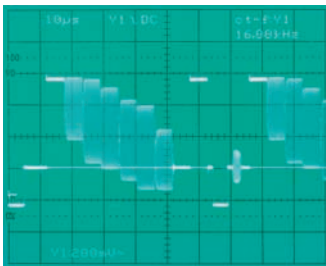


Figure 1 – Signal FBAS (appareil HAMEG)

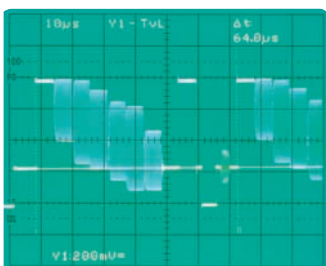


Figure 2 – Mesure du temps à l'aide du curseur (appareil HAMEG)

La figure 1 représente un signal composite. En haut du quadrillage se trouve le symbole du point de déclenchement sur le niveau de l'impulsion de synchronisation. Un compteur de fréquence ne peut ni saisir ni afficher cette information, et ceci est aussi valable pour les oscilloscopes comprenant un compteur de fréquence. Le résultat de la mesure s'affiche à l'aide de la commande Readout, à droite de l'écran (16.00 kHz). Normalement il devrait être de 15.625 kHz (fréquence des lignes). Cet écart est dû aux impulsions précédant et suivant l'impulsion de synchronisation de l'image ainsi qu'à l'écart entre les moitiés de lignes. Comme on peut le constater sur la figure 2, une mesure manuelle à l'aide du curseur permet d'obtenir un temps de 64 µs soit une fréquence de 15,625 kHz.

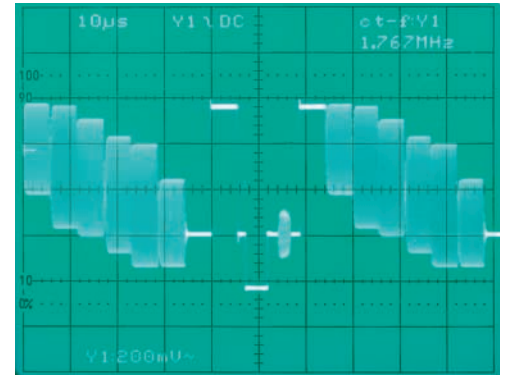


Figure 3 - Le compteur de fréquence affiche 1,76 MHz

Les écarts sont d'autant plus grands que le point de déclenchement se situe en haut des lignes ou de l'image. Après un réglage, les valeurs mesurées sont affichées. Par exemple, sur la figure 3, est affichée une fréquence de 1,76 MHz bien que la fréquence dominante de ce signal soit de 4,43 MHz. La raison est due au signal de 4,43 MHz représentant les couleurs – comme on peut le voir – qui n'est pas constant mais entrelacé avec d'autres signaux et l'impulsion de synchronisation.

Sans oscilloscope, on n'a d'autres choix que d'avoir une confiance aveugle, dans le véritable sens du terme, dans les résultats de mesure des multimètres et compteurs de fréquence. Cela est d'autant plus vrai pour des signaux complexes. Cela concerne même les signaux simples comme un signal sinusoïdal de 50 Hz, qui est fréquemment et involontairement altéré par des recouvrements et des commandes d'angle de phase. La représentation du signal est donc très importante, d'où l'intérêt de l'oscilloscope.

Quel sens donner à la représentation du signal ?

La réponse est simple : la représentation du signal doit représenter à la fois le signal mesuré ainsi que les points de mesures pour que le contenu de l'information soit le plus vaste possible.

Malheureusement, cette exigence est par principe impossible à satisfaire. Mais les ingénieurs HAMEG s'efforcent de s'en rapprocher aussi près que possible. Parallèlement, il existe un grand nombre de critères qui ne peuvent être pas tous être énumérés ici par manque de place. Voici les plus importants :

Temps de montée propre

Il n'est pas possible d'éviter un certain temps de montée propre du fait de la bande passante finie, même avec les amplificateurs de mesure des oscilloscopes HAMEG. Cependant, le temps de montée peut être nettement réduit avec l'achat d'un oscilloscope à bande passante plus large (= faible temps de montée), si bien que les mesures du temps de montée, effectuées sur un objet à faible temps de montée, deviennent plus précises. La figure 4 représente un tel cas d'application.

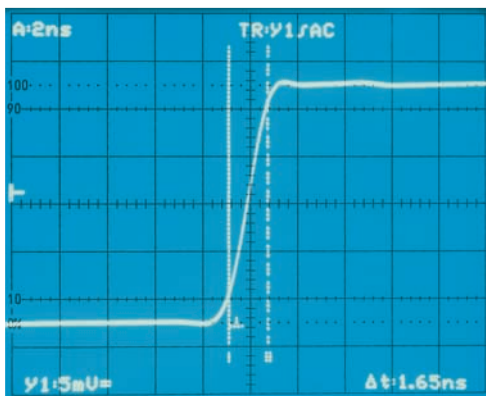


Figure 4 - Echelon avec un temps de montée propre < 1 ns (appareil HAMEG)

Suroscillations

Un exemple, qui prouve que les oscilloscopes HAMEG satisfont aux exigences en ce qui concerne la fidélité du signal, est le comportement du signal rectangulaire de l'amplificateur de mesure. Il est testé avec un signal rectangulaire, qui ne présente en pratique aucune suroscillation, bien que son temps de montée soit inférieur à 1 ns.

Si, malgré tout, ce signal rectangulaire présente des dépassements, cela est dû à une erreur de conception. La figure 5 représente

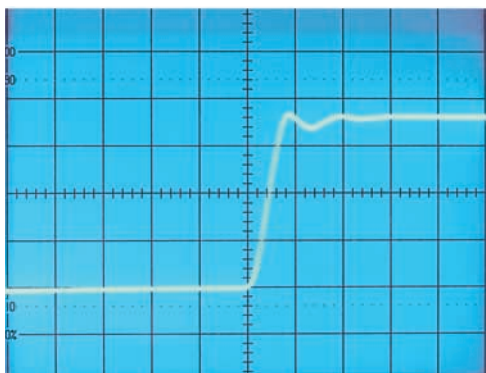


Figure 5 - Altération du signal avec un appareil étranger

un oscilloscope manufacturé en Extrême-Orient. Avec cet appareil, l'utilisateur n'a aucune possibilité de vérifier la qualité d'un signal carré en ce qui concerne son dépassement, car les dépassements liés à l'oscilloscope et au signal ne peuvent être séparés au cours de la représentation.

Comme on peut le voir figure 6, un oscilloscope HAMEG avec la même bande passante affiche le même signal sans dépassement et permet ainsi de meilleures critiques concernant le signal : si des dépassements sont présents avec des oscilloscopes HAMEG, c'est qu'il ne s'agit pas d'oscilloscopes.

Vacillement (Jitter)

La figure 7 représente une photo d'écran d'un appareil concurrent. La largeur de la rampe indique la présence de vacillements alors que le signal ne vacille pas. Avec le vacillement propre de l'oscilloscope, celui de la source de signal se perd. La dimension du vacillement est toutefois une information importante dans la plupart des cas d'utilisation.

Malheureusement, le vacillement est inévitable et est provoqué, en ce qui concerne les oscilloscopes, par le bruit, le comparateur du Trigger, et le générateur de la base de temps. On peut seulement essayer de le réduire autant que possible. La figure 8 représente le même signal sans vacillement mesuré à l'aide du HM2005.

Bruits

HAMEG dépense énormément de temps et d'argent afin de diminuer les bruits provenant de l'amplificateur de mesure. C'est déjà bien suffisant quand l'objet mesuré produit ses propres bruits.

L'emploi du convertisseur A/N 8 Bit Flash d'excellente qualité dans les oscilloscopes HAMEG permet, dans la plupart des cas, de reconnaître d'un seul coup d'œil en mode Readout, si le mode numérique est présent ou non. Avec des oscilloscopes relativement simples «seulement numérique», ce même problème de bruit persiste toujours – comme le montre la figure 9. Par ailleurs, le bruit du signal ne peut être séparé de celui de l'oscilloscope. La figure 10 représente des lignes de rayonnement d'un oscilloscope

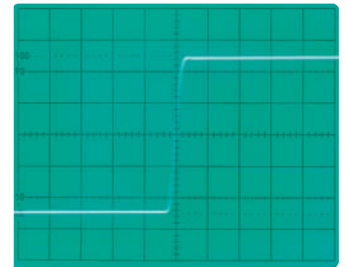


Figure 6 - Représentation du signal avec un bon amplificateur

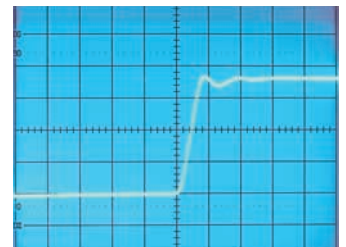


Figure 7 - Jitter sur front montant avec un appareil étranger...

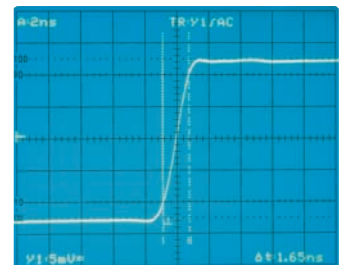


Figure 8 - ... alors que le front montant ne présente aucun Jitter (appareil HAMEG)

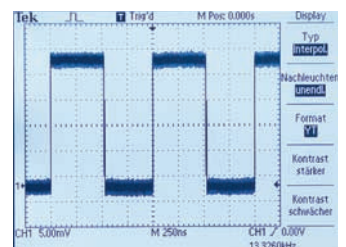


Figure 9 - Présence de bruit avec un oscilloscope "uniquement numérique" (fabrication étrangère)

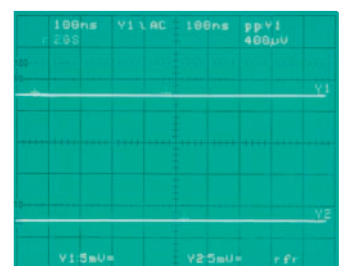


Figure 10 - Pratiquement aucun bruit en mode numérique (appareil HAMEG)

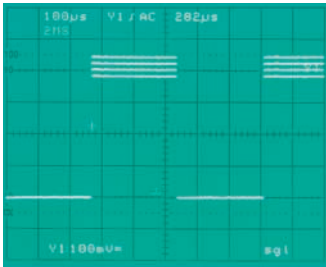


Figure 11 - Apparition d'une superposition "sautouse" basse fréquence (appareil HAMEG)

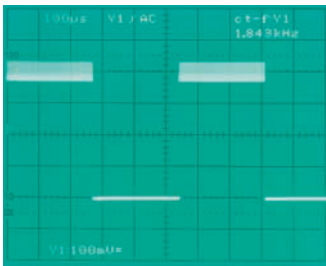


Figure 12 - En mode analogique : la fréquence de la superposition est élevée (appareil HAMEG)

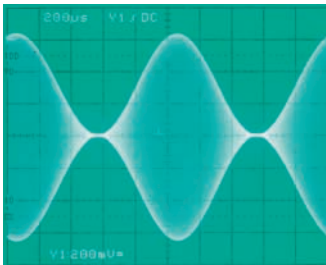


Figure 13 - AM avec un taux de modulation de 100% en mode analogique (appareil HAMEG)

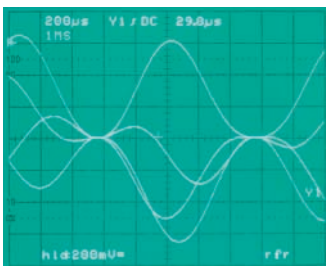


Figure 14 - Signal modulé en amplitude saisi en mode numérique (appareil HAMEG)

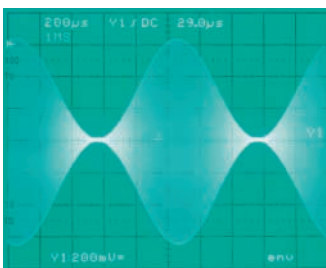


Figure 15 - Mode numérique, mais avec une saisie en mode Enveloppe (appareil HAMEG)

HAMEG présentant le mode numérique. Les bruits sont pratiquement invisibles.

Bien sûr qu'il est possible de faire disparaître le bruit en le moyennant (Average). Mais par la même occasion, l'information concernant le bruit de la source du signal est supprimée.

Fréquence de saisie du signal et de sa représentation

Un autre critère est la fréquence avec laquelle un signal est saisi et représenté. Avec un grand nombre de saisies et de représentations, les chances de voir des informations supplémentaires augmentent. Comme beaucoup de représentations sont possibles en une seconde, cela dépend de la fréquence du signal et du réglage de la base de temps. En mode analogique, le nombre de représentations peut varier de 500.000 à 2,5 millions. Ce nombre démontre l'avantage d'un tube cathodique. De telles valeurs sont atteintes soit avec une carte graphique soit avec un écran LCD. Avec un nombre plus faible de représentations par seconde, les entrelacements d'un signal ne sont pas correctement représentés (cf. figure 11). La figure 12 montre le même signal en mode analogique et avec ce mode, le véritable comportement.

L'exemple suivant (figure 13) montre ce fait plus nettement : représentation en mode analogique d'un signal modulé en amplitude. La représentation du signal permet sans difficulté d'en extraire un taux de modulation de 100 % ainsi qu'une fréquence de modulation de 1 kHz. En revanche, il est difficile en mode numérique de savoir s'il s'agit d'un signal modulé en amplitude (cf. figure 14).

En mode Enveloppe, la saisie numérique d'un signal modulé en amplitude semble résoudre le problème de la perceptibilité du signal (figure 15). Toutefois, cela vaut uniquement pour le cas dans lequel le taux et la fréquence de modulation ne varient pas car, en mode Enveloppe, la valeur maximale saisie n'est toujours indiquée qu'une seule fois. Ainsi, en mode Enveloppe, aucune solution quant aux mesures de modulation n'est possible.

Les inconvénients décrits ici et concernant

le mode numérique se rencontrent au niveau de la concurrence dont les oscilloscopes «seulement numériques» ne peuvent basculer en mode Analogique.

Précision et luminosité

Qui dit représentation du signal, dit bonne lisibilité laquelle implique, bien évidemment, une bonne précision ainsi qu'une bonne luminosité. C'est le cas aujourd'hui avec des tubes cathodiques possédant des tensions d'accélération de 2.000 Volt comme sur le HM303-6, HM504, HM507.

Les oscilloscopes HM1000, HM1008, HM1500 et HM1508 ont de bien meilleures propriétés puisqu'ils sont équipés de tubes cathodiques fonctionnant avec des tensions d'accélération de 2.000 Volt et des tensions post-accélération de 12.000 Volts. Il y a donc à disposition une très grande réserve de luminosité.

La deuxième base de temps d'un HM 1507-3 est disponible aussi en mode numérique et permet l'allongement, selon X, d'un signal sinusoïdal de 10 MHz jusqu'à 200.000 fois (cf. figure 16). Ce signal est représenté

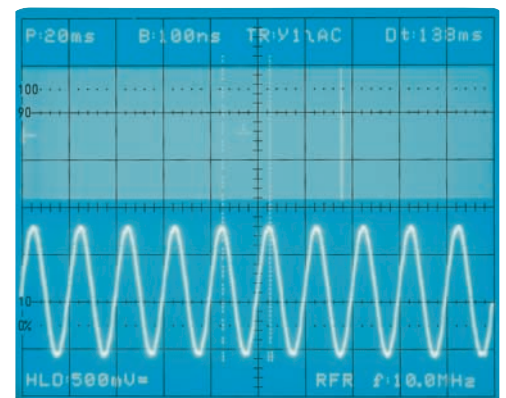


Figure 16 - Parfaite visualisation d'un signal agrandi 200.000 fois

avec 20 ms/div. pour la base de temps A et 100 ns/div. pour la base de temps B. Un allongement si élevé n'est réalisable qu'en mode numérique car la luminosité – contrairement au mode analogique – ne se réduit pas. Avec un excellent oscilloscope analogique, dans ces conditions, on ne verrait à peine quelque chose.

Résolution

Les limites de la résolution sont, pour les oscilloscopes analogiques, liées à l'acuité

visuelle de l'observateur car le faisceau électronique peut être dévié à n'importe quel endroit de l'écran. La restriction de la résolution selon les axes X et Y n'est par conséquent pas possible.

En revanche, la résolution est limitée en partie pour les oscilloscopes numériques. La résolution selon l'axe Y est déterminée à l'aide d'un convertisseur A/N, qui est utilisé pour le balayage du signal. A la verticale il n'y a que 256 positions disponibles, dont 200 positions pour la totalité du quadrillage vertical. Cela correspond à une résolution de 25 positions possibles du signal par division selon l'axe Y. Le graphique 1 représente la vue totale de 8x10 divisions et le graphique 2 le grossissement d'une division.

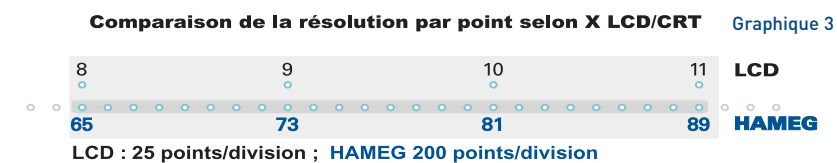
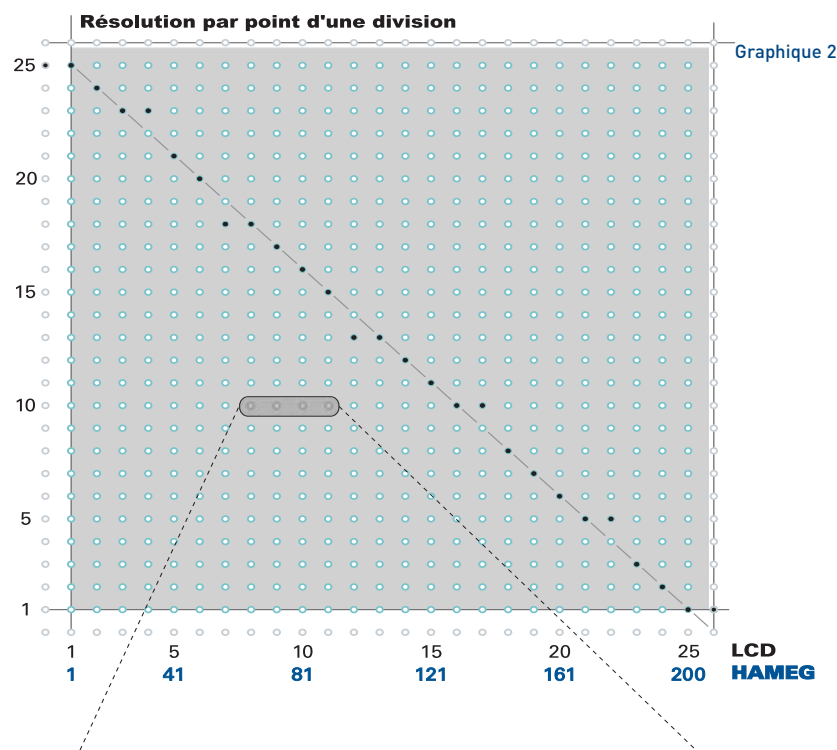
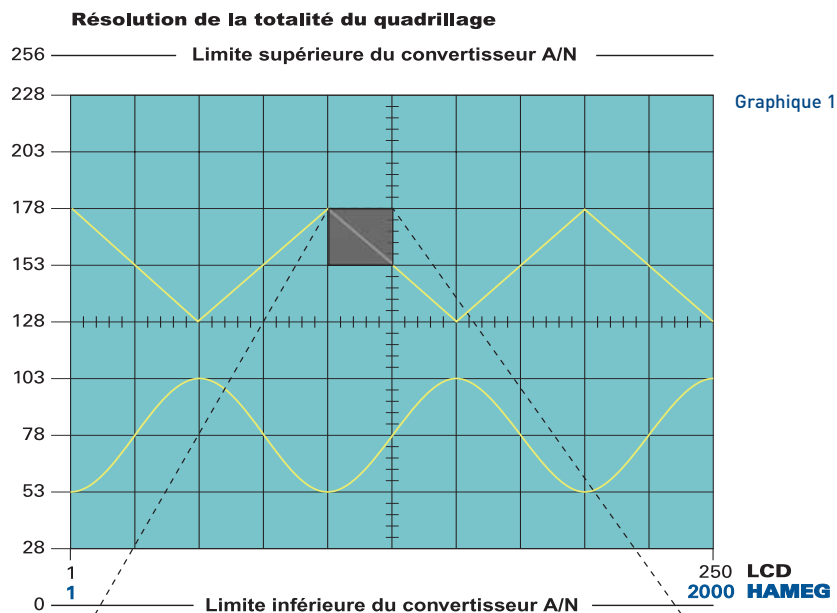
Pour les oscilloscopes «uniquement numériques» avec écran LCD, la résolution selon l'axe X, en ce qui concerne l'affichage du signal, est limitée dans la plupart des cas à 250 points. La résolution d'une division – représentée graphique 2 – est de 25 points selon X et 25 points selon Y.

Avec une résolution de 500 points selon X pour une totalité de 10 divisions, l'affichage est bien meilleur avec un tube cathodique (50 points selon X et 25 selon Y par division), mais n'égale pas la résolution qu'offrent les appareils HAMEG en mode numérique.

L'avantage d'un tube cathodique est qu'il permet en mode numérique un affichage complet – sur la totalité des divisions – de 2.000 valeurs mesurées contenues dans la mémoire. La résolution par division devient alors de 200 points selon X et 25 selon Y. Comme le montre le graphique 3, la résolution selon X par rapport à un affichage LCD est alors environ 8 fois plus élevée.

Résolutions d'affichage, capacité de mémoire et taux d'échantillonnage

Ces trois paramètres sont étroitement liés. Comme nous l'avons vu dans la partie précédente, la capacité de mémoire des oscilloscopes analogiques/numériques HAMEG est de 2.000 points (par voie), tous affichés. Cela signifie que la capacité de mémoire et la résolution d'affichage sont semblables. Cette constatation est alors importante quand des appareils concurrents réalisent et enregistrent un plus



Graphique 1 : plein écran

Graphique 2 : résolution par division avec 25 points en Y et 25 points en X (LCD)

Graphique 3 : résolution 8 fois plus élevée = intervalles d'échantillonnage plus petits

grand nombre d'échantillons mais n'en affichent que le dixième. Et cela influence la représentation globale des signaux quand l'échantillonnage est réalisé avec un dixième de son taux.

La haute résolution d'affichage offre aussi l'avantage suivant : la saisie du signal doit être effectuée avec une plus haute résolution. Le danger concernant la représentation de signaux d'alias est fortement réduit.

Le taux d'échantillonnage, avec laquelle est effectuée une saisie du signal, dépend pour les oscilloscopes numériques du choix du réglage de la base de temps, la capacité de mémoire et le nombre d'échantillons affichés. Comme les capacités d'affichage et de mémoire sont fixées, pour l'utilisateur, seule le réglage de la base de temps est modifiable et seulement de façon limitée. En fin de compte, le signal fixe le réglage de la base de temps car pour la reconnaissance du signal, au moins une période du signal est nécessaire.

Avec une capacité de mémoire de 2.000 points dont l'affichage est total, la résolution selon X est de 200 points par division. Si, par exemple, la base de temps est réglée sur $10\ \mu\text{s}/\text{div.}$, cela signifie que 200 échantillonnages doivent avoir lieu pendant un intervalle de $10\ \mu\text{s}$. L'intervalle entre chaque échantillonnage est donc de $10\ \mu\text{s} : 200 = 50\ \text{ns}$; cela signifie que le signal est échantillonné toutes les $50\ \text{ns}$. Ainsi le taux d'échantillonnage est de $1/50\ \text{ns} = 20\ \text{Msa/s}$ (20 millions échantillons par seconde). Le processus d'échantillonnage a lieu en quelques picosecondes, Les changements d'état d'un signal entre deux échantillons ne sont normalement pas détectés.

En revanche, les écrans à cristaux liquides ne peuvent afficher que 25 échantillons par division. En reprenant $10\ \mu\text{s}/\text{div.}$, comme réglage de la base de temps, l'intervalle entre chaque échantillon est de $10\ \mu\text{s} : 25 = 400\ \text{ns}$ soit une fréquence d'échantillonnage de $2,5\ \text{Msa/s}$. Une faible résolution d'affichage entraîne un faible taux d'échantillonnage.

La conséquence dans la pratique est décrite avec l'exemple suivant, en tenant compte des faits suivants :

1. La période du signal mesurée détermine le réglage de la base de temps
2. Avec la saisie d'un signal sinusoïdal, au moins 10 échantillons doivent avoir lieu pendant une période du signal sinon aucune différenciation n'est possible entre un signal sinusoïdal et un signal triangle.

Il en résulte que le taux d'échantillonnage pour la réalisation d'un signal sinusoïdal de 5 MHz doit être de 50 Msa/s (fréquence d'échantillonnage 50 MHz). Dans la plupart des cas, les signaux à fréquence relativement basse, dont certaines parties contiennent des hautes fréquences, sont affichés.

Le signal vidéo, dans lequel des signaux peuvent atteindre 5 MHz, bien que la fréquence de la moitié de l'image ne soit que de 50 Hz et celle des lignes de $15,625\ \text{kHz}$ (soit une période de $64\ \mu\text{s}$), en est un exemple représentatif. Pour représenter une ligne entière, le réglage de la base de temps doit être de $10\ \mu\text{s}/\text{div.}$ Avec un oscilloscope « uniquement numérique » et écran LCD, comme le montre la figure 17, la fréquence d'échantillonnage est de 2,5 MHz. Par

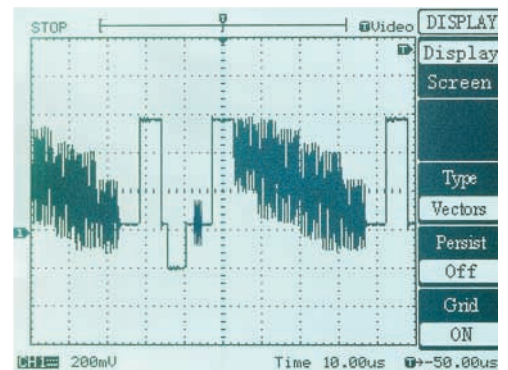


Figure 17 - Affichage d'un signal vidéo TV avec LCD (graphique vectoriel d'un appareil concurrent)

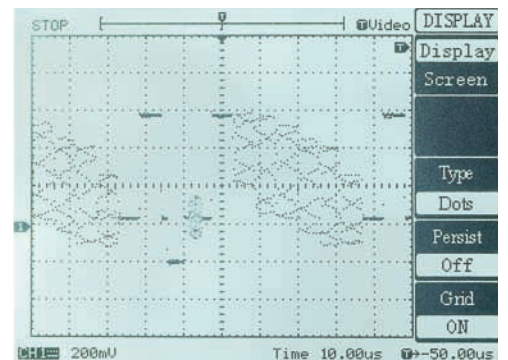


Figure 18 - Le LCD affiche le signal vidéo TV en représentation par points

conséquent la fréquence du signal la plus élevée ne devrait être que de 250 kHz. La figure 18 montre le même signal dans une représentation par point.

Avec les oscilloscopes HAMEG, la résolution de 200 échantillons par division liée à une base de temps de 10 µs/div. conduit à un taux d'échantillonnage de 20 Msa/s, soit 2 MHz par échantillons avec 10 échantillons

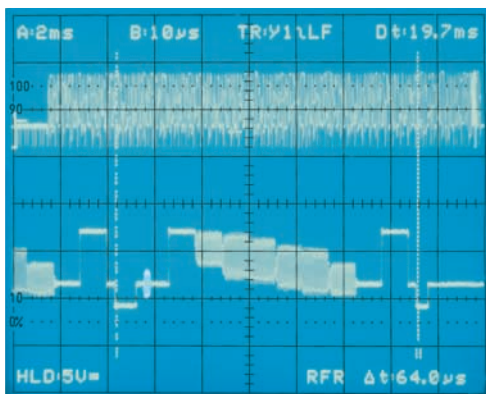


Figure 19 - Affichage d'un signal vidéo avec CRT (appareil HAMEG)

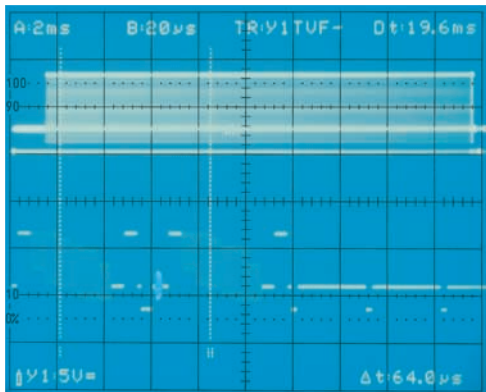


Figure 20 - Représentation analogique optimale d'un signal vidéo (appareil HAMEG)

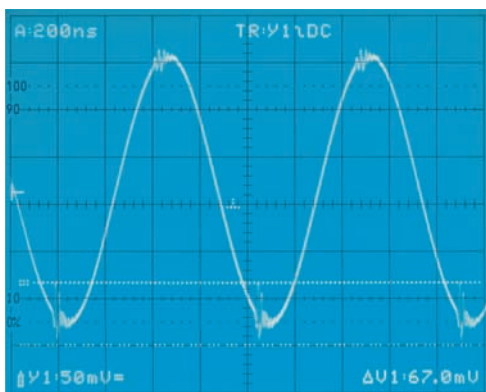


Figure 21 - Représentation analogique de parasites superposés

par période. La partie supérieure (base de temps A) de la figure 19 représente le signal d'une demi image ; la partie inférieure celui d'une ligne.

N.B. : Avec la commutation sur mode analogique, l'entière bande passante est à disposition et la représentation optimale du signal l'est aussi, bien évidemment indépendamment du réglage de la base de temps. Cf. figure 20.

Cela ne vaut pas seulement que pour les signaux vidéo mais aussi pour d'autres signaux. La figure 21 montre un signal sinusoïdal interféré avec une perturbation à haute fréquence qui a été saisi en mode analogique. Ce même signal saisi en mode numérique montre la perturbation avec une amplitude plus faible. Dans la partie positive du signal, les perturbations sont pratiquement imperceptibles (figure 22).

Résumé

Les propriétés discutées ici ne décrivent qu'une fraction des critères de qualité d'un oscilloscope. Parallèlement elles réfutent l'affirmation comme quoi les oscilloscopes analogiques sont dépassés.

Bien sûr, un oscilloscope numérique offre des avantages quant à la saisie des événements, l'enregistrement très lent des processus en cours, et les informations relatives au signal. La possibilité de réaliser avec une deuxième base de temps, sans perte d'intensité du rayon, une forte expansion selon X ainsi que des fonctions post-trigger ou pre-trigger sont autant de propriétés indispensables. Il y a aussi beaucoup d'inconvénients concernant la représentation des signaux périodiques. Eliminer ces inconvénients est impossible ou coûte très cher.

C'est pour cette raison que les oscilloscopes analogiques sont, dans la plupart des cas, la meilleure solution technique et économique. La combinaison analogique – numérique – ce qu'offre HAMEG – est ce qu'il y a de mieux. Peu importe si un oscilloscope numérique ou analogique est adapté pour la mesure actuelle : une simple pression sur une touche suffit et l'oscilloscope analogique/numérique gère automatiquement les propriétés nécessaires.

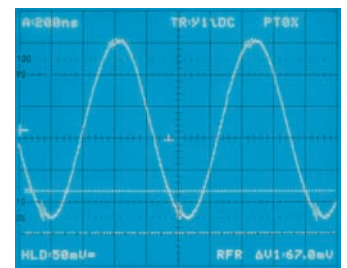


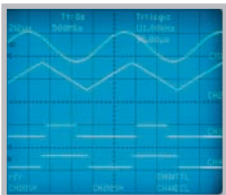
Figure 22 - La représentation numérique conduit à des amplitudes de parasites altérées

CombiScope analogique / numérique 150 MHz HM1508

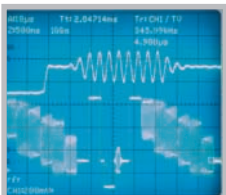
Nouveau



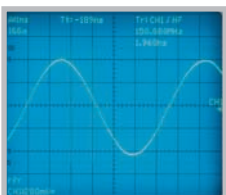
Mode numérique : affichage de 4 signaux (2 analogiques et 2 signaux logiques)



Mode numérique : une ligne TV complète et un secteur agrandi avec ZOOM (Pal Burst)



Haute fidélité même en mode numérique : signaux faible bruit affichés sans bruit additionnel



Mode analogique : cf. HM1500 (page 16)

4 voies (2 analogiques, 2 numériques)

Echantillonnage temps réel de 1 GSa/s et aléatoire de 10 GSa/s

Pre-/Post-Trigger - 100 % jusqu'à +400 %

Convertisseur A/N flash à faible niveau de bruit

Base de temps de 50 s/div. – 5 ns/div.

Mémoire de 1 MPts par voie, zoom jusqu'à 50.000 :1

Modes de fonctionnement : Single, Refresh, Average, Envelope, Roll, Peak-Detect

Interface RS-232, en option : RS-232/USB, IEEE-488, Ethernet

**Modes de fonctionnement : Yt et XY;
Interpolation : Sinx/x, Pulse, Dot Join (linéaire)**

Cf. caractéristiques techniques p. 112



CombiScope analogique / numérique 100MHz HM1008

Nouveau



Mode analogique : cf. HM1000 (page 17)

2 voies

Echantillonnage temps réel de 1 GSa/s et aléatoire de 10 GSa/s

Convertisseur A/N flash à faible niveau de bruit

Pre-/Post-Trigger - 100 % jusqu'à +400 %

Base de temps de 50 s/div. – 5 ns/div.

Mémoire de 1 MPts par voie, zoom jusqu'à 50.000 :1

Modes de fonctionnement : Single, Refresh, Average, Envelope, Roll, Peak-Detect

Interface RS-232, en option : RS-232/USB, IEEE-488, Ethernet

Modes de fonctionnement : Yt et XY;
Interpolation : Sinx/x, Pulse, Dot Join (linéaire)

Cf. caractéristiques techniques p. 110



inclusive



RS-232



optional
IEEE 488

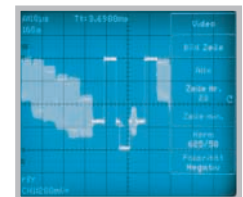


optional
USB

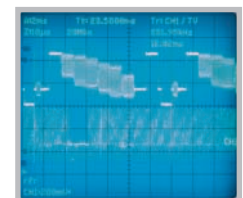


optional
TCP/IP

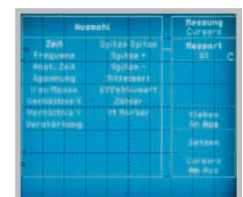
PAL ou NTSC : déclenchement ligne avec compteur de lignes



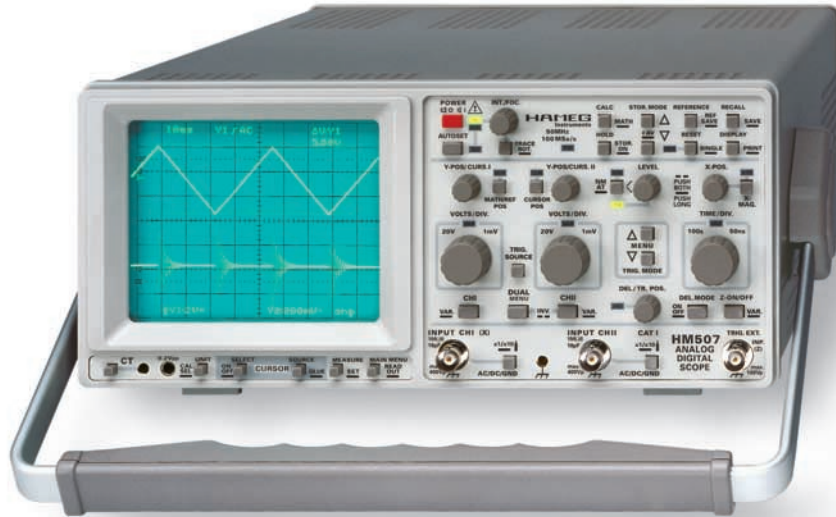
Mode numérique : trame TV et affichage zoom d'une ligne sélectionnée



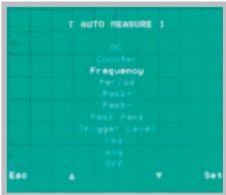
Choix des mesures avec curseurs en mode numérique



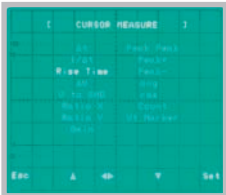
Oscilloscope analogique / numérique 50 MHz HM507



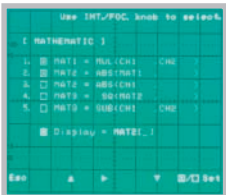
Mesures automatiques



Mesures à l'aide du curseur



Traitement du signal avec
des formules définies par
l'utilisateur



Caractéristiques et fonctions générales identiques à celles du HM504-2 (page 18)

Mode numérique :

modes Single, Refresh, Enveloppe, Average, Roll, et XY

Convertisseur A/N flash à faible niveau de bruit permettant l'échantillonnage en temps réel (100 MS/s) et temps équivalent (2 GS/s), 2 Ko de mémoire par voie

Pre-/Post-Trigger - 10 cm jusqu'à +10 cm

Base de temps numérique : 100 s/div. à 100 ns/div. jusqu'à 20 ns/div. en expansion par 10

Fonctions mathématiques programmables par l'utilisateur

Interface RS-232 pour la commande et le traitement des signaux, avec logiciel Windows®

Cf. caractéristiques techniques p. 107



Oscilloscope analogique

200 MHz

HM2005



2 voies avec coefficients de déviation de 1 mV/div. à 5 V/div., faible bruit

2 bases de temps (0,5 ns/div. – 20 ns/div. et 20 ms – 20 ns/div. jusqu'à 2 ns/div. en expansion par 10) pour une visualisation du signal entier ou de portions de signal avec un grossissement jusqu'à 1.000 fois

Déclenchement (base de temps A et B) de 0 à 300 MHz pour une hauteur du signal 5 mm

Le tube cathodique 14 KV offre une résolution élevée et permet aussi d'affichage de signaux rapides ayant une faible répétitivité ou asynchrone

Mode Autoset, mesures par curseurs, mode Readout

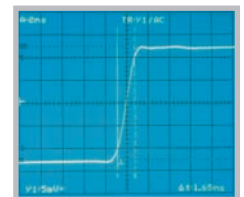
Jusqu'à 2,5 millions de balayage par seconde

Interface RS-232 (seulement pour la commande et le réglage des paramètres de mesure)

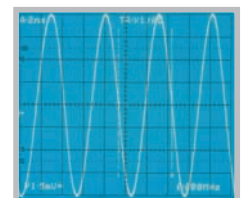
Cf. caractéristiques techniques p. 108



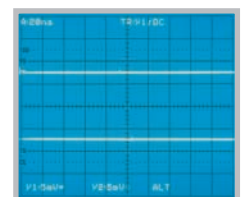
faibles suroscillations



représentation sans défaut d'un signal sinusoïdal 200MHz



aucun bruit présent



Oscilloscope analogique 150 MHz HM1500

Nouveau



Signal sinusoïdal 199.994 MHz mesuré avec le compteur fréquencemètre interne

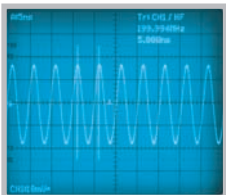
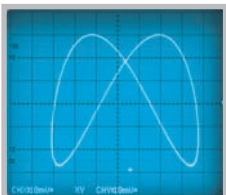
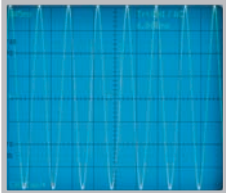


Figure de Lissajous (mode XY)



Les caractéristiques de l'excellente gamme dynamique démontrées avec un signal de 150 MHz



2 voies avec coefficients de déviation de 1 mV/div. à 20 V/div.

Amplificateur de mesure à faible bruit avec reproduction parfaite d'impulsion

2 bases de temps : 0.5 s/div. – 5 ns/div. et 20 ms/div. – 5 ns/div.

Trigger vidéo : sélection de lignes et trames, paires et impaires, 525/60 et 625/50

Compteur fréquencemètre 200 MHz 6 digits, mesures automatiques et avec curseur

Ecran CRT 14 kV à haute vitesse d'écriture, Readout, Autoset, ligne de retard, sans ventilateur

Mémoire avec modes Save/Recall pour les configurations de l'appareil

Fonctions d'aide, menu multilingue

Cf. caractéristiques techniques p. 111



Oscilloscope analogique

150 MHz

HM1000

Nouveau



2 voies avec coefficients de déviation de 1 mV/div. à 20 V/div.

Amplificateur de mesure à faible bruit avec reproduction parfaite d'impulsion

2 bases de temps : 0,5 s/div. – 5 ns/div. et 20 ms/div. – 5 ns/div.

Trigger vidéo : sélection de lignes et trames, paires et impaires, 525/60 et 625/50

Compteur fréquencemètre 200 MHz 6 digits, mesures automatiques et avec curseur

Ecran CRT 14 kV à haute vitesse d'écriture, Readout, Autoset, ligne de retard, sans ventilateur

Mémoire avec modes Save/Recall pour les configurations de l'appareil

Fonctions d'aide, menu multilingue

Cf. caractéristiques techniques p. 109



Affichage sans distorsion d'un signal sinusoïdal de 100 MHz

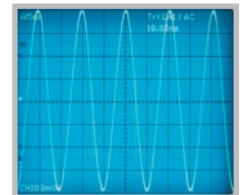
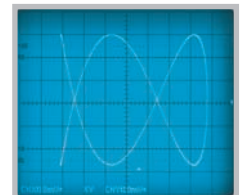
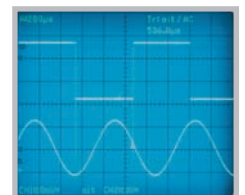


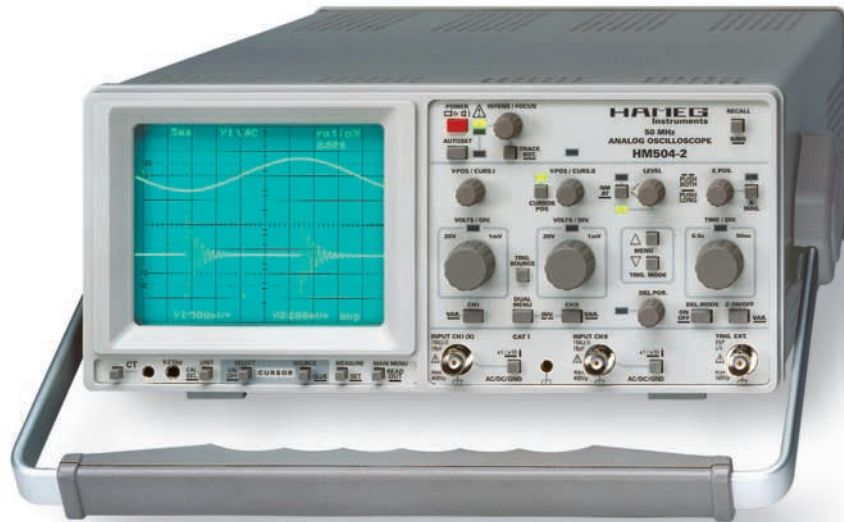
Figure de Lissajous (mode XY)



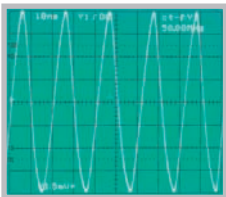
Deux signaux asynchrones déclenchés en mode déclenchement alterné



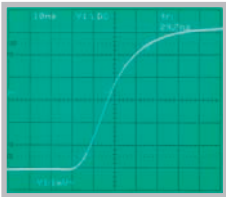
Oscilloscope analogique 50 MHz HM504-2



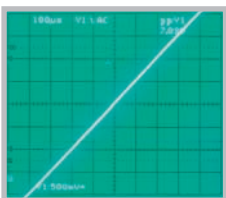
représentation sans défaut
d'un signal sinusoïdal
50MHz



mesure du temps de
montée à l'aide du curseur



linéarité optimum



2 voies avec coefficients de déviation de 1 mV/div. à 20 V/div., faible bruit, base de temps 0,5 s/div. – 50 ns/div. (jusqu'à 10 ns/div. en expansion par 10)

Déclenchement de 0 à 100 MHz pour une hauteur de signal 5 mm

Le mode base de temps retardé permet une expansion importante de portions de signal

Mesure automatique de l'amplitude, de la fréquence (jusqu'à 100 MHz) et de la période

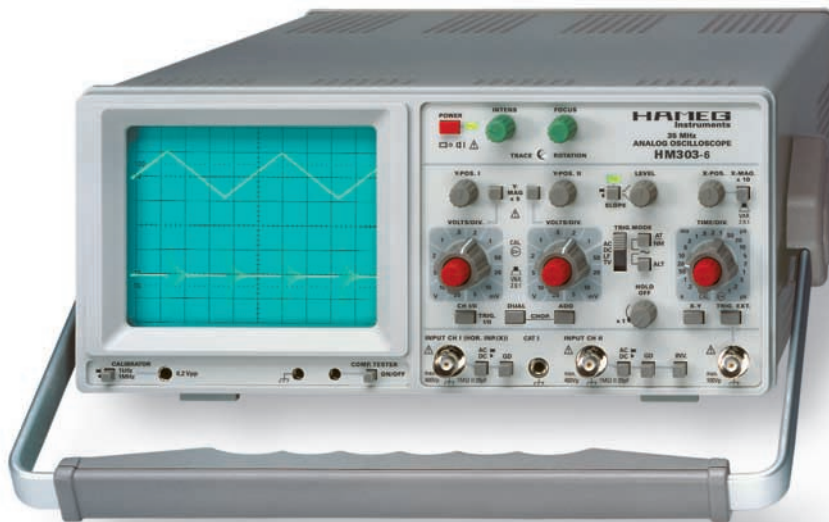
Jusqu'à 1 million de balayages par seconde et représentation optimale de signal analogique

Interface RS-232 (uniquement pour la commande et le réglage des paramètres de mesure)

Cf. caractéristiques techniques p. 107



Oscilloscope analogique 35 MHz HM303-6



Haute fidélité de représentation du signal avec un minimum de distorsion pour les mesures d'impulsions

2 voies avec coefficients de déviation de 1 mV/div. à 20 V/div., faible bruit

Base de temps : 0,2 s/div. – 100 ns/div. jusqu'à 10 ns/div. en expansion par 10

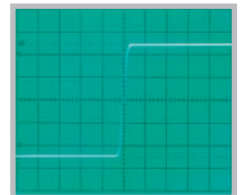
Déclenchement de 0 à 50 MHz à partir d'une hauteur de signal de 5 mm (100 MHz > 8 mm)

Le traitement analogique du signal procure une qualité de lecture inégalée d'une très haute résolution et avec une possibilité de 500.000 balayages par seconde

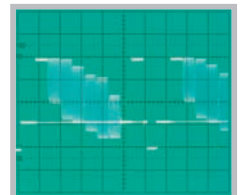
Mode de fonctionnement Yt, XY, testeur de composants

Cf. caractéristiques techniques p. 109

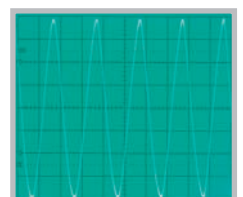
aucun phénomène
impulsionnel



Signal vidéo avec un 2ème
déclenchement



représentation sans défaut
d'un signal sinusoïdal
35 MHz



Oscilloscopes

Analyseurs de spectre



Technique de mesure CEM

Alimentations

Appareils programmables
série 8100

Système modulaire série 8000

Testeur de composants

Options

Accessoires

Caractéristiques techniques

HAMEG

Analyseurs de spectre

L'analyse spectrale semble être un genre de « savoir secret », que seuls quelques spécialistes maîtrisent. C'est ce que l'on pourrait croire en lisant la documentation mise à disposition concernant ce sujet : intégrales, différentielles, et toutes autres considérations théoriques. Deux questions intéressent avant tout l'utilisateur : « Comment cela fonctionne et que puis-je faire avec ? »



En dehors des bases traitées en introduction, HAMEG, dans cet article, a privilégié l'aspect pratique. Nous aimerions montrer, que la mesure à l'aide d'un analyseur de spectres n'est pas plus difficile que de travailler avec un oscilloscope. Bien employées, les possibilités d'application de l'analyseur de spectre dans la conception, l'assurance qualité, et le diagnostic de CEM, sont multiples. Sans simplifier de manière inadmissible, la théorie et les mathématiques ont été restreintes à un minimum indispensable.

L'étude de cet article fournit un aperçu général sur l'analyse du signal, les modèles d'appareil et les possibilités qui en découlent. Quelques exemples quant à la plage des mesures de la CEM et des réponses harmoniques servent de référence pour la pratique.

Introduction

La capacité de l'électronique moderne (dispositifs à semi-conducteurs, microprocesseurs, oscillateurs,...) est atteinte, entre autre, par une vitesse de traitement toujours plus rapide. Les fréquences de signal qui apparaissent alors, atteignent depuis longtemps des niveaux devant être traités d'après les méthodes classiques de la technique de mesure se sert, entre autres, de l'analyse spectrale. Les oscilloscopes et les analyseurs de spectre ont leurs avantages et leurs inconvénients. C'est ce qui est démontré dans la suite.

L'oscilloscope

Le moyen traditionnel d'analyser des signaux électriques est la représentation dans le plan amplitude-temps. Ceci est réalisé entre autre avec des oscilloscopes en mode Yt (figure 1). Ainsi les informations concernant l'amplitude en fonction du temps deviennent évidentes. L'homme ayant normalement la notion du temps, cette représentation lui est facilement compréhensible et le met en confiance. En dehors de cela, l'oscilloscope est aussi employé dans la technique numérique.

La représentation de l'amplitude s'effectuant de façon linéaire, l'oscilloscope a une faible dynamique (<30 dB). Les oscilloscopes possédant une bonne CEM doivent être

très rapide pour pouvoir afficher correctement les flancs des signaux et c'est pour cette raison qu'ils coûtent aussi chers.

L'analyseur de spectre

Un récepteur radio d'une chaîne Hi-fi peut servir d'exemple simple pour la visualisation de la syntonisation. Celui-ci est en principe un «petit» analyseur de spectre. Avec le bouton associé, on balaye la plage de fréquence et on lit lors de la visualisation de la syntonisation, l'amplitude à la fréquence ainsi réglée. Le spectre de fréquence de tous les émetteurs capables de capter est, ici, considéré comme signal d'entrée. On obtient ainsi un étalement déterminé de l'amplitude selon la fréquence. Les analyseurs de spectre fonctionnent d'après ce principe, lequel était utilisé pour la première fois lors de la seconde guerre mondiale, pour obtenir un rapide et large aperçu général des activités ennemies.

Les analyseurs de spectre peuvent dissocier des composantes du signal jusqu'à de très hautes fréquences (300 GHz). En vertu de leur représentation dynamique, ils possèdent une très grande dynamique (>80 dB). L'entrée est réalisée selon la règle de la technique du 50 Ohm et peut être facilement détruite par de forts signaux (Attention à la sensibilité de l'entrée).

Lors de l'examen de signaux inconnus, il doit d'abord être étudié si de hautes tensions inadmissibles sont présentes. En outre, il est recommandé de commencer la mesure avec un atténuateur maximal et la

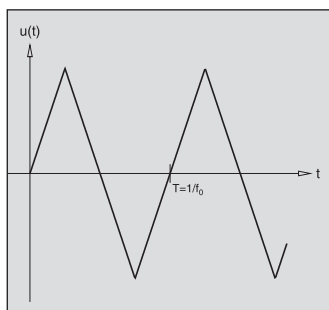


Figure 1 - Image classique d'oscilloscope : représentation temporelle de l'amplitude (mode Yt). Signal triangle

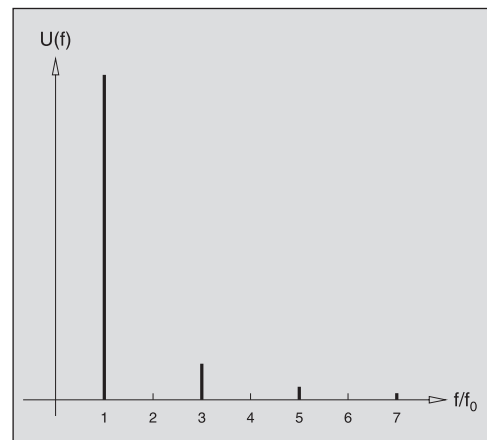


Figure 2 - Image d'analyseur de spectre : représentation fréquentielle de l'amplitude (mode Yf). Même signal que la figure 1

Tableau 1 - Comparaison :
Oscilloscope / Analyseur
de spectre

	Oscilloscope	Analyseur de spectre
Représentation	Mode Yt (amplitude en fonction du temps)	Mode Yf (amplitude en fonction de la fréquence)
Axe X / mesure	Linéaire (temps)	Linéaire (temps)
Axe Y / mesure	Linéaire (amplitude)	Logarithmique (amplitude)
Plage de fréquence	DC...1,5 GHz	0 Hz...300 GHz (pas de tension continue)
Dynamique	< 30 dB	> 80 dB
Informations relatives aux phases	Présentes	Absentes
Prix	De quelques milliers d'Euros jusqu'à 100.000 Euros	De quelques milliers d'Euros à plus de 100.000 Euros

gamme de fréquence maximale saisissable. Au cours des mesures avec l'analyseur de spectre, l'information relative aux phases est perdue, celle-ci n'est toutefois pas nécessaire dans la majorité des cas au quotidien.

Différente représentation du même signal

Chaque signal périodique peut se représenter en mode temporel et fréquentiel équivalent. La figure 2 représente le même signal que celui de la figure 1, en dehors du fait, que la représentation fréquentielle semble différente. Les deux représentations sont liées entre elles de manière explicite par la transformée de Fourier

Domaine temporel ↔ Domaine fréquentiel

Fonction du temps ↔ Spectre

$$u(t) \leftrightarrow U(f)$$

Il est montré dans la partie théorie du signal, qu'avec un oscilloscope, la somme de toutes les composantes est toujours visible, alors qu'avec un analyseur de spectre seules les composantes spectrales avec leurs amplitudes correspondantes le sont.

Le tableau 1 résume les principales caractéristiques de l'oscilloscope et de l'analyseur de spectre.

Théorie du signal

Domaine temporel

Jean Joseph Fourier a démontré en 1808 que toute fonction périodique non sinusoïdale peut être décomposée en une somme infinie de fonctions sinusoïdales (harmoniques de rang 1, 2, 3, ...) dont la première est appelée fondamentale (harmonique de rang

1). Cela signifie en électrotechnique : tout signal périodique (triangle, carré, dents de scie, et autres formes) peut être représenté par une somme de signaux sinusoïdaux d'amplitude et de phase différentes. La fondamentale a la même fréquence que le signal, et les ondes harmoniques ont des fréquences multiples de la fondamentale.

On ajoute par exemple les courbes en pointillées (1 à 4 de la figure 3), on obtient un signal triangle. La fondamentale (courbe 1) a la même période que le signal lui-même. Les courbes 2 à 4 sont définies comme des harmoniques ayant des fréquences multiples de la fondamentale. Plus d'harmoniques sont observées, plus la courbe représentant le signal triangle devient lisse.

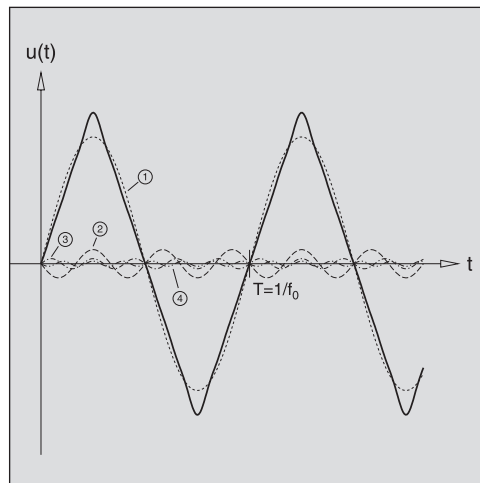


Figure 3 - Les courbes 1 à 4 additionnées forment la tension triangle

Domaine fréquentiel

On souhaite maintenant observer la tension triangle en mode fréquentiel, l'analyseur temps réel se prête très bien pour comprendre le phénomène. Celui-ci possède à l'entrée un grand nombre de filtres passe-bande connectés en parallèle. La tension

triangle est injectée à l'entrée, faisant alors osciller les filtres, dont chaque fréquence concorde avec celles des courbes 1 à 4. La tension de sortie de chaque filtre représente la valeur de l'amplitude à la fréquence correspondante. Le tableau 2 découle ainsi de notre exemple :

Courbe 1	Fréquence	$f_0 = 10 \text{ kHz}$	Amplitude = 1
Courbe 2	Fréquence	$3f_0 = 30 \text{ kHz}$	Amplitude = 0.111
Courbe 3	Fréquence	$5f_0 = 50 \text{ kHz}$	Amplitude = 0.04
Courbe 4	Fréquence	$7f_0 = 70 \text{ kHz}$	Amplitude = 0.02

Tableau 2

Analyse de Fourier

Comme nous venons de le voir, la tension triangle peut être représentée soit dans le domaine temporel avec un oscilloscope (figure 1) soit dans le domaine fréquentiel avec un analyseur de spectre (figure 2).

La transformation entre le domaine fréquentiel et le domaine temporel s'effectue mathématiquement à l'aide de la Transformée de Fourier. Pour cela, on se sert du calcul d'intégrale. Mais nous n'utiliserons pas d'exemple puisque son utilisation est la plupart du temps purement théorique et l'analyseur de spectre calcule la Transformée de Fourier à notre place.

Lecture des ordonnées d'un analyseur de spectre

Sur un oscilloscope, l'échelle des ordonnées est linéaire. Ainsi toutes les divisions ont même valeur entre elles.

Exemple :

1 div. = 2 Volt d'où 5 div. = 10 Volt

Sur un analyseur de spectre les ordonnées suivent une échelle logarithmique. Une division a toujours la même valeur en dB.

Exemple :

1 div. = 10 dB d'où 5 div. = 50 dB

Tableau 3

Logarithme décimal (en dB) et rapport de puissance	En pratique :
0 Bel correspond à $10^0 = 1$	Signal transmis 1:1, c'est-à-dire ni amplification ni atténuation
1 Bel correspond à un rapport de puissance de $10^1 = 10$	Amplification du signal avec un facteur 10
-1 Bel correspond à $10^{-1} = 0,1$	Atténuation du signal d'un facteur 10
1 dB correspond à $10^{0,1} = 1,259$	Amplification d'un facteur 1,259
3 dB correspond à $10^{0,3} = 1,995 = 2$	Amplification d'un facteur 2
10 dB correspond à $10^1 = 10$	Amplification d'un facteur 10
Rapport mathématique : 1 Bel = $\lg 10^1 = \lg (10^{0,1})^{10} =$ Bel	$10 \lg 10^{0,1}$ 10 dB

L'avantage d'une représentation logarithmique est de pouvoir représenter des valeurs importantes.

La désignation dB (=décibel) représente un dixième d'une unité Bel. Un Bel est le rapport de deux grandeurs dans une échelle logarithmique en base 10. Le Bel n'a pas d'unité, c'est une grandeur sans dimension (tableau 3)

dB appliqué à la puissance

La figure 4 représente un quadripôle. La tension d'entrée est représentée par U_E et la tension de sortie par U_S . La résistance d'entrée R_E est aussi grande que celle de charge R_{CH} . L'amplification de puissance A_P peut alors être exprimée en dB.

$$A_P = 10 \lg (P_{CH}/P_E) \text{ dB} \quad \text{Équation 1}$$

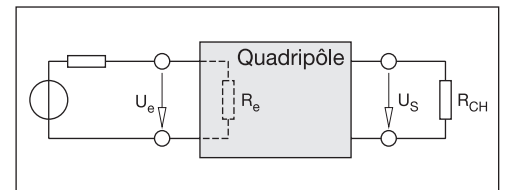


Figure 4 - L'amplification de puissance A_P du quadripôle peut être exprimée en dB

dB appliqué à la tension

Dans une résistance R, la puissance s'exprime selon la formule suivante : $P = U^2/R$. Appliquée à l'exemple précédent, on obtient : $P_E = U_E^2/R_E$ et $P_{CH} = U_S^2/R_{CH}$

D'après l'équation 1 :

$$A = 10 \lg (U_S^2 \times R_{CH} / U_E^2 \times R_E)$$

Si $R_E = R_{CH}$ alors :

$$A = 10 \lg (U_S^2 / U_E^2)$$

$$A = 10 \lg (U_S / U_E)^2 \text{ ou}$$

$$A = 2 \times 10 \lg (U_S / U_E)$$

$$A_U = 20 \lg (U_S / U_E) \text{ dB} \quad \text{Équation 2}$$

Exemple de calcul en dB

Soit $U_S = 10V$ et $U_E = 2V$, alors :

Le rapport de transmission est : $A_U = U_S/U_E = 10/2 = 5$.

Appliqué à l'équation 2 :

$$A_U = 20 \lg 10/2 \text{ dB} = +13,96 \text{ dB}$$

Si, par exemple, un amplificateur de 19 dB suit un atténuateur de -10 dB alors on obtient par simple addition la totalité en dB de la chaîne de transmission (-10 dB + 19 dB = +9 dB).

dB appliqué au niveau de référence (= niveau absolu)

L'unité dB est sans dimension et exprime seulement le rapport de deux puissances ou de deux tensions. Elle est utilisée dans la technique avec des niveaux de référence. Pour la puissance, on utilise comme valeur de référence 1 mW.

0 dBm	$\cong 10^0 \text{ mW}$	= 1 mW
30 dBm	$\cong 10^3 \text{ mW} = 1000 \text{ mW}$	= 1 W
-30 dBm	$\cong 10^{-3} \text{ mW} = 1/1000 \text{ mW}$	= 1 μW

Puisque pour une résistance donnée, la puissance est $P = U^2/R$, alors il est possible d'exprimer la tension en dBm. Pour une résistance de 50 Ω , nous obtenons comme tension de référence :

$$U_{\text{ref}} = \sqrt{50 \Omega \times 1 \text{ mW}} = 224 \text{ mV}_{\text{eff}} \quad \text{Équation 3}$$

Afin d'éviter les incertitudes concernant les indications de tensions, on est amené à utiliser comme valeur de référence de tension le μV .

0 dB μV	$\cong 10^0 \mu\text{V}$	= 1 μV
60 dB μV	$\cong 10^3 \mu\text{V} = 1000 \mu\text{V}$	= 1 mV
-60 dB μV	$\cong 10^{-3} \mu\text{V} = 1/1000 \mu\text{V}$	= 1 nV

Exemple : conversion des niveaux de référence :

$$0 \text{ dB}\mu\text{V} \cong 1 \mu\text{V} \cong -120 \text{ dBV}$$

Le dB μV permet de savoir de combien une tension déterminée est-elle plus grande que la valeur de référence (ici 1 μV). Cela aurait peu de sens mais on pourrait donner la tension du réseau en dB μV . Soit 230 et l'équation 2 :

$$A_U = 20 \lg (230 \text{ V} / 1 \mu\text{V}) \text{ dB} = 167 \text{ dB}\mu\text{V}$$

Il est possible de faire de même avec la puissance. En utilisant l'équation 1, pour

une valeur de référence ($P_E = P_0$) et pour une puissance, par exemple, de 4 mW, on obtient une valeur de 6 dBm.

Conversion dBm \rightarrow mW

Sur un analyseur de spectre, la hauteur de l'amplitude (A_p) est directement donnée en dBm. Si on lit, par exemple, une valeur de -47 dBm, on peut calculer la puissance en mW. D'après l'équation 1 :

$$\begin{aligned} P_{\text{CH}}/P_E &= 10^{A_p/10} \\ \rightarrow P_{\text{CH}} &= P_E \times 10^{A_p/10} \\ P_{\text{CH}} &= 1 \text{ mW} \times 10^{-47/10} \rightarrow P_{\text{CH}} = 2 \text{ nW} \end{aligned}$$

C'est-à-dire que si on lit un niveau de -47 dBm sur un analyseur de spectre, cela correspond à une puissance de 20 nW.

Conversion dBm \rightarrow mV

Pour pouvoir convertir la puissance (valeur de référence 1 mW) en tension, on doit toujours se référer à une résistance donnée. L'analyseur de spectre possède une résistance d'entrée de 50 Ω .

D'après l'équation 3 :

$$U_{\text{ref}} = 224 \text{ mV}_{\text{eff}}$$

D'où d'après l'équation 2 :

$$A_U = 20 \lg U_S/U_{\text{ref}} \text{ dB}$$

$$A_U/20 = \lg U_S/U_{\text{ref}} \text{ ou}$$

$$10^{A_U/20} = 10^{\lg (U_S/U_{\text{ref}})} = U_S/U_{\text{ref}}$$

$$\rightarrow U_S = U_{\text{ref}} \times 10^{A_U/20}$$

$$U_S = 224 \text{ mV} \times 10^{-47/20} = 1 \text{ mV}$$

Conversion dBm \rightarrow dB μV

Il suit de l'équation 3 :

$$0 \text{ dBm} \cong 1 \text{ mW} \cong 224 \text{ mV}_{\text{eff}} \quad (\text{à } 50 \Omega)$$

Soit d'après l'équation 2 :

$$A_U = 20 \lg (224 \text{ mV} / 1 \mu\text{V}) \text{ dB} = 107 \text{ dB}\mu\text{V}_{\text{eff}}$$

D'où la relation suivante :

$$0 \text{ dBm} \cong 1 \text{ mW} \cong 224 \text{ mV}_{\text{eff}} \cong 107 \text{ dB}\mu\text{V}$$

Bilan : Si on lit une valeur en dBm, il suffit de lui ajouter 107 pour obtenir sa valeur en dB μV . De même, si on retranche 107 à une valeur lue en dB μV , on obtient la valeur en dBm correspondante (tableau 4).

Caractérisation d'un analyseur de spectre

De quoi dépend le choix ?

Les qualités de mesures possibles d'un

Tableau 4 - Définitions de niveau avec différentes valeurs de référence

Grandeur valeur de référence	Dénomination	Définition	Unité	
Niveau de puissance Valeur de référence 1 W	$A_{P/W}$	$= 10 \lg (P_L/1 \text{ W}) \text{ dB}$	dBW	$P_L = 1 \text{ W} \cdot 10^{A_{P/W}/10}$
Niveau de puissance Valeur de référence 1 mW	$A_{P/mW}$	$= 10 \lg (P_L/1 \text{ mW}) \text{ dB}$	dBm	$P_L = 1 \text{ mW} \cdot 10^{A_{P/mW}/10}$
Niveau de tension Valeur de référence 1 V	$A_{V/V}$	$= 20 \lg (V_0/1 \text{ V}) \text{ dB}$	dBV	$V_0 = 1 \text{ V} \cdot 10^{A_{V/V}/20}$
Niveau de tension Valeur de référence 1 μV	$A_{V/\mu V}$	$= 20 \lg (V_0/1 \mu\text{V}) \text{ dB}$	dB μV	$V_0 = 1 \mu\text{V} \cdot 10^{A_{V/\mu V}/20}$

analyseur de spectre, d'après le procédé d'interférence, peuvent atteindre des niveaux démesurés entraînant des coûts correspondants. Il arrive toutefois, que certains appareils pour des utilisations spécifiques atteignent des prix exorbitants (>100.000 Euro). Un grand nombre de fonctions d'analyse du signal peut déjà être effectué avec une dépense moindre. Quelques paramètres doivent être explicités pour connaître les qualités de mesures qui doivent être prises en considération afin de choisir l'appareil de mesure le mieux adapté.

Plage de fréquence

La plage de fréquence est, bien évidemment, à prendre en compte comme le paramètre le plus important et le plus déterminant en ce qui concerne le prix. Les appareils avec une limite fréquentielle supérieure d'environ 1 GHz permettent des mesures dans la plupart des plages de radio-amateur, dans la bande ISM de 433 MHz, dans la plage de fréquence du réseau des télécommunications, dans les bandes de la télévision et de la radio ainsi que dans l'intéressante plage de fréquence de la CEM. Au-delà de 1 GHz, le coût de l'appareil devient plus important. On utilise alors un oscillateur YIG (yttrium-iron-garnet) stabilisé en fréquence comme oscillateur de transposition, ce qui augmente le coût de l'appareil.

Résolution fréquentielle

Avant que la fréquence d'un signal ne puisse être mesurée, ce signal doit être saisi et résolu. La résolution signifie qu'il doit pouvoir être différencié des signaux qui lui sont proches.

Les paramètres caractéristiques importants pour la dissociabilité de deux lignes spectrales voisines dont les amplitudes sont fortement différenciables sont la bande passante, la courbe d'atténuation des filtres

à fréquence intermédiaire. La résolution fréquentielle d'un analyseur de spectre est déterminée au travers de la bande passante du filtre passe bande de la chaîne de régulation (figure 5). Si, par exemple, la plus petite bande passante de ce filtre est de 9 kHz, alors le plus petit écart de fréquence, pour pouvoir séparer deux lignes spectrales l'une de l'autre, est de 9 kHz. Les filtres à bande passante supérieure à 10 kHz sont seulement utilisés quand la stabilité en fréquence des oscillateurs de transposition présente des qualités adaptées. Des résolutions au-delà de 10 kHz deviennent bien trop onéreuses. Dans la pratique, pour ce genre d'exigence, on utilise, par exemple, des signaux modulés en fréquence.

Stabilité en fréquence

Il est important pour les analyseurs de spectre de posséder une plus haute stabilité en fréquence que celle du signal à analyser. Cette stabilité dépend de celle de l'oscillateur (local) de transposition. Il est différencié entre une stabilité à court terme et une stabilité à long terme.

Précision en amplitude

Le résultat de la valeur mesurée avec un analyseur de spectre s'effectue en général sous forme logarithmique. Cela permet de représenter directement une amplitude de 80 dB (soit un rapport de tension de 1 : 10.000). Les erreurs d'amplitude sont dues à deux raisons essentielles qui sont : la réponse en fréquence et l'erreur de logarithme. Un ensemble d'erreur de $\pm 1 \text{ dB}$ par exemple, est une excellente valeur.

Dynamique / affaiblissement de la dynamique

La dynamique est une qualité importante et représente la capacité d'un analyseur de spectre à pouvoir représenter simultanément de grandes et faibles amplitudes du signal.

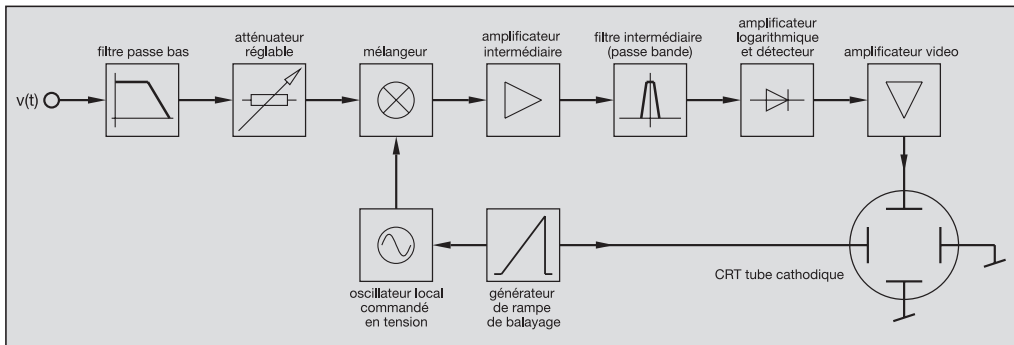


Figure 5 - Elément principal d'un récepteur hétérodyne

Les niveaux hauts d'entrée sont limités vers le haut sur la base de la limite de la linéarité dans la chaîne de régulation qui produit elle-même des distorsions et des parasites.

Les niveaux bas d'entrée sont limités vers le bas par les bruits puisque seuls les signaux ayant un niveau supérieur à celui du bruit peuvent être mesurés. La puissance du bruit diminue selon les équations 4 et 5 avec une réduction de la largeur de résolution, ce qui signifie qu'une augmentation de la dynamique est obtenue seulement avec une réduction de la largeur de résolution.

Sensibilité de l'entrée

La sensibilité est une caractéristique de la capacité de l'analyseur de spectre à pouvoir mesurer de petits signaux. La sensibilité d'entrée maximale est obtenue via le bruit propre. En règle générale, il n'est possible de mesurer des signaux que si le niveau de bruit est suffisamment faible. On distingue deux types de bruit : le bruit thermique et le bruit athermique.

Le bruit thermique est décrit selon la formule suivante :

$$P_{\text{therm}} = K \times T \times B \quad \text{Équation 4}$$

P_{therm} = Puissance du bruit (Watt)

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

T = Température absolue (K)

B = Bande passante (Hz)

$$B \text{ (dB)} = 10 \lg B_{\text{(FI)}} \text{ (Hz)} \quad \text{Équation 5}$$

L'équation 4 montre que la puissance du bruit thermique est directement proportionnelle à la bande passante. Une réduction de la bande passante du filtre d'une décade diminue d'après l'équation 5 la puis-

sance du bruit de 10 dB, ce qui entraîne une augmentation de la sensibilité de 10 dB. Toutes les autres sources de bruit ne sont pas considérées comme thermiques.

Les analyseurs de spectres sont vobulés sur une bande de fréquence large et sont – comme décrits au début – des instruments de mesure à bande étroite. Tous les signaux qui se situent dans la plage de fréquence de l'analyseur de spectre sont convertis en une fréquence intermédiaire et parcourent le filtre à fréquence intermédiaire. Le détecteur, situé en aval du filtre, ne voit seulement que la partie bruitée. Seul le bruit, qui se situe dans la bande passante du filtre, apparaît alors à l'écran. C'est pour cette raison que, lors des mesures, la sensibilité maximale est toujours atteinte avec des filtres FI à bande étroite.

Lors d'une comparaison de sensibilité entre deux analyseurs de spectres, il faut se référer aux bandes passantes des filtres.

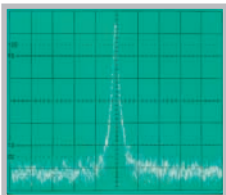
À température ambiante, la sensibilité théorique accessible atteint – 134 dB avec BP = 10 kHz (avec l'hypothèse d'un filtre idéal de forme rectangulaire). Les signaux, à partir de – 134 dB environ, peuvent donc être rendus visibles. (Signal – bruit – espacement = 3 dB). En pratique, de telles valeurs ne sont pas atteignables. Les sensibilités ayant une limite de – 100 dB sont considérés comme standard, une valeur de – 115 dB est considérée comme une limite raisonnable (BP = 10 kHz).

Analyseur de spectre 1 GHz HM5510 / HM5511

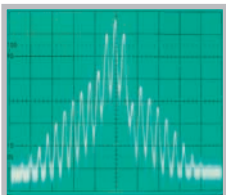
Nouveau



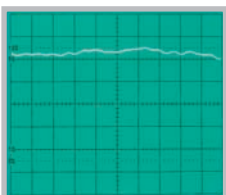
Signal HF non module



Signal HF module en amplitude



Réponse en fréquence avec un générateur suiveur



Gamme de fréquence 150 kHz - 1 GHz

Gamme de mesure d'amplitude - 100 dBm à + 10 dBm

Synthèse de fréquence numérique directe à synchronisation de phase

Bande passante de résolution 20 kHz et 500 kHz

Panneau de commandes pour les entrées de niveau et de fréquence

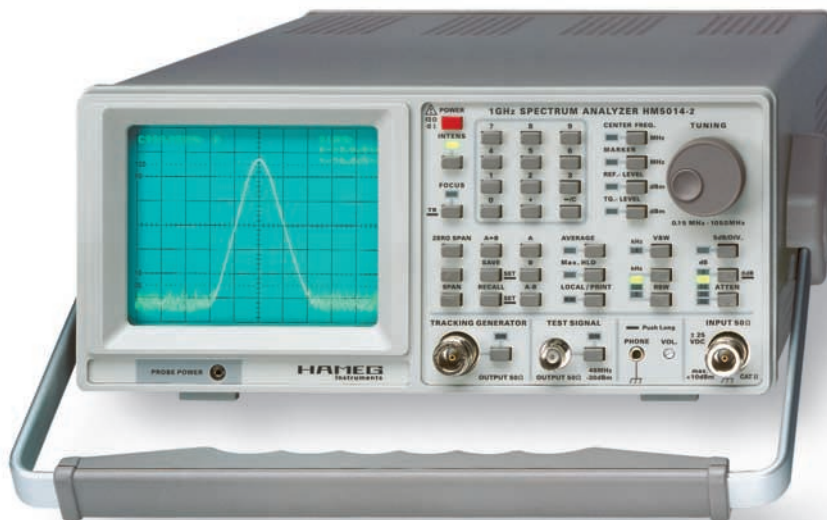
Représentation et traitement analogique des signaux

Uniquement sur le HM 5510 : sortie de signal de test

Uniquement sur le HM 5511 : générateur suiveur à niveau de sortie réglable de - 50 dBm à 0 dBm

Cf. caractéristiques techniques p. 116

Analyseur de spectre 1 GHz HM5012-2 / HM5014-2



Gamme de fréquence 150 kHz - 1 GHz

Gamme de mesure d'amplitude de -100 dBm à +10 dBm

Synthèse de fréquence numérique directe à synchronisation de phase

Bande passante de résolution : 9 kHz, 120 kHz et 1 MHz

Mesure de pré-qualification CEM

Interface série pour la communication avec un PC

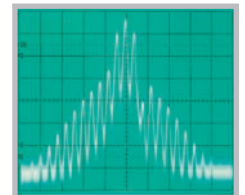
Fonction de mesure élargie pour la mesure de la CEM avec logiciel en option

Uniquement pour le HM 5014-2 : générateur suiveur à niveau de sortie réglable de -50 dBm à +1 dBm

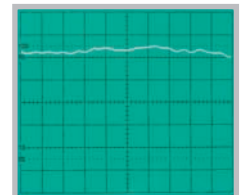
Cf. caractéristiques techniques p. 115



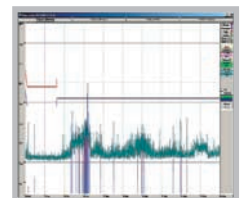
Signal HF modulé en amplitude



Réponse en fréquence avec un générateur suiveur



Capture de signaux parasites avec le HM5012



Oscilloscopes

Analyseurs de spectre

Technique de mesure CEM

Alimentations

Appareils programmables
série 8100

Système modulaire série 8000

Testeur de composants

Options

Accessoires

Caractéristiques techniques

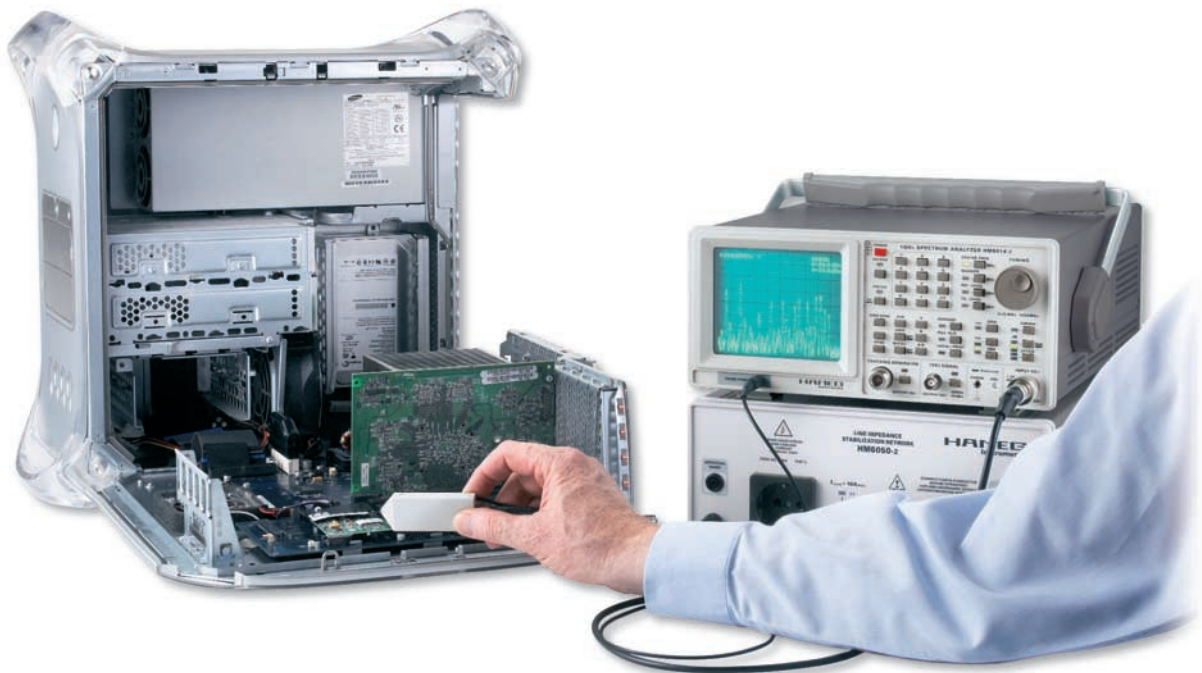


HAMEG

Technique de mesure de la CEM

Quiconque met en circulation un appareil électrique ou électronique à l'intérieur de la zone économique européenne, est tenu de respecter la réglementation de la directive CEM et de garantir une compatibilité électromagnétique. Cela concerne également tous les fabricants et importateurs des autres pays membres de l'Union Européenne ainsi que l'Islande, le Liechtenstein et la Norvège.

En ce qui concerne la gamme permettant des mesures de CEM, HAMEG offre des appareils bon marché avec lesquels peuvent être effectuées des mesures de Pre-Qualification.



Parasiter et être parasité ?

L'électronique moderne met à disposition, entraîné par des mesures de fréquences de plus en plus élevées et une intégration de plus en plus forte, des exigences qui ne cessent d'augmenter en ce qui concerne la technique de mesure employée pour l'immunité des appareils contre les parasites. Afin de garantir une compatibilité électromagnétique, un spectre très large de fréquence doit être balayé allant de 150 kHz env. à 1 GHz. Il faut s'attendre à ce que, pour des normes d'adaptation à venir, cette plage de fréquence soit élargie dans les hautes fréquences.

La dépense liée et les coûts sont en partie considérables, mais peuvent être bien contrôlés avec une mise en œuvre réfléchie, des moyens de mesure judicieux et une méthode appropriée.

Combien coûtent les mesures de CEM ?

La CEM ne doit pas être chère. Des études ont montré que les mesures de CEM représentent 3 à 5% du coût de l'appareil, quand la CEM y est développée dès le départ d'une conception et testée durant cette conception.

La naïveté concernant la compatibilité électromagnétique est toutefois souvent bien coûteuse. Si la CEM devient le principal sujet après l'achèvement de l'appareil, il peut alors facilement arriver que la mesure de CEM représente finalement plus de 50% du coût du développement prévu, c'est-à-dire que l'on recommence et dépense énormément d'argent pour de longues séries de mesure et pour des prestations de service externes.

Des examens normalisés sont menés dans des laboratoires spécialisés et équipés en conséquence. La technique de mesure nécessaire est coûteuse et les procédés sont eux aussi extrêmement coûteux. Durant la conception il est important de parvenir rapidement et à moindre coût à des résultats suffisamment probants. En ce qui concerne le contrôle de l'efficacité des mesures, il n'est pas nécessaire durant la conception de travailler avec des montages expérimentaux normalisés. Cela permet de dépister rapidement les zones critiques dans les

éléments de commutation et les fils de signaux à haut potentiel de parasites afin de trouver, avec des mesures comparables, les mesures de CEM optimales et bon marché.

Oscilloscope, ou...

Malgré sa polyvalence, en ce qui concerne les mesures, pour la CEM, d'émissions de parasites, un oscilloscope est malheureusement inapproprié, car il affiche la forme d'un signal, et sa représentation en fonction du temps et de la tension, et non uniquement les spectres (composantes fréquentielles avec leur niveau respectif) à partir desquels il est composé.

Les normes à employer lors des mesures d'émission de parasites exigent la mesure des valeurs moyenne et quasi-crête, qui sont effectuées sous forme de mesures sélectives en fréquence de chacun des spectres. La bande passante de mesure à utiliser dépend de la fréquence mesurée.

La plage de fréquence à employer lors des mesures d'émission de parasites va de 150 kHz à 1 GHz. L'appareil de mesure doit donc disposer d'une haute sensibilité d'entrée, qui permet des mesures de quelques μV .

L'affichage d'une large plage de mesure de fréquence et la représentation logarithmique des spectres avec un début d'affichage d'environ 80 dB, permet de reconnaître en un clin d'œil, où se trouve la fréquence dominante et quelles conséquences les mesures ont sur tous les spectres et leur niveau.

... analyseurs de spectres, et...

Il est dommage de ne trouver que trop rarement des analyseurs de spectres dans le quotidien de la conception. Des raisons économiques sont prétextées. La technique de mesure accompagnant la conception n'exige nullement la «Rolls-Royce» des analyseurs de spectre. Comme les analyseurs de spectre ne sont pas employés quotidiennement, il est même préférable d'utiliser des appareils facilement maniables, lesquels peuvent être utilisés par chaque concepteur sans grande crainte de perte de temps. Il est important de pouvoir exécuter rapidement et à moindre coût des mesures comparables. La vitesse, avec

laquelle est amorti un analyseur de spectre, amène à la réflexion suivante. Une journée de mesure dans un laboratoire de CEM coûte actuellement environ 1.000 EUR et plus. Un analyseur de spectre simple et bon marché est déjà amorti, quand il réussit à économiser au total 2 à 3 journées de mesure dans un laboratoire de CEM. Cela doit être l'objectif d'un développement de CEM efficace, à commencer par chaque appareil qui ne sera développé qu'une seule fois pour l'examen final normalisé.

L'analyseur de spectre fait partie des appareils de mesure standard, au même titre que l'oscilloscope, de la paillasse d'un concepteur. Lorsque vous travaillerez plus activement avec un analyseur de spectre, vous pourrez apprécier par la suite à quel point l'analyseur de spectre est d'un grand secours.

...réseau fictif...

Il fait partie de l'équipement de base dans les interventions de certifications et de laboratoire. Un réseau fictif sert d'isolation, de reconnaissance, et de quantification de parasites liés aux conceptions. Dans les laboratoires de certification, il est en général branché à un appareil de mesure. En ce qui concerne la gamme de technique de mesure de Pré-Qualification, son emploi avec un analyseur de spectre est la solution la plus pratique – parce que plus rapide. Les analyseurs de spectre HAMEG de la série 5000 offrent, une fois connectés avec le réseau fictif HM6050-2, des résultats qui sont comparables aux mesures effectuées par le prestataire de service CEM.

... et des sondes «renifleuses»

Que se passe-t-il si les résultats de mesure du prestataire de service sont infructueux ? Tout ce que l'on sait, c'est que quelque chose génère des interférences, mais où ?

Par exemple : signaux parasites engendrés par un champ magnétique

On entend par perturbations engendrées par un champ magnétique le rayonnement de signaux parasites, contrairement aux perturbations liées aux conceptions. La réglementation CEM fixe la plage de fréquence pour l'acquisition de signaux parasites liés à un champ de 30 MHz à 1 GHz, dont il est à attendre que des élargissements de



Mesure de perturbations liées aux câbles au moyen d'un analyseur de spectre et d'un réseau fictif

norme, pour la gamme des hautes fréquences, suivront.

Les niveaux de perturbation engendrés par un champ sont mesurés au moyen d'antennes et d'appareil de mesure dans un environnement libre de réflexions et de perturbations tierces. Les mesures normalisées sont principalement effectuées dans des chambres anéchoïdes.

Accompagnant la conception, des mesures sont toutefois inefficaces parce que coûteuses et de longue haleine. Des déclarations rapides sont demandées à propos du potentiel de perturbation, à l'intérieur du circuit et notamment sur toutes les conceptions, qui quittent un circuit imprimé ou un appareil. Bien que dans cette partie, il est question de perturbations liées à un champ, les conceptions qui agissent comme des antennes et émettent des rayonnements, font également partie de ces bruits.

Dans les laboratoires de conceptions se concentre surtout le travail sur la CEM concernant l'appréciation des perturbations transmises par de telles conceptions. Ces mesures peuvent – avec des moyens appropriés – s'effectuer dans le champ proche immédiat, en partie, même, directement sur les conceptions de signaux, d'alimentation, et de masse ou sur les gaines de câbles.

Quelqu'un, qui, pour la première fois, examine un circuit avec un analyseur de spectre, constatera avec étonnement, la présen-

ce, sur des conceptions de signaux, que ce soit pour des signaux lents ou statiques, d'un grand nombre de parties de signaux se chevauchant et provenant d'autres circuits.

Observées avec un oscilloscope, ces parties de signaux sont assimilées au bruit et ne peuvent la plupart du temps pas être reconnues. Le champ de perturbation électromagnétique utilise la structure métallique d'une conduction – indépendamment du signal utilisé sur cette conduction – comme «guide», pour pouvoir s'y propager le long sous forme d'énergie.

Dans les laboratoires de conception, ces perturbations peuvent être rendues visibles sans grosse dépense avec un analyseur de spectre et des sondes adaptées. Pour cela, différentes sondes sont nécessaires.

Source de perturbation étudiée en détail

Des «sondes renifleuses» offrent la possibilité d'examiner séparément l'effet de mesures anti-parasites. Elles sont proposées en tant que sondes de champs E et H. Employées avec des sondes haute impédance et des sondes dont la capacité d'entrée est extrêmement faible, elles facilitent au concepteur le choix de mesures CEM le mieux adapté.

Sonde active de champ E

La sonde active de champ E est à large bande avec une sensibilité très élevée. Avec elle, on peut apprécier le rayonnement total d'un module ou d'un appareil. Généralement, elle est employée dans une distance allant de 0,5 m à 1,5 m de l'objet à étudier. Pour pouvoir mesurer l'impact des actions de la protection et du filtre, les fils, qui proviennent de l'appareil, doivent être pris en considération car ils influent sur l'ensemble du rayonnement.

A cause de la haute sensibilité, il peut arriver, avec la sonde active de champ E, que des perturbations tierces provenant d'autres appareils dans le laboratoire soient mesurées. La mesure se fait alors ainsi : tout d'abord, en déconnectant l'objet à étudier, les perturbations provenant de l'environnement sont saisies, ensuite, en reconnectant ce même objet, les signaux nouvellement ajoutés sont analysés.

Les résultats des mesures avec une sonde active de champ E dépendent, comme toutes mesures de zone de rayonnement produit par une antenne, de l'élément étudié. Notamment, l'état du câble joue un rôle à ne pas sous-estimer. Si des mesures doivent être effectuées plusieurs fois – pas seulement pour comparer des mesures différentes –, il est recommandé d'établir un ordre d'essais et de les noter.

La sonde active de champ E peut aussi être employée pour l'étude de perturbations provenant de l'environnement. Il est supposé qu'une source parasite inconnue dans un appareil engendre une perturbation dans son fonctionnement. L'environnement électromagnétique peut alors être saisi au moyen de la sonde active de champ E et d'un analyseur de spectre. Grâce à l'analyse fréquentielle, les sources parasites peuvent être détectées très rapidement la plupart du temps. Cela permet d'effectuer des améliorations ultérieures nécessaires même ciblées lors de la vérification de qualité.

Sonde active de champ H

La recette du succès dans la CEM est d'observer les courants de perturbations. L'intervention courante des oscilloscopes incite à penser en tension. Les ingénieurs spécialisés en CEM pensent avant tout en courant. Afin de pouvoir détecter, sans contacts et sans défaire les câblages, des courants parasites, les sondes actives de champ H sont d'une aide précieuse.

Les sondes actives de champ H sont des sondes de champ proche, avec lesquels l'intensité magnétique du champ peut être mesurée. Cette intensité magnétique est dans le champ proche directement associée aux courants circulants dans les conceptions. Les sondes de champ H sont relativement insensibles aux perturbations provenant de l'extérieur (tierces perturbations) et indiquent une forte augmentation du niveau mesuré lors d'un rapprochement instantané vers la source parasite. Elles permettent de localiser de façon très ciblée des courants parasites à l'intérieur d'un circuit.

Si l'on déplace une sonde de champ H le long d'une carcasse métallique ou d'un blindage, des endroits «perméables», par exemple des fentes, sont facilement mis en



Kit de sondes de mesures HZ530 HAMEG contenant trois sondes actives (sondes de champ E et H et sonde haute impédance)

évidence. Avec l'intégration croissante des circuits imprimés, la localisation des parasites avec une sonde de champ H atteint des limites. On utilise alors une sonde de champ μH HZ545. Il est alors possible de localiser précisément la source parasite au millimètre près. Cette sonde trouve son utilisation lors d'identification de perturbations directement sur des circuits imprimés.

Comme cela a été vu, toutes les sortes de câbles métalliques se comportent comme des antennes vis-à-vis du rayonnement et de la liaison parasite. Si on accroche une sonde de champ H à un câble et si on analyse les signaux avec un analyseur de spectre, on constatera alors avec étonnement, que même sur des câbles d'alimentations ou des câbles de données dites «lentes», comme les câbles téléphoniques, de très forts niveaux de partie de signaux HF (par exemple l'harmonique d'un signal d'horloge) sont relevés. Avec la sonde de champ H et la représentation de l'amplitude en logarithme sur un analyseur de spectre, il est facile de constater si toutes les conductions, fournissant approximativement la même puissance, sont «infectées», ou si certaines conductions dégagent plus ou moins de parasites. De cette façon, des mesures peuvent être introduites de façon ciblée, de sorte que l'on peut juger rapidement et simplement de l'efficacité de ces mesures en laboratoire, sans l'utilisation d'une salle blindée, et cela, à moindre coût.

Sonde haute impédance

Avec une sonde haute impédance, la mesure peut être effectuée précisément en un point, par exemple sur la broche d'un circuit intégré, ou sur une conduction d'un circuit, avec une bande passante supérieure à 1 GHz, sans charger le point de mesure de l'impédance d'entrée usuelle de l'analyseur de spectre de $50\ \Omega$. L'impédance d'entrée des sondes haute impédance provenant du kit HAMEG est en grande partie capacitive, et la capacité est inférieure à 2 pF. La sonde haute impédance peut être aussi reliée à un oscilloscope (avec l'entrée $50\ \Omega$). Elle travaille dans ce cas comme sonde avec la capacité d'entrée et la bande passante décrites ci-dessus.

Le mieux est encore d'utiliser une sonde Low-Capacitance à faible capacité d'entrée



Recherche d'une énergie parasite rayonnante à l'aide de la sonde de champ magnétique (sonde champ H) et de l'analyseur de spectre

et très large bande passante atteignant 3 GHz (par exemple HZ543). Ainsi, le point à étudier du circuit est encore nettement moins chargé et elle permet alors une mesure sûre de toute dénaturation même dans des conductions HF.

Le principal avantage est, que dans ce cas, le point mesuré n'est pas chargé par l'appareil de mesure. Sinon il peut facilement arriver qu'une sonde à faible impédance atténue, voire élimine l'oscillation qui doit être mesurée. Plus la fréquence à mesurer est élevée, plus ce problème s'accroît. Chaque pF joue ici un rôle important. Avec la faible capacité d'entrée du HZ543, ce phénomène peut être négligé jusqu'à la limite de la bande passante. La sonde Low-Capacitance ne possède qu'une minuscule pointe et est utilisée sans «fil de masse». Le courant inverse du signal mesuré s'effectue de manière «capacitive» par la charge située en fin de mesure. Il est ainsi effectivement possible de mesurer le potentiel de perturbation CEM d'une broche d'un circuit intégré ou d'une ligne de sortie séparément. Avec la méthode de mesure «capacitive et haute impédance», des perturbations de mode commun peuvent être détectées.

Problèmes de CEM dans la pratique

De nombreuses possibilités concernant l'amélioration de la CEM, par exemple celle des circuits intégrés, sont connues du concepteur en électronique. Et elles ne peuvent être effectuées que les unes après les autres. Cette réalité conduit au fait que ces possibilités sont rarement examinées car les dépenses en temps et en coût seraient bien trop importantes. Si toutefois on pratique des examens, après qu'une série entière de mesures ait été effectuée, on ne peut plus assigner le succès ou l'échec à la mesure individuelle.

Pour un examen préalable certain, il est suggéré d'utiliser les sondes de champ proche – ou «sondes renifleuses» – décrites précédemment. La sonde de champ E réagit aux variations du champ électrique. La sonde de champ H est sensible aux variations du flux magnétique.

Avant d'utiliser ces sondes, on doit savoir quel champ est dominant lors de mesures effectuées sur un circuit imprimé. Le champ dominant est électrique pour de fortes tensions et de faibles courants, et magnétique pour de faibles tensions et de forts courants. C'est le champ électrique qui est évidemment présent dans la technique des tubes cathodiques.

Les circuits intégrés modernes présentent de petites tensions et, en partie, de forts courants. On précise, ici, que l'étude ne porte pas tellement sur la valeur absolue des courants mais plutôt sur leurs variations. Lors de la recherche d'une source électromagnétique, lorsque celle-ci se produit avec des composants magnétiques, la variation du champ magnétique dans le temps est la grandeur déterminante.

Ce sont ces mêmes principes qui sont exploités par une sonde H. L'amplitude du signal de la sonde est directement proportionnelle aux variations du champ magnétique et donc aux variations du courant. C'est pourquoi de telles sondes sont particulièrement appropriées pour une première évaluation de l'efficacité des actions CEM.

Toutefois, la plupart de ces sondes ont un inconvénient important : elles ont une très faible résolution spatiale. C'est pour cette raison que le signal, prélevé avec cette sonde, ne peut plus être assimilé au composant qui l'a produit. Il faut donc veiller lors de l'acquisition de telles sondes, à ce que l'on dispose d'au moins une sonde à haute résolution pour le champ magnétique. Ceci est plus particulièrement vrai lorsque la densité d'intégration du circuit intégré est importante et que l'identification d'une perturbation isolée se joue au millimètre près.

Mesures sur une platine multicouche 4 épaisseurs

Dans ce qu'il suit, il est démontré comment peuvent être prélevés des détails intéres-

sants à partir des signaux des sondes. Les signaux peuvent principalement être affichés en mode temporel ou en mode fréquentiel. Pour l'utilisateur, la représentation temporelle est plus claire que la représentation fréquentielle. Les mesures suivantes ont été effectuées sur une carte multicouche de 4 épaisseurs au format Europe. Le système d'alimentation de cette carte couvre une grande étendue. L'écart entre la surface de V_{CC} et de GND est de $100\mu\text{m}$. Le système est couplé par un groupe de condensateurs, positionnés au centre de la platine.

Sur la figure 1, est représenté le signal du courant à proximité de la broche V_{CC} du 74AC163. L'amplitude représente l'ampleur de la variation du champ magnétique et est proportionnelle à la variation du courant à cet endroit. Le tracé temporel est très rapide. Le temps de montée et de descente se situe dans la gamme des picosecondes.

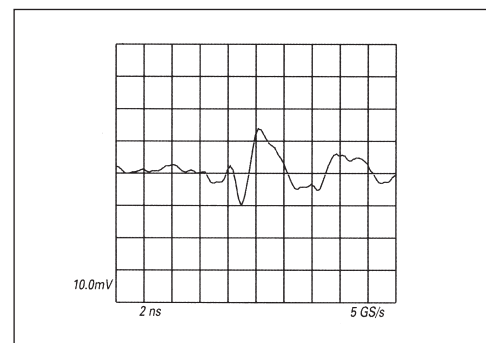


Figure 1 – Signal du courant de surface à proximité de la broche V_{CC} d'un 74AC163

Ce résultat est du au fait que les composantes hautes fréquences du courant circulent à proximité de la broche V_{CC} , et donc elles ne peuvent être prélevées qu'à partir de la sur-

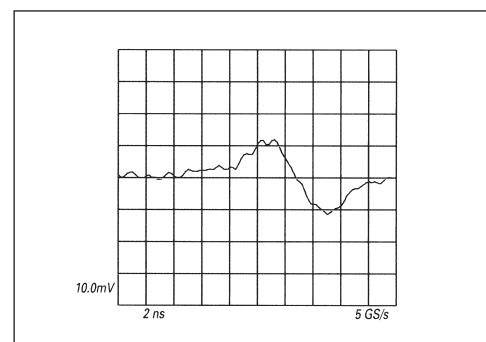


Figure 2 - Variation du courant de surface à proximité d'un groupe de condensateurs

face de V_{CC} . Les composantes hautes fréquences ne sont pas présentes sur de plus grosses conceptions puisque leur impédance est trop grande. Aucun condensateur de protection n'est présent sur la broche, parce que ceux-ci ne sont également pas capables de laisser passer les composantes hautes fréquences du courant. Naturellement, le système de surface V_{CC} -GND est protégé en son centre par un groupe de condensateurs qui est capable de ne laisser passer que les composantes basses fréquences.

La figure 2 montre un changement de courant de la surface à proximité de ce groupe de condensateurs. On remarque que ce signal est plus lent que celui de la figure 1. Les temps de montée et de descente se situent autour de 3 nanosecondes. Le groupe de condensateurs ne peut introduire le courant dans la surface que lentement. De tels détails ne peuvent être repérables qu'avec des sondes à haute résolution comme une sonde de champ μH .

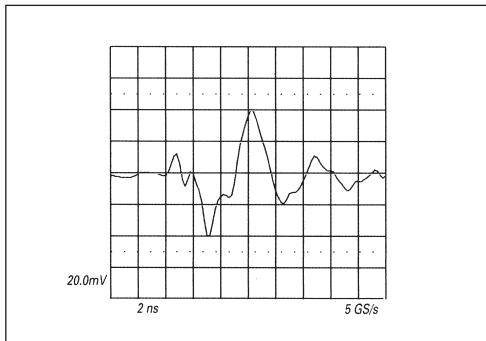


Figure 3 - Signal pris directement à la broche V_{CC} d'un 74AC00

L'exemple suivant nous montre l'effet d'actions antiparasites par absorption. La figure 3 représente un signal directement prélevé sur la broche V_{CC} du 74AC00. Le circuit in-

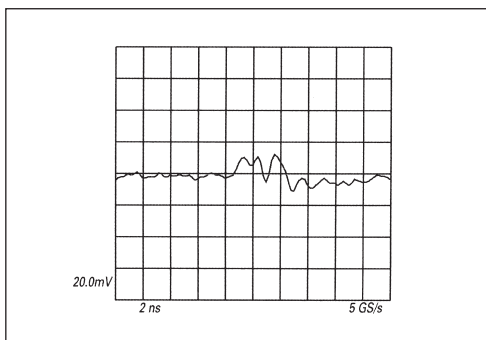


Figure 4 - Signal comparatif avec un système amorti à deux étages alimenté en courant

tégré est alimenté, ici, à partir d'un système de surface V_{CC} -GND non amorti. Les changements du champ magnétique sont très importants.

Par contre, la figure 4 représente le même signal alimenté à partir d'un système d'alimentation à 2 étages. C'est-à-dire que la broche V_{CC} est connectée à la surface V_{CC} par une inductance d'arrêt à large bande et, de plus, cette surface est grillée pour des raisons d'affaiblissement. On remarque que l'amplitude du signal de la figure 4 est nettement plus petite que celle de la figure 3. L'efficacité de la mesure est déjà fortement reconnaissable lors d'utilisation des sondes, sans avoir recours à une plus importante dépense dans la technique de mesure.

Le dernier exemple est un signal prélevé à la sortie d'un répartiteur d'horloge d'une carte au format Europe. La figure 5 représente le signal de la sonde μH dans un élément, dans lequel aucune mesure antiparasite n'a été réalisée. Une amplitude importante de l'ordre de 60 mV est atteinte.

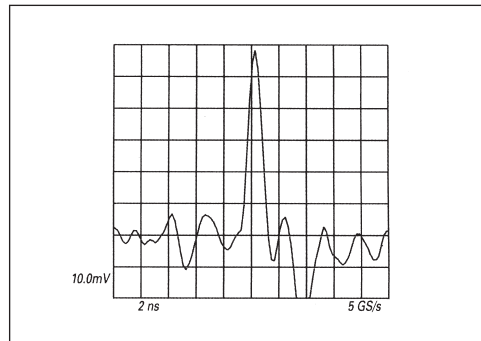


Figure 5 - Signal de sonde μH pris sur un élément sans mesures anti-parasites

Une action très connue pour l'amélioration de la situation est l'ajout d'une résistance série directement en sortie du pilote d'horloge. La figure 6 montre le résultat avec une résistance de 82 Ω . L'amplitude du signal est diminuée de moitié. L'efficacité de cette mesure antiparasite est indéniablement reconnaissable.

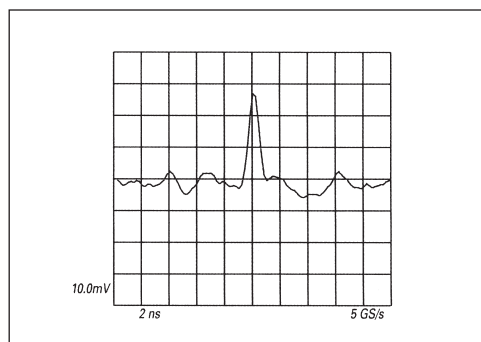


Figure 6 - Diminution de moitié de l'amplitude via une résistance série en sortie du pilote d'horloge

Sondes de champ proche HZ530



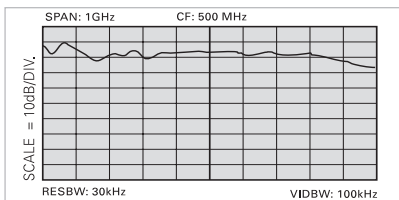
L'ensemble HZ530 contient 3 sondes actives pour le diagnostic CEM. Ces sondes sont prévues pour un branchement à un analyseur de spectre, et possèdent pour cela une sortie coaxiale d'impédance 50 Ohm. Les sondes peuvent être alimentées soit par des piles ou batteries, soit directement à partir des analyseurs de spectre. Leur forme profilée permet un accès facile au circuit à étudier.

La sonde de champ H délivre à l'analyseur de spectre un niveau proportionnel au champ magnétique radio-fréquence. Avec elle, les sources d'émissions parasites peuvent être localisées de façon précise.

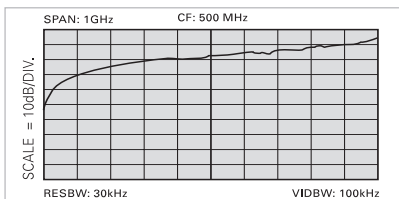
La sonde Haute Impédance permet la recherche des émissions RF (RFI) sur le composant à tester ou sur les pistes du circuit imprimé.

La sonde de champ E est celle qui a la plus grande sensibilité. Avec cette sonde, toute l'efficacité des filtres et les tests de rayonnement des câbles sont facilement réalisés.

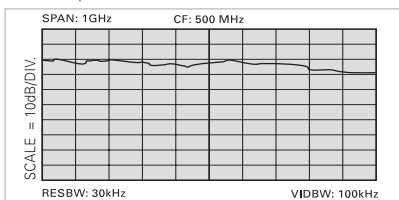
Réponse en fréquence avec sonde de champ E



Réponse en fréquence avec sonde de champ H



Réponse en fréquence avec sonde de champ Haute Impédance



Caractéristiques techniques (23°C +2°C)

Gamme de fréquence : 100 kHz à 1 GHz

Tension d'alimentation : 6 V DC par l'analyseur de spectre ou batterie, 4 piles (AA-LR6) non fournies

Courant nominal : env. 10 – 24 mA DC

Dimensions : 40 x 90 x 195 mm

Capot : plastique, blindage électromagnétique interne

Contenu :
1 sonde de champ E
1 sonde de champ H
1 sonde de champ Haute-Impédance
1 câble BNC (1,5m)
1 câble d'alimentation
Notice d'utilisation
Malette de transport

Réseau fictif RSIL HM6050-2



Mesure de signaux parasites émis sur le réseau par conduction dans la gamme de 9 kHz à 30 MHz (CISPR16)

Limiteur de transitoires

Main artificielle

Caractéristiques techniques (23°C +2°C)

Gamme de fréquence :	9 kHz à 30 MHz
Impédance d'entrée :	$Z = 50 \Omega \parallel (50 \mu\text{H} + 5 \Omega)$, avec une erreur < 20 % (norme VDE 876T1)
Intensité max. :	16 A
Tension d'alimentation :	230 V/50-60 Hz, CAT II
Main artificielle :	220 pF + 511 Ω
Simulation de terre de protection :	50 $\mu\text{H} \parallel 50 \Omega$

Limiteur de transitoires

Plage de fréquence :	150 kHz à 30 MHz
Atténuation :	10 dB (+1,5/-0,5 dB)

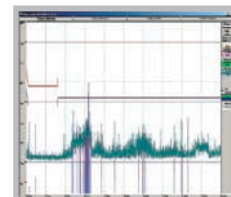
Branchements

Sortie mesure :	50 Ω BNC
Connexion :	prise au standard allemand
Main artificielle :	Prise de 4 mm
Câble d'alimentation :	fixé à l'appareil

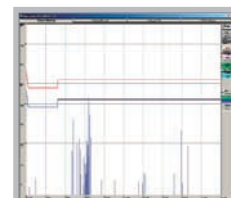
Divers

Température de fonctionnement :	10 °C à 40 °C
Alimentation :	115/230 V \pm 10 %, 50-60 Hz
Protection :	Classe I (IEC1010-1/VDE 0411)
Dimensions et poids :	L 285, H 125, P 380 mm, env. 6 kg

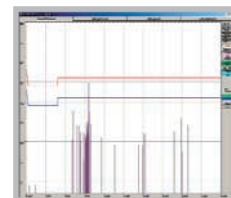
Capture de signaux parasites avec le HM5014



Capture de signaux parasites avec le HM5014



Capture de signaux parasites avec le HM5014



Oscilloscopes

Analyseurs de spectre

Technique de mesure CEM

Alimentations

Appareils programmables
série 8100

Système modulaire série 8000

Testeur de composants

Options

Accessoires

Caractéristiques techniques



HAMEG Alimentations

Qu'elles soient utilisées en laboratoire ou en production, les alimentations HAMEG font preuve d'une grande fiabilité. Grâce à leur conception claire, les blocs d'alimentation permettent une manipulation aussi simple qu'intuitive. Des systèmes périphériques automatisés commandent le HM7044 ou le HM8143. Les alimentations sont connectées au poste de contrôle via l'interface RS-232 ou le bus IEEE-488. En association avec d'autres instruments de mesure électroniques HAMEG, il est ainsi possible de composer des postes de mesure à la fois professionnels et bon marché.



Caractéristiques standard

Les alimentations HAMEG disposent de sorties flottantes protégées contre les surcharges et les courts-circuits. Le principe de régulation linéaire utilisé permet d'obtenir une faible ondulation résiduelle de la tension de sortie. Les valeurs réglées peuvent être facilement relevées sur des affichages séparés pour le courant et la tension. Avec le choix d'un fonctionnement en mode parallèle et en mode série, vous pouvez décider de générer, à partir de la puissance délivrée par l'alimentation, une plus forte tension ou un plus fort courant. La limitation de courant, propre à tous les instruments, peut être réglée avec précision et protège l'appareil alimenté à l'intérieur de la plage ainsi réglée.

La pression d'un bouton permet d'activer et de désactiver la tension au niveau des sorties, sans mettre en marche ou couper complètement l'alimentation de l'appareil. Afin de protéger les alimentations de tout endommagement, un relais thermique de surcharge a été intégré. Les deux alimentations HM7044 et HM7042-4 sont par ailleurs équipées d'un ventilateur régulé en température.

Activation / désactivation des sorties

Sur toutes les alimentations HAMEG, les tensions de sortie peuvent être activées et désactivées par un bouton poussoir. L'alimentation restant sous tension, il est possible de régler préalablement les valeurs de sortie souhaitées et d'alimenter ensuite l'appareil, ou le montage, par simple pression sur le bouton OUTPUT.

Mode parallèle et mode série

Les alimentations doivent être conçues pour ces modes de fonctionnement ce qui est le cas pour toutes les alimentations HAMEG. Les tensions de sortie pouvant être combinées sont généralement indépendantes les unes des autres. Les sorties d'une ou de plusieurs alimentations peuvent alors être branchées en série ou en parallèle.

Mode série

Attention haute tension !

Comme le montre le schéma, en mode

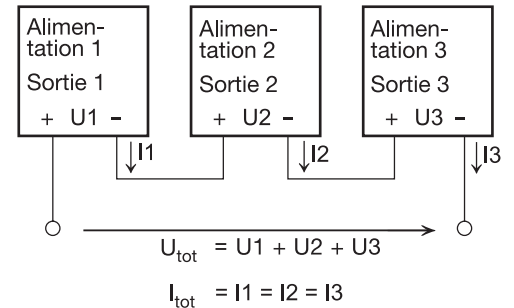


Figure 1 - Fonctionnement série

série, chaque tension de sortie s'ajoute aux autres. La tension totale qui en résulte peut alors dépasser la limite de basse tension de sécurité (42V). N'oubliez pas que, dans ce cas, le contact avec des éléments sous tension peut être mortel. Le courant maximum possible pour un branchement en série est fixé par la sortie ayant le courant maximal le plus faible. Le même courant circule dans toutes les sorties.

Mode parallèle

S'il s'avère nécessaire d'augmenter le courant total, les sorties des alimentations peuvent être branchées en parallèle. Les valeurs des tensions de chacune des sorties sont identiques et sont limitées par la sortie ayant la tension de sortie maximale la plus faible. Le courant total maximal possible équivaut à la somme des courants individuels des sources branchées en parallèle.

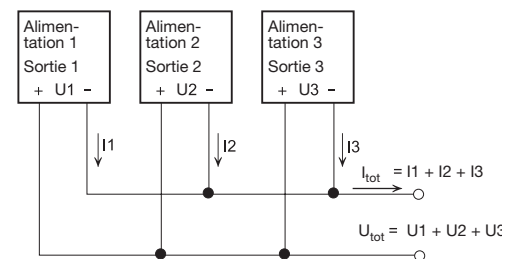


Figure 2 - Fonctionnement parallèle

Stop ! Danger pour l'appareil

Lors des réglages des alimentations branchées en parallèle, veillez à ce que les courants de chacune des sources soient uniformément répartis. Des courants de compensation peuvent circuler à l'intérieur des alimentations lorsque ces dernières sont branchées en parallèle. Dans le cas où vous utiliseriez une alimentation d'un fabricant autre qu'HAMEG et qui n'est pas protégée contre les surcharges, elle pourrait être

détruite à cause d'une répartition mal équilibrée du courant.

Limitation de courant et fusible électronique

Une limitation de courant signifie que seul un courant maximal défini peut circuler. Celui-ci est réglé au niveau de l'alimentation avant la mise en service d'un montage expérimental, cela afin d'éviter, en cas de défaut (par ex. court-circuit), un endommagement trop important du montage expérimental.

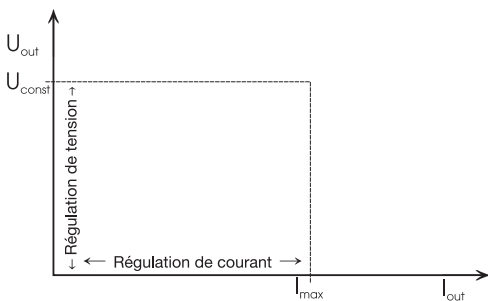


Figure 3 - Caractéristique U-I

Comme le montre la figure 3, la tension de sortie U_{out} reste inchangée, alors que la valeur de I_{out} ne cesse d'augmenter (zone de réglage de la tension). Dès que la valeur de courant réglée I_{max} est atteinte, la régulation de courant s'amorce. Cela signifie que malgré une sollicitation croissante, la valeur I_{out} n'augmente pas. La tension U_{out} , quant à elle, diminue sans cesse, pour atteindre presque 0V en cas de court-circuit. Le courant qui circule reste cependant constant et limité sur I_{max} . C'est la raison pour laquelle les alimentations HAMEG peuvent être utilisées en tant que sources de courant ; elles règlent alors le courant - au lieu de la tension - sur une valeur constante. Avant d'alimenter le montage expérimental, réglez la valeur maximale admissible du courant, de manière à garantir la protection du montage en cas de défaut.

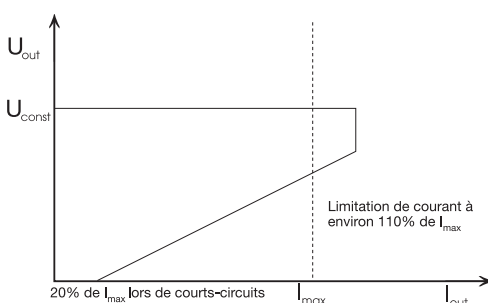


Figure 4 - Caractéristique U-I avec retour

Afin de protéger au mieux un appareil, ou montage, sensible contre tout dommage en cas de défaillance, le HM8040-3, le HM7042-5 et le HM7044 sont pourvus d'un fusible électronique qui coupe la sortie de l'alimentation le plus rapidement possible en cas de dépassement de I_{max} . Il n'y circule alors plus aucun courant.

Quelques appareils sur le marché possèdent des caractéristiques U-I avec retour. En cas de surcharge ou de court-circuit, la limitation de courant atteint 110 % de la valeur maximale et diminue ensuite en fonction de la charge. En cas de court-circuit, le courant atteint à peine 20 % (Current Fold Back). Une fois le problème de surcharge réglé, l'alimentation revient en mode de fonctionnement normal de manière indépendante.

Mode Tracking (suiveur)

Différentes sorties peuvent être reliées entre elles. Cela permet aux tensions des sorties de se suivre dans un même rapport lors d'un changement de la tension de sortie. Par exemple, si la tension 1 passe de 10V à 12V alors les tensions 2 et 3 se règlent automatiquement en passant de 5V à 6V, et la quatrième sortie passe de 20V à 24V.

Si, en revanche, le courant maximal d'une sortie est limité, et si celui-ci est atteint, alors les courants des sorties reliées entre elles atteignent également leur limitation. Si le fusible électronique est utilisé en mode Tracking, la sortie surchargée est coupée. Les sorties interconnectées sont également coupées de la sortie surchargée.

Mode SENSE

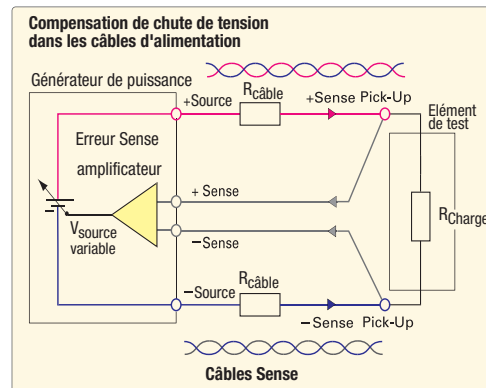
Un circuit de régulation surveille constamment, à l'aide de câble SENSE, la tension directement aux bornes du montage (ou appareil) à alimenter. Lorsqu'un courant circule à travers les câbles d'alimentations vers le montage, cela entraîne une chute de tension au niveau de ces câbles. La tension U_{charge} aux bornes du montage R_{charge} est alors plus faible.

$$U_{charge} = U_{source} - U_{câble}$$

$$U_{câbles} = I_{charge} \times R_{câble}$$

Cette chute de tension dans les câbles

d'alimentation doit être compensée. Pour cela, la tension est mesurée directement aux bornes du montage à l'aide de câbles SENSE. Comme il s'agit d'une mesure de tension haute impédance, il ne circule dans les câbles SENSE qu'un très faible courant. Grâce à ce dernier, la chute de tension créée dans ces câbles est négligeable. La tension fournie à l'appareil au moyen des câbles SENSE correspond aussi à la tension aux bornes de la charge. Comme la tension aux bornes de la charge est plus faible de $U_{\text{câble}}$, l'alimentation augmente la tension U_{source} à ses bornes de cette différence. La chute de tension est compensée au travers des câbles d'alimentation et on obtient aux bornes de la charge la tension réellement souhaitée.



HM8040-3 Alimentation triple

Cette alimentation, particulièrement compacte et robuste du système modulaire 8000, a été spécialement conçue pour l'alimentation en courant et en tension d'instruments d'expérimentation utilisés pour la formation, le service et en laboratoire. Le HM8040-3 se caractérise par une régulation série linéaire et développe, à l'aide de ses 3 tensions indépendantes les unes des



autres, une puissance totale de 25 W environ. En plus d'une faible ondulation résiduelle et d'un bon comportement en régulation, le HM8040-3 offre une excellente qualité pour un rapport prix/performance optimal. L'appareil de base HM8001-2 ou HM8003 est nécessaire au fonctionnement.

HM7042-5 Alimentation triple

Cette alimentation vous offre une alternative performante et économique en comparaison à d'autres appareils standard sur le marché. Outre une faible ondulation résiduelle et un haut rendement, le HM7042-5



est capable de tout ce qu'une alimentation de laboratoire doit pouvoir faire. Trois tensions indépendantes les unes des autres sont disponibles. Celles-ci peuvent être interconnectées en mode série afin de fournir une tension de sortie plus importante ou en mode parallèle afin de fournir un courant plus important. En plus de disposer d'une limitation de courant, le HM7042-5 est équipé d'une protection contre les surintensités.

HM7044 Alimentation à puissance élevée

La haute stabilité des sorties en tension et en courant, ainsi que sa limitation de courant programmable et son équipement de fusible électronique pour chacune des sorties, font du HM7044 un appareil de précision universel, en particuliers pour les laboratoires et les tests. Le mode Tracking assure une variation simultanée des sorties ou la coupure d'une seule ou de toutes les sorties lors d'un dépassement de valeurs



limites réglées. A l'aide de la liaison SENSE, la tension est mesurée directement aux bornes de la charge et les chutes de tension sont compensées.

HM8143 Alimentation arbitraire

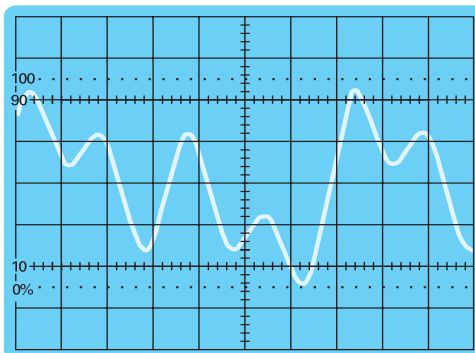
Le HM8143 est un bourreau de travail multifonctionnel. Economique et peu encombrant, vous obtenez 3 appareils en un :



(Fig. similaire)

Une alimentation pour des modes série ou parallèle avec des sorties flottantes, isolées galvaniquement, et qui peuvent être coupées/mises en marche par simple pression d'un bouton. Les deux sorties 30V/2A peuvent être modulées de façon externe ou permettre, en mode Tracking, de changer les paramètres des tensions et courants simultanément. La liaison SENSE offre une régulation correcte aux sorties 30V directement aux bornes de la charge. Bien entendu, cette alimentation dispose d'une sortie 5V/2A pour les montages numériques.

Un générateur d'ondes arbitraires avec 512 points de contrôle pour la génération des signaux de sorties définis par l'utilisateur dans la plage NF. Les signaux arbitraires sont générés numériquement et sont simples à définir. En règle générale, un signal arbitraire consiste en un nombre de valeurs d'amplitude, dont l'agencement dans le temps décrit la forme du signal durant

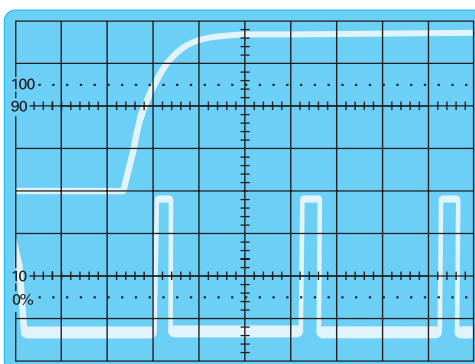


Signal arbitraire NF

une période. Le signal est défini librement par l'utilisateur à l'intérieur des spécifications fixées de l'appareil et est sauvegardé dans l'appareil. Les signaux arbitraires peuvent être générés de différentes manières et définis via une interface série ou une interface IEEE-488.

Modulation

Les entrées situées sur la partie arrière de l'appareil permettent de moduler les sorties de 30V. Un rapide slew-rate de 0,7V/ μ s lors de la modulation et une largeur d'impulsion minimale de 100 μ s en mode arbitraire permettent la simulation de profils complexes de charge sous des conditions dynamiques. Lors de modulations externes, le faible facteur de crête peut être employé dans la totalité des gammes de puissances.



Slew-rate de 0,7V/ μ s

Une charge électronique, supportant jusqu'à 60W. Possibilité de courants jusqu'à 2A par voie. L'alternance entre les différents modes de fonctionnement s'effectue automatiquement et est signalé par un signe négatif devant la valeur du courant affichée.

Des pilotes «LabView» sont disponibles pour les appareils HM7044 et HM8143 et peuvent être téléchargés à partir du site Internet <http://www.hameg.com>.

Alimentation triple HM7042-5



2x 0-32V/0-2A 0-5,5V/0-5A

Affichage du courant et de la tension : 4 chiffres pour les canaux I & III, 3 chiffres pour le canal II

Résolution d'affichage : 10 mV/1 mA pour les canaux I+III, 10 mV/10 mA pour le canal II

Limitation du courant réglable, fusible électronique pour chaque sortie

Bouton poussoir pour activer/désactiver les sorties

Faible ondulation résiduelle, forte puissance de sortie, très bonne régulation

Régulation du ventilateur en fonction de la température

Cf. caractéristiques techniques p. 118

Câble de mesure en
silicone HZ10



Alimentation quadruple à puissance élevée HM7044



4x 0-32V/0-3A

Puissance de sortie jusqu'à 384W ; pré-régulation par convertisseur DC/DC pour un rendement optimum

Affichage du courant et de la tension sur 4 chiffres

Résolution d'affichage 10 mV/1 mA

Régulateur linéaire avec faible ondulation résiduelle

Mode Tracking pour chaque sortie

Limitation du courant réglable et fusible séparé pour chaque sortie

Connexion de type SENSE pour chaque sortie

Régulation du ventilateur en fonction de la température

Cf. caractéristiques techniques p. 118



Câble de mesure en
silicone HZ10

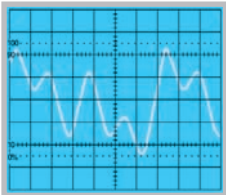


Alimentation de laboratoire HM 8143



Figure similaire

Signal arbitraire



Interface IEEE-488 H0880
(figure similaire)



Interface RS-232 H0890
(figure similaire)



2x 0-30 V/0-2 A 5 V/0-2 A

Résolution d'affichage 10 mV/1 mA

Mode arbitraire (512 pas)

Mode Tracking pour les sorties 30 V

Modulation externe des tensions de sortie

Utilisation comme charge électronique jusqu'à 60 W par voie
(2 A max.)

Connexion de type SENSE (mesure 4 fils)

Mode multimètre pour les sorties réglables

Cf. caractéristiques techniques p. 119



Alimentation triple HM8040-3



2x 0-20V/0,5A 5V/1A

Affichage numérique à 3 chiffres pour tension et courant

Résolution d'affichage 0,1 V/1 mA

Limitation du courant réglable

Régulation linéaire

Faible ondulation résiduelle et faible niveau de bruit

Bouton poussoir pour activer/désactiver les sorties

Fusible électronique

Encastrable dans un compartiment du HM8001-2 ou HM8003

Cf. caractéristiques techniques p. 119

Appareil de base (HM8001-2)
pour 2 modules



Appareil de base (HM8003)
pour 1 module



Câble de mesure en
silicone HZ10



Oscilloscopes

Analyseurs de spectre

Technique de mesure CEM

Alimentations

Appareils programmables série 8100

Systeme modulaire série 8000

Testeur de composants

Options

Accessoires

Caractéristiques techniques



HAMEG

Appareils programmables

Les postes d'essais dans la production et les systèmes de tests automatisés dans les laboratoires sont le terrain d'action idéal pour les appareils programmables HAMEG. Grâce au bus IEEE-488 ou à l'interface RS-232, les appareils de la série 8100 sont simples à intégrer dans un équipement de test.

En association avec d'autres appareils de mesures HAMEG programmables, il est possible de combiner de manière simples postes de mesure efficaces et bon marché. Pour de parfaites utilisations en laboratoire, chaque appareil peut être utilisé manuellement en mode «Stand-Alone».



Générateurs de fonctions

HAMEG offre avec le HM8130 un générateur de fonctions de bonne facture et bon marché qui devrait être présent dans tout laboratoire. La plage de fréquence est comprise entre 10 mHz et 10 MHz. La fréquence du signal peut être lue sur l'afficheur numérique de l'appareil avec la précision d'un compteur de fréquence. Outre sa fonction à générer des signaux arbitraires, le HM8130 possède une fonction de modulation, un déclenchement externe (Trigger ext.) et la possibilité de commande de porte via l'entrée Gate. Bien que doté de nombreuses fonctions, l'appareil se manie de manière simple et intuitive.

La sortie qui fournit une tension jusqu'à $20V_{CC}$, est protégée contre les courts-circuits et toute tension étrangère jusqu'à $\pm 15V$. Signalons la rapidité du temps de montée des signaux rectangle ($< 10 ns$) avec de très faibles suroscillations.



Générateur de fonctions HM8130

Le HM8131-2 offre, en plus des fonctions de base comme le HM8130 (sauf la variation de largeur d'impulsion), d'autres signaux tels que les bruits blancs et roses, ainsi que les modes de modulation PSK et FSK. Le générateur fournit le signal suivant le principe du DDS (Synthèse Numérique Directe) avec une haute précision et la stabilité d'un synthétiseur.

Les signaux arbitraires sont disponibles jusqu'à une fréquence de 10 MHz et sont codés sur 12 bits dans le sens vertical. La cadence de mesure au niveau de la lecture est de 40 MSa/s. La mémoire pour les sig-



Générateur de fonctions Arbitraire HM8131-2

naux possède une capacité de 4 Ko ou 16 Ko. Les données concernant les signaux et les paramètres de réglage peuvent être sauvegardées sur une carte S-RAM, et ainsi être lues et traitées ultérieurement. L'éditeur de signaux arbitraires intégré dans le HM8131-2 autorise un accès libre sur chacun des points d'une fonction arbitraire.

Outre le déclenchement externe et la commande de porte, le HM8131-2 autorise le branchement d'un signal de référence dont la précision dépasse celle de l'oscillateur interne qui est déjà très précis. En association avec la fonction Master/Slave, il est possible de synchroniser jusqu'à 3 générateurs entre eux.

Comme le HM8130, le HM8131-2 possède aussi un étage d'entrée très rapide avec une large bande passante, de faibles bruits et de faibles suroscillations.

Le HM8143 – qui n'est autre qu'une alimentation – mérite une remarque dans le cadre des générateurs de fonctions. Son équipement avec la fonction Arbitraire lui permet de fournir des courbes de tension comme des « signaux » auto définis avec des courants atteignant 2 A. La plage de fréquence de l'appareil atteint les 8 kHz environ, au cours desquelles jusqu'à 512



Alimentation Arbitraire HM8143 (Fig. similaire)

combinaisons de paramètres de la tension et du temps créent la courbe du signal de sortie.

Les synthétiseurs HF HM8134-3 et HM8135 sont des sources de signaux de haute précision et faciles à manier avec une plage de



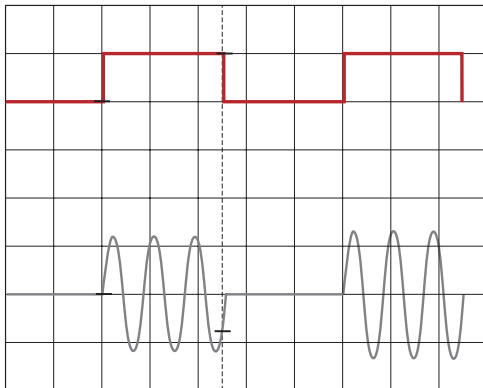
Synthétiseur HF HM8135

fréquence allant de 1 Hz à 1,2 GHz (3 GHz pour le HM8135).

Modes de fonctionnement et fonctions

Trigger

Pour le mode de fonctionnement «déclenché», le signal Trigger est dirigé à l'entrée correspondante du générateur de fonctions. Le Trigger fonctionne en mode synchrone. Le signal de sortie libéré à l'aide du signal Trigger commence toujours par un niveau nul. Selon la longueur du signal Trigger, une, ou plusieurs, périodes complètes sont générées. Toute période de signal commencée se poursuit.

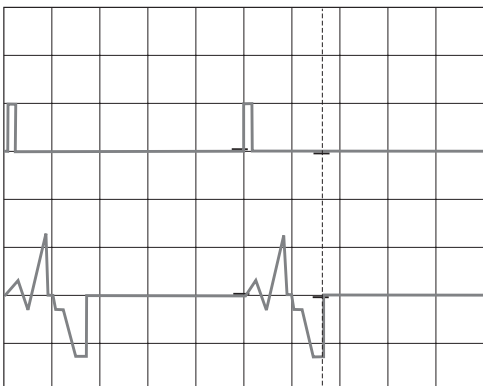


Déclenchement à l'état haut du Trigger

Le signal sinusoïdal commence avec le front montant du signal Trigger de forme rectangulaire. Le «cycle du signal» se termine après une période de signal complète, laquelle suit le front descendant du signal Trigger.

Mode Burst

Les signaux Burst peuvent être fournis via



Signal Burst avec Trigger positif

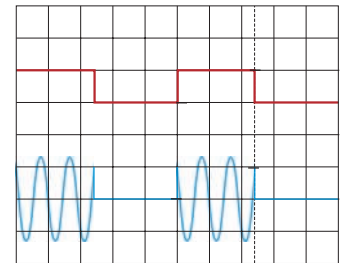
un signal Trigger externe. Celui-ci peut être déclenché par l'intermédiaire soit de l'interface PC soit d'un autre générateur. Si le signal Trigger est plus court que le signal Burst, une seule période du signal Burst est fournie.

Le signal Burst fourni en mode Arbitrary est déclenché par l'intermédiaire d'une courte impulsion du Trigger. Parce que le signal Trigger est plus court que la période du signal du Burst, une période complète du signal Burst est générée.

Gate (commande du temps de porte)

En mode Gate, le signal de sortie est commandé par un signal, lequel est également amené à l'entrée Trigger. La commande du temps de porte est asynchrone, c'est-à-dire que le signal de sortie commence avec la phase d'un temps quelconque. Le signal de sortie est transmis avec l'impulsion à la commande du temps de porte. En mode Trigger, la sortie du signal débute toujours avec une amplitude nulle. En mode Gate, le point de départ est indépendant de la phase du signal. Le signal débute n'importe où à l'intérieur de la période et se termine en même temps que l'impulsion Gate.

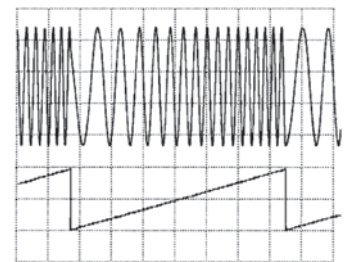
Un signal de sortie est toujours généré quand le signal Gate est à l'état «HIGH» (TTL). Avec un niveau «LOW» à l'entrée du Trigger (Gate), aucun signal n'est fourni. On voit clairement comment le signal sinusoïdal est entamé du début à la fin du temps de porte.



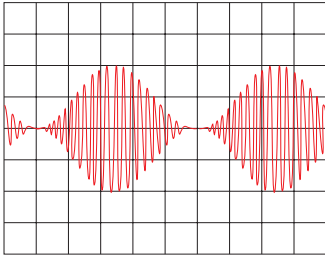
Déclenchement à l'état haut du signal Gate

Mode Sweep (vobulation)

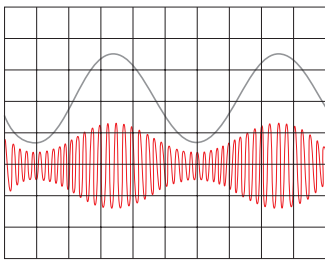
L'activation de la fonction de vobulation est signalée par une LED. Les paramètres de fonctionnement temps de vobulation, fréquence de début et de fin se règlent indépendamment les uns des autres et peuvent être modifiés en cours de fonctionnement. Dans de tels cas, le signal de vobulation en cours est annulé à la position respective et un nouveau signal est lancé. Les paramètres activés sont respectivement affichés à l'écran. Ce mode de réglage «On-line» permet d'observer, au niveau du signal de sortie, l'impact de paramètres différents lors de changements instantanés. Si la fréquence de début possède une plus petite valeur que la fréquence de fin, la vobulation s'effectue à partir de la fréquence la plus faible à la plus élevée. Si la fréquence de départ est plus élevée que la fréquence de



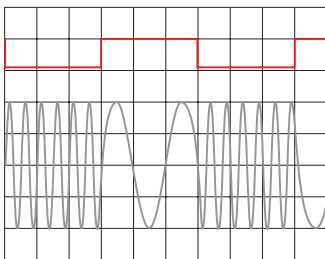
Signal de sortie vobulé



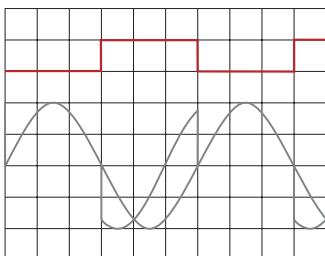
Source de signal interne : HM8131-2 :
 $U_a = 10V_{CC}$, 20kHz, 5V/div.; taux de modulation de 100%



Générateur 1 : $U_e = 1,40V_{CC}$, 1 kHz,
 1 V/div.; HM8131-2 : $U_a = 10V_{CC}$, 20 kHz,
 5 V/div.; taux de modulation de 50%



Signal FSK 500 Hz / 2 kHz



Signal PSK avec déphasage
 $Ph0 = 70^\circ$ et $Ph1 = 0^\circ$

fin, alors la vobulation s'effectue à partir de la fréquence la plus élevée à la fréquence la plus faible. Le temps de vobulation est réglable et peut être choisi, avec le HM8131, selon un tracé linéaire ou logarithmique. Au cours de la vobulation, avec le HM8131-2, la fréquence du signal de sortie est progressivement altérée. C'est pourquoi un nombre différent de pas est employé selon le temps de vobulation réglé.

Modulation d'amplitude – AM

En modulation d'amplitude, un signal BF contenant l'information est superposé à une porteuse HF. Le degré de modulation détermine à quel point l'amplitude de la porteuse est influencée par le signal contenant l'information. Sur l'image de gauche, la courbe du haut représente le signal BF contenant l'information. Au-dessus, la porteuse est représentée avec un taux de modulation de 100%. Si le taux de modulation est réglé à 50%, alors sa représentation est celle située sur l'image de gauche.

Modulation FSK (Frequency Shift Keying)

Le mode de modulation FSK, aussi nommé codage fréquentiel, fournit un signal qui varie entre deux fréquences préalablement fixées. La première fréquence, aussi appelée porteuse (Carrier), et la deuxième fréquence aussi qualifiée de fréquence de saut (Hop). Cette variation dépend du signal, lequel est amené à l'entrée Trigger. La porteuse et le signal de saut peuvent être réglés en fréquence indépendamment l'un de l'autre.

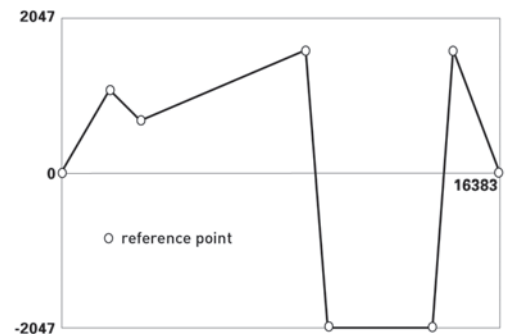
Modulation PSK (Phase Shift Keying)

Le mode de modulation PSK, aussi nommé codage de phase, fournit un signal, lequel modifie la phase dépendamment du signal Trigger. L'image montre un signal rectangulaire avec un niveau TTL de 5V. De la même manière, on peut y observer un signal sinusoïdal dont le niveau 0 correspond aux fronts du signal rectangulaire. Ceci n'est pas un signal sinusoïdal déphasé. Le deuxième signal sinusoïdal, tronqué, représente un signal PSK. Celui-ci est déphasé de 70° durant le niveau haut et de 0° durant le niveau bas.

Arbitraire

Les signaux arbitraires sont fournis sur une

base numérique et sont simples à définir. En général, un signal arbitraire comporte un nombre de valeurs d'amplitude, dont le classement temporel décrit la forme du signal durant une période. Les signaux peuvent être déterminés librement à l'intérieur des spécifications prédéfinies de l'appareil, et être sauvegardés dans celui-ci. Une fois qu'un signal arbitraire est défini, il peut être appelé comme toute autre forme de signal. Les signaux arbitraires peuvent être représentés de différentes manières : soit à l'aide du clavier situé sur le panneau avant et dans lequel est intégré le firmware Arbitrary-Editor, soit à l'aide d'une interface disponible en option. La prise en charge d'un signal par un oscilloscope est aussi possible. Le logiciel pour la transmission de données via l'interface série est disponible sur le site HAMEG.



Il est important d'observer que, pour des formes de courbes définies numériquement et librement, une partie des fréquences est contenue dans le spectre des harmoniques. Soyez prudents et pensez quelles conséquences la partie harmonique pourrait avoir dans les circuits à tester.

Bruits

Le HM8131-2 offre la possibilité de produire des bruits blancs ou roses. Bruit blanc signifie que les fréquences sont contenues dans une suite aléatoires dont les valeurs sont comprises dans l'intervalle $[0\text{Hz};]$. On entend par bruit rose un spectre de fréquence borné jusqu'à 100 kHz.

Tension d'offset

Au signal de sortie peut être ajoutée en tant qu'offset une tension continue positive ou négative. Le réglage de la tension d'offset est très simple. Il s'effectue avec le potentiomètre ou le clavier. La présence de la

tension d'offset en sortie est signalée par une LED. Deux signaux sont représentés sur le diagramme. La courbe située le plus en bas est sans offset et d'amplitude $10 V_{CC}$. La deuxième courbe a un offset de $+5V$. Cela signifie que le signal est alors décalé de $5V$ suivant le sens positif.

Compteur universel

Le compteur universel HM8123 possède 3 entrées de haute sensibilité et permet la mesure de signaux dans une plage de fréquence allant du continu à $2,6\text{ GHz}$.



Compteur universel HM8123 (figure similaire)

La haute résolution de 10 ns pour des mesures d'impulsion unique devient possible à l'aide d'une fréquence d'oscillateur de 200 MHz . Des fonctions de commande et Trigger sont à disposition via des entrées supplémentaires situées à l'arrière de l'appareil dont des entrées pour Trigger, Gate, et Arming ainsi que des sorties pour les représentations des signaux Trigger et Gate.

Mesures de fréquence

Une forte sensibilité d'entrée n'est pas toujours souhaitée pour des mesures de fréquences. Elle rend le compteur sensible aux bruits. C'est pourquoi les fréquences doivent être mesurées avec l'atténuation la plus élevée possible. Les signaux qui sont superposés à une tension continue doivent être filtrés par un condensateur de découplage. Le couplage AC est désavantageux avec une faible sensibilité seulement pour de très faibles fréquences. Un filtre passe-bas doit donc toujours être employé lorsqu'un signal d'entrée de fréquence faible est superposé à un signal indésirable de fréquence élevée.

Mesure d'intervalles de temps

En mode de fonctionnement Intervalle de temps A/B, le laps de temps entre un événement en entrée A (impulsion de départ) et

un événement en entrée B (impulsion d'arrêt) est mesuré. Lors de mesures de temps d'une source unique (par ex. la mesure de largeur d'impulsion), seule l'entrée A est prise en compte.

Mesure de la largeur d'impulsion

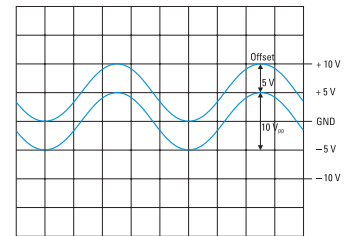
La mesure de la largeur d'impulsion est un cas particulier de la mesure d'intervalles de temps. Le signal mesuré est connecté à l'entrée A et est dirigé, en interne, vers l'entrée B. En réglant différemment les fronts de déclenchement pour les entrées A et B, la largeur d'impulsion peut être mesurée. La mesure débute via l'entrée A et s'arrête via la voie B.

Arming

Grâce au mode Arming, il est possible d'éviter qu'un processus de comptage soit déclenché à cause d'un signal d'entrée indésirable. L'entrée ARMING dispose d'une condition de déclenchement supplémentaire. Tant qu'un niveau bas TTL est présent à cette entrée, le compteur ne commence aucune nouvelle mesure. En effet la préparation pour une mesure est affectée par le compteur. La mesure est effectuée dès qu'un signal haut TTL est présent à l'entrée Gate, que les conditions de déclenchement sont acquittées et que le temps de synchronisation du départ est écoulé.

Gate

L'entrée Gate permet un contrôle total du début et de la fin de comptage. Quand cette fonction est sélectionnée et qu'un niveau bas TTL est présent à l'entrée Gate, le compteur met en place toutes les dispositions pour une mesure. Celle-ci commence lors de la présence d'un niveau haut TTL en entrée Gate et le déclenchement d'un signal d'entrée après l'écoulement du temps de synchronisation de départ. La mesure se termine, dès que le signal en entrée Gate passe à l'état bas. Le signal Gate a une priorité plus haute que le temps de porte.



Offset maximal : diagramme avec deux courbes sinusoïdales

Multimètre de précision HM 8112-3



Affichage 6 ½ chiffres significatifs (1.200.000 points)

Résolution de 100 nV, 100 pA, 100 μΩ, 0,01 °C/F

Précision de base 0,003 % en DC

Mesure de résistance 2 fils / 4 fils

Intervalle de mesures réglable de 0,1 à 60 s

Jusqu'à 100 mesures par secondes envoyées au PC

Mesure de valeurs efficaces vraies AC+DC et AC

Correction d'Offset

Interface RS-232

Cf. caractéristiques techniques p. 120

Élément de montage HZ42



Mesure de température
avec capteur



Wattmètre HM8115-2



Mesure de puissance jusqu'à 8 kW

Affichage simultané de la tension, du courant, et de la puissance

Mesure de la puissance active, puissance réactive, et puissance apparente

Affichage du facteur de puissance

Commutation automatique des gammes, simplicité d'utilisation

Adapté pour les mesures à fréquences variables

Gamme de fréquence DC jusqu'à 1 kHz

Interface RS-232 (logiciel inclus)

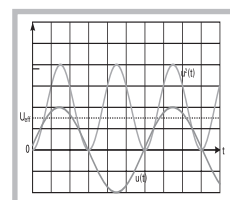
Cf. caractéristiques techniques p. 121



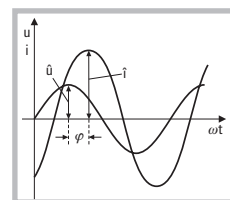
Adaptateur HZ815



Valeur efficace



Puissance réactive



Compteur universel 2,6 GHz HM 8123

3^{ème}
Trimestre



Figure similaire

HZ33, HZ34
Câble de mesure BNC/BNC



HZ42 Kit de montage en rack 19"



HZ20 Adaptateur BNC
Banane 4 mm



Gamme de fréquence de 0 Hz à 2,6 GHz

Base de temps de 200 MHz avec stabilité de 0,2 ppm

Deux entrées de 0 à 200 MHz

9 chiffres significatifs pour une durée de mesure de 1 seconde

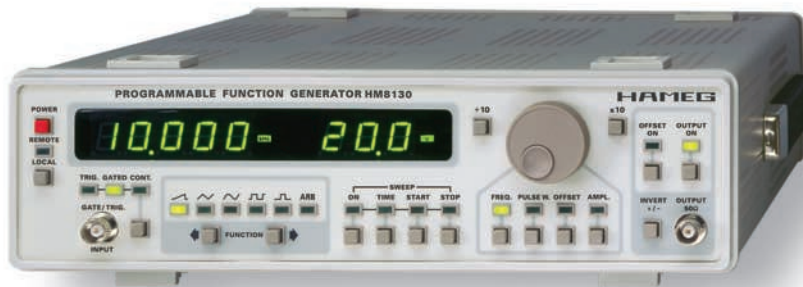
9 fonctions de mesures, fonction porte externe et mode armé

Entrée pour une base de temps externe
(signal de référence 10 MHz)

Cf. caractéristiques techniques p. 122



Générateur de fonctions 10 MHz HM8130



Gamme de fréquence : 10 mHz jusqu'à 10 MHz

Haute précision du signal et stabilité en amplitude

Tension de sortie $20 V_{CC}$, $10 V_{CC}$ sous 50Ω

Sortie protégée contre les courts-circuits et les surtensions

Temps de montée et descente pour un signal carré $< 10 \text{ ns}$

Réglage de largeur d'impulsion

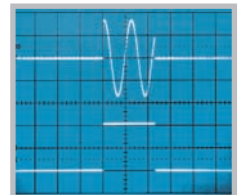
Affichage numérique de haute précision

Générateur de fonctions arbitraires 40 MSa/s

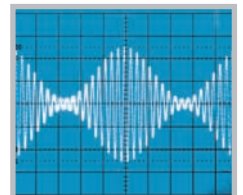
Commande synchrone, asynchrone et vobulateur

Cf. caractéristiques techniques p. 123

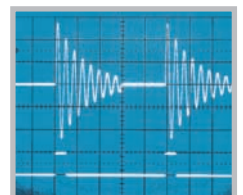
Signal sinusoïdal déclenché
par un signal porte



Signal sinusoïdal avec
modulation en amplitude



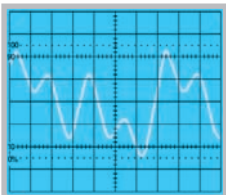
Signal arbitraire déclenché
sur une impulsion



Générateur de fonctions arbitraire 15 MHz HM8131-2



Signal mode arbitraire



Option H086 de haute précision



Option H0831 carte mémoire de type SRAM de 1MB



Gamme de fréquence 100 μ Hz à 15 MHz

Générateur de fonctions à synthèse numérique directe
(stabilité en fréquence de 10 ppm)

6 formes de signaux standard et arbitraire

Possibilité de brancher jusqu'à 3 générateurs en fonctionnement maître-esclave

Carte mémoire SRAM pour la sauvegarde des données
(Option H0831)

Haute stabilité en fréquence avec TXCO (Option H086)

Cf. caractéristiques techniques p. 124



Synthétiseur haute fréquence 1,2 GHz HM8134-3



Gamme de fréquence de 1 Hz à 1,2 GHz

Résolution en fréquence de 1 Hz (précision de 0,5 ppm)

Niveau de sortie de -127 dBm à +13 dBm

Haute pureté spectrale

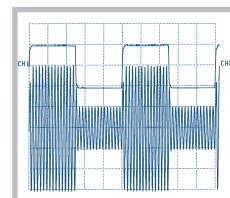
Modulation AM/FM/PM/Gate

Cf. caractéristiques techniques p. 125

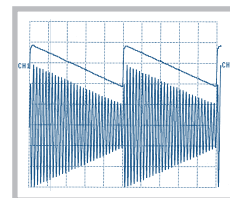
HZ42 Kit de montage en rack 19"



Source de modulation interne



Source de modulation interne



Synthétiseur haute fréquence 3 GHz HM8135

3^{ème}
Trimestre



Gamme de fréquence de 1 Hz à 3 GHz

Niveau de sortie de -144 dBm à +13 dBm

Haute précision en fréquence : $\pm 1 \times 10^{-8}$ en standard

Modulation AM, FM, ϕ M, Pulse, FSK, PSK

Modulation d'impulsion rapide : 200 ns

Générateur de modulation interne : 10 Hz à 300 kHz

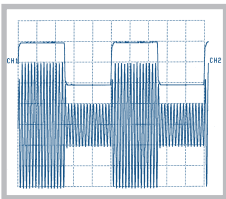
Haute pureté spectrale : harmonique < -35 dBc

Atténuateur électronique de 30 dB pour une large plage de niveau de sortie sans «glitch»

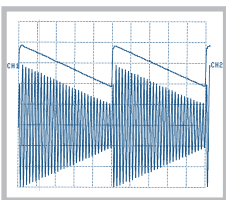
Interface standard RS-232/USB (IEEE-488 en option)

Cf. caractéristiques techniques p. 126

Source de modulation interne



Source de modulation interne



Alimentation de laboratoire HM 8143



Figure similaire

2x 0-30 V/0-2 A 5 V/0-2 A

Résolution d'affichage 10 mV/1 mA

Mode arbitraire (512 pas)

Mode Tracking (poursuite) pour des sorties 30 V

Modulation externe des tensions de sortie

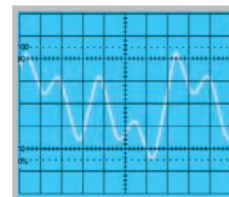
Utilisation comme charge électronique jusqu'à 60 W par voie
(max. 2 A)

Fonctionnement SENSE (mesure 4 fils)

Mode multimètre pour les sorties réglables

Cf. caractéristiques techniques p. 119

Signal arbitraire NF



Interface IEEE-488 (H0880)
(Fig. similaire)



H0890 Interface RS-232
(Fig. similaire)



Oscilloscopes

Analyseurs de spectre

Technique de mesure CEM

Alimentations

Appareils programmables
série 8100

Système modulaire série 8000

Testeur de composants

Options

Accessoires

Caractéristiques techniques



HAMEG

Système modulaire 8000

Le système modulaire 8000 HAMEG a fait ses preuves dans la pratique au travers de nombreuses années. Plus de 100.000 modules vendus prouvent les avantages du système modulaire. L'exemplaire rapport prix/performance et la très grande flexibilité de la technique de l'encastrement permettent de moduler votre poste d'essai rapidement et avantageusement suivant la tâche à effectuer. Afin d'économiser de la places, jusqu'à 5 appareils de base peuvent s'empiler les uns sur les autres. Ainsi 10 appareils se tiennent à votre disposition dans un encombrement réduit.

Des conceptions spécifiques peuvent être facilement intégrées dans un environnement de test au moyen du module vide HM800. Les tensions d'alimentation sont fournies par l'appareil de base.



Pour les écoles et les centres de formation, le système modulaire 8000 offre une alternative flexible et à moindre coût pour des équipements d'appareils de mesures traditionnels. Deux appareils modulaires peuvent être employés simultanément dans un ordre quelconque. Ainsi pour chaque poste, seulement un appareil de base HM8001-2 est nécessaire comme équipement de base. Les modules sont distribués aux étudiants selon les besoins des exercices.

Appareil de base HM8001-2

L'appareil de base HM8001-2 est l'unité de base, alimentée par le secteur, pour le système modulaire 8000 HAMEG. Deux modules peuvent être utilisés simultanément. Huit tensions d'alimentation flottantes et indépendantes les unes des autres sont à disposition pour les modules. 36W sont disponibles pour l'alimentation des deux modules. Normalement la consommation d'un module est inférieure à 12W. Seule l'alimentation HM8040-3 avec une puissance de sortie de 25W ne doit pas être employée avec une autre alimentation HM8040-3 en charge maximale. L'appareil de base est protégé thermiquement et électroniquement contre toute surcharge.

Avec l'option HO801, l'appareil de base possède 4 prises BNC sur la face arrière. Cela permet à quelques signaux des modules (HM8018, HM8021-4, HM8030-6) d'y être dirigés ou prélevés.

La stabilité mécanique de l'appareil de base permet d'empiler les uns sur les autres jusqu'à 5 appareils. Sur le dessus de l'appareil se trouvent des emplacements pour les pieds de l'appareil se tenant au dessus. Les appareils de base ne glissent pas et peuvent être empilés avec des oscilloscopes ou des appareils programmables.

Appareils de mesure

Le **multimètre numérique programmable HM8012** fait partie de toute paillasse. Il est idéal pour la mesure de tension jusqu'à 600V_{dc}/600V_{ac}, des gammes de courants de 500µA à 10A, mesure de résistance jusqu'à 50Mohm, test de diodes, mesure de température avec sonde PT100 ou mesure

de niveau. L'appareil de mesure affiche la valeur efficace vraie avec un facteur de crête 7 maximum. Au cours de l'analyse de signaux NF, la lecture peut être effectuée directement en dB. Avec la fonction d'offset, il est possible de compenser l'impédance des câbles ou de prélever des mesures de valeurs relatives.

Le logiciel fourni permet de piloter l'appareil et d'afficher automatiquement les valeurs mesurées. Le résultat est affiché en mode numérique et graphique. Ainsi, le HM8012 peut être intégré à tout moment comme multimètre de système en milieu de tests.

Bases de mesure

Abréviations et signes utilisés

W	Puissance active	P
VA	Puissance apparente	S
Var	Puissance réactive	Q
$u_{(t)}$	Tension instantanée	
$\overline{u_{(t)}^2}$	Tension quadratique	
\overline{u}	Tension moyenne arithmétique	
U_{eff}	Tension efficace	
\hat{U}	Tension crête	
I_{eff}	Courant efficace	
\hat{I}	Courant crête	
φ	Déphasage entre U et I	
$\cos \varphi$	Facteur de puissance pour des grandeurs sinusoïdales	
PF	Facteur de puissance (Power Factor) pour des grandeurs non sinusoïdales	

Moyenne arithmétique

$$\overline{x_{(t)}} = \frac{1}{T} \int_0^T x_{(t)} dt$$

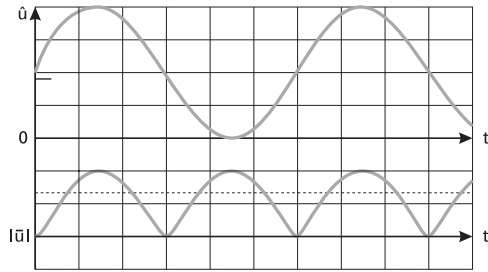
La moyenne arithmétique d'une période de signal est la valeur moyennée de toutes les valeurs prises par la fonction durant une période T. La moyenne d'un signal représente la partie continue.

- Si la valeur moyenne = 0, le signal est parfaitement alternatif.
- Pour des grandeurs continues, la valeur moyenne est la valeur instantanée.
- Pour des signaux mixtes, la moyenne correspond à la partie continue.

Valeur moyenne redressée

$$|\overline{x}| = \frac{1}{T} \int_0^T |x_{(t)}| dt$$

La valeur moyenne redressée est la moyenne arithmétique de la somme des valeurs instantanées. La valeur moyenne redressée est obtenue par redressement de la tension. La valeur moyenne redressée est calculée à l'aide de l'intégrale de la somme des valeurs des courants ou tensions prises sur une période.



Pour une tension alternative sinusoïdale $u(t) = \hat{u} \sin \omega t$, la valeur moyenne redressée vaut $2/\pi$ fois la valeur crête. Voici la formule de la valeur moyenne redressée d'un signal de forme sinusoïdale :

$$|\bar{u}| = \frac{1}{T} \int_0^T |\hat{u} \sin \omega t| dt = \frac{2}{\pi} \hat{u} = 0,637 \hat{u}$$

Valeur efficace

La valeur moyenne quadratique d'un signal représente la moyenne du signal quadratique.

$$\overline{x(t)^2} = \frac{1}{T} \int_0^T x(t)^2 dt$$

Si on calcule la racine de cette valeur moyenne quadratique, on obtient la valeur efficace X_{eff} du signal :

$$X_{\text{eff}} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T x(t)^2 dt}$$

Que ce soit avec des signaux de tensions alternatives ou continues, on aimerait utiliser les mêmes formules pour le calcul d'impédance, de puissance, etc.... La valeur efficace (en anglais «RMS» - Root Mean Square) a été définie à cause des grandeurs instantanées alternatives. La valeur efficace d'un signal alternatif produit le même effet qu'un signal continu correspondant.

Exemple :

Une lampe à incandescence alimentée sous une tension alternative de $230 V_{\text{eff}}$, consomme la même puissance et éclaire autant

qu'une lampe à incandescence alimentée sous 230V continu.

Pour une tension alternative sinusoïdale $u(t) = \hat{u} \sin \omega t$, la valeur efficace vaut $1/\sqrt{2}$ fois la valeur crête.

$$U = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T (\hat{u} \sin \omega t)^2 dt} = \frac{\hat{u}}{\sqrt{2}} = 0,707 \hat{u}$$

Facteur de forme

Une fois calculée, la valeur moyenne redressée d'un appareil de mesure multipliée avec le facteur de forme du signal mesuré fournit la valeur efficace. Le facteur de forme se calcule à partir de la valeur suivante :

$$F = \frac{U_{\text{eff}}}{|\bar{u}|} = \frac{\text{Valeur efficace}}{\text{Valeur moyenne redressée}}$$

Avec une grandeur alternative parfaitement sinusoïdale, le facteur de forme vaut :

$$\frac{\pi}{2\sqrt{2}} = 1,11$$

Facteurs de forme	Facteur de crête	Facteur de forme
C	F	
	$\sqrt{2}$	$\frac{\pi}{2\sqrt{2}} = 1.11$
	$\sqrt{2}$	$\frac{\pi}{2\sqrt{2}} = 1.11$
	2	$\frac{\pi}{2} = 1.57$
	$\sqrt{3}$	$\frac{2}{\sqrt{3}} = 1.15$

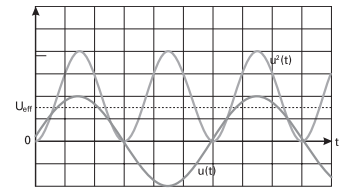
Facteur de crête

Le facteur de crête décrit de quel facteur l'amplitude d'un signal est supérieure à la valeur efficace. Ce facteur est important lors des mesures de formes de signaux déformés.

$$C = \frac{\hat{u}}{U_{\text{eff}}} = \frac{\text{Valeur crête}}{\text{Valeur efficace}}$$

Pour des grandeurs alternatives purement sinusoïdales, le rapport a la valeur suivante :

$$\sqrt{2} = 1,414$$



Valeur efficace

Si le facteur de crête maximum admissible pour un appareil de mesure est dépassé, alors les valeurs calculées sont inexactes.

L'exactitude de la valeur efficace calculée dépend du facteur de crête et se dégrade avec un plus grand facteur de crête du signal mesuré. L'annonce du facteur crête maximal admissible (caractéristiques techniques) est en rapport avec la fin de la gamme de mesure. Si seulement une partie de la gamme de mesure est utilisée (par ex. 230V dans la gamme 500V), alors le facteur de crête du signal doit être plus grand.

Mesure de la valeur relative

Au cours de la mesure de la valeur relative, la divergence est calculée par une valeur de référence. C'est pour cela que la valeur de référence est mesurée en premier. Ensuite, on actionne le bouton Hold/Offset du HM8012. La valeur de référence mesurée est sauvegardée. En mode Offset, la valeur de référence est alors soustraite à chacune des valeurs saisies. L'écart relatif est par conséquent affiché par la valeur de référence préalablement enregistrée. Cette fonction permet d'être utilisée pour compenser la résistance des câbles lors de mesures de résistances 2 fils. Les deux câbles de mesure sont court-circuités à l'endroit mesuré. La valeur de résistance des câbles mesurée est alors sauvegardée comme valeur de référence. En mode Offset, cette valeur de référence est soustraite à la valeur de résistance mesurée. Reste la «vraie» valeur de résistance que nous avons cherchée à mesurer.

$$R_m = R + R_L + R_L$$

Test de diodes et semi-conducteurs

Pour cette fonction, l'appareil de mesure dispose d'un courant constant qui est de 1 mA pour le HM8012. Le semi-conducteur ou la diode est alors connecté(e) au testeur. Si la diode est polarisée dans le sens direct, la tension de fonctionnement est indiquée au point de fonctionnement.

Avec le HM8014, il est même possible de mesurer la tension directe avec 3 points de fonctionnement différents (0,2 mA, 2 mA, 20 mA). Si la diode est polarisée en inverse, l'appareil affiche «Overflow».

Le milliohmètre HM8014 convient par-

faitement pour mesurer de manière précise de petites résistances. Que ce soit pour l'examen de résistances ohmiques de bobines, de transformateurs, et de moteur ou pour détecter les courts-circuits sur les circuits imprimés.

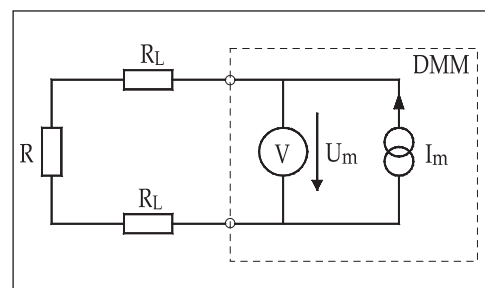
Grâce à la faible tension de mesure allant de 4 mV à 200 mV et au faible courant de mesure allant de 10 µA à 20 mA, des mesures sur des circuits intégrés sont possibles sans que des éléments semi-conducteurs ne faussent le résultat de la mesure. Le faible courant de mesure permet aussi d'examiner des éléments fragiles. Pour toutes les mesures, la valeur de la résistance peut être signalée par un signal sonore provenant d'un haut-parleur intégré ou d'un écouteur. Le volume est à réglage continu. De plus, le HM8014 offre la possibilité de tester les semi-conducteurs à l'aide de 3 courants de test différents.

Mesure de résistance 2 fils

Il circule un courant induit à travers la résistance R à tester et les câbles de mesure R_L . La chute de tension est mesurée aux bornes de R. Il existe aussi une petite chute de tension dans les câbles de mesure R_L . C'est pourquoi il faut veiller, lors de mesures de petites résistances, à ce qu'une compensation précise de l'impédance des câbles de mesure ait été effectuée avec la correction d'Offset.

Pour cela, les deux câbles de mesures sont reliés aux bornes du composant à tester, ce qui correspond à un court-circuit. Les sources d'erreur comme l'impédance des câbles et les impédances de jonctions sont ainsi éliminées.

Si une correction d'Offset n'est pas effectuée, cela engendre, pour, une valeur mesurée qui correspond à la somme de toutes les

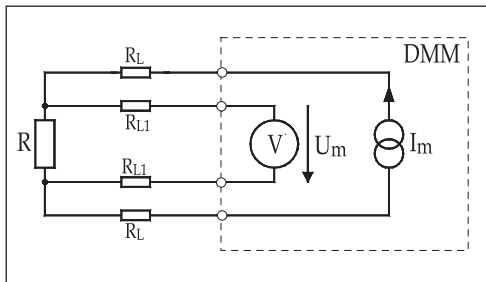


Principe de la mesure de résistance 2 fils

impédances traversées au cours de la mesure R_m . est alors trop grande par rapport aux impédances de câbles et de jonctions.

Mesure de résistance 4 fils

Pour que les problèmes, rencontrés à travers les impédances de câble, n'apparaissent pas, on emploie pour la mesure de petites résistances, la technique de mesure 4 fils (principe Kelvin). Au cours de la mesure 4 fils, il circule également un courant induit à travers l'impédance à évaluer. Afin d'éliminer l'impact des câbles de mesure, la chute de tension aux bornes de R est mesurée directement avec deux fils supplémentaires. La chute de tension mesurée est proportionnelle à la valeur de résistance R .



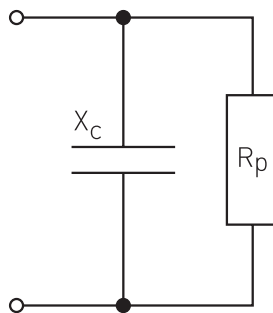
Principe de mesure de résistance 4 fils

Les connexions « extérieures » de la mesure de résistance 4 fils induisent, via l'impédance des câbles R_L , le courant de mesure dans la résistance à mesurer.

Les câbles de mesures « intérieurs » avec les impédances de câbles R_{L1} sont branchés à l'entrée « SENSE » de l'appareil de mesure lequel possède un étage d'entrée haute impédance, d'où une chute de tension négligeable aux bornes de R_{L1} (SENSE).

Avec le **LC-mètre HM8018**, vous obtenez un appareil équipé de façon complète. Il utilise 3 fréquences d'oscillateur différentes, qui sont commutées automatiquement lors de la sélection de la gamme de mesure. Avec le HM8018 vous pouvez évaluer, outre les inductances et les capacités, la résistance série des bobines et la résistance parallèle des condensateurs. Avec ces grandeurs, il est possible, en calculant de manière simple, de déterminer les facteurs de qualité et de perte. Un principe particulier de mesure permet de séparer facilement la partie imaginaire de la partie réelle jusqu'à un angle de phase de 45° , avec une précision de $\leq 1\%$.

Facteur de dissipation d'un condensateur



$$\tan \delta = \frac{G_p}{B_c}$$

$$\tan \delta = \frac{X_c}{R_p}$$

$$Q = \frac{1}{\tan \delta}$$

$$\delta = 90^\circ - \varphi$$

$\tan \delta$ Facteur de dissipation

G_p Conductance

B_c Susceptance capacitive

X_c Capacité

R_p Résistance

Q Facteur de qualité

δ Angle de dissipation

φ Angle de déphasage entre U et I

Facteur de dissipation d'une bobine



$$\tan \delta = \frac{R}{X_L}$$

$$Q = \frac{1}{\tan \delta}$$

$$\delta = 90^\circ - \varphi$$

$\tan \delta$ Facteur de dissipation

X_L Inductance

R Résistance

Q Facteur de qualité

δ Angle de dissipation

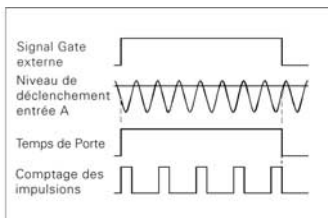
φ Angle de déphasage entre U et I

Compteur universel

Le **compteur universel HM8021-4** possède 2 entrées à haute sensibilité et permet la mesure de signaux dans une gamme de fréquence allant du continu à 1,6 GHz. Un oscillateur à quartz compensé en température assure la haute stabilité exceptionnelle de 0,5 ppm sur l'ensemble de la gamme de température de travail. Les mesures de fréquence, de période, de temps et pause d'impulsion, font du HM8021-4 un appareil de mesure universel. Les fonctions HOLD, Offset et Trigger automatique vous simplifient l'adaptation aux différentes fonctions de mesures. La fonction de Trigger automatique, le réglage manuel du déclenchement, et le couplage d'entrée commutable sont d'une aide précieuse pour la mesure de signaux complexes. Avec l'option prise BNC H0801 située à l'arrière de l'appareil, vous avez à disposition un signal Gate externe pour la commande du temps de porte.

Gate externe

L'entrée Gate externe (avec option H0801 pour l'appareil de base) permet le contrôle du début et de fin de comptage. Lorsque cette fonction est sélectionnée et si un signal TTL-bas est présent à l'entrée Gate externe, le compteur prépare la mesure. Celle-ci débute avec le passage au niveau haut du signal TTL de l'entrée Gate et avec le déclenchement du signal d'entrée après le temps de synchronisation de départ. La mesure se termine dès que le signal Gate externe passe au niveau bas.



Signal Gate externe

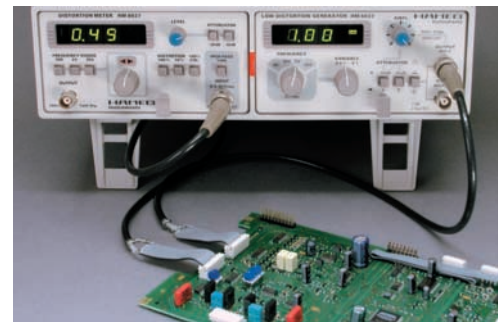
Distorsiomètre

Le **distorsiomètre HM8027** mesure quelle part de distorsion est présente dans un signal sinusoïdal. Cette part est affichée en pourcentage du signal introduit. En raison du faible taux de distorsion propre de 0,005 % (1 kHz), il est ce qu'il y a de mieux pour procéder à des mesures sur des systèmes audio de haute qualité. La sortie de contrôle du HM8027 fournit la partie des ondes harmoniques du signal mesuré pour une visualisation à l'aide d'un oscilloscope. Ainsi, une appréciation ultérieure du bruit et de la distorsion est possible. La syntonisation semi-automatique en fréquence avec

une gamme de départ de 15% permet une utilisation aisée du distorsiomètre.

Taux de distorsion harmonique

Quand un signal est généré par un système non linéaire ou que circule un tel signal, il se crée des distorsions. Les distorsions harmoniques, comme elles apparaissent dans des générateurs de signaux, consistent en de multiples entiers de la fréquence générée. Ces harmoniques sont aussi désignées sous le nom d'ondes harmoniques. Elles va-



Mesure de distorsion avec HM8037 et HM8027

rient en amplitude et en phase et sont calculées, lors de mesures du taux de distorsion, comme valeur efficace. Le taux de distorsion est à l'onde harmonique ce qu'est la valeur efficace à l'ensemble du signal. On différencie le taux de distorsion k , aussi appelé taux de distorsion total, du taux de distorsion de rang n . Le taux de distorsion de rang n est à l'onde harmonique de rang n ce qu'est la valeur efficace à l'ensemble du signal. Le distorsiomètre HM8027 calcule le taux de distorsion k

$$k = \frac{\sqrt{U_{2f_1}^2 + U_{3f_1}^2 + U_{4f_1}^2 + \dots}}{U_{\text{tot}}}$$

k = facteur de distorsion (sans dimension)

$U_{2f_1}, U_{3f_1}, U_{4f_1}, \dots$ = tensions d'ondes harmoniques

f_1 = fréquence du signal mesuré

U_{total} = tension du signal global

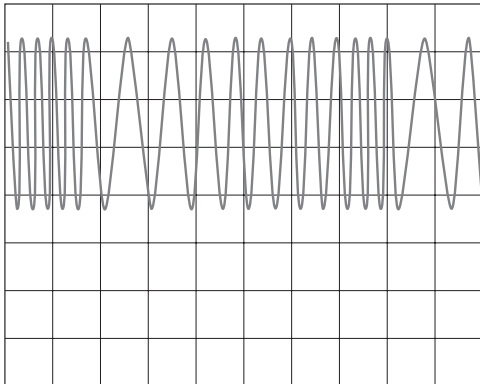
(toutes les tensions sont des valeurs efficaces)

Générateurs de signaux

HAMEG offre avec les générateurs de signaux pour les systèmes modulaires 8000 une alternative économique aux appareils «Stand Alone». D'après le choix de votre uti-

lisation, vous pouvez opter parmi le générateur de fonction HM8030-6, un générateur d'impulsion HM8035 ou le générateur sinusoïdal à faible Distorsion HM8037.

Le **générateur de fonction HM8030-6** avec ses 4 fonctions standards : sinusoïde, rectangle, triangle, et impulsion possède une bonne qualité de signal et une bonne stabilité en amplitude. Avec son court temps de montée (< 15 ns) et la possibilité de vobuler des signaux en interne ou en externe, il est indispensable à chaque paillasse. Ses sorties sont protégées contre les courts-circuits et contre les tensions extérieures jusqu'à 45V. Ce qu'il se fait de mieux pour les travaux pratiques dans les écoles et centres de formation.



Signal vobulé

Le **générateur sinusoïdal à faible Distorsion HM8037**, avec son taux de distorsion extrêmement faible, est un appareil de grande valeur pour la génération de signaux sinusoïdaux pauvres en harmoniques. Une large gamme de fréquence par pas de 6 décades allant de 5 Hz à 50 kHz et la grande constante en amplitude conviennent parfaitement pour des mesures d'amplificateurs et de filtres. Dans la gamme de fréquences inférieures, la résolution est de 0,1Hz. La sortie avec est protégée contre les courts-circuits et peut être atténuée jusqu'à 60dB avec deux atténuateurs. La sortie synchrone, avec un d'environ 1kΩ, délivre 2 en circuit ouvert et est aussi protégée contre les courts-circuits. Avec un interrupteur, vous avez la possibilité de prélever des signaux avec ou sans liaison à la terre. Cela signifie que les masses du signal et de la carcasse peuvent être séparées (mode flottant). Cela évite ainsi tout parasite provenant de circuit relié à la terre. Le HM8037

associé au distorsiomètre HM8027 constituent un système de mesure à la fois compact et économique.

Le **générateur d'impulsion HM8035** possède un temps de montée très court de 2ns (valeur typique). Il est possible de régler son rapport cyclique dans une grande plage. Outre la possibilité de créer un train d'impulsions, il est possible de ne générer qu'une seule impulsion. Le HM8035 possède une sortie Trigger compatible TTL et une entrée pour déclenchement externe ou manuel. Les deux sorties possèdent une impédance de 50Ω et délivrent des signaux de sorties complémentaires, positif et négatifs de 2 et 5. La sortie de déclenchement et les sorties de signal sont protégées contre les courts-circuits.

Alimentation HM8040-3

Le module d'alimentation, appartenant au système modulaire 8000, est particulièrement compact et robuste, il a été spécialement conçu pour l'alimentation en tension et en courant des circuits de tests dans les centres de formation, de service et de recherche. Le HM8040-3 possède une régulation série linéaire et fournit avec ses 3 tensions indépendantes les unes des autres une puissance totale de 25W.



En plus de sa faible ondulation résiduelle et de sa bonne tenue en régulation, le HM8040-3 offre une excellente qualité pour un rapport prix/performance optimal.

Appareil de base HM8001-2



Le HM 8001-2 est vendu sans module

Système modulaire



Possibilité d'empiler jusqu'à 5 appareils de base



Option H0801- 4 connecteurs BNC situés à l'arrière de l'appareil



Unité de base pour les modules encastrables appartenant au système modulaire

Alimentation pour 2 modules

Tension régulée électroniquement et protégée contre les courts-circuits et surcharges

Transformateur avec fusible thermique

Possibilité d'empiler jusqu'à 5 unités

Module HM800 disponible pour la construction d'instrument personnalisé par le client

4 connecteurs BNC peuvent être montés à l'arrière de l'appareil (option H0801) pour transmettre ou prélever des signaux à certains modules comme le HM8018, HM8021, HM8030-6

Cf. caractéristiques techniques p. 127

Appareil de base HM8003



L'appareil de base est vendu sans le module présenté sur l'illustration.

Unité de base pour les modules encastrables appartenant au système modulaire

Alimentation pour 1 module

Gain de place

Tensions continues réglées électroniquement, flottantes et protégées contre les courts-circuits

Module HM800 disponible pour la construction d'instrument personnalisé par le client

Cf. caractéristiques techniques p. 127

Appareil de base HM8003 sans module



HM800 module vide



4³/₄ - Multimètre numérique HM8010



Sonde de température HZ812



HZ15 livré avec l'appareil



Système modulaire



Affichage numérique 5 chiffres, 50.000 points, précision de 0,05 %

Choix des mesures manuel ou automatique

Résolution max. 10 μ V, 0,01 dB, 10 nA, 10 m Ω , 0,1°C/°F

Fonction offset et mesure de la valeur efficace intégrées aux fonctions de base

Résistance d'entrée >1 G Ω (0,5 V et 5 V en mode DC)

Module encastrable dans l'appareil de base HM8001-2 ou HM8003

Cf. caractéristiques techniques p. 127

Multimètre numérique à changement de gamme automatique HM8012



Affichage numérique 5 chiffres, 50.000 points, précision de 0,05 %

Choix des mesures manuel ou automatique

Résolution max. 10 μ V, 0,01 dB, 10 nA, 10 m Ω , 0,1°C/°F

Fonction offset et mesure de la valeur efficace intégrées aux fonctions de base

Résistance d'entrée >1 G Ω (0,5 V et 5 V en mode DC)

Interface RS-232

Logiciel pour la commande et transmission des valeurs mesurées

Module encastrable dans l'appareil de base HM8001-22 ou HM8003

Cf. caractéristiques techniques p. 127

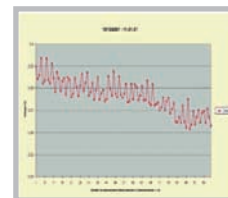
HZ15 livré avec l'appareil



Logiciel WDM8012 livré avec l'appareil



Logiciel WDM8012 livré avec l'appareil



Milliohmètre numérique HM8014



Option HZ19 pincette de mesure



HZ17 livré avec l'appareil



Option HZ18 câble de mesure Kelvin



Plage de mesure de 200 m Ω à 20 k Ω

Résolution de 100 $\mu\Omega$ avec une précision de 0,25 %

Mesure de résistance 4 fils

Faible tension de mesure de 4 mV à 200 mV

Faible courant de mesure 10 μA à 20 mA

Module encastrable dans l'appareil de base HM8001-2 ou HM8003

Cf. caractéristiques techniques p. 128

Wattmètre 3 kW HM8015



Mesure de puissance jusqu'à 3 kW

Mode de mesure automatique, facilité d'utilisation

6 fonctions de mesures

Affichage du facteur de puissance

Gamme de fréquence jusqu'à 1 kHz

Mesure de puissance en mode DC

Module encastrable dans l'appareil de base HM8001-2 ou HM8003

Cf. caractéristiques techniques p. 129

Appareil de base HM 8001-2



Appareil de base HM 8003



Adaptateur HZ815



LC - mètre numérique HM8018



Figure similaire

Option H0801 présentée
page 72



Appareil de base HM8003



Option HZ18 câble de
mesure Kelvin



Fonctions de mesure : L, C, R

Affichage 3½ chiffres, 2.000 points, précision 0,5%

Mesure 4 points

Résolution max. : 0,1 pF, 0,1 μH, 10 mΩ, 0,01 μS

Polarisation interne pour condensateurs électrochimiques

Compensation de la capacité des câbles avec cordon de
mesure Kelvin

Tension alternative proportionnelle à l'affichage à l'écran en
sortie de la connexion BNC située à l'arrière de l'appareil
(option H0801)

Module encastrable dans l'appareil de base HM8001-2 ou
HM8003

Cf. caractéristiques techniques p. 129

Compteur universel 1,6 GHz HM8021-4



Gamme de fréquence de 0 Hz à 1,6 GHz

Base de temps de 10 MHz avec une stabilité de 0,5 ppm (TCXO)

Entrée A :

Impédance d'entrée 1 M Ω , sensibilité de 20 mV_{eff}

Entrée C :

Impédance d'entrée 50 Ω , sensibilité de 30 mV_{eff}

Résolution de l'intervalle de temps : 10 ps

Offset disponible dans toutes les gammes de mesure

Entrée GATE (en association avec le H0801)

Module encastrable dans l'appareil de base HM8001-2 ou HM8003

Cf. caractéristiques techniques p. 129

Appareil de base HM 8001-2



Option H085, oscillateur à haute stabilité



Option H0801 présentée page 72



Distorsiomètre HM8027



Gamme de fréquence de 20 Hz à 20 kHz

Résolution jusqu'à 0,01 %

Faible taux de distorsion propre 0,005 %

Asservissement de la fréquence avec une zone d'accrochage de 15 %

Sortie de contrôle du taux de distorsion résiduelle

Mesure de signaux audio en association avec le HM8037

Module encastrable dans l'appareil de base HM8001-2 ou HM8003

Cf. caractéristiques techniques p. 130

Appareil de base HM 8001-2



Câbles de mesure HZ32



Générateur de signaux
sinusoïdaux a faible taux de
distorsion



Générateur de fonctions 10 MHz HM8030-6



Gamme de fréquence de 50 mHz à 10 MHz

Haute précision du signal et stabilité en amplitude

Taux de distorsion < 0,5 % jusqu'à 1 MHz

Tension de sortie $20 V_{CC}$ ($10 V_{CC}$ à 50Ω)

Sortie protégée des courts-circuits et des surcharges

Temps de montée et de descente < 15 ns

Vobulation interne et externe

Réglage de la largeur d'impulsion

Affichage numérique de haute précision

Module encastrable dans l'appareil de base HM8001-2 ou HM8003

Cf. caractéristiques techniques p. 131

Option H0801 présentée
page 72



Câbles de mesure
BNC/BNC HZ33, HZ34



Adaptateur BNC/fiche
banane



Générateur d'impulsions HM8035



Plage de fréquence de 2 Hz à 20 MHz

Durée d'impulsion de 20 ns à 200 ms avec un rapport cyclique de 99,9999 %

Signal de sortie positif ou négatif sur chacune des deux voies

Déclenchement d'une simple impulsion

Temps de montée < 3 ns

Tension de sortie 0,8 - 5 V_{pp} à 50 Ω

Module encastrable dans l'appareil de base HM8001-2 ou HM8003

Cf. caractéristiques techniques p. 131

Appareil de base HM 8001-2



Câbles de mesure HZ33,
HZ34



HZ24 lot de 4 atténuateurs



Générateur sinusoïdal à faible distorsion 50 kHz HM8037



Gamme de fréquence de 5 Hz jusqu'à 50 kHz

Associé au module HM8027, il forme un système de mesure complet pour le domaine des signaux audio

Affichage numérique à 3 chiffres

Haute stabilité en amplitude

Taux de distorsion < 0,01 % (20 Hz-10 kHz)

Tension de sortie $1,5 V_{\text{eff}}$ à 600Ω

Module encastrable dans l'appareil de base HM8001-2 ou HM8003

Cf. caractéristiques techniques p. 132

Appareil de base HM 8001-2



Câbles de mesure HZ33, HZ34



Distorsiometre HM 8027



Alimentation triple HM8040-3



Appareil de base HM 8001-2



Appareil de base HM 8003



Câbles de mesure en
silicone



2 Sorties 0-20 V/0,5 A 1 Sortie 5 V/1 A

Affichage numérique à 3 chiffres, indépendant pour le courant et la tension

Résolution d'affichage 0,1 V/1 mA

Limitation du courant réglable

Régulation linéaire

Faible ondulation résiduelle et faible niveau de bruit

Bouton poussoir pour activer/désactiver les sorties

Fusible électronique

Module encastrable dans l'appareil de base HM8001-2 ou HM8003

Cf. caractéristiques techniques p. 119

Module vide HM800



Module pour création d'appareil personnalisé

Guides prévus sur les côtés pour l'insertion de circuits imprimés

Façade du châssis artificiel pour un remaniement plus rapide

Module alimenté par le HM8001-2 ou HM8003

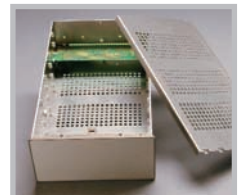
Tension d'alimentation possible :
cf. HM8001-2 ou HM8003

Module encastrable dans l'appareil de base HM8001-2 ou HM8003

Appareil de base HM 8001-2



Aperçu de l'intérieur d'un module vide



Adaptateur de modules



Oscilloscopes

Analyseurs de spectre

Technique de mesure CEM

Alimentations

Appareils programmables
série 8100

Système modulaire série 8000

Testeur de composants

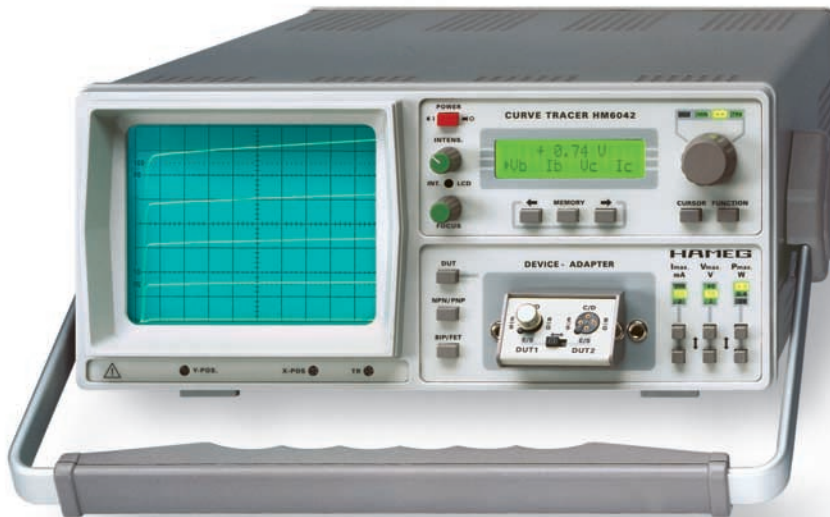
Options

Accessoires

Caractéristiques techniques



Traceur de caractéristiques HM6042



Mesure les caractéristiques des :
Transistors, MOSFET, diode, diode Zéner, LED, thyristors

Détermination des 5 premières courbes dynamiques et affichage à l'écran

Ecran LCD avec affichages des paramètres et de la valeur de la mesure dynamique correspondant au curseur à l'écran

Calcul automatique des paramètres y et h

Possibilité de sauvegarder les mesures pour les comparer à un semi-conducteur de même type

Utilisation logique et intuitive des touches

HZ820 : pour une sélection plus rapide de paires de transistors entre DUT1 et DUT2 (U_{test} max. 40 V)

Cf. caractéristiques techniques p. 132

HZ 820 accessoire livré avec l'appareil



Oscilloscopes

Analyseurs de spectre



Technique de mesure CEM

Alimentations

Appareils programmables
série 8100

Système modulaire série 8000

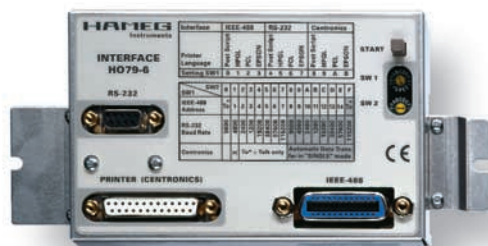
Testeur de composants

Options

Accessoires

Caractéristiques techniques

Interface multifonctions H079-6



Connexion bidirectionnelle à l'instrument via le standard SCPI (réception et transmission des données)
Impression directe des données du signal (sans PC)

Interface IEEE-488

Prise 24 points suivant IEEE-488

En mode « Device » : accepte toutes les commandes du contrôleur de Bus

Mode « Talk only »

Interface RS-232 Full Duplex d'après la norme V.24

Connecteur 9 broches prise femelle type D-Sub

Détection automatique de la vitesse de transmission (Baud rate)

Débit allant de 1.200 à 115.200 Baud

Interface parallèle (Centronics)

Connecteur 25 broches prise femelle type D-Sub

Format d'impression : PostScript, HPGL, PCL et Epson

Avec l'interface multifonctions H079-6, il est possible d'imprimer avec une imprimante ordinaire, les données saisies à l'aide d'un oscilloscope en mode numérique. En appuyant sur le bouton Start, les données sont transmises directement à l'imprimante via l'une des 3 interfaces. Un PC est, dans ce cas, inutile. L'oscilloscope est piloté par les interfaces bidirectionnelles IEEE-488 ou RS-232. Les données saisies et les paramètres peuvent y être lues et traitées ultérieurement avec un PC. La connexion d'interface est très simple. Après le branchement à l'arrière de l'appareil, la connexion se fait automatiquement avec l'interface et l'alimentation.

L'interface H079-6 est compatible avec les oscilloscopes suivants : HM407, HM507, HM1507



Carte PCI 32 bits pour IEEE-488 (H082)



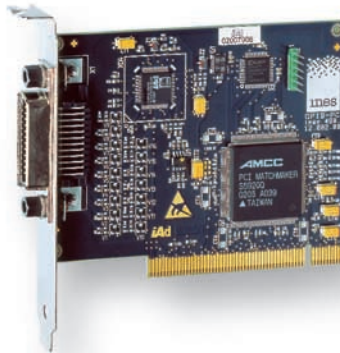
Câble d'interface IEEE HZ72S



Câble d'interface IEEE HZ73



Carte PCI/PCMCIA pour interface IEEE-488 H082 / H083



H082 : interface PC pour bus PCI 32 bit (IEEE-488, IEEE-488.2)

H083 : interface PC au format PCMCIA (IEEE-488, IEEE-488.2)

Connecteur 24 broches d'après la norme IEEE -488 (prise femelle)

Possibilité de connecter jusqu'à 15 appareils sur un bus IEEE -488

Pilote et logiciel de communication pour
GPIB, HP-IB, SCPI, SICL/TULIP NI-VISA

Librairie C pour quelques programmations

Compatible Windows® 95, 98, ME, NT, 2000, XP

H082/H083 : le pilote GPIB s'installe automatiquement et la carte fonctionnelle est testée et initialisée. Pour la programmation en langage clair, un interprète de commande est utilisé. Celui-ci crée une interface entre le langage haut niveau et le BIOS de la carte. 26 langages de programmation sont référencés. La syntaxe d'une commande GPIB est examinée et l'erreur affichée. Le contrôle du bus en temps réel permet d'examiner les utilisateurs de l'IEEE-488 et affiche l'état du bus et son fonctionnement.

Compatible : HP-VEE, HP Bench Link, HAT-Basic, DT-VEE, TestPoint, Viewdac, Asyst®, Asystant®, DASYLab®, DIA/DIAGO-Pc®, DigiS, disylab, DaDisp488, DISAN, FRAME/FAMOS®, LabWindows®, LabView®, agilent®VEE.

H080-2 : pilote et logiciel supporte Quickbasic, MS-Basic, Turbo Pascal et MS-Quick C. Système d'exploitation MS-DOS à partir de la version 5.0

H080-3 : pilote et logiciel pour GPIB-PCW, GPIB-HS-NT+. Système d'exploitation Windows® 3x, 9x, NT4.0, 2000 et ME.

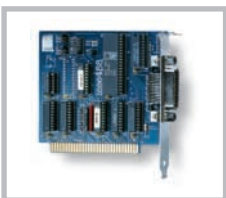
Carte PCMCIA pour IEEE-488 (H083)



Carte PCI avec connecteur ISA 16 bits pour IEEE-488 (H080-3)



carte PCI avec connecteur ISA 8 bits pour IEEE-488 (H080-2)



Interface Bus IEEE-488 H0880



Figure similaire

Interface IEEE-488

Connecteur 24 broches d'après la norme IEEE-488 (prise femelle)

Isolation galvanique de l'instrument de mesure et de l'interface

Possibilité de connecter jusqu'à 15 appareils sur un bus IEE-488

A installer sur les appareils programmables Série 8100



Interface RS-232 H0890



Figure similaire

Interface RS-232 d'après la norme V.24

Connecteur 9 broches prise femelle type D-Sub

Isolation galvanique de l'instrument de mesure et de l'interface

A installer sur les appareils programmables Série 8100



Oscilloscopes

Analyseurs de spectre

Technique de mesure CEM

Alimentations

Appareils programmables
série 8100

Système modulaire série 8000

Testeur de composants

Options

Accessoires

Caractéristiques techniques



HZ10 Câble de mesure enveloppé de silicone

Câble de mesure enveloppé de silicone avec fiche cigogne

Longueur :	1,0 m
Unité à l'emballage :	5 pièces
HZ10S	couleur : noir
HZ10R	couleur : rouge

HZ15 Câble de mesure enveloppé de PVC

Câble de mesure avec pointes de test et fiches de sécurité

Couleur :	noir et rouge
Longueur :	1,0 m
Unité à l'emballage :	1 pièce de chaque couleur

HZ17 Câble pour mesure 4 points

Câble pour mesure 4 points avec pointes de test et fiche DIN 5 broches pour HM8014

Unité à l'emballage :	1 pièce
-----------------------	---------

HZ18 Câble de mesure Kelvin

Câble de mesure Kelvin avec pinces kelvin dorées, fiche DIN 5 broches et masse de protection sur pince crocodile, pour HM8014 et HM8018

Unité à l'emballage :	1 pièce
-----------------------	---------

HZ19 pincette de mesure SMD

Câble de mesure Kelvin avec pincette de mesure SMD fiche DIN 5 broches pour HM8018

Unité à l'emballage :	1 pièce
-----------------------	---------

HZ16 Câble de mesure avec 2 mini grip-fils



Câble de mesure enveloppé de silicone avec fiche BNC et 2 mini grip-fils

Unité à l'emballage : 1 pièce

HZ31 Câble de mesure 50 Ω



Câble de mesure 50 Ω, BNC - BNC coudé de sécurité

Longueur : 1,0 m

Unité à l'emballage : 1 pièce

HZ32 Câble de mesure



Câble de mesure BNC - fiche banane 4 mm

Longueur : 1,0 m

Unité à l'emballage : 1 pièce

HZ33 / HZ34 Câble de mesure 50 Ω



Câble de mesure 50 Ω, BNC - BNC, fiche BNC droite

Longueur : 0,5 m - HZ33

Unité à l'emballage : 1 pièce

Longueur : 1,0 m - HZ34

Unité à l'emballage : 1 pièce

HZ33S / HZ34S Câble de mesure 50 Ω



Câble de mesure 50 Ω, BNC - BNC, fiche BNC droite, isolé

Longueur : 0,5 m - HZ33S

Unité à l'emballage : 1 pièce

Longueur : 1,0 m - HZ34S

Unité à l'emballage : 1 pièce

H Z 2 0 Adaptateur

Adaptateur pour fiche BNC - prises banane 4 mm

Emploi : fiche BNC
avec 2 prises 4 mm

Unité à l'emballage : 1 pièce

H Z 2 1 Adaptateur

Adaptateur pour fiche N - prises BNC

Emploi : fiche N avec prise BNC

Unité à l'emballage : 1 pièce

H Z 2 2 Charge de passage 50 Ω

Terminaison 50 Ω, 1 GHz, 1 Watt

Emploi : fiche BNC - prise BNC

Unité à l'emballage : 1 pièce

H Z 2 4 Atténuateurs 50 Ω

1 jeu d'atténuateurs 50 Ω avec atténuation de 3/6/10/20 dB (1 GHz, 1 Watt) et un pièce HZ22

Unité à l'emballage : 1 jeu

H Z 2 6 Adaptateur BNC en T

Adaptateur BNC en TUG274, 50 Ω

Emploi : fiche BNC - 2 prises BNC

Unité à l'emballage : 1 pièce

HZ 200 Sonde 1:1 / 10:1 conçue pour HM1000, HM1008, HM1500 et HM1508



Rapport de division :	10:1
Bande passante :	250 MHz
Temps de montée :	< 2,4 ns
Impédance d'entrée :	10MΩ 12 pF
Tension max. :	400V (DC + Crête AC)
Compensation LF	1
Compensation RF	2
Longueur :	1,2 m
Identification de facteur de sonde	

HZ 51 Sonde 10:1



Rapport de division :	10:1
Bande passante :	150 MHz
Temps de montée :	< 2,4 ns
Impédance d'entrée :	10 MΩ 12 pF
Tension max. :	600V (DC + Crête AC)
Compensation LF	1
Compensation RF	1
Longueur :	1,2 m

HZ 52 Sonde 10:1



Rapport de division :	10:1
Bande passante :	250 MHz
Temps de montée :	< 1,4 ns
Impédance d'entrée :	10 MΩ 10 pF
Tension max. :	600V (DC + Crête AC)
Compensation LF	1
Compensation RF	2
Longueur :	1,2 m

HZ 53 Sonde 100:1



Rapport de division :	100:1
Bande passante :	100 MHz
Temps de montée :	< 3,5 ns
Impédance d'entrée :	100 MΩ 4,5 pF
Tension max. :	1200V (DC + Crête AC)
Compensation LF	1
Longueur :	1,2 m

HZ 154 Sonde 1:1 / 10:1



Rapport de division :	1:1
Commutable :	10:1
Bande passante :	10/150 MHz
Temps de montée :	< 35/3,5 ns
Impédance d'entrée :	1/10 MΩ 82/12 pF
Tension max. :	(10:1) 600V (DC + Crête AC)
Compensation LF	1 à 10:1
Compensation RF	2 à 10:1
Longueur :	1,2 m

HZ40 Kit de pièces de rechange pour sondes



2 grip-fils
2 pointes de mesures
Câble de mesure

HZ100 Sonde différentielle 20:1/200:1



Température de référence : $23\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$

Tension d'entrée différentielle

(DC + peak AC) max. : $\pm 700\text{ V}$

Tension d'entrée max.

pour chaque entrée : $\pm 700\text{ V}$

Rapport de division : 20:1

Commutable : 200:1

Bande passante : 30/40 MHz

Temps de montée : 12/9 ns

Impédance d'entrée : $8\text{ M}\Omega \parallel 1,2\text{ pF}$

Impédance de sortie : $50\ \Omega$

Tension de sortie max. : $\pm 3,5\text{ V}$ à $1\text{ M}\Omega$

Tension de bruit max. : 2 mV

Précision au-delà de 1 minute : $\pm 3\%$ ($18\text{ °C} - 30\text{ °C}$)

Réjection en mode commun

DC/AC 1 MHz : 70 dB / > 50 dB

Entrées : 2 prises de sécurité

Câbles d'entrée : 2 câbles de mesure

50 cm avec grip-fils

HZ109 Sonde différentielle 1:1 / 10:1



Température de référence : $23\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$

Tension d'entrée différentielle

(DC + peak AC) max. : $\pm 35\text{ V}$

Tension d'entrée max.

pour chaque entrée : $\pm 100\text{ V}$

Rapport de division : 1:1

Commutable : 10:1

Bande passante : 20/30 MHz

Temps de montée : 17/12 ns

Impédance d'entrée : $20\text{ M}\Omega \parallel 5\text{ pF}$

Impédance de sortie : $50\ \Omega$

Tension de sortie max. : $\pm 3,5\text{ V}$ à $1\text{ M}\Omega$

Tension de bruit max. : 2 mV

Précision au-delà de 1 minute : $\pm 3\%$ ($18\text{ °C} - 30\text{ °C}$)

Réjection en mode commun

DC/AC 1 MHz : 70 dB / > 50 dB

Entrées : 2 prises de sécurité

Câbles d'entrée : 2 câbles de mesure

50 cm avec grip-fils

HZ115 Sonde différentielle 100:1/1000:1

Température de référence : 23 °C ± 2 °C

Tension d'entrée différentielle

(DC + Crête AC) max. : ± 1500 V

Tension d'entrée max.

pour chaque entrée : ± 1500 V

Rapport de division : 100:1

Commutable : 1000:1

Bande passante : 20/30 MHz

Temps de montée : 17/12 ns

Impédance d'entrée : 60 MΩ || 1,5 pF

Output impedance : 50 Ω

Tension de sortie max. : ± 1,5 V à 1 MΩ

Tension de bruit max. : 2 mV

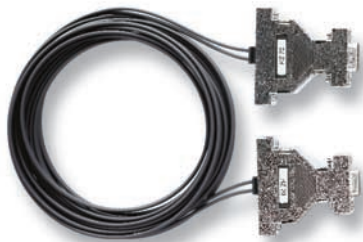
Précision au-delà de 1 minute : ± 3 % (18 °C - 30 °C)

Réjection en mode commun

DC/AC 1 MHz : 70 dB / > 50 dB

Câbles d'entrée : 2 câbles de mesure

75 cm avec grip-fils

HZ70 Interface optique

L'interface optique HZ70 est un support de transmissions par fibre optique. Le protocole d'interface correspond au protocole RS-232. Ce support est utilisé lorsque des éléments mesurés nécessitent une isolation galvanique ou lorsque les supports de transmissions doivent contenir aucun parasite. La liaison par fibre optique supprime les problèmes de boucles de masse et les interférences HF. La longueur de câble est de 4 m.

HZ72S/HZ72L Câble d'interface IEEE-488

Câble d'interface pour bus IEEE-488

Double isolation

Coudée de 90°, empilable

Longueur : 1,0 m - HZ72S

Longueur : 1,5 m - HZ72L

HZ73 Câble d'interface IEEE-488

Câble d'interface pour bus IEEE-488

Double isolation

Coudée de 90° sur une seule terminaison, empilable

Longueur : 2,0 m

HZ56 Pince ampèremétrique pour courant continu et alternatif



Des courants allant de 1 mA à 30 A peuvent être mesurés sur une large plage de fréquence. Le principe est basé sur un capteur à effet Hall, lequel atteint une grande précision du champ magnétique mesuré pour des signaux complexes. La tension en sortie est proportionnelle au courant mesuré et est idéale pour la représentation sur un oscilloscope. Cette pince répond aux normes de sécurité IEC61010

Mesure du courant



Plage de mesure :	$\pm 30 A_{DC}/20A_{AC}$
Précision :	$\pm 1\% \pm 2 \text{ mA}$
Plage de fréquence :	DC jusqu'à 100 kHz
Résolution :	1 mA
Tension de sortie :	100 mV/A
Impédance de charge :	$> 100 \text{ M}\Omega \parallel 100 \text{ pF}$
Tenue en tension :	3,7 kV/50 Hz/1 minute
Connectivité :	câble BNC, 2 m (50 Ohm)

HZ65 Testeur de composants



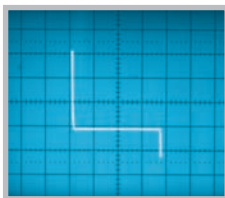
Testeur de composant peu coûteux pour semi-conducteurs, résistances, condensateurs et inductances

Tests des éléments séparément ou directement sur le montage

Mesures de comparaison entre un circuit intact et défectueux afin de localiser l'erreur

Utilisation avec un oscilloscope en mode XY

Tracé de jonction base/-
émetteur d'un transistor

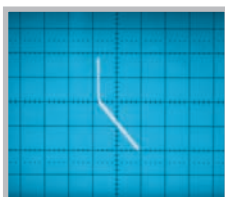


Tension de test : env. 8,2V/50 Hz

Courants de test : 5 mA/50 mA/200 mA
(sélectionnable)

Connectivité : 2 câbles de mesure pour éléments ayant de plus gros connecteurs ou soudés dans le circuit, 2 prises tripolaires pour transistors dont les connexions sont commutables

Montage en parallèle
diode/résistance



Tension d'alimentation : 115V AC ou 230V AC/max. 6,5W

Protection : Protection de classe I

Dimensions : 125 x 80 x 42 mm

Livré avec : Manuel d'utilisation, 2 câbles de mesures avec pointes de test

Accessoires en option : Câbles de mesure 50 Ω HZ33/HZ34

HZ812/HZ887 Sonde pour la mesure de température PT100



Mesure de température avec HZ812 connectée au HM8012



Les sonde pour la mesure de température HZ812 et HZ887. Elles offrent une grande précision sur une large plage de température. Les sondes sont conçues de manière à être stable, étanche, et conviennent pour des utilisations dans l'air ou un milieu poussiéreux. Les caractéristiques techniques sont valables pour des profondeurs d'immersion d'au moins 60 mm

La connexion à l'appareil de mesure s'effectue soit de manière bipolaire avec des fiches de sécurité (HZ812), soit avec la technique de mesure 4 fils à l'aide de fiches banane 4 mm (HZ887). La longueur du câble de connexion est de 1,2 m pour les deux sondes.

HZ812 adaptée pour une utilisation avec le HM8012

HZ887 adaptée pour une utilisation avec le HM8112

Caractéristiques techniques d'après la norme EN60751 (anciennement IEC751)

Diamètre des sondes : 4 mm

Plage de mesure : - 50 °C à + 400 °C

Précision Classe A : $\pm (0,2\%$ de la valeur mesurée + 0,15 °C)

t_{99} (s) : 12 s (temps nécessaire pour afficher 99% du changement de température)

Connectivité HZ812 : fiches de sécurité 4 mm, câbles en PVC - 1,2 m

Connexion HZ887 : fiches 4 mm, câbles en PVC - 1,2 m

Précision HZ812 connecté au HM8012 :

- 50 °C < T° < 200 °C $\pm (0,2\%$ de la lecture + 0,25 °C)

200 °C < T° < 400 °C $\pm (0,2\%$ de la lecture + 0,45 °C)

HZ560 Limiteur de transitoires



Le limiteur de transitoires HZ560 permet de protéger les étages d'entrée des analyseurs de spectre et des appareils de mesure.

L'entrée du limiteur de transitoires est à la source de signal via un câble BNC. La sortie peut être reliée directement à l'analyseur de spectre.

Caractéristiques techniques à 23 °C \pm 2 °C

Plage de fréquence : 150 kHz - 30 MHz

Atténuation de passage : 10 dB (+1,5/-0,5 dB)

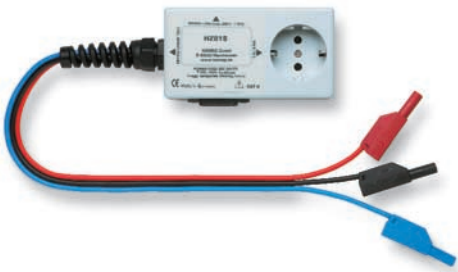
Puissance d'entrée max. : 2 W (moyenne) (+33 dBm)

Tension d'entrée max. : $\pm 50 V_{DC}$

Taux d'ondes stationnaires : 1,5 : 1 ou mieux

Connectivité : BNC (entrée et sortie)

Dimensions : 67 x 32 x 32 mm

HZ815 Adaptateur réseau pour HM8015/HM8115-2

Adaptateur pour simplifier la mesure de la puissance consommée, de la tension d'alimentation, et du courant consommé d'un récepteur alimenté par le secteur (fiche schuko et européenne) avec les wattmètres HM8015 / HM8115-2..

HZ809 Adaptateur de test du système modulaire 8000

Adaptateur pour test et réparation des modules du système modulaire 8000 à l'extérieur de l'appareil de base HM8001-2 ou HM8003. Les connexions du module sont sorties une à une. Les modules peuvent ensuite être utilisés avec le châssis ouvert à l'extérieur de l'appareil de base.

HZ575 Convertisseur

Le convertisseur HZ575 est utilisé pour pouvoir pratiquer des mesures avec un analyseur de spectre, possédant une entrée 50 Ω , adaptées à un système de 75 Ω . L'entrée 75 Ω est un couplage AC, la sortie 50 Ω est un couplage DC.

Le mode inverse est également possible. On peut avec un générateur HF, possédant une sortie 50 Ω , introduire le convertisseur du côté N.

Caractéristiques

Gamme de fréquence :	5 MHz – 1,2 GHz
Affaiblissement d'insertion :	inférieur à 1 dB
Niveau max. / tension :	
avec entrée 75 Ω :	+10 dBm / ± 20 Vdc
avec entrée 50 Ω :	+10 dBm / 0 Vdc
Dimensions :	25 x 25 x 58 mm (L x H x D)
Poids :	100 g

HZ97 Etui de protection

Pour la protection et le transport d'oscilloscopes et d'analyseur de spectre, nous vous recommandons l'étui HZ97. Les appareils de mesures peuvent être transportés de manière sûre et confortable. Une pochette à l'avant offre de la place pour des accessoires et des ustensiles.

HZ520 Antenne télescopique



Antenne télescopique pour réception HF

Connexion BNC

HZ541 Pont de mesure VSWR



Détermination du taux d'ondes stationnaires (VSWR = Voltage Standing Wave Ratio) et du coefficient de réflexion (Reflection Coefficient) des objets mesurés avec une impédance de 50 Ω

Typiquement, les objets mesurés sont des atténuateurs, impédances de terminaison, séparateurs de bandes de fréquence, amplificateurs, câble ou mélangeur. La plage de mesure est spécifié pour des fréquences allant de 150 kHz à 1 GHz

Caractéristiques techniques à + 10° C jusqu'à + 45° C)

Plage de fréquence : 150 kHz - 1,050 MHz

Impédance caractéristique : 50 Ω

Facteur de découplage : > 28 dB (150 kHz - 300 kHz)
> 35 dB (300 kHz - 1 GHz)

Affaiblissement de réflexion à la porte DUT : > 20 dB

Affaiblissement d'insertion

IN \rightarrow OUT : 20 dB (150 kHz - 300 kHz)
IN \rightarrow OUT : 17 dB (300 kHz - 1 GHz)
IN \rightarrow DUT : 1,7 dB
DUT \rightarrow OUT : 16 dB

Capacité de charge : + 26 dBm (400 mW)

Connectivité : Prise N

Dimensions : 151,5 x 38 x 29,5 mm
(L x H x P, sans les connecteurs)

Poids : 450 g

Plage de température : + 10° C à + 45° C

Livré avec : Résistance de terminaison 50 Ω ,
Adaptateur prise N vers prise N
(2 prises), Malette de transport
(265 x 225 x 50 mm)

HZ541 relié au HM5014-2



HZ42 Kit pour montage en rack 19"

Pour le montage en rack d'appareils HAMEG dont la hauteur est de 75 mm (2U) (par exemple les appareils numériques de la série 8100)

Dimensions (LxPxH) : 440 x 365 x 88,1 mm
2U :

88,1 mm

HZ43 Kit pour montage en rack 19"

Pour le montage en rack d'appareils HAMEG dont la hauteur est de 125 mm (3U) (par exemple les oscilloscopes)

Dimensions (LxPxH) : 440 x 365 x 132,5 mm
3U :

132,5 mm

Oscilloscopes

Analyseurs de spectre

Technique de mesure CEM

Alimentations

Appareils programmables
série 8100

Système modulaire série 8000

Testeur de composants

Options

Accessoires

Caractéristiques techniques



Caractéristiques	Oscilloscopes analogiques		CombiScope analogique/numérique	CombiScope 2+2 voies analogique/numérique
	HM1000	HM1500	HM1008	HM1508
Autoset	•	•	•	•
Sauvegarde / Rappel	9	9	9	9
Readout	•	•	•	•
Fonc. de mesures automatiques	6	6	10	10
Fonc. de mesures avec curseurs	7	7	13	13
Comp. fréquencemètre (50 ppm)	0,5 Hz – 200 MHz	0,5 Hz – 250 MHz	0,5 Hz – 200 MHz	0,5 Hz – 250 MHz
Interface RS-232	en option	en option	•	•
Interfaces en option	—	—	RS232/USB, Ethernet, IEEE-488	
Nombre de voies	2	2	2	2 analogiques + 2 logiques
bande passante (-3 dB)	0-100 MHz	0-150 MHz	0-100 MHz	0-150 MHz
Limit. de bande passante (20 MHz)	•	•	•	•
Coefficient de déviation	1 mV/cm to 20V/cm			
Ligne à retard	•	•	•	•
Déclenchement	0-200 MHz	0-250 MHz	0-200 MHz	0-250 MHz
Seuil de déclenchement	≥ 5 mm	≥ 5 mm	≥ 5 mm	≥ 5 mm
Couplage	AC, DC, HF, LF, NR, TV			
Source de déclenchement	CH1, CH2, ligne, externe			CH1, 2, 3 et 4, ligne, externe
Déclenchement sur valeur crête	•	•	•	•
Déclenchement alterné	•	•	•	•
2ème déclenchement	•	•	•	•
TV (PAL, NTSC)	625 lignes / 50 Hz et 525 lignes / 60 Hz standard			
Sélection de trames	toutes, paires, impaires			
Sélection de lignes	toutes, compteur de lignes			
Source de déclenchem. logique	—	—	—	CH1 ou CH2, CH3, CH4
Seuils	—	—	—	TTL, CMOS, ECL défini p. l'utilis.
Logique	—	—	—	ET/OU, VRAI/FAUX
Base de temps, analogiques de avec expansion x10 à	0,5 s/div. 5 ns/div.	0,5 s/div. 5 ns/div.	0,5 s/div. 5 ns/div.	0,5 s/div. 5 ns/div.
Base de temps retardée avec 2 ^{ème} base de temps de et expansion x10 à	• 20 ms/div. 5 ns/div.	• 20 ms/div. 5 ns/div.	• 20 ms/div. 5 ns/div.	• 20 ms/div. 5 ns/div.
Hold Off	•	•	•	•
Mode XY	•	•	•	•
Bande passante ampli horizontal	0-3 MHz	0-3 MHz	0-3 MHz analogique), 0-100 MHz (numérique)	0-3 MHz analogique), 0-150 MHz (numérique)
Modes de mémorisation	—	—	Refresh, Enveloppe, Average, Roll, Single, Peak Detect, XY	
Fréquence d'échantillonnage (tps équivalent)	—	—	10 GSa/s	
Fréquence d'échantillonnage (tps réel)	—	—	1 GSa/s	
Mémoires de référence	—	—	9	
Fonctions mathématiques	—	—	ADD, SUB, MUL, DIV, ABS, INV, SQ, POS, NEG, 1/x	
Mémoire signal mathématique	—	—	5 avec 5 formules chacune	
Profondeur mémoire / voie	—	—	1 MPts par voie	
Pré-/Post déclenchement	—	—	-100 % à +400 %	
Base de temps (numérique)	—	—	50 s/div. à 5 ns/div.	
Mémoire ZOOM (numérique)	—	—	max. 40,000:1	
Affichage du signal	—	—	points, vecteurs (interpolation et Dot Join), optimal (tous les points représentés)	
Testeur de composants	•	•	•	•
Calibre 1 kHz / 1 MHz	•	•	•	•
Tube cathodique (tension d'accélér.)	14 kV	14 kV	14 kV	14 kV
Consommation	37 Watt	41 Watt	42 Watt	47 Watt

Features	Oscilloscopes analogiques			Oscilloscope numérique et analogique
	HM303-6	HM504-2	HM2005	HM507
Mode Autoset	—	•	•	•
Mode Save/Recall	—	9	9	9
Readout	—	•	•	•
Fonctions de mesures automatiques	—	7	1	10
Fonctions de mesures avec curseur	—	8	3	15
Interface RS-232	—	•	•	•
Interface multifonctions	—	—	—	Option
Nombre de voies	2	2	2	2
Bande passante par voie (-3dB)	0-35 MHz	0-50 MHz	0-200 MHz	0-50 MHz
Limitation de la bande passante	—	—	•	—
Coefficient de déviation de jusqu'à	1 mV/div 20 V/div	1 mV/div 20 V/div	1 mV/div 5 V/div	1 mV/div 20 V/div
Ligne à retard	—	—	•	—
Bande passante de déclenchement	0-100 MHz	0-100 MHz	0-300 MHz	0-100 MHz
Seuil de déclenchement	≥5 mm	≥5 mm	≥5 mm	≥5 mm
Couplage	AC/DC LF/TV	AC/DC/HF LF/TV	AC/DC/HF NR/LF/TV	AC/DC/HF LF/TV
Source de déclenchement	Int./Ext./~	Int./Ext./~	Int./Ext./~	Int./Ext./~
déclenchement sur valeur crête	•	•	•	•
Affichage du niveau de déclenchement	—	•	•	•
Déclenchement alterné	•	•	•	•
2ème déclenchement	—	•	•	•
Séparateur synchro TV	•	•	•	•
Base de temps analogique de jusqu'à	0,2 s/div 10 ns/div	0,5 s/div 10 ns/div	0,5 s/div 2 ns/div	0,5 s/div 10 ns/div
Base de temps retardée	—	•	•	•
2ème base de temps de jusqu'à	—	—	20 ms/div 2 ns/div	—
Bande passante horizontale	0-2,5 MHz	0-3 MHz	0-5 MHz	0-3 MHz
Hold Off	•	•	•	•
Mode X-Y	•	•	•	•
Modes de mémorisation	—	—	—	Refr. / Roll Single/XY Envelope Average
Fréquence d'échantillonnage (tps équivalent)	—	—	—	2 GSa/s
Fréquence d'échantillonnage (tps réel)	—	—	—	100 MSa/s
Mémoires (signaux)	—	—	—	2
Mémoires de référence	—	—	—	3
Mémoire signal mathématique	—	—	—	3
Capacité de mémoire par voie	—	—	—	2048x8 octets
Pre-déclenchement	—	—	—	•
Post-déclenchement	—	—	—	•
Première base de temps (numérique) de jusqu'à	—	—	—	100 s/div 20 ns/div
Fonction Dot-Join (lineaire)	—	—	—	•
Testeur de composants	•	•	•	•
Calibrateur 1KHz / 1MHz	•	—	•	—
Calibrateur DC, 1Hz jusqu'a 1MHz	—	•	—	•
Tube cathodique (tension d'accélération)	2 kV	2 kV	14 kV	2 kV
Consommation	36 W	34 W	43 W	42 W

Oscilloscope analogique / numérique 50 MHz HM507

Produit présenté p.14

Déviations verticale (analogique et numérique)

Mode de fonctionnement :	voie 1 ou 2 seule voie 1 et 2 alternées ou decoupees Somme ou différence des voies 1 et 2
Mode Inversé :	voie 2
Mode XY :	voie 1 (X) voie 2 (Y)
Bande passante :	2 x 0 à 50 MHz (-3 dB)
Temps de montée, dépassement :	< 7 ns
Dépassement :	max. 1 %
Coefficient de déviation :	[Séquence 1-2-5] 1 mV - 2 mV/div ±5% (de 0 à 10 MHz) 1 mV - 20V/div ±3% (de 0 à 50 MHz) Variable >2,1:1 (non calibré) jusqu'à 50V/div.
Impédance d'entrée :	1 MΩ 18 pF
Couplage d'entrée :	DC, AC, GND
Tension d'entrée max. :	400V (DC + crête AC)

Déclenchement

Automatique (crête crête) :	20 Hz à 100 MHz (≥ 5 mm)
Normal avec commande de niveau :	0 Hz à 100 MHz (≥ 5 mm)
Flanc :	positif ou négatif
Source :	voie 1 ou 2 voie 1 et 2 alternées (≥ 8 mm), secteur, externe
Couplage :	AC (10 Hz - 100 MHz), DC (0 - 100 MHz), HF (50 kHz - 100 MHz), LF (0 - 1,5 kHz)
Affichage du déclenchement :	LED
2^{ème} déclenchement :	avec commande de niveau et choix du flanc
Signal externe :	≥ 0,3V _{CC} (0 à 50MHz)
Séparateur actif synchro TV :	trames et lignes, +/-

Déviations horizontale (analogique et numérique)

Analogique	
Base de temps :	0,5 s - 50 ns/div [Séquence 1-2-5]
Précision :	± 3 %
Variable (non calibrée) :	> 2,5 : 1 à > 1,25 s/div.
En expansion par 10 :	jusqu'à 10 ns/div (± 5 %)
Précision :	± 5 %
Retard (sélectionnable) :	140 ms - 200 ns (variable)
Hold Off :	variable jusqu'à 10:1
XY Mode	
Bande passante ampli X :	0 - 3 MHz (-3 dB)
Différence de phase X-Y < 3° :	< 120 kHz
Digital	
Base de temps :	100 s/div - 100 ns/div [Séquence 1-2-5]
Précision :	± 2 %
En expansion par 10 :	jusqu'à 20 ns/div.
Précision :	± 2 %
XY Mode	
Bande passante ampli X :	0 - 50 MHz (-3 dB)
Différence de phase X-Y < 3° :	< 10 MHz

Enregistrement numérique

Mode de fonctionnement	Refresh, Roll, Single, XY, Average, Envelope, Random-Sampling
Interpolation :	Fonction Dot Join linéaire
Echantillonnage (temps réel) :	8 bit flash, max. 100 MS/s
Echantillonnage temps équivalent :	2 GS/s
Pre/post déclenchement :	-10 div jusqu'à +10 div en continu
Nombre de saisies du signal :	180/s max.
Bande passante :	2 x 0 à 50 MHz (-3 dB)
Temps de montée et dépassement :	< 7 ns, ≤ 1 %
Mémoire :	3 x 2 Ko/voie
Mémoire de référence :	3 x 2 Ko/voie
Mémoire pour les fonctions mathématiques :	3 x 2 Ko/voie
Résolution (nombre de points/div) Mode Yt :	X : 200/div, Y : 25/div
Résolution (nombre de points/div) Mode XY :	X : 25 /div, Y : 25/div

Commandes / Readout / réglages

Manuel :	depuis les commandes de la face avant
Mode Autoset :	réglage automatique des paramètres
Sauvegarde / Rappel :	pour 9 configurations

Mode Readout :	affichage des paramètres et résultats des mesures
Mesures automatiques :	
Mode analogique :	fréquence/période, V _{dc} , V _{pp} , V _{p+} , V _{p-}
Plus en mode numérique :	V _{rms} , V _{average}
Mesures avec curseurs :	
Mode analogique :	ΔV, Δt, 1/Δt, temps de montée, V à GND, ratio X et Y
Plus en mode numérique :	compteur d'impulsions, Vt/trigger, crête-crête, crête+, crête-
Compteur de fréquences :	4 chiffres (0,01% ±1digit) de 0,5 Hz à 100MHz
Interface :	RS-232 [Commande et transfert des données]
Interface en option :	HO79-6 (IEEE-488, RS-232, Centronics)

Testeur de composants

Tension de test :	env. 7V _{rms} (circuit ouvert)
Courant de test :	max. 7 mA _{rms} (court-circuit)
Fréquence de test :	env. 50 Hz
Branchement :	2 prises 4 mm pour fiches banane
Un des points de test est à la masse	

Divers

Tube cathodique :	D14-363GY, 8 x 10 cm, graticule interne
Tension d'accélération :	env. 2 kV
Inversion du signal :	réglable sur face avant
Entrée Z (Modulaion) :	+ 5V max (TTL)
Calibrateur :	0,2V ±1%, réglable de 1Hz à 1 MHz (tm<4 ns)
Tension d'alimentation :	105 à 250V, 50/60 Hz ± 10%, CAT II
Consommation :	env. 42W, 50Hz
Temp. de fonctionnement :	0°C à +40°C
Protection :	classe 1 (EN 61010-1)
Poids :	6 kg
Dimensions (LxHxP) :	285 x 125 x 380 mm

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

Accessoires fournis :	cordon secteur, notice d'utilisation, logiciel pour Windows (CDROM), 2 sondes 1:1/10:1
Accessoires disponibles en option :	Interface optique HZ70 (avec câble optique), Interface multifonctions HO79-6

Oscilloscope analogique 50 MHz HM504-2

Produit présenté p.18

Déviations verticale

Mode de fonctionnement :	voie 1 ou 2 seule voie 1 et 2 alternées ou decoupees Somme ou différence des voies 1 et 2
Mode Inversé :	voie 2
Mode XY :	voie 1 (X) voie 2 (Y)
Bande passante :	2 x 0-50 MHz (-3 dB)
Temps de montée :	< 7 ns,
Dépassement :	max. 1%
Coefficient de déviation :	14 positions calibrées [Séquence 1-2-5] 1 mV-2 mV/div ±5% (de 0 à 10 MHz (-3 dB)) 5 mV-20V/div ±3% (de 0 à 50 MHz (-3 dB)) Variable (non calibré) > 2,5:1 (non calibré) jusqu'à 50V/div
Impédance d'entrée :	1MΩ 1/pF
Couplage d'entrée :	DC, AC, GND
Tension d'entrée max. :	400V (DC + crete AC)

Déclenchement

Automatique (crête crête) :	20 Hz à 100 MHz (≥ 5 mm)
Normal avec commande de niveau :	0 à 100 MHz (≥ 5 mm)
Flanc :	positif ou négatif
Source :	voie 1 ou 2 voie 1 et 2 alternées, secteur, externe
Couplage :	AC (10 Hz - 100 MHz), DC (0 -100 MHz), HF (50 kHz -100 MHz), LF (0 -1,5 kHz)
Affichage du déclenchement :	LED
2^{ème} déclenchement :	avec commande de niveau et choix du flanc
Signal externe :	≥ 0,3V _{CC} (de 0 à 50 MHz)
Séparateur actif synchro TV :	trames et lignes ; +/-

Déviation horizontale	
Base de temps.	0,5 ns/div - 50 ns/div (Séquence 1-2-5)
Précision :	± 3 %
Variable (non calibré) :	> 2,5 : 1 à > 1,25 s/div.
En expansion par 10 :	jusqu'à 10 ns/div (±5 %)
Précision :	± 5 %
Retard.	de 140 ms à 200 ns (variable)
Hold Off :	jusqu'à 10:1 (variable)
XY	
Bande passante ampli X.	0 à 3 MHz (-3 dB)
Différence de phase X-Y < 3° :	< 120 kHz

Commandes / Readout / réglages	
Manuel :	depuis les commandes de la face avant
Mode Autoset :	règlage automatique des paramètres
Mode Save et Recall :	pour 9 configurations
Mode Readout :	paramètres, curseurs et résultats de mesure et menu
Mesures automatiques :	fréquence/période, Vdc, Vcc, Vc+, Vc-, niveau de déclenchement
Mesures avec curseurs :	Δt , $1/\Delta t$, temps de montée, ΔV , V à GND, gain, ratio X et Y
Compteur de fréquences :	4 chiffres
Interface :	RS-232 (Commande de la face avant)

Testeur de composants	
Tension de test.	7 V _{eff} (en circuit ouvert)
Courant de test.	7 mA _{eff} (en court circuit)
Fréquence de test :	env. 50 Hz
Branchement :	2 prises 4 mm pour fiches banane

Un des points de test est à la masse

Divers	
Tube cathodique :	D14-363GY, 8 x 10 cm, graticule interne
Tension d'accélération :	env. 2 kV
Inversion du signal :	réglable sur face avant
Entrée Z (Modulation) :	+ 5 V max (TTL)
Calibrateur :	0,2 V ±1%, réglable de 1 Hz à 1 MHz (tm <4ns)
Tension d'alimentation :	105 à 253 V, 50/60 Hz ± 10 %, CAT II
Consommation :	env. 34 W, 50 Hz
Temp. de fonctionnement :	0° C à +40° C
Protection :	classe 1 (EN 61010-1)
Poids :	5,4 kg
Dimensions (L x H x P) :	285 x 125 x 380 mm

Accessoires fournis : cordon secteur, notice d'utilisation, logiciel pour Windows (CDROM), 2 sondes 1:1/10:1
Accessoires disponibles en option : Interface optique HZ70 (avec câble optique)

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

Oscilloscope analogique 200 MHz HM2005

Produit présenté p.15

Déviation verticale	
Mode de fonctionnement.	voie 1 ou 2 seule voie 1 et 2 alternées ou découpées Somme ou différence voies 1 et 2
Mode Inversion :	voies 1 et 2
Mode XY :	voie 1 [X] voie 2 [Y]
Bande passante :	2 x 0 à 200 MHz (-3 dB)
avec limitation :	2 x 0 à 50 MHz (-3 dB)
Temps de montée :	< 1,75 ns
Dépassement :	1 % max
Coefficient de déviation :	12 positions calibrées (Séquence 1-2-5)
1 mV-2 mV/div :	± 5 % (0 à 10 MHz (-3 dB))
5 mV-5 V/div :	± 3 % (0 - 200 MHz (-3 dB))
variable (non calibré) :	2,5:1 jusqu'à 12,5 V/div

Impédance d'entrée :	1 MΩ 15 pF
Couplage d'entrée :	DC, AC, GND
Tension d'entrée max. :	400 V (DC + crête AC)
Ligne à retard :	70 ns

Déclenchement	
Base de temps A	
Automatique (crête à crête) :	20 Hz à 300 MHz (≥ 5 mm)
Normal avec commande	
de niveau :	0 à 300 MHz (≥ 5 mm)
Flanc :	positif ou négatif
Affichage du déclenchement :	LED
Source :	voie 1 ou 2 voie 1 et 2 alternées (≥ 8 mm), secteur, externe
Couplage :	AC (10 Hz- 300 MHz), DC (0 -300 MHz), HF (50 kHz - 300 MHz), LF (0 -1,5 kHz), NR (réjection de bruit) 0- 50 MHz (≥ 8 mm)
Base de temps du déclenchement B :	
déclenchement B :	avec commande de niveau et choix du flanc
Couplage :	DC (0 - 300 MHz)
Séparateur actif synchro TV :	trames et lignes ; +/-
Déclenchement externe :	0,3 V _{CC} de 0 à 200 MHz

Déviation horizontale	
Modes de Base de Temps :	A, B, A et B alternées
Base de temps A :	0,5 s - 20 ns/div (Séquence 1-2-5)
Précision :	± 3 %
Variable (non calibré) :	> 2,5 : 1 à > 1,25 s/div.
Base de temps B :	20 ms/div - 20 ns/div (Séquence 1-2-5)
Précision :	± 3 %
Variable (non calibré) :	> 2,5 : 1 à > 50 ms/div.
Expansion X x10 :	jusqu'à 2 ns/div.
Précision :	± 5 %
Hold Off :	variable jusqu'à 10:1
Mode XY	
Bande passante ampli-X :	0 à 5 MHz (-3 dB)
Différence de phase X-Y < 3° :	< 220 kHz

Commandes / Readout / réglages	
Manuel :	depuis les commandes de la face avant
Mode Autoset :	règlage automatique des paramètres
Mode Save et Recall :	pour 9 configurations
Mode Readout :	affichage des divers paramètres de mesures
Mesures à l'aide de curseur :	ΔU , Δt , $1/\Delta t$ (fréq.)
Interface :	RS-232 (Commande de la face avant)

Testeur de composants	
Tension de test :	7 V _{eff} (en circuit ouvert)
Courant de test :	7 mA _{eff} max (en court-circuit)
Fréquence de test :	env. 50 Hz
Branchement :	2 prises 4 mm pour fiches banane

Un des points de test est à la masse

Divers	
Tube cathodique :	D14-375 GH, 8 x 10 cm, graticule interne
Tension d'accélération :	env. 14 kV
Inversion du signal :	réglable sur face avant
Calibrateur :	0,2 V ± 1 %, réglable de 1 Hz à 1 MHz (tm <4ns)
Entrée Z (Modulation) :	+ 5 V max (TTL)
Tension d'alimentation :	105 à 253 V, 50/60 Hz ± 10 %, CAT II
Consommation :	env. 43 W, 50 Hz
Temp. de fonctionnement :	0° C à +40° C
Protection :	classe 1 (EN 61010-1)
Poids :	5,9 kg
Dimensions (L x H x P) :	285 x 125 x 380 mm

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

Accessoires fournis pour les appareils HM 1004-3 et HM 2005 : cordon secteur, notice d'utilisation, logiciel pour Windows (CDROM), 2 sondes 10:1

Oscilloscope analogique 35 MHz HM303-6

Produit présenté p.19

Déviations verticale

Mode de fonctionnement :	voie 1 ou 2 seule voie 1 et 2 alternées ou découpées Somme ou différence voie 1 et 2
Mode Inversé :	voie 2
Mode XY :	voie 1 [X] voie 2 [Y]
Bande passante :	2 x 0 à 35 MHz (-3 dB)
Temps de montée :	< 10 ns
Dépassement :	< 1 %
Coefficient de déviation :	[Séquence de 1, 2, 5]
1 mV/div. – 2 mV/div. :	± 5 % (bande passante 0 – 10 MHz (-3 dB))
5 mV/div. – 20 V/div. :	± 3 % (bande passante 0 – 35 MHz (-3 dB))
Variable (non calibrée) :	> 2,5 : 1 à > 50 V/div.
Impédance d'entrée :	1 MΩ 15 pF
Couplage d'entrée :	DC, AC, GND
Tension d'entrée max. :	400 V (DC + crête AC)

Déclenchement

Automatique (crête) :	20 Hz à 50 MHz (≥ 5 mm) 50 MHz à 100 MHz (≥ 8 mm)
Normal avec commande de niveau :	0 Hz à 50 MHz (≥ 5 mm) 50 MHz à 100 MHz (≥ 8 mm)
Affichage du déclenchement :	LED
Flanc. :	positif ou négatif
Source :	voie 1 ou 2 voie 1 et 2 alternées (≥ 8 mm), secteur, externe
Couplage :	AC : 10 Hz - 100 MHz DC : 0 - 100 MHz LF : 0 - 1,5 kHz
Affichage du déclenchement :	LED
Signal externe :	≥ 0,3 V _{CC} (30 Hz à 50 MHz)
Séparateur actif synchro TV :	positif ou négatif

Déviations horizontale

Base de temps :	0,2 s/div à 0,1 μs/div (Séquence 1-2-5)
Précision :	± 3 %
Variable (non calibrée) :	> 2,5:1 à > 0,5 s/div
Expansion par 10 :	jusqu'à 10 ns/div
Précision :	± 5 %
Hold Off.	variable jusqu'à 10:1

XY	
Bande passante de l'ampli X :	0 à 2,5 MHz (-3 dB)
Différence de phase XY < 3° :	< 120 kHz

Testeur de composants

Tension de test :	7 V _{eff} (circuit ouvert)
Courant de test :	7 mA _{eff} (court circuit)
Fréquence de test :	50 Hz
Branchement :	2 prises 4mm pour fiches banane

Un des points de test est à la masse

Divers

Tube cathodique :	D14-363 GY, 8 x 10 cm, gratiعة interne
Tension d'accélération :	env. 2 kV
Inversion du signal :	règlable sur face avant
Calibrage :	0,2 V ± 1 %, réglable de 1 kHz à 1 MHz (tm < 4ns)
Tension d'alimentation :	105 à 253 V, 50/60 Hz ± 10 %, CAT II
Consommation :	env. 36 W, 50 Hz
Temp. de fonctionnement :	0°C à +40°C
Protection :	classe 1 (EN 61010-1)
Poids :	5,4 kg
Couleur :	techno-brun
Dimensions (L x H x P) :	285 x 125 x 380 mm

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

Accessoires fournis : cordon secteur, notice d'utilisation, 2 sondes 1:1/10:1

Oscilloscope analogique 100MHz HM1000

Produit présenté page 17

Déviations verticale

Voies :	2
Modes de fonctionnement :	
Analogique :	Voie 1 ou 2 seule, Dual (1 et 2 alternées ou découpées), addition.
Y en mode XY :	Voie 1
Inversion :	Voie 1 et 2
Bande passante (-3dB) :	2 x 0 - 100 MHz
Temps de montée :	< 3,5 ns
Dépassement :	max. 1 %
Coefficients de déviation (Voies 1, 2) :	14 positions calibrées
1 mV/div. à 2 mV/div. :	± 5 % (0 à 10 MHz (-3 dB))
5 mV/div. à 20 V/div. :	± 3 % (séquence 1, 2, 5)
Variable (décalibré) :	> 2,5:1 à > 50 V/div.
Entrées Voies 1, 2 :	
Impédance d'entrée :	1 MΩ 15 pF
Couplage d'entrée :	DC, AC, GND (masse)
Tension d'entrée Max. :	400 V (DC + crête AC)
Ligne à retard Y (analogique) :	70 ns
Circuits de mesure :	Catégorie I
Entrée auxiliaire :	
Fonctions (choix) :	déclenchement externe, modulation Z
Couplage d'entrée :	AC, DC
Tension d'entrée Max. :	100 V (DC + crête AC)

Déclenchement

Automatique (crête à crête) :	
Hauteur minimale du signal :	5 mm
Gamme de fréquence :	10 Hz à 200 MHz
Plage de niveau de contrôle :	de crête - à crête +
Normal (sans crête) :	
Hauteur minimale du signal :	5 mm
Gamme de fréquence :	0 à 200 MHz
Plage de niveau de contrôle :	-10 div. à +10 div.
Modes de fonctionnement :	flanc/vidéo
Flanc :	positif, négatif ou les deux
Sources :	Voie 1 ou 2, 1/2 alternés (≥ 8 mm), secteur, externe
Couplage :	AC : 10 Hz-200 MHz DC : 0-200 MHz HF : 30 kHz-200 MHz LF : 0-5 kHz
	Rejection de bruit commutable
Vidéo :	positif, négatif, synchro, impulsion
Standards :	systèmes 525 lignes/60 Hz systèmes 625 lignes/50 Hz
trames :	paire, impaire, les deux
lignes :	choix du numéro de ligne/ toutes
sources :	Voie 1, 2, externe
Indicateur de déclenchement :	par LED
Déclenchement externe :	par entrée auxiliaire (0,3 V _{CC} , 100 MHz)
Couplage d'entrée :	AC, DC
Tension d'entrée Max. :	100 V (DC + crête AC)
2° déclenchement	
Hauteur minimale du signal :	5 mm
Gamme de fréquence :	0 à 200 MHz
Couplage :	DC
Plage de niveau de contrôle :	-10 div. à +10 div.

Déviations horizontale

Modes de fonctionnement :	A, ALT (alterné A/B), B
Base de temps A :	0,5 s/div. à 50 ns/div. (séquence 1-2-5)
Base de temps B :	20 ms/div. à 50 ns/div. (séquence 1-2-5)
Précision A et B :	± 3 %
Expansion X x10 :	jusqu'à 5 ns/div.
Précision X x10 :	± 5 %
Variable, base de temps A/B :	continu 1:2,5
Durée d'inhibition Hold off :	variable 1:10 indication par LED
Bande passante ampli X :	0 à 3 MHz (-3 dB)
Différence de phase X - Y < 3° :	< 220 kHz

Commandes / Mesures / Interfaces

Commandes :	Autoset, Menu et fonctions d'aide(multilingue)
Sauvegarde/rappel :	9 configurations
Affichage à l'écran :	4 traces max.
Analogique :	Voie 1, 2 (Base de temps A), combinés avec Voie 1, 2 (Base de temps B)
Compteur fréquencemètre :	max. 180 mes/s
Résolution 6 digits :	>1 MHz – 200 MHz
Résolution 5 digits :	0,5 Hz – 1 MHz
Précision :	50 ppm
Mesures automatiques :	fréquence/période,Vdc, Vpp, Vp+, Vp-
Mesures avec curseurs :	ΔV , Δt , $1/\Delta t$ (f), t montée,V/terre, ratioX (% , °, n), ratioY
Résolution d'affichage/curseurs :	1000 x 2000 pts
Interfaces (amovible) :	RS232 (H0710) en standard, Ethernet
En option :	interface double RS232/USB

Affichage/Ecran

Tube cathodique :	D14-375GH
Surface d'affichage :	8 cm x 10 cm, graticule interne
Tension d'accélération :	environ 14 kV

Divers

Testeur de composants :	
Tension de test :	env. 7V _{eff} (circuit ouvert) Fréq.env. 50 Hz
Courant de test :	max. 7 mA _{eff} (court-circuit)
Potentiel de référence :	masse (terre de protection)
Calibreur de sondes :	1 kHz/1 MHz signal carré 0,2V _{pp} ±1% (temps de montée <4ns)
Rotation de trace :	réglage électronique
Alimentation :	105 – 253 V, 50/60 Hz ± 10 %, CAT II
Consommation :	env. 37W à 230V, 50 Hz
Protection :	classe de protection I (EN 61010-1)
Masse :	5,6 kg
Dimensions (L x H x P) :	285 x 125 x 380 mm
Temp. de fonctionnement :	0° C ...+40° C

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

Accessoires fournis : Cordon secteur, notice d'utilisation, 2 sondes 10:1 avec prise en compte de l'atténuation

Accessoires en option : interface double RS232/USB H0720, Ethernet H0730, IEEE488(GPIB) H0740 Interface opto-isolée (avec cordon fibre optique)H270.

CombiScope analogique/numérique 100MHz HM1008

Produit présenté page 13

Déviati on verticale

Voies :	
Analogiques :	2
Numériques :	2
Modes de fonctionnement :	
Analogiques :	Voie 1 ou 2 seule, Dual (1 et 2 alternées ou découpées), addition
Numériques :	Voie 1 ou 2 seule, Dual (1 et 2), addition
Y en mode XY :	Voie 1
Inversion :	Voie 1 et 2
Bande passante (-3 dB) :	2 x 0 - 100 MHz
Temps de montée :	< 3,5 ns
Dépassement :	max. 1 %
Coefficients de déviation (Voies 1, 2) :	14 positions calibrées
1 mV/div. à 2 mV/div. :	± 5 % (0 à 10 MHz (-3 dB))
5 mV/div. à 20 V/div. :	± 3 % (séquence 1-2-5)
Variable (décalibré) :	> 2,5:1 à > 50V/cm
Entrées Voies 1, 2 :	
Impédance d'entrée :	1 M Ω // 15 pF
Couplage d'entrée :	DC, AC, GND (masse)
Tension d'entrée Max. :	400V max (DC + crête AC)
Ligne à retard Y(analogique) :	70 ns
Circuits de mesure :	Catégorie I
Mode analogique seulement :	
Entrée auxiliaire :	
Fonctions (choix) :	déclenchement externe, modulation Z
Couplage d'entrée :	AC, DC
Tension d'entrée Max. :	100V DC + crête AC

Déclenchement

Modes analogique et numérique	
Automatique (crête à crête) :	
Hauteur minimale du signal :	5 mm
Gamme de fréquence :	10 Hz à 200 MHz
Plage de niveau de contrôle :	de crête - à crête +
Normal(sans crête) :	flanc/vidéo
Hauteur minimale du signal :	5 mm
Gamme de fréquence :	0 à 200 MHz
Plage de niveau de contrôle :	-10 div. à +10 div.
Modes de fonctionnement :	flanc/vidéo
Flanc :	positif, négatif ou les deux
Sources :	Voie 1 ou 2, 1/2 alternés, secteur, externe
Couplage :	AC : 10 Hz-200 MHz DC : 0-200 MHz HF : 30 kHz-200 MHz LF : 0-5 kHz
	Rejection de bruit commutable
Vidéo :	positif, négatif, synchro, impulsion
Standards :	systèmes 525 lignes/60 Hz systèmes 625 lignes/50 Hz
trames :	paire, impaire, les deux
lignes :	choix du numéro de ligne/ toutes
sources :	Voie1, 2, externe.
Indicateur de déclenchement :	par LED
Déclenchement externe :	par entrée auxiliaire (0,3V _{cc} , 100 MHz)
Couplage d'entrée :	AC, DC
Tension d'entrée Max. :	100V (DC + crête AC)
Mode numérique :	
Pré/Post Trigger :	-100 % à +400 % sur toute la profondeur mémoire
Mode analogique :	
2° déclenchement	
Hauteur minimale du signal :	5 mm
Gamme de fréquence :	0 à 200 MHz
Couplage :	DC
Plage de niveau de contrôle :	-10 cm à +10 cm

Déviati on horizontale

Mode analogique :	
Modes de fonctionnement :	A, ALT (alterné A/B), B
Base de temps A :	0,5 s/div. à 50 ns/div. (séquence 1-2-5)

Base de temps B :	20 ms/div. à 50 ns/div. (séquence 1-2-5)
Précision A et B :	± 3 %
Expansion X.x10 :	jusqu'à 5 ns/div.
Précision X.x10 :	± 5 %
Variable, base de temps A/B :	continu 1:2,5
Durée d'inhibition Hold off :	variable 1 : 10 indication par LED
Bandwidth X-Amplifier :	0 à 3 MHz [-3 dB]
Différence de phase X - Y < 3° :	< 220 kHz
Mode numérique :	
Plages de base de temps	
Mode rafraîchi :	20 ms/div. - 5 ns/div. (séquence 1-2-5)
Avec détection de crête :	20 ms/div. - 50 ns/div. (séquence 1-2-5)
Mode Roll :	50 s/div. - 50 ms/div. (séquence 1-2-5)
Précision de la base de temps	
Base de temps :	50 ppm
Affichage :	± 1 %
Expansion MEMORY ZOOM :	max. 50.000:1
Bande passante ampli X :	0 à 100 MHz [-3 dB]
Différence de phase X-Y < 3° :	< 100 MHz

Mémoire numérique	
Acquisition (temps réel) :	2x 500 MSa/s, 1 GSa/s
Acquisition (temps équivalent) :	10 GSa/s
Bande passante :	2 x 0 - 100 MHz
Mémoire :	1 M-échantillons par voie
Modes de fonctionnement :	Rafraîchi, moyenne, enveloppe/Défilement (Roll): libre/déclenché, monocoup, Détection de crête.
Résolution (verticale) :	8 Bit (25 Pts/div.)
Résolution (horizontale) :	
Yt :	11 Bit (200 Pts/div.)
XY :	8 Bit (25 Pts/div.)
Interpolation :	sinx/x, Dot Join (linéaire)
Retard :	1 Million * 1/fréquence d'échantillonnage à 4 Millions * 1/fréquence d'échantillonnage
Nombre de saisies du signal :	max.170/s à 1 MPts
Affichage :	points (points d'acquisition seulement), vecteurs (interpolation partielle), optimal (mémoire complète et vecteurs)
Mémoires de références :	9 de 2 kPts chacune (signaux enregistrés)
Affichage :	choix de 2 signaux parmi les 9)

Commandes / Mesures / Interfaces	
Commandes :	Menu (multilingue), Autoset, fonctions d'aide (multilingue).
Sauvegarde/rappel :	9 configurations
Affichage à l'écran :	4 traces max.
Analogique :	Voie 1, 2 (Base de temps A), combinés avec Voie 1, 2 (Base de temps B)
Numérique :	Voie 1, 2 et ZOOM ou Référence ou fonction Mathématique
Compteur fréquencemètre :	
Résolution 6 digits :	>1 MHz - 200 MHz
Résolution 5 digits :	0,5 Hz - 1 MHz
Précision :	50 ppm
Mesures automatiques :	
Mode analogique :	fréquence/période, Vdc, Vpp, Vp+, Vp-
Plus en mode numérique :	V _{rms} , V _{avg}
Mesures avec curseurs :	
Mode analogique :	ΔV , Δt , $1/\Delta t$ (f), t montée, V/terre, ratioX (% , °, n), ratioY
Plus en mode numérique :	compteur d'impulsions, Vt/trigger, crête-crête, crête+, crête-
Résolution d'affichage/curseurs :	1000 x 2000 Pts, signaux : 250 x 2000
Interfaces (amovible) :	RS-232 (H0710) en standard
En option :	IEEE488, Ethernet, interface double RS232/USB

Fonctions mathématiques	
Nombre de jeux de formules :	5 de 5 formules chacun
Sources :	Voie 1, Voie 2, Math1- Math 5
Cibles :	5 mémoires mathématiques, Math 1-5
Fonctions :	addition, soustraction, 1/x, Val absolue, multiplication, division et carré, positif, négatif, inverse.
Affichage :	max. 2 mémoires mathématiques(Math 1-5)

Affichage/Ecran	
Tube cathodique :	D14-375GH
Surface d'affichage :	8 cm x 10 cm, graticule interne.
Tension d'accélération :	environ 14 kV
Divers	
Testeur de composants	
Tension de test :	env. 7V _{eff} (circuit ouvert) Fréq.env. 50 Hz
Courant de test :	max. 7 mA _{eff} (court-circuit)
Potential de référence :	masse (terre de protection)
Calibreur de sondes :	1 kHz/1 MHz signal carré 0,2V _{pp} (temps de montée < 4 ns)
Rotation de trace :	réglage électronique
Alimentation :	105 - 253 V, 50/60 Hz ± 10 %, Cat. II
Consommation :	env. 42 Watt à 230V, 50 Hz
Protection :	classe de protection I (EN61010-1)
Masse :	5,6 kg
Dimensions (L x H x P) :	285 x 125 x 380 mm
Température de fonctionnement :	0° C ...+40° C

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

Accessoires fournis : Cordon secteur, notice d'utilisation, 2 sondes 10 : 1 avec prise en compte de l'atténuation, logiciel sous Windows pour le contrôle et transfert des données.

Accessoires en option : interface double RS232/USB H0720, Ethernet H0730, IEEE488(GPIB) H0740, Interface opto-isolée(avec cordon fibre optique) HZ70.

Oscilloscope analogique 150MHz HM1500

Produit présenté page 16

Déviations verticales	
Voies :	2
Modes de fonctionnement Analogique :	Voie 1 ou 2 seule, Dual (1 et 2 alternées ou découpées), addition.
Y en mode XY :	Voie 1
Inversion :	Voie 1 et 2
Bande passante (-3dB) :	2 x 0 - 150 MHz
Temps de montée :	< 2,3 ns
Dépassement :	max. 1 %
Coefficients de déviation (Voies 1, 2) : 14 positions calibrées	
1 mV/div. à 2 mV/div. :	± 5 % (0 à 10 MHz [-3 dB])
5 mV/div. à 20 V/div. :	± 3 % (séquence 1, 2, 5)
Variable (décalibré) :	> 2,5 : 1 à > 50V/div.
Entrées Voies 1, 2 :	
Impédance d'entrée :	1 MΩ // 15 pF
Couplage d'entrée :	DC, AC, GND (masse)
Tension d'entrée Max. :	400V (DC + crête AC)
Ligne à retard Y(analogique) :	70 ns
Circuits de mesure :	Catégorie I
Entrée auxiliaire :	
Fonctions (choix) :	déclenchement externe, modulation Z
Couplage d'entrée :	AC, DC
Tension d'entrée Max. :	100V (DC + crête AC)

Déclenchement	
Automatique (crête à crête) :	
Hauteur minimale du signal :	5 mm
Gamme de fréquence :	10 Hz à 250 MHz
Plage de niveau de contrôle :	de crête - à crête +
Normal (sans crête)	
Hauteur minimale du signal :	5 mm
Gamme de fréquence :	0 à 250 MHz
Plage de niveau de contrôle :	-10 cm à +10 cm
Modes de fonctionnement : flanc/vidéo	
Flanc :	positif, négatif ou les deux
Sources :	Voie 1 ou 2, 1/2 alternés, secteur, externe
Couplage :	
AC :	10 Hz-250 MHz
DC :	0-250 MHz
HF :	30 kHz-250 MHz
LF :	0-5 kHz
Rejection de bruit commutable	

Vidéo :	positif, négatif, synchro, impulsion
Standards :	systèmes 525 lignes/60 Hz systèmes 625 lignes/50 Hz
trames :	paire, impaire, les deux
lignes :	choix du numéro de ligne/ toutes
sources :	Voie 1, 2, externe
Indicateur de déclenchement :	par LED
Déclenchement externe :	par entrée auxiliaire (0,3V _{CC} , 150 MHz)
Couplage d'entrée :	AC, DC
Tension d'entrée Max. :	100 V (DC + crête AC)
2° déclenchement	
Hauteur minimale du signal :	5 mm
Gamme de fréquence :	0 à 250 MHz
Couplage :	DC
Plage de niveau de contrôle :	-10 div. à +10 div.

Déviations horizontales

Modes de fonctionnement :	A, ALT (alterné A/B), B
Base de temps A :	de 0,5 s/div. à 50 ns/div. [séquence 1-2-5]
Base de temps B :	de 20 ms/div. à 50 ns/div. [séquence 1-2-5]
Précision A et B :	± 3 %
Expansion X x10 :	jusqu'à 5 ns/div.
Précision X x10 :	± 5 %
Variable, base de temps A/B :	2,5:1
Durée d'inhibition Hold off :	variable 1:10 indication par LED
Bande passante ampli X :	0 - 3 MHz [-3 dB]
Différence de phase X-Y <3° :	< 220 kHz

Commandes / Mesures / Interfaces

Commandes :	Autoset, Menu et fonctions d'aide (multilingue)
Sauvegarde/rappel :	9 configurations
Affichage à l'écran :	4 traces max.
Analogique :	Voie 1, 2 (Base de temps A), combinés avec Voie 1, 2 (Base de temps B)
Compteur fréquencemètre :	max. 180 mes/s
Résolution 6 digits :	>1 MHz - 250 MHz
Résolution 5 digits :	0,5 Hz - 1 MHz
Précision :	50 ppm
Mesures automatiques :	fréquence/période, V _{dc} , V _{pp} , V _{p+} , V _{p-}
Mesures avec curseurs :	ΔV , Δt , $1/\Delta t$ (f), t montée, V/terre, ratioX (%°, n), ratioY
Résolution d'affichage/curseurs :	1000 x 2000 Pts
Interfaces (amovible) :	RS-232 (HO710), en standard
En option :	Ethernet, IEEE-488, interface double RS232/USB

Affichage/Ecran

Tube cathodique :	D14-375GH
Surface d'affichage :	8 cm x 10 cm graticule interne
Tension d'accélération :	environ 14 kV

Divers

Testeur de composants :	
Tension de test :	env. 7V _{eff} (circuit ouvert) Fréq. env. 50 Hz
Courant de test :	max. 7 mA _{eff} (court-circuit)
Potentiel de référence :	masse (terre de protection)
Calibre de sondes :	1 kHz/1 MHz signal carré 0,2V _{pp} (temps de montée < 4 ns)
Rotation de trace :	réglage électronique
Alimentation :	105 - 253 V, 50/60 Hz ± 10 %, CAT II
Consommation :	env. 41 Watt à 230 V, 50 Hz
Protection :	classe de protection I (EN61010-1)
Masse :	5,6 kg
Dimensions (L x H x P) :	285 x 125 x 380 mm
Temp. de fonctionnement :	0° C ...+40° C

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

Accessoires fournis : Cordon secteur, notice d'utilisation, 2 sondes 10 : 1 avec prise en compte de l'atténuation
Accessoires en option : interface double RS232/USB HO720, Ethernet HO730, IEEE488 (GPIB) HO740, Interface opto-isolée (avec cordon fibre optique) HZ70

CombiScope analogique/numérique 150MHz HM1508

Produit présenté page 12

Déviations verticales

Voies :	
Analogiques :	2
Numériques :	2 + 2 Voies logiques
Modes de fonctionnement :	
Analogique :	Voie 1 ou 2 seule, Dual (1 et 2 alternées ou découpées), addition.
Numérique :	Voie 1 ou 2 seule, Dual (1 et 2), addition. Voies signaux logiques, Voie 3 et Voie 4
Y en mode XY :	Voie 1
Inversion :	Voie 1 et 2
Bande passante (-3 dB) :	2 x 0 - 150 MHz
Temps de montée :	< 2,3 ns
Dépassement :	max. 1 %
Coefficients de déviation (Voies 1, 2) :	14 positions calibrées
	1 mV/div. à 2 mV/div. ± 5 % (0 à 10 MHz [-3 dB])
	5 mV/div. à 20 V/div. ± 3 % [séquence 1, 2, 5]
	Variable (décalibré) : > 2,5:1 à > 50 V/div.
Entrées Voies 1, 2 :	
Impédance d'entrée :	1 MΩ 15 pF
Couplage d'entrée :	DC, AC, GND (masse)
Tension d'entrée Max. :	400 V max (DC + crête AC)
Ligne à retard Y (analogique) :	70 ns
Circuits de mesure :	Catégorie I
Mode numérique seulement :	
Voies logiques :	Voie 3, Voie 4
Choix du seuil de déclenchement :	TTL, CMOS, ECL
Seuils réglables :	3
	Dans la plage : -2 V à +3 V
Mode analogique seulement :	
Entrée auxiliaire :	Voie 4: 100 V (DC + crête AC)
Fonctions (choix) :	déclenchement externe, modulation Z
Couplage d'entrée :	AC, DC
Tension d'entrée Max. :	100 V (DC + crête AC)

Déclenchement

Modes analogique et numérique	
Automatique (crête à crête) :	
Hauteur minimale du signal :	5 mm
Gamme de fréquence :	10 Hz à 250 MHz
Plage de niveau de contrôle :	de crête - à crête +
Normal (sans crête) :	
Hauteur minimale du signal :	5 mm
Gamme de fréquence :	0 à 250 MHz
Plage de niveau de contrôle :	-10 div. à +10 div.
Modes de fonctionnement :	flanc/vidéo/Logique
Flanc :	positif, négatif ou les deux
Sources :	Voie 1 ou 2, 1/2 alternés, secteur, externe
Couplage :	AC : 10 Hz-250 MHz DC : 0-250 MHz HF : 30 kHz-250 MHz LF : 0-5 kHz Rejection de bruit commutable
Vidéo :	positif/négatif, synchro, impulsion
Standards :	systèmes 525 lignes/60 Hz systèmes 625 lignes/50 Hz
trames :	paire, impaire, les deux
lignes :	choix du numéro de ligne / toutes
sources :	Voie 1, 2, externe
Indicateur de déclenchement :	par LED
Déclenchement externe :	par Voie 4
Couplage d'entrée :	AC, DC
Tension d'entrée Max. :	100 V (DC + crête AC)
Mode numérique :	
Logique :	ET/OU, VRAI/FAUX
Source :	Voie 1 ou 2, Voie 3 et 4
Etat :	X, H, L
Pré/Post Trigger :	-100 % à +400 % sur toute la profondeur mémoire

Mode analogique :
2° déclenchement

Hauteur minimale du signal :	5 mm
Gamme de fréquence :	0 à 250 MHz
Couplage :	DC
Plage de niveau de contrôle :	-10 div. à +10 div.

Déviations horizontales**Mode analogique :**

Modes de fonctionnement :	A, ALT (alterné A/B), B
Base de temps A :	0,5 s/div. à 50 ns/div. (séquence 1-2-5)
Base de temps B :	20 ms/div. à 50 ns/div. (séquence 1-2-5)
Précision A et B :	± 3 %
Expansion X x10 :	jusqu'à 5 ns/div.
Précision X x10 :	± 5 %
Variable, base de temps A/B :	continu 1:2,5
Durée d'inhibition Hold off :	variable 1:10 indication par LED
Bande passante ampli X :	0 à 3 MHz (-3 dB)
Différence de phase X - Y < 3° :	< 220 kHz

Mode numérique :**Plages de base de temps**

Mode rafraîchi :	de 20 ms/div. à 5 ns/div (séquence 1-2-5)
Avec détection de crête :	de 20 ms/div. à 50 ns/div (séquence 1-2-5)
Mode Roll :	de 50 s/div. à 50 ms/div (séquence 1-2-5)

Précision de la base de temps

Base de temps :	50 ppm
Affichage :	± 1 %
Expansion MEMORY ZOOM :	max. 50,000:1
Bande passante ampli X :	0 à 150 MHz (-3 dB)
Différence de phase X-Y < 3° :	< 100 MHz

Mémoire numérique

Acquisition (temps réel) :	Voies analogiques 2 x 500 MSa/s, 1 GSa/s Voies logiques 2 x 500 MSa/s
Acquisition (temps équivalent) :	10 GSa/s (voies analogiques)
Bande passante :	2 x 0 - 150 MHz (répétitif)
Mémoire :	1 M-échantillons par voie
Modes de fonctionnement :	Rafraîchi, moyenne, enveloppe, défilement (Roll) : libre/déclenché, monocoup, détection de crête
Résolution (verticale) :	8 Bits (25 Pts/cm)
Résolution (horizontale) :	
Yt :	11 Bits (200 Pts/div.)
XY :	8 Bits (25 Pts/div.)
Interpolation :	sinx/x, Dot Join (linéaire), pulse
Retard :	1 Million * 1/fréquence d'échantillonnage à 4 Millions * 1/fréquence d'échantillonnage
Nombre de saisies du signal :	max. 170/s à 1 MPts
Affichage :	points (points d'acquisition seulement), vecteurs (interpolation partielle), optimal (mémoire complète et vecteurs)
Mémoires de références :	9 de 2 kPts chacune (signaux enregistrés)
Affichage :	choix de 2 signaux parmi les 9

Commandes / Mesures / Interfaces

Commandes :	Menu (multilingue), Autoset, fonctions d'aide (multilingue).
Sauvegarde/rappel :	9 configurations
Affichage à l'écran :	4 signaux ou 4 traces max.
Analogique :	Voie 1, 2 (Base de temps A), combinés avec Voie 1, 2 (Base de temps B)
Numérique :	Voie 1, 2 et Voie 3,4 ou ZOOM ou Référence ou fonction Mathématique
Compteur fréquence :	
Résolution 6 digits :	>1 MHz - 250 MHz
Résolution 5 digits :	0,5 Hz - 1 MHz
Précision :	50 ppm
Mesures automatiques :	
Mode analogique :	fréquence/période, Vdc, Vpp, Vp+, Vp-
Plus en mode numérique :	V_{rms}/V_{avg}
Mesures avec curseurs :	
Mode analogique :	ΔV , Δt , $1/\Delta t$ (f), t montée, V/terre, ratioX (% , °, n), ratioY
Plus en mode numérique :	compteur d'impulsions, Vt related, crête-crête, crête+, crête-
Résolution d'affichage/curseurs :	1000 x 2000 Pts, signaux : 250 250 x 2000
Interfaces (amovible) :	RS-232 (HO710) en standard
En option :	IEEE488, Ethernet, interface double RS232/USB

Fonctions mathématiques

Nombre de jeux de formules :	5 de 5 formules chacun
Sources :	Voie 1, Voie 2, Math1- Math 5
Cibles :	5 mémoires mathématiques, Math 1-5
Fonctions :	addition, soustraction, 1/x, Val absolue, multiplication, division el. carré, positif, négatif, inverse.
Affichage :	max. 2 mémoires mathématiques (Math 1-5)

Affichage/Ecran

Tube cathodique :	D14-375GH
Surface d'affichage :	8 cm x 10 cm, graticule interne
Tension d'accélération :	environ 14 kV

Divers

Testeur de composants	
Tension de test :	env. 7 V _{eff} (circuit ouvert) Fréq. env. 50 Hz
Courant de test :	max. 7 mA _{eff} (court-circuit)
Potentiel de référence :	masse (terre de protection)
Calibre de sondes :	1 kHz/1 MHz signal carré 0,2V _{pp} (Temps de montée < 4 ns)
Rotation de trace :	réglage électronique
Alimentation :	105 - 253 V, 50/60 Hz ± 10 %, CAT II
Consommation :	env. 47 Watt à 230V, 50 Hz
Protection :	classe de protection I (EN61010-1)
Masse :	5,6 kg
Dimensions (L x H x P) :	285 x 125 x 380 mm
Temp. de fonctionnement :	0° C ...+40° C

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

Accessoires fournis : Cordon secteur, notice d'utilisation, 4 sondes 10 : 1 avec prise en compte de l'atténuation, logiciel sous Windows pour le contrôle et transfert des données.

Accessoires en option : interface double RS232/USB HO720, Ethernet HO730, IEEE488 (GPIB) HO740, Interface opto-isolée (avec cordon fibre optique) HZ70.

Caractéristiques	Analyseurs de spectre à synthèse numérique directe (DDS)			
	HM5510	HM5511	HM5012-2	HM5014-2
Fréquence				
Plage de mesure	150 kHz à 1 GHz	150 kHz à 1 GHz	150 kHz à 1 GHz	150 kHz à 1 GHz
Plage de réglage	0 kHz à 1,05 GHz	0 kHz à 1,05 GHz	0 kHz à 1,05 GHz	0 kHz à 1,05 GHz
Précision du réglage	1 kHz	1 kHz	1 kHz	1 kHz
Excursion (séquence 1,2,5)	1 MHz à 1 GHz	1 MHz à 1 GHz	1 MHz à 1 GHz	1 MHz à 1 GHz
Zero-Span	•	•	•	•
Full-Span	•	•	•	•
Bande passante de résolution ([Séquence 1-3])	20 kHz/ 500 kHz	20 kHz/ 500 kHz	9 kHz/ 120 kHz/1 MHz	9 kHz/ 120 kHz/1 MHz
Bande passante vidéo	4 kHz/OFF	4 kHz/OFF	4 kHz/OFF	4 kHz/OFF
Durée de balayage (auto)	20 ms	20 ms	40 ms, 320 ms	40 ms, 320 ms
Amplitude				
Gamme d'amplitude	-100 à +10 dBm	-100 à +10 dBm	-100 à +10 dBm	-100 à +10 dBm
Impédance d'entrée	50 Ohm	50 Ohm	50 Ohm	50 Ohm
Atténuateurs d'entrée (par pas de 10dB)	0 - 40 dB	0 - 40 dB	0 - 40 dB	0 - 40 dB
Niveau de référence	+10 dBm	+10 dBm	+10 dBm	+10 dBm
Précision du niveau de référence	0,5 dBm	0,5 dBm	0,4 dBm	0,4 dBm
Echelle	10 dB/div.	10 dB/div.	10 dB/div., 5 dB/div.	10 dB/div., 5 dB/div.
Fonction marqueur	fréquence, niveau	fréquence, niveau	fréquence, niveau	fréquence, niveau
Saisie du signal numérique			échantillonnage, moyenne, MAX. HOLD	échantillonnage, moyenne, MAX. HOLD
analogique	•	•		
Traitement du signal	—	—	A - B	A - B
Affichage				
tube cathodique	•	•	•	•
Résolution verticale (8 div.)	160 points	160 points	200 points	200 points
Résolution horizontale (10 div.)	2000 points	2000 points	2000 points	2000 points
Mémoire				
Capacité par voie	—	—	2 ko	2 ko
nombre de signaux mémorisables	—	—	2	2
nombre de configurations	—	—	10	10
Générateur suiveur	—	•	—	•
Niveau de sortie (50 Ohm)		- 50 dBm à 0 dBm		- 50 dBm à +1 dBm
Précision		0.5 dB		0.2 dB
Interface	—	—	RS-232	RS-232
Alimentation	105 - 253 V~	105 - 253 V~	105 - 253 V~	105 - 253 V~

Analyseurs de spectre 1GHz HM5012-2 / HM5014-2

Produit présenté p. 29

Fréquence	
Gamme de fréquence :	0,15 MHz à 1,050 GHz
Stabilité :	± 5 ppm
Vieillessement :	± 1 ppm/an
Précision de l'affichage :	1 kHz (6½ digit en mode Readout)
Gamme de fréquence centrale :	0 à 1,050 GHz
Générateur de fréquence :	TCXO avec DDS (synthèse numérique directe)
Excursion :	Zero-Span et 1 MHz - 1 GHz (Séquence 1-2-5)
Marqueur :	
résolution fréquentielle	1 kHz, 6½ digit,
résolution d'amplitude	0,4 dB, 3½ digit
Bande passante de résolution	
RBW (6 dB) :	1 MHz, 120 kHz et 9 kHz
Filtre vidéo :	4 kHz
Durée de balayage (commutation automatique)	40 ms, 320 ms, 1 s ¹
Amplitude (utilisation du marqueur) 150 kHz – 1 GHz	
Gamme de mesure :	-100 dBm à +10 dBm
Echelle :	10 dB/div, 5 dB/div
Gamme d'affichage :	80 dB (10 dB/div) 40 dB (5 dB/div)
Réponse en fréquence (attn. de 10 dB, Zero Span, et RBW 1 MHz, signal -20 dBm) :	± 3 dB
Affichage (CRT) :	8 x 10 divisions
Affichage :	échelle logarithmique
Unité d'affichage :	dBm
Atténuateurs d'entrée :	0 à 40 dB (par pas de 10 dB)
Précision de l'atténuateur d'entrée par rapport à 10 dB :	± 2 dB
Niveau d'entrée max.	
atténuation 40 dB :	+ 20 dB (0,1 W)
atténuation 0 dB :	+ 10 dB
Tension max. d'entrée :	± 25V
Niveau de référence max. :	+10 dBm
Précision du niveau de référence à 500 MHz, attn. 10 dB, Zero Span, et RBW 1 MHz :	± 1 dB
Valeur moyenne du niveau de bruit :	-100 dBm (RBW 9 kHz)
Intermodulation (3 ^{ème} ordre) :	mieux que 75 dBc (2 signaux : 200MHz, 203MHz, -3db sous le niveau de référence)
Rapport de distorsion harmonique (2 ^{ème} harmonique) :	typique > 75 dBc (200 MHz, niveau de référence)
Erreur d'amplitude liée à la bande passante par rapport à RBW 1 MHz et Zero Span :	± 1 dB
Erreur de numérisation :	± 1 digit [0,4 dB] pour une échelle de 10 dB/div Modes Average et Zero Span
Entrées / sorties	
Entrée :	prise N
Impédance d'entrée :	50 Ω
Pont de mesure VSWR :	typ. 1,5:1
Sortie générateur suiveur (HM5014-2) :	Prise N
Impédance de sortie :	50 Ω
Sortie du signal de test :	Prise BNC
Fréquence, niveau :	48 MHz, -30 dBm (± 2 dB)
Tension d'alimentation de la sonde (HZ 530) :	6 V DC
Sortie audio :	Prise jack, Ø 3,5 mm
Interface RS-232 :	Sub-D 9 broches
Fonctions	
Clavier :	fréquence centrale, niveau de référence et du générateur suiveur (HM5014-2 seulement)
Codeur :	fréquence centrale, niveau de référence et du générateur suiveur, marqueur (HM5014-2 seulement)
Détection Max-Hold :	détection de crête
Détection Quasi-Peak : ¹	détection d'une quasi-crête
Average (Moyenne) :	valeur moyenne

Signal de référence :	capacité mémoire de 2 Ko x 8 bits
Save / Recall :	sauvegarde et rappel de 10 configurations
Démodulation AM :	sortie écouteur
LOCAL :	suppression de la commande RS-232
Readout :	Affichage de paramètres de mesure

Générateur suiveur (seulement sur HM 5014-2)

Plage de fréquence :	0,15 MHz à 1,050 GHz
Niveau de sortie :	- 50 dBm à + 1 dBm
Réponse en fréquence (0,15 MHz – 1 GHz)	
+1 dBm à +10 dBm	± 3 dB
-10,2 dBm à -50 dBm	± 4 dB
Erreur de numérisation :	± 1 digit (0,4 dB)
Pureté spectrale :	meilleure que 20 dBc

Divers

Tube cathodique :	D14-363GY, 8 x 10 cm avec graticule interne
Tension d'accélération :	env. 2 kV
Rotation de trace :	réglable en façade
Temp. de fonctionnement :	10° C à 40° C
Alimentation :	105-250 V, 50/60 Hz ± 10 %, CAT II
Consommation HM5014-2 :	env. 35 W à 230 V/50 Hz
Consommation HM5012-2 :	env. 30 W à 230 V/50 Hz
Protection :	classe I (EN61010-1)
Dimensions (L x H x P) :	285 x 125 x 380 mm
Poids (HM5012-2) :	env. 6 kg
Poids (HM5014-2) :	env. 6,5 kg

Caractéristiques à 23°C après période de chauffe de 30 minutes
¹ seulement avec le logiciel AS100E

Accessoires fournis : Notice d'utilisation, câble d'alimentation, logiciel sur CD-Rom

Accessoires en option : Interface optique HZ70; antenne HZ520; coffret de sondes de champ proche HZ530

Analyseurs de spectre 1GHz HM5510 / HM5511

Produit présenté p. 28

Fréquence	
Gamme de fréquence :	0,15 MHz à 1,050 GHz
Stabilité :	± 5 ppm
Vieillessement :	± 1 ppm/an
Précision de l'affichage :	1 kHz (6 1/2 digit)
Gamme de fréquence centrale :	0 à 1,050 GHz
Générateur de fréquence :	TCXO avec DDS (synthèse numérique directe)
Excursion :	Zero-Span et 1 MHz - 1 GHz (Séquence 1-2-5)
Marqueur :	
résolution fréquentielle	1 kHz, 6 1/2 digit,
résolution d'amplitude	0,5 dB, 3 1/2 digit
Bande passante de résolution	
RBW (6 dB) :	500 kHz et 20 kHz
Filtre vidéo :	4 kHz
Durée de balayage :	20 ms

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

Entrées / sorties	
Entrée :	prise N
Impédance d'entrée :	50 Ω
Pont de mesure VSWR (attn. 10 dB) :	typ. 1,5:1
Tension d'alimentation de la sonde HZ530 :	6 V DC
Sortie audio :	prise jack, Ø 3,5 mm
Uniquement pour le HM5510	
Sortie du signal de test :	prise N, impédance de sortie: 50 Ω
Fréquence :	10 MHz
Niveau :	0 dBm (± 3 dB)

Fonctions	
Clavier :	fréquence moyenne, niveau de référence et du générateur suiveur
Codeur :	fréquence moyenne, niveau de référence, marqueur, intensité (CRT), contraste (LCD), focus, rotation de trace
Uniquement sur le HM5511 :	
Générateur suiveur	
Plage de fréquence :	0,15 MHz - 1,050 GHz
Niveau de sortie :	- 50 dBm à + 0 dBm

Réponse en fréquence	
0 dBm à -9,5 dBm	± 4 dB
-10 dBm à -50 dBm	± 3 dB
Pureté spectrale :	meilleure que 20 dBc

Divers	
Tube cathodique :	D14-363GY, 8 x 10 cm avec graticule interne
Tension d'accélération :	env. 2 kV
Inversion :	réglable en façade
Temp. de fonctionnement :	10° C à 40° C
Alimentation :	105-253 V, 50/60 Hz ± 10 %, CAT II
Consommation HM5510 :	env. 31 W
Consommation HM5011 :	env. 37 W
Dimensions (L x H x P) :	285 x 125 x 380 mm
	poignée réglable
Couleur :	techno-brun
Poids :	
HM5510 :	env. 5,6 kg
HM5511 :	env. 6,0 kg

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

Accessoires fournis : Notice d'utilisation, câble d'alimentation
Accessoires en option : antenne HZ520; coffret de sondes de champ proche HZ 530

Caractéristiques	Alimentations			
	HM8040-3	HM7042-5	HM8143	HM7044
Nombre de sorties	3	3	3	4
Sortie voie 1	0 à 20V 0,5A	0 à 32V 2A	0 à 30V 2A	0 à 32V 3A
Sortie voie 2	0 à 20V 0,5A	0 à 5,5V 5A	0 à 30V 2A	0 à 32V 3A
Sortie voie 3	5V 1A	0 à 32V 2A	5V 2A	0 à 32V 3A
Sortie voie 4				0 to 32V 3A
Ondulation résiduelle	≤ 1 mV	≤ 100 µV	≤ 2 mV	≤ 1 mV
Affichage	3 chiffres	4 chiffres	4 chiffres	4 chiffres
Résolution en tension	100 mV	10 mV	10 mV	10 mV
Résolution en courant	1 mA	1/10 mA	1 mA	1 mA
Montages possibles	série / parallèle	série / parallèle	série / parallèle	série / parallèle
Tension constante	•	•	•	•
Courant constant	•	•	•	•
Mode tracking			•	•
Sorties réglables	•	•	•	•
Limitation du courant	0 - 0,5A	0 - 5A/0 - 2A	0 - 2A	5 mA - 3A
Fusible électronique	•	•	•	•
SENSE			•	•
Modulation externe			•	
Mode arbitraire			•	
Charge électronique			2A	
Type	linéaire	découpage / linéaire	linéaire	découpage / linéaire
Puissance de sortie	25W	155W	130W	384W
Interface			RS-232 Option IEEE-488 Option USB	RS-232 Option IEEE-488 Option USB
Fonctions			télécommandable	télécommandable
Poids	1,07 kg	7,40 kg	10,00 kg	8,50 kg
Remarques	Appareil de base HM8001-2 ou HM8003 nécessaire Sécurité en température	Régulation du ventilateur en fonction de la température	Génération de Signaux arbitraires via l'interface	Mode Tracking saisie des paramètres par le clavier en face avant

Alimentation triple HM7042-5

Produit présenté p. 46

Sorties

2x 0 - 32V et 0..5,5V	avec un bouton d'activation et de désactivation, convertisseur DC/DC et régulateur possibilité de montage série ou parallèle, limitation de courant et fusible électronique
-----------------------	---

Sortie I + III 32V

Gamme de tension :	2 x 0 - 32V, continûment réglable 2 potentiomètres (réglage fin et grossier)
Ondulation résiduelle :	$\leq 100 \mu V_{\text{eff}}$ (3 Hz - 300 kHz)
Courant de sortie :	2 A max.
Limitation de courant / fusible électronique :	0 - 2A, continûment réglable avec un potentiomètre

Temps de compensation

Variation de charge de 10% à 90%	80 μs à ± 1 mV de la valeur nominale
	30 μs à ± 10 mV de la valeur nominale
	00 μs à ± 100 mV de la valeur nominale

Variation passagère max. : typ. 75 mV

Variation de charge de 50% \pm 10%

	30 μs à ± 1 mV de la valeur nominale
	05 μs à ± 10 mV de la valeur nominale
	00 μs à ± 100 mV de la valeur nominale

Variation passagère max. : typ. 17 mV

Affichage

LED 7 segments :	32,00V (4 digit) / 2,000A (4 digit)
Résolution :	0,01V / 1mA
Précision d'affichage :	± 3 digit en tension / ± 4 digit en courant
LED :	signale le mode régulation de courant

Sortie 5,5V

Gamme de tension :	0 - 5,5V, continûment réglable à l'aide d'un potentiomètre
Ondulation résiduelle :	$\leq 100 \mu V_{\text{eff}}$ (3 Hz - 300 kHz)
Courant de sortie :	5 A max.
Limitation de courant / fusible électronique :	0 - 5A, continûment réglable avec un potentiomètre

Temps de compensation

Variation de charge de 10% à 90%	80 μs à ± 1 mV de la valeur nominale
	10 μs à ± 100 mV de la valeur nominale

Variation passagère max. : typ. 170 mV

Variation de charge de 50% \pm 10%

	30 μs à ± 1 mV de la valeur nominale
	15 μs à ± 10 mV de la valeur nominale
	00 μs à ± 100 mV de la valeur nominale

Variation passagère max. : typ. 60 mV

Affichage

LED 7 segments :	5,50V (3 digit) / 5,00A (3 digit)
Résolution :	0,01V / 10mA
Précision d'affichage :	± 3 digit en tension / ± 1 digit en courant
LED :	signale le mode régulation de courant

Niveaux maximum

Tension inverse :	
Voies I + III:	33V
Voie II:	6V
Tension inverse :	0,4 A max.
Courant lié à la tension inverse :	5 A max.
Tension par rapport à la terre :	150V max.

Divers

Protection :	classe I (EN 61010-1)
Alimentation :	115V/230V \pm 10% (50/60 Hz)
Fusibles :	115V: 2 x 5A temporisé (T) 5 x 20 mm 230V: 2 x 2.5A temporisé (T) 5 x 20 mm
Consommation :	330VA / 250W max.
Temp. de fonctionnement :	0° C...+40° C
Temp. pour le stockage :	- 20° C...+70° C
Dimensions (L x H x P) :	285 x 90 x 389 mm
Poids :	env. 7,4 kg

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

Accessoires fournis : notice d'utilisation et câble d'alimentation
Accessoires en option : HZ10 Jeu de cordons de mesure silicone, HZ42 kit pour montage en rack 19"

Alimentation quadruple à forte puissance HM7044

Produit présenté p. 47

Caractéristiques identiques pour les sorties I, II, III, IV

Source de tension constante

Gamme de tension :	0 -32V DC
Résolution du réglage :	10 mV, afficheur 4 chiffres
Précision du réglage :	± 5 digit
Ondulation résiduelle :	< 1 mV en régulation de tension
Plage de courant :	5 mA - 3A
Résolution :	1 mA, afficheur 4 chiffres
Précision :	± 8 digit
Ondulation résiduelle :	< 1 mV / 100 μA en régulation de courant

Montage en parallèle

Tension de sortie :	32V max.
Courant de sortie :	12A max. (3A par sortie)
Puissance de sortie :	384W max.

Montage en série

Tension de sortie :	128V max. (32V par sortie)
Courant de sortie :	3A max.
Puissance de sortie :	384W max.

Mode Tracking

Possibilité d'utiliser ce mode avec les 4 sorties

Fusible électronique

Gamme de réglage en courant:	5 mA - 3A; chaque sortie possède son propre fusible
Nombre de fusibles :	4

Coupage de sortie programmable

Possibilité de couper jusqu'à 4 sorties simultanément en cas de surcharge sur une seule sortie

Commutateur de sortie

Activation et désactivation des sorties à l'aide d'un bouton poussoir

Affichage 7 segments

8 afficheurs, 4 afficheurs pour la tension et 4 autres pour le courant

Affichage LED

Sortie active, Limitation du courant active; Fusible actif (jusqu'à 3 LED par sortie)

Interface

Interface série RS-232 pour une connexion au PC

Temps de traitement :	100 ms, temps mis pour que la sortie affiche la valeur numérique envoyée par le PC
------------------------------	--

Divers

Impédance interne	
Statique :	typ. 2,5 m Ω
Dynamique :	typ. 150 m Ω
Régulation de charge entre de 10% & 90% (tension constante +100 mV) :	$\leq 2,5$ ms
Stabilité :	0,1 mV avec une variation de tension secteur de $\pm 10\%$, 80 W par sortie
Coefficient de température :	100 ppm/ $^{\circ}C$
Commutateur de surintensité (dépassement de 3A) :	< 50 μs
Sortie isolée de la terre :	150V max par rapport à la masse et/ou la terre
Consommation :	530W max. pour une puissance délivrée de 384W
Temp. de fonctionnement :	+ 10° C... + 40° C
Humidité :	10-90 % sans condensation
Tension d'alimentation :	115/230V \pm 10%, 50/60 Hz
Protection :	classe I (EN 61010)
Poids :	env. 8,5 kg
Dimensions (L x H x P) :	285 x 125 x 380 mm

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

Accessoires fournis : notice d'utilisation et câble d'alimentation
Accessoires en option : HZ10 Jeu de cordons de mesure silicone

Alimentation triple HM8040-3

Produit présenté p. 49

Sorties

2x 0 - 20V et 5V	avec un bouton d'activation et de désactivation, régulateur avec sécurité en température, possibilité de montage série ou parallèle, limitation de courant et fusible électronique
------------------	--

Sortie 20V

Gamme de tension :	2 x 0 - 20V, continûment réglable
Ondulation résiduelle :	$\leq 1 \text{ mV}_{\text{eff}}$
Courant de sortie :	0,5A max.
Limitation de courant/fusible électronique :	0 - 0,5A, continûment réglable avec un potentiomètre

Régulation pour une variation de charge de 10 % à 90 %

Temps de régulation :	200 μs
Variation dyn. du niveau :	1,5mV
Impédance de sortie dynamique :	3,75m Ω

Régulation pour une charge de base de 50 % et saut de +10 % de la pleine charge

Temps de régulation :	150 μs
Variation dyn. du niveau :	400 μV
Impédance de sortie dynamique :	4m Ω

Sortie 5V

Gamme de tension :	5V \pm 500mV par potentiomètre
Ondulation résiduelle :	$\leq 1 \text{ mV}_{\text{eff}}$
Courant de sortie :	1A max. en fonctionnement continu, protégées contre les courts-circuits

Affichage des sorties 20V

LED 7 segments :	2 x 3 chiffres, pour courant et tension (V et mA commutable)
Résolution :	0,1V / 1mA
Précision d'affichage :	pour la tension + 1 digit pour le courant + 4 digit
LED :	limitation de courant

Valeurs limites

Tension :	25V pour chaque sortie
Courant :	500mA pour chaque sortie
Tension reliée à la terre :	100V pour chaque prise de sortie
Sécurité en température :	Si la température interne dépasse 75 / 80°C, l'appareil s'éteint automatiquement

Divers

Alimentation (avec appareil de base) :	1 x 8V 1 x 24V 1 x 5V 1 x 18V _{ac}
Consommation en incluant celle du HM8001-2 :	max. 90VA / 75W (max. 110VA / 95W court-circuit sortie 5V)
Courant disponible en fonctionnement	
dans le HM8003 :	0,25A max. per voie
à partir du HM8040-3	
logé dans le HM8001-2 :	somme de tous les courants de sortie < 2A
Temp. de fonctionnement :	0°C... +40°C
Temp. pour le stockage :	-20°C... +70°C
Humidité :	< 80% sans condensation
Dimensions (L x H x P) :	135 x 68 x 245mm
Poids :	env. 1,07kg

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

Accessoires fournis : notice d'utilisation
Accessoires en option : HZ10 Jeu de cordons de mesure silicone

Alimentation de laboratoire HM8143

Produit présenté p. 48

Tension de sortie :	2 x 0 - 30V _{dc} ; 1 x 5V _{dc}
Courant de sortie :	2 x 0 - 2A _{dc} ; 1 x 2A _{dc}
Résolution :	10mV / 1mA
Mode de fonctionnement :	tension constante (CV) courant constant (CA)
Impédance de sortie :	< 5m Ω 0,1 μF + 1,5mH (V-source)
Ondulation résiduelle :	< 2mV _{eff} (pleine charge; 10 - 100kHz) < 3mV _{eff} (pleine charge; 10 - 1MHz) < 60 μA_{eff} (pleine charge)
Bande passante :	> 8kHz
Variation de tension instantanée :	typ. > 0,7V/ μs
Temps de montée :	typ. 50 μs
Temps de maintien :	typ. 40 μs
Temps de réponse de la limitation de courant :	200 μs (2ms pour un courant de sortie > 3A)
Stabilité (dU/d θ)	< 300ppm / °C + 250 $\mu\text{V}/^\circ\text{C}$
(dI/d θ)	< 300ppm / °C + 25 $\mu\text{A}/^\circ\text{C}$
Entrée de modulation :	0 - 3V (\pm 1V), Ri = 10k Ω
Précision d'affichage :	0,2% de la valeur indiquée \pm 3 digit
Précision des mesures :	0,2% de la valeur indiquée \pm 1 digit
Régulation de charge.	0,03% ($\Delta U_a = 15\text{V}$; $\Delta I = 1\text{A}$)
Influence du réseau :	< 1mV/V
Compensation de la résistance de ligne (SENSE) :	jusqu'à 1 Ω max.
Temps de réponse :	< 5ms (manuel), < 10ms (IEEE)

Mode arbitraire (uniquement pour une tension de sortie)

Nombre de points :	512
Construction des points :	en fonction de la tension et du temps
Palier min. :	100 μs
Palier max. :	50sec.
Séquence :	100 μs , 200 μs , 500 μs ; 1, 2, 5ms; 10, 20, 50ms...50sec. (16 valeurs)
Nombre de répétitions en mode arbitraire :	1 - 255 et infini
Résolution verticale :	10mV

Absorption de courant

Mode de fonctionnement :	courant constant
Puissance absorbée :	60W (max. 2A) pour chaque sortie
Impédance de sortie :	> 100k Ω + 1 μF (I-source)
Précision de la valeur programmée :	0,2% de la valeur indiquée \pm 3 digit
Résolution :	1mA
Précision de la valeur mesurée :	0,2% de la valeur indiquée \pm 1 digit

Divers

Dimensions (L x H x P) :	285 x 75 x 365mm
Poids :	env. 10kg
Consommation :	env. 160W
Humidité :	10%-90% (sans condensation) 5% - 95% (humidité relative)
Temp. de fonctionnement :	0°C...+40°C
Tension d'alimentation :	115/230V \pm 15% ; 50/60Hz
Protection :	Classe I (EN61010-1)

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

Accessoires fournis : notice d'utilisation, câble d'alimentation
Accessoires en option : Jeu de cordons de mesure silicone HZ10, kit pour montage en rack 19" HZ42, câble pour bus IEEE, 1m/1,5m HZ72-S/L, Interface IEEE-488 H0880, Interface RS-232 H0890

6 1/2 - Multimètre de précision HM8112-3

Produit présenté p. 56

Tension continue

Calibre : 0,1 V; 1 V; 10 V; 100 V; 600 V

Impédance d'entrée dans ces gammes de mesures :

0,1 V, 1,0 V : > 1 GΩ
10 V, 100 V, 600 V : 10 MΩ

Précision : les valeurs calculées dépendent de la valeur indiquée (lecture = rdg.) et la gamme de mesure choisie (pleine échelle = f.s.)

Gamme de mesure	1 an; 23 ± 2° C		Coef. de température 10...21° C + 25...40° C
	%rdg.	%f.s.	
0,1 V	0,005	0,0006	0,0008
1,0 V	0,003	0,0006	0,0008
10,0 V	0,003	0,0006	0,0008
100,0 V	0,003	0,0006	0,0008
600,0 V	0,004	0,0006	0,0008

Temps d'intégration : 0,1 sec. 1 jusqu'à 60 sec.

Etendue de la gamme d'affichage : 120,000 1.200,000

Gamme 600 V : 60,000 600,000

Résolution : 1 µV 100 nV

Variation de tension

en fonction de la température : mieux que 0,3 µV/°C

Stabilité à long terme : mieux que 3 µV au-delà de 90 jours

Tension alternative

Calibre : 0,1 V; 1 V; 10 V; 100 V; 600 V

Méthode de mesure : Valeur efficace en couplage DC ou AC (sauf avec la gamme 0,1 V)

Impédance d'entrée dans la gamme de mesure :

0,1 V et 1,0 V 1 GΩ || < 60 pF
10 V jusqu'à 600 V 10 MΩ || < 60 pF

Temps de montée équivalent 1,5 sec jusqu'à 0,1% de la valeur mesurée

Précision (signal sinusoïdal > 5% f.s.) : les valeurs calculées dépendent de la valeur indiquée (lecture = rdg.) et la gamme de mesure choisie (pleine échelle = f.s.); 1 an; 23° C ± 2° C

Gamme	20 Hz-1 kHz	1-10 kHz	10-50 kHz	50-100 kHz	100-300 kHz
0,1 V	0,1+0,08	5+0,5(5 kHz)			
1,0 V	0,08+0,08	0,15+0,08	0,3+0,1	0,8+0,15	7+0,15
10,0 V	0,08+0,08	0,1+0,08	0,3+0,1	0,8+0,15	4+0,15
100,0 V	0,08+0,08	0,1+0,08	0,3+0,1	0,8+0,15	
600,0 V	0,08+0,08	0,1+0,08			

Coefficient de température pour 10...21° C / 25...40° C; (% rdg. + % f.s.)

20 Hz - 10 kHz : 0,01 + 0,008

10 kHz - 100 kHz : 0,08 + 0,01

Facteur de crête : 7:1 (5 x gamme de mesure max.)

Temps d'intégration : 0,1 sec. 1 jusqu'à 60 sec.

Fin de gamme de mesure : 120,000 1.200,000

Gamme 600 V : 600,00 600,000

Résolution : 1 µV 100 nV

Protection contre les surcharges :

V/Ω - HI contre V/Ω - LO et contre la carcasse

Tous les calibres : 850 V_{eff} à 60 Hz
ou 600 V en tension continueTension maximale avec la terre : 250 V_{eff} alternatif à 60 Hz ou
250 V en continu**Courant**

Gamme : 100 µA ; 1 mA ; 10 mA ; 100 mA ; 1 A

Temps d'intégration : 0,1 sec. 1 jusqu'à 60 sec.

Fin de gamme de mesure : 120,000 1.200,000

Gamme 1 A : 100,000 1.000,000

Résolution : 1 nA 100 pA

Précision : DC 45 Hz - 1 kHz 1 kHz - 5 kHz
(1 an; 23° C ± 2° C) 0,02 + 0,002 0,1 + 0,08 0,2 + 0,08Coef. de température : 10...21° C 25...40° C
(% rdg. + % f.s.) 0,002+0,001 0,01+0,01

Chute de tension : < 600 mV jusqu'à 1,5V

Temps de montée équivalent : 1,5 sec. à 0,1 % de la valeur mesurée

Facteur de crête : 7:1 (5 x gamme de mesure max.)

Protection de l'entrée : fusible 1 A super rapide réactif (FF)

Résistance

Gamme de mesure : 100 Ω ; 1 kΩ ; 10 kΩ ; 100 kΩ ; 1 MΩ ; 10 MΩ

Temps d'intégration : 0,1 sec. 1 sec. jusqu'à 60 sec.

Fin de gamme de mesure : 120,000 1.200,000

Résolution : 1 mΩ 100 µΩ

Précision : les valeurs calculées dépendent de la valeur indiquée (lecture = rdg.) et la gamme de mesure choisie (pleine échelle = f.s.)

Gamme de mesure	1 year; 23 ± 2° C		Coef. de température	
	%rdg.	%f.s.	10...21° C	25...40° C
100 Ω	0,005	0,0015	0,0008	0,0008
1 kΩ	0,005	0,001	0,0008	0,0008
10 kΩ	0,005	0,001	0,0008	0,0008
100 kΩ	0,005	0,001	0,0008	0,0008
1 MΩ	0,05	0,002	0,002	0,002
10 MΩ	0,5	0,02	0,01	0,01

Valeur du courant :	Gamme	Courant
	100 Ω, 1 kΩ	1 mA
	10 kΩ	100 µA
	100 kΩ	10 µA
	1 MΩ	1 µA
	10 MΩ	100 nA

Tension de mesure : env. 3V

Protection d'entrée : 250 V_C**Mesure de température**

PT100 / PT1000 (EN60751) : Mesure à 2 et 4 fils

Gamme de mesure : - 200° C à + 800° C

Résolution : 0,01° C; courant de mesure 1 mA

Tolérance : ± (0,05° C + tolérance du capteur + 0,08 K)

Coef. de température

10...21° C et 25...40° C : < 0,0018° C/°C

NiCr-Ni (Type K)

Gamme de mesure : - 270° C jusqu'à + 1372° C

Résolution : 0,1° C

Tolérance : ± 0,7% rdg. + 0,3 K

Fe-CuNi (Type J)

Gamme de mesure : - 210° C jusqu'à + 1200° C

Résolution : 0,1° C

Tolérance : ± 0,7% rdg. + 0,3 K

Mesure de la fréquence et de la période

Gamme de mesure : 1 Hz à 100 kHz

Résolution : 0,00001 Hz à 1 Hz

Précision : 0,05% (rdg.)

Temps de mesure : 1 à 2 sec.

Interface RS-232

Vitesse de transmission : 9600 ou 19200 Baud

Fonctions : Commande / transfert de données

Données d'entrée : fonction de mesure, gamme de mesure, temps d'intégration, commande de mise en marche

Données de sortie : gamme de mesure, fonction de mesures, valeurs mesurées, temps d'intégration (10 ms à 60 s)

Divers

Temps pour changer de gamme ou de fonction

env. 125 ms en tension continue, courant continu, résistance

env. 1 s en tension alternative, courant alternatif

Mémoire : 30,000 lectures/128 kB

Protection : Classe I, (EN 61010)

Tension d'alimentation : 105/254 V~; 50/60 Hz;

Consommation : env. 8 VA

Consommation : env. 3 W

Temp. de fonctionnement : + 10° C...+ 40° C

Humidité : < 75 %, sans condensation

Dimensions (L x H x P) : 285 x 75 x 365 mm

Poids : env. 3 kg

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

Accessoires fournis : câble d'alimentation, notice d'utilisation, câble de mesure

Accessoires en option : HZ887 Sonde de température (PT100; -50° C à +400° C), HZ42 Kit pour montage en rack 19", HZ10 Jeu de cordons de mesure silicone

Wattmètre 8 kW HM8115-2

Produit présenté p. 57

Tension	Valeur efficace (AC+DC)		
Calibre :	50 V	150 V	500 V
Résolution :	0,1 V	1 V	1 V
Précision :	à 20 Hz - 1 kHz : \pm [0,4 % + 5 digit] en continu : \pm [0,6 % + 5 digit]		
Impédance d'entrée :	1 M Ω 100 pF		
Facteur de crête :	3,5 max. à pleine échelle		
Protection en entrée :	500 V _C		

Courant	Valeur efficace (AC+DC)		
Calibre :	160 mA	1,6 A	16 A
Résolution :	1 mA	1 mA	10 mA
Précision :	à 20 Hz - 1 kHz : \pm [0,4 % + 5 digit] en continu : \pm [0,6 % + 5 digit]		
Facteur de crête :	4 max. à pleine échelle		
Protection surcharge en entrée :	fusible 16 A super rapide réactif (FF); 6,3 x 32 mm		

Puissance active							
Calibre :	8 W	24 W	80 W	240 W	800 W	2400 W	8000 W
Résolution :	1 mW	10 mW	10 mW	100 mW	100 mW	1 W	1 W
Précision :	à 20 Hz - 1 kHz : \pm [0,5 % + 10 digit] en continu : \pm [0,5 % + 10 digit]						
Affichage :	4 chiffres, 7 segments à LED						

Puissance réactive					
Calibre :	8 var	24 var	80 var	240/800 var	2400/8000 var
Résolution :	1 mvar	10 mvar	10 mvar	100 mvar	1 var
Précision :	\pm [2,5 % + 10 digit + 0,02xP] 20Hz à 400Hz P = puissance active				
Affichage :	4 chiffres, 7 segments à LED				

Puissance apparente					
Calibre :	8 VA	24 VA	80 VA	240/800 VA	2400/8000 VA
Résolution :	1 mVA	10 mVA	10 mVA	100 mVA	1 VA
Précision :	\pm [0,8 % + 5 digit] 20 Hz à 1 kHz				
Affichage :	4 chiffres, 7 segments à LED				

Facteur de puissance	
Affichage :	0,00 jusqu'à +1,00
Précision :	50 Hz-60 Hz : \pm [2% + 3 digit] (signal sinusoïdal); tension et courant > 1/10 de la pleine échelle

Sortie de moniteur (analogique)	
Connexion :	Prise BNC (Isolation galvanique entre le circuit de mesure et l'interface RS-232)
Potentiel de référence :	terre
Niveau :	1 V _{eff} en fin de gamme (2400/8000 digit)
Précision :	typ. 5 %
Impédance de sortie :	env. 10 k Ω
Bande passante :	DC jusqu'à 1 kHz
Protection :	\pm 30 V

Commande / affichage	
Fonctions de mesure :	Tension, courant, puissance, facteur de puissance
Choix des calibres de mesure :	Automatique ou manuel
indicateur de dépassement de calibre :	visuel et sonore
Résolution d'affichage	
Tension :	3 chiffres, 7 segments à LED
Courant :	4 chiffres, 7 segments à LED
Puissance :	4 chiffres, 7 segments à LED
Facteur de puissance :	3 chiffres, 7 segments à LED

Interface série	
Connexion :	Prise femelle type D-Sub (Isolation galvanique du circuit de mesure et de la sortie Moniteur)
Type :	RS-232
Protocole :	Xon / Xoff
Vitesse de transmission :	9600 Baud
Fonctions :	Commande/échange de données

Divers

Alimentation :	115/230 V \pm 10 %; 50/60 Hz
Protection :	Classe I, EN 61010
Consommation :	env. 15 W à 50 Hz
Temp. de fonctionnement :	0° C...+40° C
Humidité :	< 80 % (sans condensation)
Dimensions (L x H x P) :	285 x 75 x 365 mm
Poids :	env. 4 kg

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

Accessoires fournis : Câble d'alimentation, notice d'utilisation, câble pour l'interface RS-232**Accessoires disponibles en option :** Adaptateur réseau HZ815, Jeu de cordons de mesure silicone HZ10

Compteur Fréquence HM8123

Produit présenté page 58

Caractéristiques d'entrée (entrée A/entrée B)

Gamme de fréquence :		
0 – 200 MHz	(couplage DC)	
100 Hz – 200 MHz	(couplage AC, 1 MΩ)	
500 kHz – 200 MHz	(couplage AC, 50 Ω)	
Impédance d'entrée :	1 MΩ 30 pF ou 50 Ω (commutable)	
Atténuation :	1:1, 1:10, 1:100 (commutable)	
Sensibilité : [déclenchement normal]		
0 à 80 MHz	20 mV _{eff} (sine wave), 80 mV _{pp} (impulsion)	
80 MHz à 200 MHz	60 mV _{eff} (sinus)	
20 Hz à 80 MHz	50 mV _{eff} (sinus, auto trigger)	
Déclenchement (programmable par codeur ou par logiciel)		
Atténuation :	Niveau de trigger :	Résolution :
1:1	0 to ± 2V	1 mV
1:10	0 to ± 20V	10 mV
1:100	0 to ± 200V	100 mV
Tension d'entrée maximale :		
Entrée 1 MΩ :	250 V (DC + crête AC) de 0 à 440 Hz décroissant à 8 V _{rms} à 1 MHz	
Entrée 50 Ω :	5 V _{eff}	
Durée min. d'impulsion :	< 5 ns impulsion simple	
Bruit d'entrée :	(typique) 100 μV	
Déclenchement automatique	(couplage AC) : Point de déclenchement à 50 % de la valeur crête à crête	
Pente de déclenchement :	positive ou négative	
Filtre :	100 kHz passe-bas (commutable)	

Caractéristiques d'entrée (Entrée C)

Gamme de fréquence :	100 MHz - 2,6 GHz	
Input sensitivity :	jusqu'à 1 GHz : 30 mV _{eff} (typique 20 mV _{eff}) 1 GHz-2,6 GHz : 100 mV _{eff} (typique 80 mV _{eff})	
Impédance d'entrée :	nominale 50 Ω	
Tension d'entrée max. :	5 V (DC + crête AC)	

Caractéristiques d'entrée

	Ext. Reset	Référence	Gate/Arming
Impédance d'entrée :	5 kΩ	500 Ω	5 kΩ
Tension d'entrée max. :	± 30 V	± 20 V	± 30 V
Sensibilité d'entrée :	-	typ. 2V _{eff}	-
Niveau haut :	> 2V	-	> 2V
Niveau bas :	< 0,5V	-	< 0,5V
Durée impulsion mini :	200 ns	-	50 ns
Fréquence d'entrée :	-	10 MHz	-
Temps de porte mini :	-	-	20 μs

Fonctions de mesure

Fréquence A / B / C, période A, largeur d'impulsion A, totalisateur A, vitesse de rotation(RPM) A, rapport A/B, intervalle A/B, totalisateur A pendant B, intervalle de temps moyenné A/B, phase A/B, mesure de Burst.

Mesure de fréquence (entrées A, B, C)

Gamme de fréquence :	0 - 200 MHz (2,6 GHz)
CMS :	[1,25 x 10 ⁻⁸ s x Fréq.] / temps de mesure ¹⁾
Résolution :	± 1 ou 2 CMS
Précision :	± [Résolution / Fréquence + erreur de base de temps ± erreur de déclenchement / temps de mesure]

Mesure de période A

Gamme :	10000 sec à 5 ns
CMS :	[1,25 x 10 ⁻⁸ s x période] / temps de mesure
Résolution :	1 ou 2 CMS
Précision :	± Résolution / Période ± [erreur de déclenchement B / temps de mesure]

Totalisateur A

	(manuel)	(sur signal externe)
Plage :	0 – 200 MHz	0 – 200 MHz

1) NPR = nombre d'impulsions par tour du capteur.

Durée minimale d'impulsion :	10 ns	10 ns
CMS :	1 unité	± 1 unité
Résolution :	CMS	CMS
Précision :	[résolution ± erreur de temps de porte externe x fréquence A] / total	
Résolution d'impulsion :	10 ns	10 ns
Erreur de porte externe :	-	100 ns

Intervalle de temps / Intervalle de temps moyenné

(Entrée A = début, Entrée B = fin)		
CMS :	10 ns (10 ns à 1 ps en mode moyenné)	
Résolution :	1 CMS (1 ou 2 en mode moyenné)	
Précision :	± [Résolution+erreur de déclenchement + erreur systématique] / Intervalle de temps ± erreur de base de temps (erreur systématique : < 4 ns)	
Nombre d'échantillons :	N = 1 à 25	CMS = 10 ns
(N = fréquence de répétition x temps de mesure)	N = 26 à 2500	CMS = 1 ns
	N = 2501 à 250000	CMS = 100 ps
	N = 250001 à 25000000	CMS = 10 ps
	N = > 25000000	CMS = 1 ps

Tours par minute (RPM)

NPR¹⁾ paramétrable :	de 1 à 65535 impulsions / tour
Gate time :	330 ms (fixe)
LSD :	7.5 x 10 ⁻⁸ x vitesse de rotation
Résolution :	1 ou 2 LSD
Précision :	résolution / RPM ± [erreur de déclenchement / 0,33] ± erreur de base temps

Offset

Plage :	Couvre toute la gamme de mesure
Resolution :	même résolution que pour la fonction considérée. Si le temps de porte est modifié dans le mode offset, la résolution du résultat est la résolution de la référence qui est la moins précise, ou celle de la dernière mesure.

Temps de porte (Gate Time)

Gamme :	1 ms à 65 sec.
Résolution :	1 ms
Temps de porte externe :	min. 20 μs

Base de temps

Fréquence :	horloge à 200 MHz oscillateur à quartz 10 MHz
Précision :	± 2 x 10 ⁻⁷ entre +10° C et +40° C
Vieillessement :	< 0,27 ppm/mois, 0,05 ppm/jour
Référence externe :	10 MHz ± 20 ppm

Divers

Affichage :	afficheur LCD (83 x 21 mm)
Alimentation secteur :	115/230 V ± 10 %, 50/60 Hz, 40 VA
Température de fonctionnement :	+10° C à +40° C
Humidité :	10 %-90 %, sans condensation 5 %-95 % HR
Protection :	classe I (EN61010-1)
Dimensions (L x H x P) :	285 x 75 x 365 mm
Masse :	environ 4 kg

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

Accessoires fournis : Cordon secteur, notice d'utilisation.

Accessoires en option : Jeu de cordons de mesure silicone HZ10, adaptateur de montage en rack 19" HZ42, câble de mesure BNC HZ33/34, Jeu de 4 atténuateurs 50 Ω HZ24, Adaptateur BNC- banane 4 mm HZ20

Générateur de fonctions HM8130

Produit présenté p. 59

Fréquence	
Gamme :	10 mHz à 10 MHz
Résolution :	5 digit, max. 10 mHz
Affichage :	5 chiffres; LED
Précision :	± (1 digit + 5 mHz)
Coef. de température :	0,5 ppm/°C
Vieillessement :	2 ppm/an

Forme du signal	
Sinus	
Gamme de fréquence :	10 mHz à 10 MHz
Amplitude :	0 - 20V _{CC} (circuit ouvert)
Facteur de distorsion :	jusqu'à 500 kHz : < 0,5 % 500 kHz - 3 MHz : < 1 % 3 MHz - 10 MHz : < 3 %

Carré	
Gamme de fréquence :	10 mHz à 10 MHz
Amplitude :	0 - 20V _{CC} (circuit ouvert)
Temps de montée et de descente :	< 10 ns
Suroscillation :	< 5 % (V _{sortie} ≥ 200 mV)
Symétrie :	50 % ± (5 % + 10 ns)

Impulsion	
Gamme de fréquence :	10 mHz à 5 MHz
Amplitude :	0...+10V respectivement 0...-10V
Temps de montée et de descente :	< 10 ns
Largeur d'impulsion :	100 ns à 80 s
Rapport cyclique :	max. 80 %

Dent de scie	
Gamme de fréquence :	10 mHz à 500 kHz
Amplitude :	0 - 20V _{CC} (circuit ouvert)
Linéarité :	meilleure que 1 %

Triangle	
Gamme de fréquence :	10 mHz à 2 MHz
Amplitude :	0 - 20V _{CC} (circuit ouvert)
Linéarité :	meilleure que 1 %

Générateur de signaux arbitraires	
Gamme de fréquence :	10 mHz jusqu'à 100 kHz
Amplitude :	max. 20V _{CC} (circuit ouvert)
Echantillonnage :	40 MSa/s
Résolution :	X: 1024 (10 bit); Y: 4096 (12 bit)

Entrées	
Porte / Déclenchement :	Prise BNC
Impédance :	5 kΩ 100 pF ; protégée jusqu'à ± 30 V
Contrôle de niveau :	modulation d'amplitude, prise BNC
Impédance :	10 kΩ ; protégée jusqu'à ± 30 V

Sorties	
Signal :	Prise BNC ; protégée contre les courts-circuits; tension externe ± 15V max.
Impédance :	50 Ω
Tension de sortie :	calibre 1 : 2,1 - 20V _{CC} (circuit ouvert) calibre 2 : 0,21 - 2,0V _{CC} (circuit ouvert) calibre 3 : 20 - 200 mV _{CC} (circuit ouvert)
Résolution :	calibre 1 : 100 mV calibre 2 : 10 mV calibre 3 : 1 mV
Précision du réglage :	2,1 - 20V : ± 2 % [1kHz] 0,21 - 2,0V : ± 3 % 20 - 200 mV : ± 4 %
	ajouter 3 % pour une impulsion et un signal carré
Linéarité :	<100 kHz : ± 0,2 dB 100 kHz - 2 MHz : ± 0,5 dB 2 MHz - 10 MHz : ± 0,5 dB/-3 dB
Erreur d'Offset :	± 50 mV (calibre 3)
Affichage :	2 chiffres et demi (LED)

DC-Offset	
Tension de sortie :	calibre 1 : - 7,5... + 7,5V (circuit ouvert) calibre 2 : - 0,75... + 0,75V (circuit ouvert) calibre 3 : - 75... + 75 mV (circuit ouvert)

Sortie de déclenchement (prise BNC)	
Dent de scie :	0 à 5V (sortie de vobulation)
Niveau :	5V / TTL
Impédance de sortie :	1 kΩ

Vobulation	
Choix des fréquences initiale et finale	
Vobulation interne :	toutes formes de signaux
Temps de vobulation :	linéaire de 20 ms à 100 s de manière continue ou déclenchée (signal ext., interface)

Modulation d'amplitude	
Modulation par un signal externe	
Taux de modulation :	0 à 100 %
Bande passante :	DC - 20 kHz (-3 dB)

Fonction Gate (asynchrone)	
Modulation déclenchée ou stoppée sur un signal TTL externe	
Temps de propagation :	< 150 ns
Signal d'entrée :	TTL

Fonction Déclenchement	
Mode Burst par un signal Trigger externe ou interface	
Gamme de fréquence :	< 500 kHz

Divers	
Mémoire :	pour le dernier réglage de l'appareil plus pour un 8 signaux arbitraires
Protection :	Classe I (EN61010-1)
Tension d'alimentation :	115/230V ± 10 %; 50/60 Hz
Consommation :	env. 20W
Temp. de fonctionnement :	+10° C à +40° C
Humidité	10 % - 90 % sans condensation
Dimensions (L x H x P) :	285 x 75 x 365 mm
Poids :	env. 5 kg

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

Accessoires fournis : Câble d'alimentation, notice d'utilisation
Accessoires disponibles en option : Jeu de cordons de mesure silicone HZ10, câble de mesure 50 Ohm BNC-BNC HZ33/HZ34, Atténuateur 3 / 6 / 10 et 20dB HZ24, 2 câbles de Bus IEEE (1m / 1,5m) HZ72-S/L

15 MHz Générateur de fonctions HM8131-2

Produit présenté p. 60

Fréquence

Gamme :	100 µHz - 15 MHz
Résolution :	100 µHz ; 100 mHz (mode vobulation)
Affichage :	< 10 ms (sans changement de gamme) < 60 ms (avec changement de gamme)
Précision :	oscillateur standard : ± (10 ppm x fréq. + 30 µHz) TCXO (option H086) : ± (5 ppm x fréq. + 30 µHz) HM8125 (fréquence de référence externe) : ± 30 µHz
Stabilité en température :	oscillateur standard : 2 ppm/°C TCXO (option H086) : 0,5 ppm/°C (10° C - 40° C)
Viellissement :	oscillateur standard : 10 ppm/an TCXO (option H086) : 2 ppm/an

Formes des signaux

Sinus

Gamme de fréquence :	100 µHz - 15 MHz
Amplitude :	0 - 20 V _{CC} (circuit ouvert)
Facteur de distorsion :	10 Hz - 20 kHz : < 0,1 % 20 kHz - 3 MHz : < 1 % 3 MHz - 15 MHz : < 3 %

Distorsion

non harmonique :	100 µHz-1 MHz : < - 65 dBc 1 MHz-15 MHz : < - (65 dBc + 6 dBc / octave)
-------------------------	--

Bruit de phase :	< - 90 dBc / √Hz (0 dBm, 1 kHz de la porteuse)
-------------------------	--

Carré

Gamme de fréquence :	10 µHz - 15 MHz
Amplitude :	0 - 20 V _{CC} (circuit ouvert)
Temps de montée/descente :	< 10 ns
Suroscillations :	< 5 % (V _{sortie} ≤ 200 mV)
Symétrie :	50 % ± (5 % + 10 ns)

Dent de scie

Gamme de fréquence :	100 µHz - 100 kHz
Amplitude :	0 - 20 V _{CC} (circuit ouvert)
Linéarité :	meilleure que 1 %
Polarité :	positive / négative
Temps de montée/descente :	45 ns

Triangle

Gamme de fréquence :	100 µHz - 1 MHz
Amplitude :	0 - 20 V _{CC} (circuit ouvert)
Linéarité :	meilleure que 1 % (< 100 kHz)

Bruit

Bruit blanc :	Bande passante de 10 MHz
Bruit rose :	Bande passante de 100 kHz

Signal arbitraire

Gamme de fréquence :	100 µHz - 10 MHz
Amplitude :	max. 20 V _{CC} (circuit ouvert)
Echantillonnage :	40 MS/s
Résolution :	12 bit (amplitude)
Filtre :	Bessel, 7ème ordre, b = 10 MHz
Mémoire :	1 x 4 ko non volatile 1 x 16 ko volatile
Jitter :	< 25 ns

Entrées

Gate/Déclenchement	
Impédance :	5 kΩ 100 pF (protégée jusqu'à 30 V)
Modulation d'amplitude	
Impédance :	1 kΩ (protégée jusqu'à ± 30 V)
Référence externe	
Fréquence :	10 MHz ± 2 ppm
Tension d'entrée :	1 V _{eff}
Impédance :	500 Ω (protégée jusqu'à ± 30 V)

Sorties

Sortie de signal :	Prise BNC; protection contre les courts-circuits Tension externe ±15V max. jusqu'à 20 sec.
Impédance :	50 Ω
Tension de sortie :	calibre 1 : 2,1 - 20 V _{CC} (circuit ouvert) calibre 2 : 0,21 - 2,0 V _{CC} (circuit ouvert) calibre 3 : 20 - 200 mV _{CC} (circuit ouvert)
Résolution :	3½ digit (100 / 10 / 1 mV) affichage tension crête-crête ou RMS (sauf mode Arbitraire)

Précision d'affichage : pour un sinus : 1 kHz ± (1% x amplitude + 5 digit)
pour un signal carré : 1 kHz ± (3% x amplitude + 5 digit)

Linéarité :	< 100kHz : ± 0,2dB 100 kHz - 1 MHz : ± 0,3dB 1MHz - 15 MHz : ± 0,5dB
--------------------	--

Stabilité en temp. : ± 0,1%/°C

Sortie de déclenchement	Prise BNC, protection contre les courts-circuits
Niveau :	5V/TTL

Sortie rampe

Niveau :	0-5V; synchrone avec balayage
Impédance :	1 kΩ

DC-Offset

Tension de sortie :	calibre 1 : - 5V...+ 5V (circuit ouvert) calibre 2 : - 0,5V...+ 0,5V (circuit ouvert) calibre 3 : - 50 mV...+ 50 mV (circuit ouvert)
Résolution :	3 digit
Précision :	± (1% x tension d'offset + 5 digit)
Stabilité en température :	± 0,1% / °C

Phase

Plage :	0 - 359,9°
Résolution :	0,1°
Référence :	front montant du signal synchro
Jitter :	< 25 ns
Précision :	sauf signal carré : ± (0,1 + fréq./Hz x 10 ⁻⁴) grades signal carré : ± (5 + fréq./Hz x 30 x 10 ⁻⁴) grades

Balayage

Vobulation interne :	toutes formes de signaux (linéaires ou logarithmiques)
Plage :	100 mHz jusqu'à la fréquence maximale du signal choix des fréquences de début et de fin
Temps de vobulation :	10 ms à 40 ms de manière continue ou déclenchée (signal ext., face avant, interface)

Modulation

FSK / PSK :	tous signaux
Gamme de fréquence :	100 µHz jusqu'à la fréquence max. 15 MHz
Déclenchement :	par un signal externe
Durée minimale :	15 µs
Retard :	PSK : typ. 10 µs FSK : typ. 15 µs

Modulation d'amplitude

Source de modulation :	interne ou externe
Taux de modulation :	0 à 100%
Bande passante :	DC - 20 kHz (-3 dB)
Porteuse :	100 µHz jusqu'à la fréquence max. du signal
Précision :	± (5% de l'affichage + 2%)
Modulation interne :	1 kHz sinus
Modulation externe :	20 Hz - 20 kHz
Gate :	(asynchrone)
Temps de retard :	< 150 ns
Signal d'entrée :	TTL
Fonction Déclenchement :	(synchrone)
Gamme de fréquence :	< 500 kHz
Mode Burst par déclenchement externe ou interface	

Divers

Option carte mémoire :	format PCMCIA II jusqu'à 1Mo possibilité de sauvegarder jusqu'à 16 signaux arbitraires
Mémoire :	10 pour les paramètres 1 pour la sauvegarde des signaux arbitraires
RS-232 :	interface intégrée
Protection :	Classe I (EN 61010-1)
Tension d'alimentation :	115 / 230 V ± 10% ; 50 / 60 Hz
Consommation :	env. 30VA
Température de fonctionnement :	+ 10°C... + 40°C
Humidité :	10% - 90% sans condensation
Dimensions (L x H x P) :	285 x 75 x 365mm
Poids.	env. 5 kg

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

Accessoires fournis : Câble d'alimentation, notice d'utilisation
Accessoires disponibles en option : HZ33/HZ34 câble de mesure 50 Ω BNC-BNC, H0831 carte mémoire 1 Mo

Synthétiseur HF 1,2GHz HM8134-3

Produit présenté p. 61

Fréquence

Gamme :	1 Hz - 1200 MHz
Résolution :	1 Hz
Temps de commutation :	< 10 ms

Référence de 10 MHz

Standard: TCXO	
Stabilité (0 à 50° C) :	≤ ±0,5 ppm
Viellissement :	≤ ±1 ppm/jour

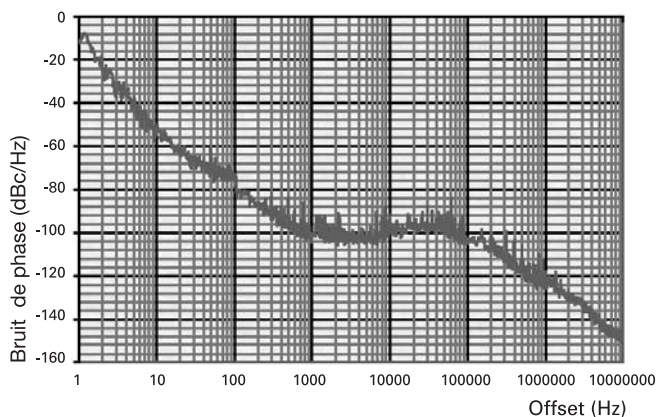
Option: OCXO (H085)	
Stabilité (0 à 50° C) :	≤ ±1 x 10 ⁻⁸
Viellissement :	≤ ±5 x 10 ⁻⁹ /jour

Sortie (référence interne) :	(sur face arrière)
Niveau :	TTL

Entrée (référence externe) :	(sur face arrière)
Niveau :	> 0 dBm

Pureté spectrale (sans modulation)

Harmonique :	≤ -35 dBc
Non harmonique :	≤ -55 dBc (> 15 kHz de la porteuse)
Bruit de phase :	(à 20 kHz de la porteuse)
< 16 MHz :	≤ -120 dBc/Hz
16 - 250 MHz :	≤ -95 dBc/Hz
250 - 500 MHz :	≤ -105 dBc/Hz
500 - 1000 MHz :	≤ -100 dBc/Hz
1000 - 1200 MHz :	≤ -95 dBc/Hz



Bruit de phase typique vers 1 GHz

Niveau de sortie

Gamme :	-127 à +13 dBm
Résolution :	0,1 dB
Erreur :	≤ ± 0,5 dB (pour niveau > -57 dBm)
Impédance :	50 Ω
T.O.S. :	≤ 1:1,5

Sources de modulation

Interne :	10 Hz - 150 kHz signal sinusoïdal 10 Hz - 20 kHz signaux carré, dents de scie, triangle
Résolution :	10 Hz

Externe :	(entrée sur face avant)
Impédance :	10 kΩ 50 pF
Niveau d'entrée :	tension calibrée pour 2V _{eff}
Couplage :	AC ou DC

Sortie (face avant) :

Niveau :	2V _{eff}
Impédance :	1 kΩ

Modulation d'amplitude (Niveau ≤ +7 dBm)

Source :	interne ou externe
Taux de modulation :	0 à 100 %
Résolution :	0,10 %
Précision :	± 4% de la valeur affichée ± 0,5% (valable pour un taux de modulation ≤ 80 % et f _{mod} ≤ 1 kHz)

Réponse en fréquence externe (jusqu'à -1dB) : 10 Hz à 50 kHz (AC)

Facteur de distorsion :	< 2 % (≤ 60 % et f _{mod} ≤ 1 kHz)
	< 6 % (≤ 80 % et 10 Hz ≤ f _{mod} ≤ 50 kHz)

Modulation de fréquence

Source :	interne ou externe
Déviations :	± 200 Hz à 400 kHz (dépend de la bande de fréquence)
Résolution :	100 Hz
Précision :	f _{mod} < 5 kHz : ±(3% + FM résiduelle) f _{mod} > 5 kHz : ±(7% + FM résiduelle)

Réponse en fréquence externe

Couplage DC :	0 à 150 kHz
Couplage AC :	10 Hz à 150 kHz
Distorsion :	< 3 % pour une déviation ≥ 10 kHz à 1 kHz

Modulation de phase

Source :	interne ou externe
Déviations :	< 16 MHz : 0 à ±3,14 rad > 16 MHz : 0 à 10 rad
Résolution :	0,01 rad
Précision :	± 5 % jusqu'à 1 kHz + PM résiduelle

Réponse en fréquence externe

Couplage DC :	0 à 150 kHz
Couplage AC :	10 Hz à 150 kHz
Distorsion :	< 3 % avec f _{mod} = 1 kHz et déviation = 10 rad

FSK - modulation

Gamme :	16 MHz à 1200 MHz
Mode :	2 niveaux de FSK
Source de données :	externe
Débit :	10 kbit/s
F1 - F0 :	0 jusqu'à 10 MHz
Résolution :	100 Hz
Précision :	cf. FM

PSK - modulation

Gamme :	16 MHz à 1200 MHz
Mode :	2 niveaux de PSK
Source de données :	externe
Débit :	10 kbit/s
Ph1 - Ph0 :	< 16 MHz : 0 à ±3,14 rad > 16 MHz : 0 à ±10 rad
Résolution :	0,01 rad
Précision :	cf. PM

Modulation Gate

Source :	externe
Réjection :	> 60 dB
Temps de montée/descente :	< 200 ns
Retard :	< 100 ns
Fréquence max. :	2,5 MHz
Niveau d'entrée :	TTL

Balayage

Gamme :	16 MHz - 1200 MHz
Profondeur :	500 Hz - 1184 MHz
Temps de balayage :	20 ms to 5 s
Déclenchement :	interne

Protection

Le générateur est protégé contre les signaux inverses au niveau de l'entrée HF jusqu'à 1 W sous 50 Ω et contre sion continue de ± 7 V. Le circuit de protection déconnecte la sortie. L'utilisateur doit alors la réactiver.

Divers

Interface :	RS-232, 9 pol. D-Sub
Mémoire de configuration :	10
Sécurité électrique :	Classe I (EN61010-1)
Alimentation :	115/230V ± 10% ; 50/60 Hz
Consommation :	env. 40 VA
Temp. de fonctionnement :	+10° C...+40° C
Humidité :	10 à 90 % sans modulation
Dimensions (L x H x P) :	285 x 75 x 365 mm
Poids :	< 5 kg

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

Accessories supplied : Operator's manual, power cable
Optional accessories : HZ33/34 câble de mesure 50 Ω, HZ21 Adaptateur, HZ42 kit pour montage en rack 19"

Synthétiseur HF 3GHz HM8135

Produit présenté p. 62

Fréquence

Gamme :	1 Hz - 3 GHz
Résolution :	1 Hz
Temps de commutation :	< 10 ms

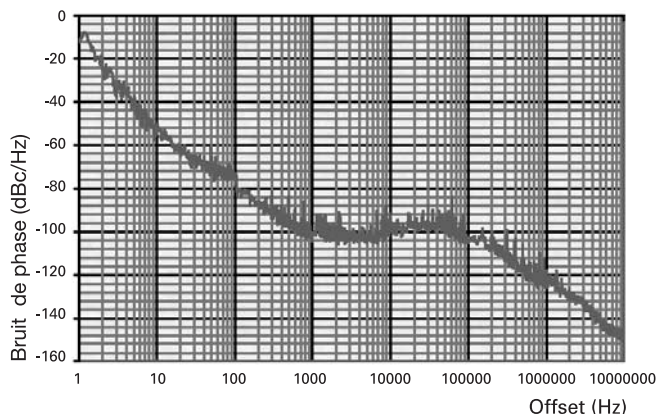
Référence (interne) de 10 MHz

Stabilité :	$\leq \pm 1 \times 10^{-8}$ (0 à +50° C)
Vieillessement :	$\leq \pm 5 \times 10^{-8}$ par an
Sortie (référence interne) :	(sur face arrière)
Niveau :	TTL
Entrée (référence externe) :	(sur face arrière)
Niveau :	> 0 dBm

Pureté spectrale (sans modulation)

Harmonique :	≤ -40 dBc
Non harmonique :	≤ -60 dBc (> 15 kHz de la porteuse)

Bruit de phase :	(à 20 kHz de la porteuse)
< 16 MHz :	≤ -130 dBc/Hz
16 - 250 MHz :	≤ -95 dBc/Hz
250 - 500 MHz :	≤ -105 dBc/Hz
500 - 1000 MHz :	≤ -100 dBc/Hz
1 - 2 GHz :	≤ -95 dBc/Hz
2 - 3 GHz :	≤ -90 dBc/Hz



Bruit de phase typique vers 1 GHz

Niveau de sortie

Gamme :	-144 à +13 dBm
Résolution :	0,1 dB
Erreur :	$\pm 0,5$ dB (pour niveau > -57 dBm)
Impédance :	50 Ω
T.O.S. :	$\leq 1:1,5$

Sources de modulation

Interne :	10 Hz - 300 kHz signal sinusoïdal 10 Hz - 100 kHz signaux carré, dents de scie, triangle
-----------	--

Résolution :

Externe :	entrée sur face avant
Impédance :	10 k Ω
Niveau d'entrée :	2V _{eff} pour la pleine échelle
Couplage :	AC ou DC

Sortie (face avant) :

Niveau :	2V _{eff}
Impédance :	1 k Ω

Modulation d'amplitude (Niveau $\leq +7$ dBm)

Source :	interne ou externe
Taux de modulation :	0 à 100 %
Résolution :	0,1 %
Précision :	± 4 % de la valeur affichée $\pm 0,5$ % (valable pour un taux de modulation ≤ 80 % et $f_{mod} \leq 1$ kHz)
Réponse en fréquence externe (jusqu'à -1dB) :	10 Hz à 300 kHz (AC)
Facteur de distorsion	< 2 % (≤ 60 % et $f_{mod} \leq 1$ kHz) < 6 % (≤ 80 % et 10 Hz $\leq f_{mod} \leq 100$ kHz)

Modulation de fréquence

Source :	interne ou externe
Déviations :	± 200 Hz à 400 kHz (dépend de la bande de fréquence)
Résolution :	100 Hz
Précision :	± 5 % + FM résiduelle
Réponse en fréquence externe	
Couplage DC :	0 à 300 kHz
Couplage AC :	10 Hz à 300 kHz
Distorsion :	< 3 % pour une déviation ≥ 10 kHz à 1 kHz

Modulation de phase

Source :	interne ou externe
Déviations :	< 16 MHz : 0 à 3,14 rad > 16 MHz : 0 à 10 rad
Résolution :	0,01 rad
Précision :	± 5 % jusqu'à 1 kHz + PM résiduelle
Réponse en fréquence externe	
Couplage DC :	0 à 300 kHz
Couplage AC :	10 Hz à 300 kHz
Distorsion :	< 3 % avec $f_{mod} = 1$ kHz et déviation = 10 rad

FSK - modulation

Gamme :	16 jusqu'à 3000 MHz
Mode :	2 niveaux de FSK
Source de données :	externe
Débit :	10 kbit/s
F1-F0 :	0 jusqu'à 10 MHz
Résolution :	100 Hz
Précision :	cf. FM

PSK - modulation

Gamme :	16 jusqu'à 3000 MHz
Mode :	2 niveaux de PSK
Source de données :	externe
Débit :	10 kbit/s
Ph1 - Ph0 :	< 16 MHz : 0 à $\pm 3,14$ rad > 16 MHz : 0 à ± 10 rad
Résolution :	0,01 rad
Précision :	cf. PM

Modulation Pulse

Source :	externe
Réjection :	> 60 dB
Temps de montée/descente :	< 200 ns (typ. > 50 ns)
Retard :	< 100 ns
Fréquence max. :	2,5 MHz
Niveau d'entrée :	TTL

Balayage

Gamme :	16 MHz - 3000 MHz
Profondeur :	500 Hz - 2984 MHz
Temps de balayage / pas :	20 ms jusqu'à 5 s
Déclenchement :	interne

Protection

Le générateur est protégé contre les signaux inverses au niveau de l'entrée HF jusqu'à 1 W sous 50 Ω et contre une tension continue de ± 7 V. Le circuit de protection déconnecte la sortie. L'utilisateur doit alors la réactiver.

Divers

Interface :	RS-232, 9 pol. D-Sub; USB
Mémoire de configuration :	10
Sécurité électrique	Classe I (EN61010-1)
Alimentation :	115/230 V ± 10 % ; 50/60 Hz
Consommation :	env. 40 VA
Temp. de fonctionnement :	+10° C...+40° C
Humidité :	10 à 90 % sans modulation
Dimensions (L x H x P) :	285 x 75 x 365 mm
Poids :	< 5 kg

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

Appareil de base HM8001-2

Produit présenté p. 72

Généralités

Appareil avec alimentation et emplacement pour 2 modules

Tensions d'alimentation des modules

2 x 8V~ chargeable chacune par 0,5A

2 x 5V = chargeable chacune par 1A

2 x 20V = chargeable chacune par 0,5A

Valeurs de tensions comprises entre 5V et 20V programmable via le module (choix des polarités)

Puissance disponible pour 2 modules env. 36W. Toutes les tensions continues sont réglées électroniquement, flottantes, et protégées contre les courts-circuits.

Divers

mise sous tension sur face avant, entre les 2 modules

Alimentation : 115 - 230V~ ; 50/60 Hz
variation maximale admissible de la tension d'alimentation : $\pm 10\%$

Consommation : 110 W max.
fusible thermique contre surcharge

Temp. de fonctionnement : 0°C... +40°C**Sécurité :** Classe I (EN61010-1)**Dimensions (L x H x P) :** 285 x 75 x 365 mm**Poids :** env. 4 kg**Couleur :** techno-brun

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

Appareil de base HM8003

Produit présenté p. 73

Généralités

Appareil avec alimentation et emplacement pour 1 module

Tension d'alimentation du module

1 x 8V~ 0,5A [sortie 5V non utilisée]

1 x 5V = 0,25A (sortie 8V non utilisée)

2 x 20V = 0,275A

Valeurs de tension entre 5V et 20V programmable sur le module (Polarité au choix)

Puissance de sortie disponible : 12 Watt max.

Divers

Sécurité : Classe I (EN61010-1)**Alimentation :** 230V $\pm 10\%$, 50/60 Hz

Consommation : 40 W max.
(avec protection contre surcharge)

Temp. de fonctionnement : 0°C à +40°C**Dimensions (LxHxP) :** 200 x 75 x 280 mm**Poids :** env. 1.9 kg

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

4 3/4 - Multimètre numérique HM8010 / HM8012

Produit présenté p. 74 / 75

Tension continue DC

Gamme de mesure : 500 mV; 5V; 50V; 500V; 600V**Résolution :** 10 μ V; 100 μ V; 1 mV; 10 mV; 100 mV**Précision :**

5V, 500V, 600V : $\pm (0,05\%$ de la valeur indiquée + 0,002% de la valeur de gamme

500 mV, 50V : $\pm (0,05\%$ de la valeur indiquée + 0,004% de la valeur de gamme

Protection contre les surcharges :V/ Ω /T°/dB/ \leftarrow contre COM et contre la carcasse :850 V_C à 60 Hz ou 600V en tension continueCOM contre la carcasse : 250 V_{eff} à 60 Hz en 250V en tension continue**Impédance d'entrée**Gammes 5V, 500V, 600V : 10 M Ω || 90 pFGammes 500 mV, 50V : > 1 G Ω || 90 pF**Courant d'entrée :** 10A**TRMC :** ≥ 100 dB (50/60 Hz $\pm 0,5\%$)**TRMS :** ≥ 60 dB (50/60 Hz $\pm 0,5\%$)

Fonction dB

Précision : $\pm (0,02$ dB + 2 digit) (Affichage > -38,7 dBm)**Résolution :** 0,01 dB au-dessus de 18% de la valeur de gamme

Courant continu DC

Gammes de mesure : 500 μ A; 5 mA; 50 mA; 500 mA; 10 A**Résolution** 10 nA; 100 nA; 1 μ A; 10 μ A; 1 mA**Précision**0,5 - 500 mA : $\pm (0,2\%$ de la valeur indiquée + 0,004% de la valeur de gamme)10 A : $\pm (0,3\%$ de la valeur indiquée + 0,004% de la valeur de gamme)**Chute de tension :**

Gamme 10 A : 0,2V max.

Gamme 500 mA : 2,5V max.

Autres gammes : 0,7V max.

Tension alternative AC

Gammes de mesure : 500 mV; 5V; 50V; 500V; 600V**Résolution :** 10 μ V; 100 μ V; 1 mV; 10 mV; 100 mV**Précision 0,5 - 50V :**40 Hz - 5 kHz : $\pm (0,4\%$ de la valeur indiquée + 0,07% de la valeur de gamme)20 Hz - 20 kHz : $\pm (1\%$ de la valeur indiquée + 0,07% de la valeur de gamme)**Précision 500V et 600V :**40 Hz - 1 kHz : $\pm (0,4\%$ de la valeur indiquée + 0,07% de la valeur de gamme)20 Hz - 1 kHz : $\pm (1\%$ de la valeur indiquée + 0,07% de la valeur de gamme)**Protection contre les surcharges :**V/ Ω /T°/dB/ \leftarrow contre COM et contre la carcasse :850 V_C à 60 Hz ou 600V en tension continueCOM contre la carcasse : 250 V_{eff} à 60 Hz en 250V en tension continue**Impédance d'entrée :**Mode AC : 1 M Ω || 90 pFMode AC + DC : 10 M Ω || 90 pF**Bande passante à -3 dB :** typ. 80 kHz**Mode dB :** 20 Hz - 20 kHz**Précision**-23,8 dBm jusqu'à 59,8 dBm : $\pm 0,2$ dBm**Résolution :** 0,01 dB au-dessus de 9 mV**TRMC (taux de réjection mode commun) :** ≥ 60 dB (50/60 Hz $\pm 0,5\%$)**Facteur de crête :** 7 max.

Courant alternatif AC

Gamme de mesure : 500 μ A; 5 mA; 50 mA; 500 mA; 10 A**Résolution :** 10 nA; 100 nA; 1 μ A; 10 μ A; 1 mA**Précision :**

0,5 - 500 mA : $\pm (0,7\%$ de la valeur indiquée + 0,07% de la valeur de gamme) 40 Hz - 5 kHz

10 A : $\pm (1\%$ de la valeur indiquée + 0,07% de la valeur de gamme)

Mesures AC + DC

Comme le mode AC + 25 digit

Résistance	
Gammes de mesure :	500 Ω; 5 kΩ; 50 kΩ; 500 kΩ; 5 MΩ; 50 MΩ
Résolution :	10 mΩ; 100 mΩ; 1 Ω; 10 Ω; 100 Ω; 1 kΩ
Précision :	
500 Ω - 500 kΩ :	± (0,05 % de la valeur indiquée + 0,004 % de la valeur de gamme + 50 mΩ)
5 MΩ - 50 MΩ :	± (0,3 % de la valeur indiquée + 0,004 % de la valeur de gamme)
Entrée protégée jusqu'à 300 V _{eff}	
Courant de mesure :	Gamme 500 Ω-5 kΩ : 1 mA Gamme 50 kΩ : 100 µA Gamme 500 kΩ : 10 µA Gamme 5-50 MΩ : 100 nA
Tension de mesure :	10V typ. pour des entrées ouvertes, dépend de la valeur de résistance mesurée. Le pôle négatif de la tension de test se situe à l'entrée COM.

Température	
Mesure de résistance 2 fils avec linéarisation pour capteur PT100 d'après la norme EN60751	
Plage :	- 200° C... + 500° C
Résolution :	0,1° C
Courant de mesure :	env. 1 mA
Affichage :	en °C, °F
Précision :	± 0,1° C de -200° C à +200° C ± 0,2° C de 200° C à 500° C (hors tolérance du capteur)

Coefficient de température (référence 23° C)	
V = 500 mV, 50 V	30 ppm/° C
600 V	80 ppm/° C
autre gamme	20 ppm/° C
V ~ 600 V	80 ppm/° C
autre gamme	50 ppm/° C
mA toutes gammes	200 ppm/° C
mA ~ toutes gammes	300 ppm/° C
Ω 5 MΩ, 50 MΩ	200 ppm/° C
autre gamme	50 ppm/° C

Divers	
Alimentation (avec appareil de base) :	
+ 5 V	300 mA
~ 26 V	140 mA
Conditions de fonctionnement : + 10° C... + 40° C	
Humidité relative max. : 80 % sans condensation	
Dimensions (L x H x P) : 135 x 68 x 228 mm	
Poids : env. 0,50 kg	

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

Accessoires fournis :	notice d'utilisation, câble de mesure HZ15, logiciel, HM8012 + logiciel sur CD
Accessoires en option :	HZ10 Jeu de cordons de mesure silicone, HZ812 Sonde température PT100

3 1/2 -Milliohmètre numérique HM8014

Produit présenté p. 76

Mode de fonctionnement

Mesure de faibles résistances

Test de diodes

Mesure de faibles résistances

Gamme de mesure : 200 mΩ - 20 kΩ en 6 décades

Mode de mesure : Mesure 4 fils

Résolution : 0,1 mΩ max

Précision :

Gamme 200 mΩ - 20 Ω : 0,25 % de la valeur mesurée ± 2 digit

Gamme 200 Ω - 20 kΩ : 0,25 % de la valeur mesurée ± 1 digit

Tension et courant de mesure :

Gamme	Tension max. ¹⁾	Courant	Tension de mesure
200 mΩ	6 mV	20 mA	4 mV
2 Ω	6 mV	2 mA	4 mV
20 Ω	6 mV	0,2 mA	4 mV
200 Ω	300 mV	1 mA	200 mV
2000 Ω	300 mV	100 µA	200 mV
20 kΩ	300 mV	10 µA	200 mV

Tension d'entrée max. admissible : ± 30 V

Test de diodes

Gamme de mesure de tension : 0 - 1999 mV

Précision : 0,25 % de la valeur mesurée ± 1 digit

Tension et courant de mesure :

Gamme	Tension max. ¹⁾	Courant	Tension de mesure
1999 mV	3 V	20 mA	2 V
1999 mV	3 V	2 mA	2 V
1999 mV	3 V	200 µA	2 V

Les courants sont choisis à l'aide des touches des gammes de résistances

Tension d'entrée max. admissible : ± 30 V

Affichage

3 1/2 chiffres par LED 7 segments

Vitesse de mesure : 3 mesures par seconde

Divers

Signal sonore à fréquence variable dépendant de la valeur de résistance mesurée émis par haut parleur.

interne réglable

Puissance de sortie : 250 mW

Coupe automatique du haut parleur par prise jack de l'écouteur

Réglage de zéro sur face avant.

Alimentation (avec appareil de base) : + 5 V/250 mA
+ 7,5 V/60 mA
- 5 V/60 mA
(Σ = 2,45W)

Domaine de fonctionnement : + 10° C... + 40° C

Humidité relative max. : 80 % sans condensation

Dimensions (L x H x P) : 135 x 68 x 228 mm

Poids : env. 0,65 kg

¹⁾ circuit ouvert

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

Accessoires fournis : notice d'utilisation, HZ17 câble de mesure 4 points

Wattmètre 3 kW HM8015

Produit présenté p. 77

Fonctions de mesure

Tension, courant, puissance active, réactive et apparente et facteur de puissance

Sélection de gammes : automatique

Tension (TRMS AC + DC)

Calibre :	50 V	150 V	300 V
Résolution :	0,1 V	1 V	1 V
Précision :	± [0,6% + 5 digit] du continu jusqu'à 1 kHz		
Impédance d'entrée :	1 MΩ 100 pF		
Facteur de crête :	3,5 max. à pleine échelle		

Courant (TRMS AC + DC)

Calibre :	0,16 A	1,6 A	10 A
Résolution :	1 mA	1 mA	10 mA
Précision :	± [0,6% + 5 digit] du continu jusqu'à 1 kHz		
Impédance d'entrée :	1 MΩ 100 pF		
Facteur de crête :	4 max. à pleine échelle		
Protection surcharge en entrée :	2 x fusible 15A (FF); 6,3 x 32 mm		

Puissance active

Calibre :	8 W	24 W	48 W	80 W	240 W	480 W	500 W	1500 W	3000 W
Résolution :	1 mW	10 mW	10 mW	10 mW	0,1 W	0,1 W	0,1 W	1 W	1 W
Précision :	± [0,7% + 5 digit] du continu jusqu'à 1 kHz								

Puissance réactive

Calibre :	8 var	24 var	48 var	80 var	240 var
Résolution :	10 mvar	100 mvar	100 mvar	100 mvar	1 var
Calibre :	480 var	500 var	1500 var	3000 var	
Résolution :	1 var	1 var	10 var	10 var	
Précision :	± [2,5% + 10 digit + 0,02 x P] de 20 Hz à 400 Hz P = puissance active				

Puissance apparente

Calibre :	8 VA	24 VA	48 VA	80 VA	240 VA
Résolution :	1 mVA	10 mVA	10 mVA	10 mVA	100 mVA
Calibre :	480 VA	500 VA	1500 VA	3000 VA	
Résolution :	100 mVA	100 mVA	1 VA	1 VA	
Précision :	± [0,9% + 5 digit] de 20 Hz à 1 kHz				

Facteur de puissance

Affichage :	0,00 jusqu'à +1,00
Précision :	± [2% + 3 digit] ; 50 - 60 Hz (tension et courant > 1/10 de la pleine échelle)

Divers

Consommation :	env. 10 W
Température de fonctionnement :	+ 10°C ... + 40°C
Humidité relative max. :	80%
Dimensions (LxHxP) :	135 x 68 x 228 mm
Poids :	env. 0,5 kg

Accessoires fournis : notice d'utilisation

Accessoires disponibles en option : HZ815 adaptateur réseau

3½ - LC mètre numérique HM8018

Produit présenté p. 78

Modes de fonctionnement

Mesure de la capacité C

Mesure de l'inductance L

Inductance série L, capacité parallèle C

Résistance série R, conductance parallèle G

Gammes de mesure

L : 200 µH - 200 H en 7 décades

Rs : 20 Ω - 200 kΩ en 5 décades

C : 200 pF - 200 µF en 7 décades

G : 20 µS - 200 mS en 5 décades

Résolution max. :	0,1 pF 0,1 µH 0,01 Ω 0,01 µS
-------------------	---------------------------------------

Fréquence de mesure :	(tension de mesure sinusoïdal) -160 Hz, 1,6 kHz, 16 kHz ($\omega = 10^3, 10^4, 10^5 \text{s}^{-1}$)
-----------------------	---

Tension de mesure :	1 V _{CC} max.
---------------------	------------------------

Courant de mesure :	36 mA (eff.) max.
---------------------	-------------------

Puissance dissipée dans l'élément mesuré :

3,2 mW max.

Précision :	± [0,5% de la valeur mesurée + [3 digit + 0,5 pF / 0,5 µH / 10 mΩ / 0,01 µS]]
-------------	--

Erreur ≤ 1% lors de la séparation des parties réelles et imaginaires pour tan φ ≥ 1

Affichage

3½ chiffres par LED à 7 segments

Vitesse de mesure : 2 mesures par seconde

Mode de mesure : mesure 2 ou 4 fils

DiversEntrées protégées des courts-circuits et des surtensions jusqu'à 100 V.
Augmentation d'énergie de 10 mJ (Δ condensateur de 2 µF chargé à 100 V)

Tension de polarisation pour mesure de capacité 2 V

Ajustage du zéro de l'affichage

Compensation de la capacité de sonde (HZ18)

Signal de la tension alternative proportionnel à l'affichage sur la face arrière de l'appareil (prise BNC - HM8001 + option HO801)

Alimentation (avec appareil de base) : +5 V/200 mA

-13 V/130 mA

+13 V/130 mA

[Σ = 4,5 W]

Température de fonctionnement : + 10°C... + 40°C

Humidité relative max. : 80% sans condensation

Dimensions (L x H x P) : 135 x 68 x 228 mm

Poids : env. 0,65 kg

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

Accessoires fournis : notice d'utilisation

Accessoires disponibles en option : HZ18 câble de mesure Kelvin

Compteur universel 1.6 GHz HM8021-4

Produit présenté p. 79

Fonctions de mesure

Fréquence A/C; période A;

totalisateur A;

Largeur d'impulsion JL / JH (moyennée);

Totalisateur A pendant porte externe

Caractéristiques d'entrée (Entrée A)

Gamme de fréquence :

0 - 150 MHz : couplage DC

10 Hz - 150 MHz : couplage AC

Sensibilité : (déclenchement normal)

DC - 80 MHz 20 mV_{eff} (sinus)

80 mV (impulsion)

80 MHz - 150 MHz 60 mV_{eff} (sinus)20 Hz - 80 MHz (Autotrig.) 50 mV_{eff} (sinus)

Largeur minimale d'impulsion : 5 ns

Bruit à l'entrée : 100 µV (typ.)

Couplage : AC ou DC (commutable)

Impédance d'entrée :	1 MΩ 40 pF
Atténuateur :	x 1, x 20 (commutable)
Tension d'entrée max. :	
0 - 440 Hz :	400 V (DC + AC _{crête})
1 MHz :	décroissant jusqu'à 8V _{eff}

Caractéristiques d'entrée (Entrée C)

Gamme de fréquence :	100 MHz - 1,6 GHz
Sensibilité :	
jusqu'à 1,3 GHz :	30 mV (typ. 20 mV)
jusqu'à 1,6 GHz :	100 mV (typ. 80 mV)
Impédance d'entrée :	50 Ω nominal
Couplage :	AC
Tension d'entrée max. :	5 V (DC + AC _{crête})

Caractéristiques d'entrée (External Gate)

Impédance d'entrée :	4,7 kΩ
Tension d'entrée max. :	± 30 V
Niveau Haut/Bas :	> 2V / < 0,5V
Durée minimale d'impulsion :	50 ns
Temps de porte minimum :	150 μs

Mesure de fréquence (Entrée A)

CMS :	2,5 x 10 ⁻⁷ s x fréq / temps de mesure
Résolution :	± 1 ou 2 CMS

Mesure de la période

Gamme :	10 000 sec. à 66,6 ns
CMS :	2,5 x 10 ⁻⁷ s x fréq / temps de mesure
Résolution :	± 1 ou 2 CMS

Totalisateur (commande manuelle / externe)

Gamme :	DC jusqu'à 20 MHz
Durée minimale d'impulsion :	25 ns
CMS :	± 1 évènement
Résolution :	CMS
Erreur de porte externe :	
seulement en commande manuelle	100 ns

Durée d'impulsion (mesure moyennée)

CMS :	100 ns jusqu'à 10 ps
Résolution :	1 ou 2 CMS

Offset

Gamme :	identique à celle de la fonction considérée
---------	---

Temps de porte

Le temps de porte ne peut pas être plus petit qu'une période de signal	
Gamme :	100 ms - 10 s en 3 décades
Temps de porte externe :	150 μs min.

Base de temps

Fréquence	horloge à 10 MHz oscillateur à quartz 10 MHz
Résolution (entre 10° C et 40° C) :	± 5 x 10 ⁻⁷
Vieillessement :	± 3 ppm / 15 ans

Divers

Affichage :	8 chiffres avec LED 7 segments (hauteur de 7,65 mm), exposant et signe
Consommation :	env. 7W
Temp. de fonctionnement :	+ 10° C... + 40° C
Humidité :	10% - 90% sans condensation 5% - 95% humidité relative
Dimensions (L x H x P) :	135 x 68 x 228 mm
Poids :	env. 0,60 kg

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

Accessoires fournis : notice d'utilisation
Accessoires disponibles en option : câble de mesure BNC (HZ33) , sonde HZ36 , Atténuateur HZ24, adapateur BNC-banane HZ20, oscillateur OXCO H085

Distorsiomètre HM8027

Produit présenté p. 80

Gamme de fréquence

20 Hz - 20 kHz
divisée en 3 décades
réglage variable 10:1, chevauchement de gammes

Gamme du taux de distorsion

Valeurs de gamme :	0,01 % - 50 %, divisée en 2 gammes
Résolution :	10 % et 100 %
	gamme 100 % : 0,1 %
	gamme 10 % : 0,01 %

Précision de l'affichage

Gamme 100 % :	± 5 % ± 1 digit pour k ≤ 10 %
Gamme 10 % :	± 5 % ± 1 digit pour k ≤ 1 %

Taux de distorsion + bruit

≤ 0,5 digit

Suppression de la fondamentale

30 dB supérieur au taux de distorsion mesuré
ou ≥ 70 dB dans la gamme 100 %
ou ≥ 90 dB dans la gamme 10 %

Tension d'entrée

min. pour calibration 100 % :	300 mV
max. pour calibration 100 % :	50 V

Impédance d'entrée

100 kΩ

Sortie de contrôle

tension de sortie :	1 mV / digit (protégée contre les courts-circuits)
Impédance de sortie :	10 kΩ

Atténuateur d'entrée

1 atténuateur fixe - 20 dB
1 atténuateur fixe - 10 dB
1 atténuateur continu - 15 dB

Divers

1 filtre passe-haut à 1 kHz, 12dB/oct (commutable)	
Alimentation (avec appareil de base) :	+ 12V/60 mA - 12V/60 mA + 5V/100 mA (Σ = 1,94 W)
Temp. de fonctionnement :	+ 10° C... + 40° C
Humidité relative max. :	80 % (sans condensation)
Dimensions (L x H x P) :	135 x 68 x 228 mm
Poids :	env. 0,65 kg

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

Accessoires fournis : notice d'utilisation
Accessoires disponibles en option : câble de mesure BNC (HZ33) , HZ34, adapateur BNC-banane HZ20

10 MHz Générateur de fonctions HM8030-6

Produit présenté p. 81

Modes de fonctionnement

Fonctions sinusoïde, carré, triangle, impulsion. Générateur libre ou modulé en fréquence interne ou externe, avc ou sans offset en mode DC

Gamme de fréquence

0,05 Hz jusqu'à 10 MHz en 8 décades; ajustement variable de la fréquence: x 0,09 jusqu'à x1,1 (12:1)

Dérive en fréquence : < 0,5%/h resp. 0,8%/24 h à température ambiante constante**Caractéristiques des formes d'ondes****Taux de distorsion de la sinusoïde**

0,05 Hz jusqu'à 1 MHz : 0,5 % max.

1 MHz jusqu'à 10 MHz : 1,5 % max.

Temps de montée du signal carré : 15 ns typ.**Suroscillation :** < 5 % (avec une charge de 50 Ω)**Non linéarité du signal triangle :** < 1 % (jusqu'à 100 kHz)**Affichage****Fréquence :** 5 chiffres avec LED 7 segments (8 x 5 mm)**Précision :**jusqu'à 5 Hz : \pm (1 % + 3 digit)5 Hz jusqu'à 10 MHz : \pm (5 x 10⁻⁵ + 1 digit)

Indicateur de LED pour mHz, Hz, kHz et sec.

Sorties**Sortie de signal :** protégée contre les courts-circuits, tension externe \pm 45V DC (30 sec.)**Impédance :** 50 Ω **Tension de sortie :** 10V_{CC} avec charge de 50 Ω ;20V_{CC} en circuit ouvert**Atténuation de tension :** total de 60 dB**2 atténuateurs fixes :** 20 dB \pm 0,2 dB chacun**1 atténuateur variable :** 0 à 20 dB**Erreur d'amplitude** signal sinusoïdal et signal triangle

0,5 Hz - 0,5 MHz : 0,2 dB max.

0,5 MHz - 10 MHz : 0,5 dB max.

Offset DC : variable (commutable)**avec une charge de 50 Ω :** \pm 2,5V max.**en circuit ouvert :** \pm 5V max.**Sortie Déclenchement :** signal carré synchrone au signal de sortie env. +5V/TTL**Entrée FM**

[VCF, prise BNC sur la face arrière de l'appareil HM8001-2 et option H0801]

Variation de fréquence : env. 1:100**Impédance d'entrée :** 6 k Ω || 25 pF**Tension d'entrée :** \pm 30V max.**Vobulation interne****Vitesse de balayage :** 20 ms à 15 s**Excursion :** env. 1:100**Divers****Alimentation (avec appareil de base) :** + 5V/200 mA
+ 16V/300 mA
- 16V/250 mA
(Σ = 9,8W)**Temp. de fonctionnement :** +10° C... +40° C**Humidité relative max. :** 80 % sans condensation**Dimensions (L x H x P) :** 135 x 68 x 228 mm**Poids :** env. 0,8 kg

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

Accessoires fournis : notice d'utilisation**Accessoires disponibles en option :** câble de mesure BNC (HZ33) , HZ34, bouchon 50 Ω HZ22, HZ10 Jeu de cordons de mesure silicone**20 MHz Générateur d'impulsions HM8035**

Produit présenté p. 82

Modes de fonctionnement

Déclenchement interne, externe et manuel

Gamme de fréquence

2 Hz - 20 MHz, par pas de 7 décade; réglage continu (> 10:1)

Signal rectangulaire symétrique :**Rapport cyclique :**jusqu'à 2 MHz : 50 % \pm 10 ns2 MHz à 20 MHz : 50 % (\pm 5 % + 10 ns)**Instabilité :** $\leq \pm 0,1$ %**Impulsion :**

Pas de 7 décade; réglage continu (> 10:1)

Durée d'impulsion : 20 ns à 200 ms**Gigue d'impulsion :** $\leq \pm 0,1$ %**Impulsion unique :**

Déclenchement par une touche

Durée d'impulsion : ≤ 20 ns à ≥ 200 ms**Caractéristiques de l'impulsion****Temps de montée / descente :** ≤ 3 ns + (0,04 ns/° C); $U_s \leq 4V$, 10-90 %**Suroscillation :** ≤ 5 % de l'amplitude de l'impulsion**Ondulation de crête :** $\leq \pm 5$ % de l'amplitude de l'impulsion

(10 ns après la transition de flanc; 2 Hz - 2 MHz)

Préoscillation : $\leq \pm 5$ % de l'amplitude de l'impulsion**Sorties doubles (protégées contre les courts-circuits)****+ Amplitude :** + 5V max. avec charge de 50 Ω réglage continu de +2V_C à +5V_C**- Amplitude :**- 5V max. avec charge de 50 Ω réglage continu de -2V_C à -5V_C**Atténuateur :** 1:2,5 (- 8 dB)(plage de réglage de $\pm 0,8V_C$ jusqu'à 5V_C)**Impédance de source** 50 Ω (pour les 2 sorties)**Entrée Trigger externe****Fréquence de répétitions des impulsions :** 0 - 20 MHz**Durée d'impulsion :** 20 ns min.**Retard de déclenchement :** env. 20 ns**Niveau de déclenchement :** rectangulaire + 1V_C, compatible TTL ou sinus 1V_C**Tension d'entrée max** $\pm 30V$ **Sortie Trigger****Amplitude :** 0/+1,9V_C avec charge de 50 Ω , 0/+4V_C en circuit ouvert compatible TTL**Temps de montée/descente :** env. 10 ns**Erreur de courbe :** env. ± 10 % de l'amplitude de l'impulsion**Rapport cyclique :** identique au signal non inversé**Retard :** fixe env. 10 ns, anticipante**Divers****Alimentation (avec appareil de base) :** + 5V/250 mA
+ 20V/260 mA
- 20V/270 mA
(Σ = 11,9W)**Temp. de fonctionnement :** +10° C... +40° C**Humidité relative max. :** 80 % (sans condensation)**Dimensions (L x H x P) :** 135 x 68 x 228 mm**Poids :** env. 0,8 kg

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

Accessoires fournis : notice d'utilisation**Accessoires disponibles en option :** câble de mesure BNC (HZ33) , HZ34, bouchon 50 Ω HZ22, HZ10 Jeu de cordons de mesure silicone

50 kHz Générateur sinusoïdal HM8037

Produit présenté p. 83

Modes de fonctionnement

Signal sinusoïdal, libre, réglé en amplitude

Gamme de fréquence

5 Hz - 50 kHz, par pas de 4 décades ; Réglage variable 10:1, chevauchement de gammes

Dérive en fréquence

(position centrale du réglage de fréquence)

15 min	0,08 %	(Gamme 50 kHz)
8 h	0,6 %	(Gamme 50 kHz)
15 min	0,08 %	(dans les autres gammes)
8 h	0,5 %	(dans les autres gammes)

Affichage de la fréquence

3 chiffres avec LED 7 segments

Précision : ± 1 digit**Taux de distorsion**

5 Hz - 20 Hz	0,03 % max.
20 Hz - 10 kHz	0,01 % max.
1 kHz	0,005 % typ.
10 kHz - 20 kHz	0,03 % max.
20 kHz - 50 kHz	0,05 % max.

Sortie de signal (protégée contre les courts-circuits)

Tension de sortie :	1,5 V à 600 Ω
Impédance interne :	env. 600 Ω
Variation d'amplitude :	$\pm 0,2$ dB max. (5 Hz - 50 kHz)
Atténuation :	60 dB min. 2 atténuateur fixe de 20 dB $\pm 0,2$ dB chacun
Variable :	0 dB à 20 db
Stabilité en amplitude :	0,12 % (4 h)

Sortie synchrone (protégée contre les courts-circuits)

Tension de sortie :	2 V_{CC} , forme sinusoïdale
Impédance interne :	env. 1 k Ω

Divers

Les sorties peuvent être séparées de la masse du châssis par enfoncement d'une touche

Alimentation (avec appareil de base) :	+ 5 V/120 mA + 15 V/30 mA - 15 V/30 mA ($\Sigma = 6,3$ W)
--	---

Temp. de fonctionnement :	+10° C... +40° C
Humidité relative max. :	80 % (sans condensation)
Dimensions (L x H x P) :	135 x 68 x 228 mm
Poids :	env. 0,65 kg

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

Accessoires fournis : notice d'utilisation**Accessoires disponibles en option :** câble de mesure BNC (HZ33) , HZ34, bouchon 500 HZ22, HZ10 Jeu de cordons de mesure silicone**Alimentation triple HM8040-3**

Voir les caractéristiques techniques page 119

Traceur de caractéristiques HM6042

Produit présenté page 87

Gamme de mesures

3 gammes de tensions :	tensions collecteur / drain ≤ 2 V, 10 V, 40 V ± 5 %
3 gammes de courants :	courants collecteur / drain ≤ 2 mA, 20 mA, 200 mA ± 5 %
3 gammes de puissance :	Puissance de sortie $\leq 0,04$ W, 0,4 W, 4 W ± 10 %
Tensions et courants base/porte :	
I_b	1 μ A à 10 mA
V_b	jusqu'à 2 V ± 5 %
V_g	jusqu'à 10 V ± 5 %

Précision**Précision des valeurs statiques**

$V_{c/d}$	$\pm (2\% \text{ lect.} + 3 \text{ chiffres})$
$I_{c/d}$	$\pm (2\% \text{ lect.} + 3 \text{ chiffres})$
I_b	$\pm (2\% \text{ lect.} + 3 \text{ chiffres})$
V_b	$\pm (2\% \text{ lect.} + 3 \text{ chiffres})$
V_g	$\pm (3\% \text{ lect.} + 3 \text{ chiffres})$
β	jusqu'à 1000 : $\pm (5\% \text{ lect.} + 3 \text{ chiffres})$ jusqu'à 100.000 : $\pm [(6 + 0,001\beta) \% \text{ lect.} + 3 \text{ chiffres}]$

Précision des valeurs dynamiques :

h11	$\leq 1000 \Omega \pm (12\% \text{ lect.} + 3 \text{ chiffres})$ $\geq 1000 \Omega \pm [(12 + 0,001 \text{ lect.}) \% \text{ lect.} + 3 \text{ chiffres}]$
h21	$\leq 1000 \pm (12\% \text{ lect.} + 3 \text{ chiffres})$ $\geq 1000 \pm [(12 + 0,001 \text{ lect.}) \% \text{ lect.} + 3 \text{ chiffres}]$
y21	$\leq 1 S \pm (12\% \text{ lect.} + 3 \text{ chiffres})$
h/y22	$\geq 1 S \pm (12\% \text{ lect.} + 3 \text{ chiffres})$

Autres caractéristiques

Mise en mémoire d'une valeur de référence, par exemple, pour sélectionner des composants

Mesures avec curseur :

Mode Single :	un curseur fixe la position pour laquelle la valeur doit être déterminée
Mode Tracking :	les 2 curseurs fixent les positions pour lesquelles les valeurs du paramètre dynamique h doivent être déterminées

Exploitation des courbes des : diodes, diodes Zéner, transistors PNP/NPN, FET/MOSFET (canal N/P), thyristors (en partie seulement)**Affichage :** LCD, représentation de la valeur de mesure du faisceau de courbes 5 courbes max.**Divers**

Tube cathodique :	D14-364GY/123 ou ER151-GH/- rectangulaire (8 x 10 cm), graticule interne
Tension d'accélération :	environ 2000 V
Rotation de trace :	réglable sur face avant
Tension d'alimentation :	100 V-240 V ± 10 %, 50/60 Hz
Consommation :	env. 36 W à 50 Hz
Temp. de fonctionnement :	0° C... +40° C
Protection :	Classe I (EN61010-1)
Poids :	env. 5,6 kg
Dimensions (L x H x P) :	285 x 125 x 380 mm avec poignée-béquille réglable
Couleur :	techno-brun

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

Accessoires fournis : Câble d'alimentation, notice d'utilisation, adaptateur enfichable

HM303-6	19, 109	HZ40	97
HM504-2	18, 107	HZ42	103
HM507	14, 107	HZ43	103
HM1000	17, 109	HZ51	96
HM1008	13, 110	HZ52	96
HM1500	16, 111	HZ53	96
HM1508	12, 112	HZ56	99
HM2005	15, 108	HZ65	99
HM5012-2	29, 115	HZ70	98
HM5014-2	29, 115	HZ72S/L	98
HM5510	28, 116	HZ73	98
HM5511	28, 116	HZ97	101
HM6042	87, 132	HZ100	97
HM6050-2	39	HZ109	97
HM7042-5	46, 118	HZ115	98
HM7044	47, 118	HZ154	96
HM800	85	HZ200	96
HM8001-2	72, 127	HZ520	102
HM8003	73, 127	HZ530	38
HM8010	74, 127	HZ541	102
HM8012	75, 127	HZ560	100
HM8014	76, 128	HZ575	101
HM8015	77, 129	HZ809	101
HM8018	78, 129	HZ812	100
HM8021-4	79, 129	HZ815	101
HM8027	80, 130	HZ887	100
HM8030-6	81, 131		
HM8035	82, 131		
HM8037	83, 132		
HM8040-3	49, 84, 119		
HM8112-3	56, 120		
HM8115-2	57, 121		
HM8123	58, 122		
HM8130	59, 123		
HM8131-2	60, 124		
HM8134-3	61, 125		
HM8135	62, 126		
HM8143	48, 63, 119		
HO79-6	89		
HO82	90		
HO83	90		
HO880	91		
HO890	91		
HZ10	93		
HZ15	93		
HZ16	94		
HZ17	93		
HZ18	93		
HZ19	93		
HZ20	95		
HZ21	95		
HZ22	95		
HZ24	95		
HZ26	95		
HZ31	94		
HZ32	94		
HZ33/33S	94		
HZ34/34S	94		

Plus d'1 Million d'Oscilloscopes vendus



HAMEG Instruments Sarl · 5 avenue de la République · 94800 VILLEJUIF · Tél: 01 46 77 81 51 · Fax: 01 47 26 35 44 · www.hameg.com · email: hamegcom@magic.fr

Ventes :

Brigitte Schroeder
Tél : +33 (0)1 46 77 49 71
Fax : +33 (0)1 47 26 35 44
Email : schroeder@hameg.de

Georges de Coisy
Tél : +33 (0)1 46 77 49 73
Fax : +33 (0)1 47 26 35 44
Email : decoisy@hameg.de

Directeur de produits :

Oscilloscopes et analyseurs de spectre :
Gerhard Hübenett
Tél : +49 (0) 6182 800 532
Fax : +49 (0) 6182 800 471
Email : huebenett@hameg.de

Système modulaire, Appareils programmables
et alimentations :
Dipl.-Ing. (FH) Melanie Zahn
Tél. : +49 (0) 6182 800 226
Fax : +49 (0) 6182 800 227
Email : zahn@hameg.de

It's a pleasure



to measure

www.hameg.com