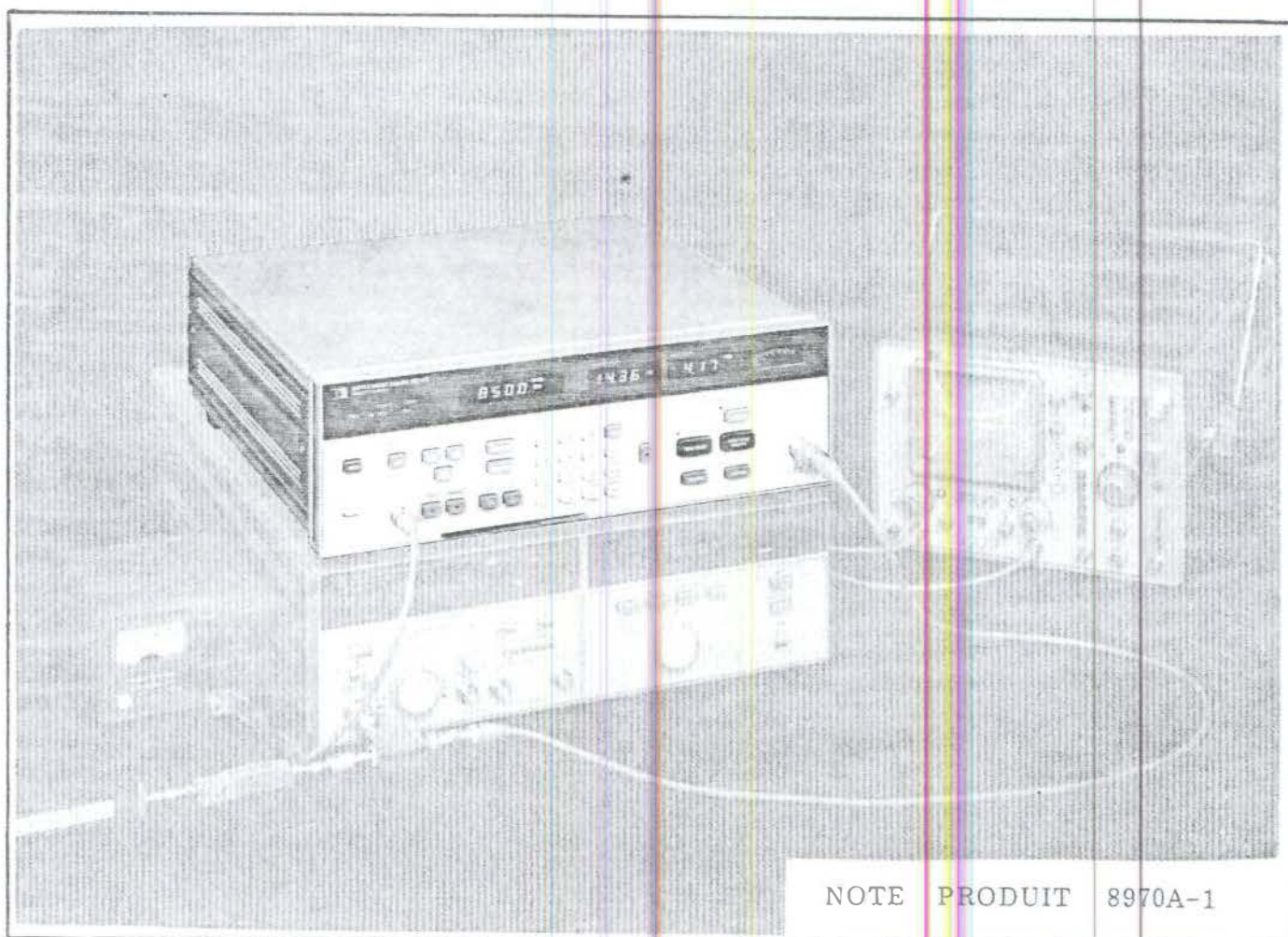
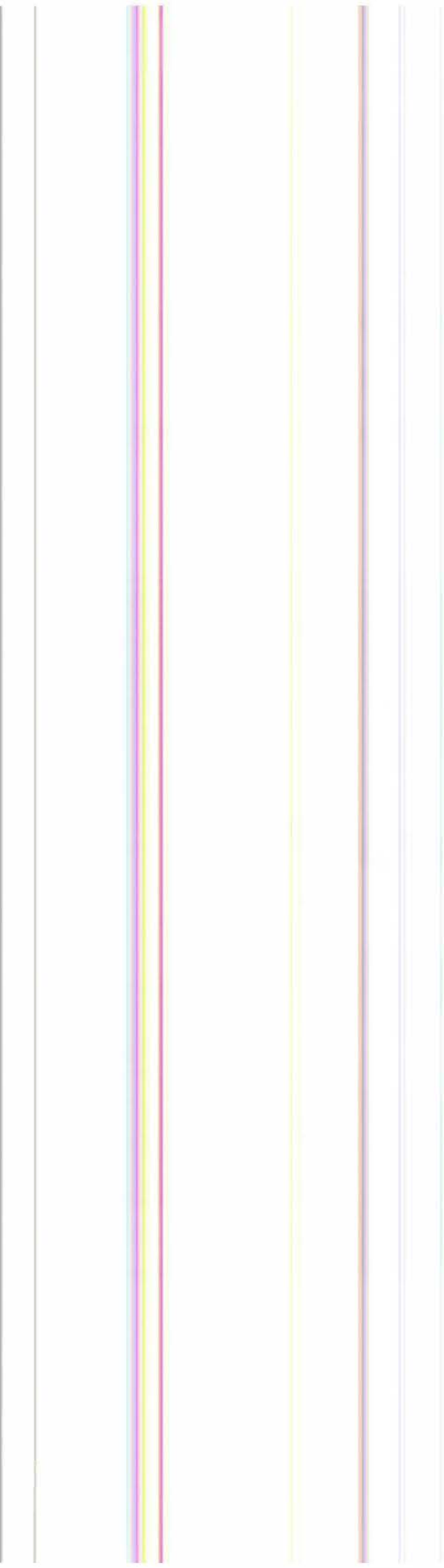


APPLICATIONS ET FONCTIONNEMENT
DU
MESUREUR DE FACTEUR DE BRUIT 8970A



Réf : 5952-8254 FR

Date : Octobre 1982



T A B L E D E S M A T I E R E S

	<u>pages</u>
CHAPITRE I	
Introduction	1
Principe de la mesure de bruit par le 8970A	2
Caractéristiques principales du 8970A et du 346B	2
Objet du présent document	4
Sources d'informations complémentaires	5
CHAPITRE II	
Exemples de mesure	7
Mise en route	8
Panneau avant	8
Mise sous tension et pré-réglage (PRESET)	11
Introduction des rapports de bruit en excès	13
Mesure sur amplificateur (HF vobulée)	17
Etalonnage HF	17
Lissage	18
Mesure corrigée du facteur de bruit et du gain	19
Mesure non corrigée du facteur de bruit	21
Visualisation sur oscilloscope	21
Affichage de la température effective de bruit à l'entrée, T_e	26
Correction de T_c	26
Mesure sur amplificateur micro-ondes (OL vobulé)	30
Commande de l'OL par le 8970A	30
Etalonnage en micro-onde (OL vobulé)	34
Mesure corrigée du facteur de bruit et du gain (OL vobulé)	37
Affichage sur enregistreur X-Y	39
Mesure sur amplificateur micro-ondes (FI vobulée)	40
Mesure avec bande latérale unique	43
Etalonnage et mesure	44

	<u>pages</u>
Mesure avec bande latérale unique (OL vobulé) (1.1 SP)	47
Réglage en temps réel	47
Récapitulation des modes de l'ampli et des bandes latérales ...	48
Mesures sur mélangeurs	53
Mesures sur mélangeurs (OL vobulé)	53
Etalonnage et mesure	54
Réglage automatique de 3 dB	56
Mesures sur mélangeurs et sur récepteurs (FI vobulée)	59
Etalonnage et mesure	60
Organigramme de sélection de mode et de bande(s) latérale(s) ..	62

CHAPITRE III

Problèmes particuliers	65
Sélection d'un oscillateur local	65
Mesures sur transistors	66
Mesures avec guides d'ondes	69
Mesures sur amplificateurs entre 1,5 et 2 GHz	71
Remarques sur les erreurs de mesure	73
Comparaison des méthodes	75

CHAPITRE IV

Principe de fonctionnement	77
Circuits d'entrée	77
Premier convertisseur	77
Second convertisseur	78
Circuits FI 300 MHz	78
Circuits FI 20 MHz	78
Détecteur de puissance de bruit	79
Contrôleur	79

CHAPITRE V

Récapitulation des fonctions du panneau avant et des fonctions spéciales	83
Fonctionnement du panneau avant	83
Protocole d'entrée	83
Touche d'entrée ENR (rapports de bruit en excès) ..	84
Touches de fréquences de modulation	84
Touches de fréquence fixe	85
Touches de mesure	86
Touches d'emplacement de mémoire	88
Fonctions spéciales	90
Initialisation des fonctions spéciales (0 SP)	90
Modes de mesure (1.N SP)	91
Sélection de bande(s) latérale(s) (2.N SP)	94
Introduction de la FI et de la fréquence OL (3.N SP)	97
Commande automatique d'un OL externe (4.N et 40.N à 42.4 SP)	97
Adresses (40.N SP)	99
Programmes et commandes auxiliaires d'OL externe (41.N et 42.N SP)	99
Modification de la puissance de sortie de l'OL	101
Sélection de sortie (43.N SP)	101
Données de la source de bruit (5.N SP)	103
T_{froide} (6.N SP)	104
Unités de température (11.N SP)	104
Mesure de la densité de puissance (9.N SP)	104
Affichage des mesures du 8970A	105
Oscilloscope (7.N SP)	105
Enregistreur X-Y (20 à 23 SP)	106
Enregistreur à bande (24 SP)	106
Limites d'affichage (8.N SP)	107
Unités d'affichage (10.N SP)	107
Résolution des données affichées (12.N SP)	109
Lissage (13.2 SP)	110
Mesures manuelles (T_{froide} / T_{chaude}) (14.N et 15.N SP)	110

	<u>Pages</u>
Commande de déclenchement (30.N SP)	113
Etalonnages	114
Etalonnage de fréquence (31.N SP)	114
Etalonnage du gain à l'entrée (32.N SP)	115
Etalonnage d'atténuateur FI (33 SP)	115
Compensation des pertes (34.N SP)	115
Commande de séquence (35.N SP)	118
Catalogue des fonctions spéciales (50.N SP)	119
DEL de fonction spéciale	119
Codes d'erreur et correction d'erreurs	120

ILLUSTRATIONS

<u>Figure</u>		
I-1	Puissance de bruit disponible	3
II-1	Panneau avant (dépliant)	6
II-2	Auto-mesure du 8970A	10
II-3	Tableau d'étalonnage et étiquette du 346B	12
II-4	Configuration de mesure en HF	16
II-5	Oscillogramme de test de l'oscilloscope	23
II-6	Visualisation typique sur oscilloscope pour un ampli à 136 MHz	24
II-7	Incidence d'une modification de T_c	28
II-8	Erreurs introduites dans l'hypothèse où $T_c = 290K$	28
II-9	Configuration de mesure sur ampli, avec OL vobulé	32
II-10	Visualisation typique de mesures d'un amplifica- teur micro-ondes	36
II-11a	Effet d'une FI basse	38
II-11b	Effet d'une FI élevée	38
II-12	Configuration de mesure sur amplificateur, avec FI vobulée	42
II-13a	Double bande latérale en mode 1.2 (non autorisé) ..	42
II-13b	Bande latérale unique en mode 1.2 (avec filtre) ..	42
II-13c	Bande latérale unique en mode 1.1 (avec filtre) ..	46
II-14	Configuration de mesure du mélangeur	52
II-15	Affichage typique de mesure de mélangeur	57
II-16	Organigramme de sélection de mode et de bande(s) latérale(s)	61

		<u>Pages</u>
III-1	Configuration typique de mesure de transistors, de 2 à 12 GHz	68
III-2	Mesure du facteur de bruit des pré-amplis à guides d'ondes	68
III-3a	Mesure avec FI vobulée, de 1,5 à 2 GHz	70
III-3b	Mesure avec OL vobulé, de 1,5 à 2 GHz	72
IV-1	Schéma fonctionnel du 8970A	81
V-1	Modes de mesure du 8970A - Description des signaux	92
V-2	Comparaison des unités de bruit	108
V-3	Configuration pour la compensation des pertes	116

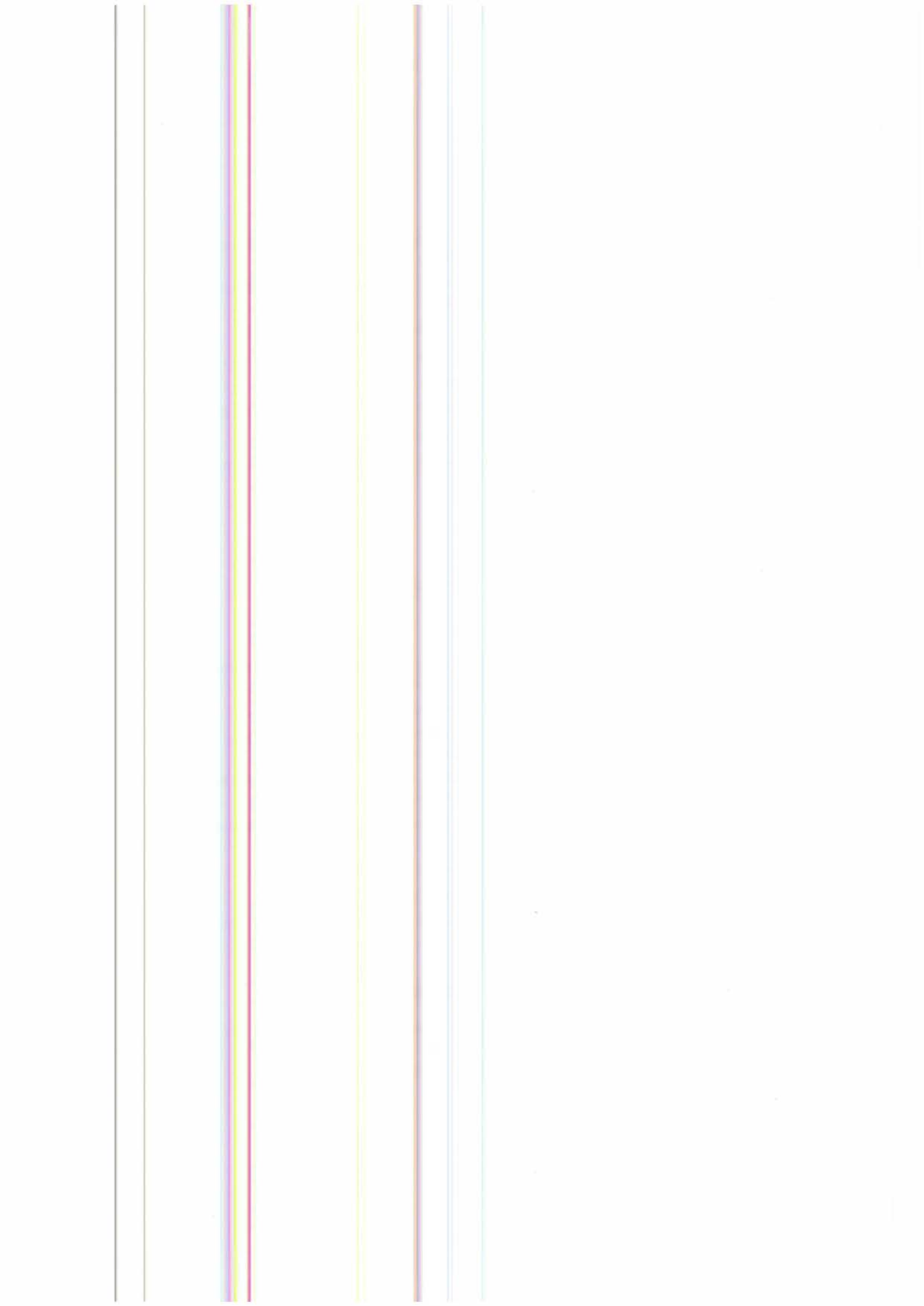
TABL AUX

Tableau

II-1	Récapitulation des modes de l'ampli et des bandes latérales	48
III-1	Exemple d'incertitudes de mesure	74
III-2	Comparaison du 8970A à d'autres méthodes de mesure du facteur de bruit	75
V-1	Réglages du 8970A sauvegardés pendant STORE et RECALL (sauvegarde et rappel)	89
V-2	Affichage des fréquences suivant les modes de mesure	94
V-3	Table de conversion d'ASCII en décimal	98
V-4	Récapitulation des programmes d'OL	102
V-5	Fonctions spéciales allumant la DEL de fonction spéciale	120

ANNEXES

A.	Matériel suggéré pour les mesures entre 10 MHz et 18 GHz (SMA/APC-3.5)	123
B.	Graphique d'enregistreur X-Y	125



C H A P I T R E I

INTRODUCTION

Le mesureur de facteur de bruit 8970A est un récepteur très sensible, accordable et automatique. Ses possibilités sont considérablement améliorées par un microprocesseur utilisé pour un grand nombre d'opérations de commande, de synchronisation et de calcul. Associé à une source de bruit transistorisée appropriée telle que la source de bruit HP 346B, il peut mesurer automatiquement le facteur de bruit du dispositif sous test (DST) inséré entre la sortie de la source de bruit et l'entrée du 8970A. Ce dernier peut être accordé sur une fréquence quelconque comprise entre 10 et 1 500 MHz et vobulé numériquement sur tout ou partie de cette plage. Pour mesurer des dispositifs sous test ayant des fréquences de sortie supérieures à 1 500 MHz, il faut utiliser un mélangeur et un oscillateur local (OL) externes pour la conversion infra-dyne de la fréquence dans la bande de 10 à 1 500 MHz. Le 8970A peut également éliminer automatiquement de la mesure, la contribution au bruit du second étage (le système de mesure). Il peut mesurer et afficher à la fois le gain et le facteur de bruit du DST.

Les propriétés du DST, en ce qui concerne le bruit, peuvent être affichées sous forme de facteur de bruit (dB ou rapport), de température effective de bruit à l'entrée (en degrés absolus : K), ou de facteur Y (dB ou rapport). Le gain est affiché en dB. Il est possible d'introduire à partir du panneau avant une table de rapports ENR : bruit en excès par rapport à des valeurs de fréquence (jusqu'à 27 fréquences), pour la source de bruit mise en oeuvre. La table est utilisée automatiquement par le 8970A pour corriger les variations de rapports de bruit en excès en fonction de la fréquence. Lorsque le 8970A est mis hors fonction, les données ENR/fréquence (table ENR) sont sauvegardées du fait qu'elles sont enregistrées dans une mémoire rémanente. Les mesures vobulées du facteur de bruit et du gain en fonction de la fréquence, peuvent être visualisées sur un oscilloscope ou tracées sur un enregistreur analogique X-Y ou un enregistreur à bande en utilisant les sorties "axe X" et "axe Y" du panneau arrière. La sortie "axe Z" du 8970A efface le retour de trace de l'oscilloscope ou commande le relevage de plume de l'enregistreur.

La plupart des fonctions peuvent être programmées à distance via le bus d'interface Hewlett-Packard (HP-IB).

Principe de la mesure de bruit par le 8970A

Le 8970A détermine le bruit ajouté par un dispositif sous test (DST) au bruit existant à l'entrée du DST. Considérons la représentation de la puissance de bruit à la sortie du DST par rapport à la température de l'impédance de source à l'entrée du DST.

$$N_p = N_a + kGBT_s$$

Le graphique de la figure I-1 illustre cette équation. Dans l'équation, N_a est le bruit ajouté par le DST, k est la constante de Boltzmann, G est le gain du DST, B la bande passante de mesure et T_s la température en degrés absolus (Kelvin) de la charge de la source.

Le 8970A commande la mise en service et hors service d'une source de bruit transistorisée en vue de générer deux points de température (T_{froide} et T_{chaude}) sur la droite kBG et de mesurer les deux sorties de puissance de bruit du DST (N_1 et N_2) correspondant à ces deux températures. L'extrapolation de la droite au point $T_s = 0$ donne N_a qui est le bruit ajouté par le DST. Ce bruit ajouté est transformé en facteur de mérite du DST, tel qu'un facteur de bruit F , en dB, ou une température effective de bruit à l'entrée, T_e , en degrés K. Si l'auto-étalonnage est utilisé, le 8970 A mesure son propre facteur de bruit et fixe une référence de gain. Il peut alors effectuer la correction de l'erreur due au facteur de bruit du système de mesure et calculer, puis afficher, le facteur de bruit et le gain du seul dispositif sous test.

Figure I-1

CARACTERISTIQUES PRINCIPALES DU 8970A ET DU 346B

Précision du 8970A

1. Introduction de table complète d'ENR de source de bruit en fonction de la fréquence (interpolée si nécessaire).

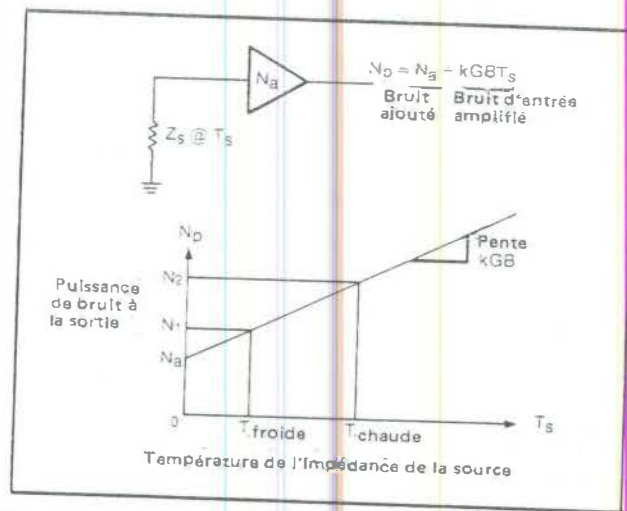


Figure I-1 : Puissance de bruit disponible

2. Compensation dans le cas où T_c n'est pas égale à 290K.
3. Haute résolution d'affichage (0,01 dB).
4. Lissage variable pour réduction de la gigue d'affichage.
5. Correction de la contribution au bruit du système de mesure (2ème étage), en temps réel.

Précision du 346B

1. Etalonnage des rapports de bruit en excès (ENR) pour 20 fréquences de référence (incertitude moyenne quadratique de $\pm 0,1$ à $0,2$ dB, à chaque fréquence)
2. Faible coefficient de réflexion ($ROS \leq 1,15$ à 5 GHz et $1,25$ à 18 GHz).
3. Adaptateurs inutilisés pour un grand nombre d'applications de la source de bruit (le 346B est disponible avec 4 types de connecteurs).
4. Bande large (10 MHz à 18 GHz) permettant de n'utiliser qu'une seule source de bruit pour des applications en HF et en hyperfréquences.

Simplicité et souplesse du 8970A

1. Accord possible de 10 à 1 500 MHz sans utilisation d'un oscillateur local ou mélangeur externes.
2. Gain externe supplémentaire inutile par suite de la sensibilité élevée de l'instrument.
3. Mesure du gain du DST.
4. Commande d'un oscillateur local externe, via le HP-IB, pour la mesure en hyperfréquences.
5. Mesures vobulées simples et précises.
6. Mémorisation numérique pour sortie rafraîchie vers les oscilloscopes ordinaires.
7. Correction d'erreur effectuée en temps réel.
8. Choix des unités de sortie : F dB, F, T_e , Y dB, Y.
9. Fonction HP-IB en standard.

Objet du présent document

La présente note "produit" est un manuel d'introduction au 8970A, essentiellement consacré aux applications. Il sert de :

- a) récapitulation des fonctions et de l'exploitation du 8970A pour ceux qui souhaitent plus de détails que n'en donne la fiche technique ;

- b) guide progressif pour plusieurs exemples de mesures ;
- c) document général de référence pour utilisation avec le 8970A.

Il se situe à mi-chemin entre la fiche technique et le manuel détaillé et complet d'utilisation et d'entretien.

Les différents chapitres du présent document ont pour but :

- a) de présenter le panneau avant et les fonctions de base ;
- b) de montrer comment l'on procède à des mesures typiques ;
- c) de traiter certains aspects supplémentaires des applications ;
- d) de décrire brièvement la théorie de fonctionnement du 8970A ; et
- e) d'expliquer de façon plus détaillée la plupart des fonctions spéciales et de base du 8970A afin de faciliter leur compréhension.

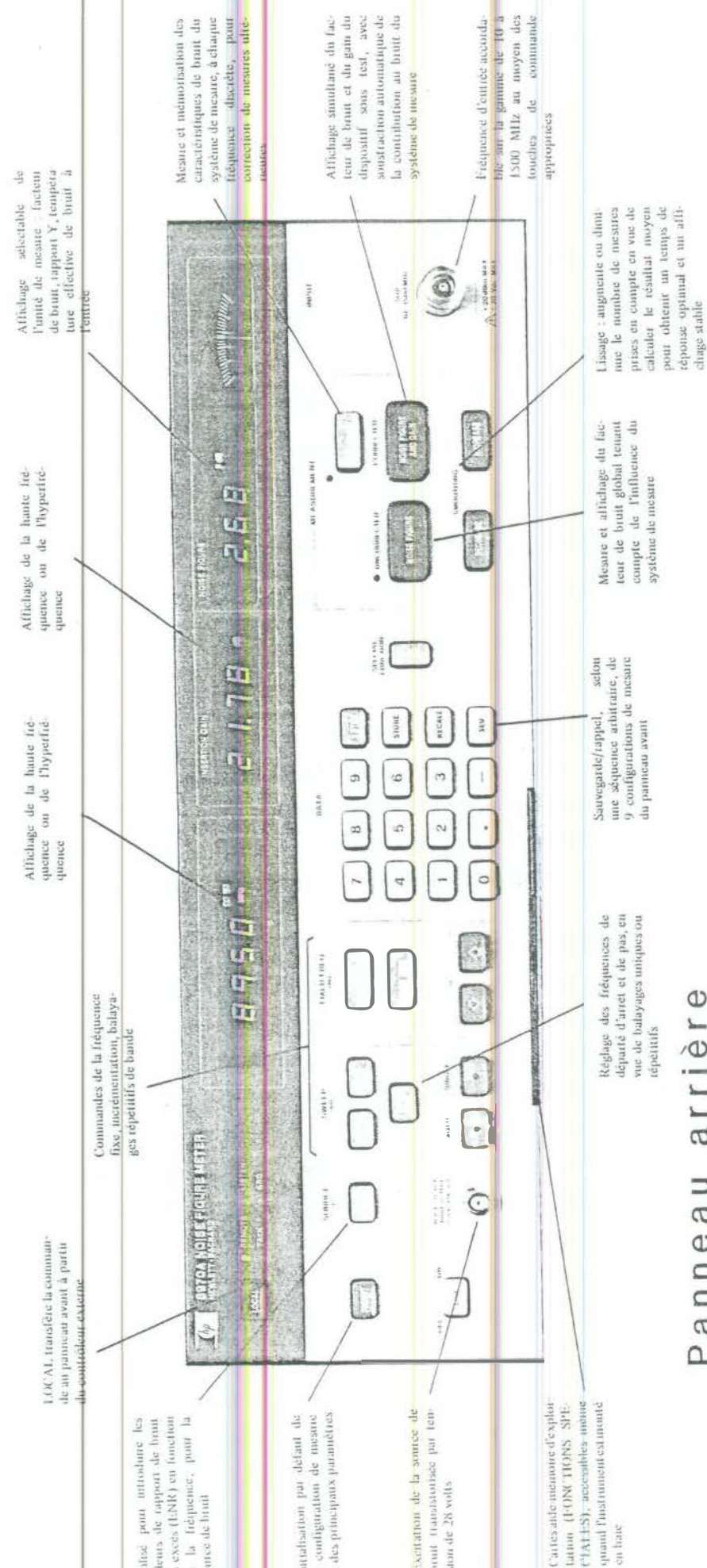
Dans la présente note, les termes HF (haute fréquence) et micro-onde (ou hyper-fréquence) sont utilisés avec des acceptions spécifiques. "HF" concerne les mesures effectuées à des fréquences pouvant atteindre 1 500 MHz. Micro-onde s'applique aux mesures effectuées à des fréquences supérieures à 1 500 MHz et jusqu'à 18 GHz, cas où il faut toujours utiliser un mélangeur et un OL externes.

Sources d'informations supplémentaires

Pour les aspects de mesure de base du bruit et du facteur de bruit autres que ceux spécifiquement nécessaires pour utiliser le 8970A, on pourra se référer à la note d'application 57-1 intitulée "Principe des mesures de facteur de bruit en HF et micro-ondes" qui doit paraître début 1983. Le document AN 57-1 est un cours sur le bruit et le facteur de bruit, et il est recommandé à la fois comme introduction au facteur de bruit et comme aide-mémoire concis destiné à ceux qui connaissent déjà le sujet. Une partie particulièrement utile de l'AN 57-1 contient une explication plus détaillée des relations linéaires de puissance de bruit représentées sur la figure I-1. Ce concept peut servir à résumer sous forme graphique presque tous les aspects des mesures de facteur de bruit et de terminologie.

Pour un document de référence complet sur le 8970A et des informations d'introduction à la commande du 8970A au moyen d'un contrôleur programmable externe, se référer au manuel d'utilisation et d'entretien du 8970A.

MESUREUR DE BRUIT 8970A



Conçu pour **HP-IB** SYSTEMS

HP-IB : pas seulement la norme IEEE-488, mais des matériels, une documentation et une assistance pour un meilleur accès au système de mesure

Figure 11-1 : Panneau avant

CHAPITRE II

EXEMPLES DE MESURE

Ce chapitre traite du panneau avant et de la mise en route du 8970A. Il décrit progressivement plusieurs exemples spécifiques de mesure, notamment

1. Une mesure sur amplificateur HF.
2. Une mesure sur ampli micro-ondes avec OL vobulé.
3. Une mesure sur ampli micro-ondes avec FI vobulée (en bande latérale unique).
4. Une mesure sur mélangeur avec OL vobulé.
5. Une mesure sur récepteur avec FI vobulée.

Ces exemples comprennent des informations détaillées sur les modes d'utilisation d'un grand nombre de fonctions du 8970A telles que :

1. Introduction d'une table de rapports de bruit en excès (ENR).
2. Etalonnage pour correction de mesure.
3. Correction de T_c .
4. Sortie sur oscilloscope.
5. Lissage.
6. Affichage de T_e (température effective de bruit à l'entrée).
7. Mesure avec bande latérale unique.
8. Réglage en temps réel.
9. Sélection de mode et de bande(s) latérale(s).

Les exemples de mesure traités dans ce chapitre utilisent un ensemble de matériels décrits dans l'annexe A. En outre, deux amplificateurs sont utilisés comme DST. Le premier est un ampli HF à bande étroite ayant une fréquence moyenne nominale de 136 MHz, un gain d'environ 25 dB, et un facteur de bruit minimal d'environ 0,5 dB. Le second est un ampli micro-ondes avec une bande passante comprise entre 50 et 4 500 MHz, un gain d'environ 10 dB et un facteur de bruit minimal d'environ 7 dB. Pour la mesure sur amplificateur micro-ondes, avec FI vobulée, traitée dans la suite du chapitre, un filtre passe-bas de 4,4 GHz est également nécessaire.

NOTE

1. Les DST mesurées dans les exemples ci-après peuvent être facilement remplacés par d'autres ayant des facteurs de bruit, des gains et des gammes de fréquences différents, en modifiant simplement plusieurs des nombres indiqués dans ces exemples.

2. Etant donné qu'une ou plusieurs fonctions sont décrites dans chacun des exemples, il est conseillé de lire la totalité de ceux-ci, afin de bien comprendre chaque fonction traitée.

Il est utile de se référer fréquemment aux trois cartes aide-mémoire placées dans un logement au bas du panneau avant du 8970A, car il y est fait mention des fonctions spéciales, des configurations de mesure et des codes d'erreur. Ceci renforcera la connaissance de l'instrument. Les dépliants contenant la figure II-1 ci-contre et la figure A en fin de brochure, illustrent l'emplacement et le contenu de ces cartes aide-mémoire.

MISE EN ROUTE

Panneau avant

Le panneau avant du 8970A est doté de trois afficheurs numériques (voir figure II-1). De gauche à droite, ils sont principalement utilisés pour la fréquence, le gain d'insertion et le facteur de bruit, mais ils servent parfois à l'affichage d'autres données.

Les touches (boutons-poussoirs) du panneau avant sont disposées en plusieurs groupes. En partant de la gauche : LOCAL est utilisée pour restituer la commande au panneau avant du 8970A à partir d'un contrôleur externe lorsqu'on utilise un HP-IB. PRESET introduit des valeurs par défaut et initialise certaines fonctions spéciales et LINE est l'interrupteur général de mise sous tension. On utilise la touche ENR pour mémoriser dans le 8970A la table des rapports de bruit en excès (ENR) en fonction de la fréquence. Au-dessous, se trouve la sortie d'impulsions 28 volts pour l'excitation de la source de bruit.

On trouve ensuite un groupe de touches pour la commande de la fonction de volubulation : START FREQ, STOP FREQ et STEP SIZE commandent respectivement la fréquence de départ, la fréquence d'arrêt et les pas d'incrémentations du balayage souhaité. En appuyant sur l'une quelconque de ces touches, la valeur correspondante du moment est affichée. Si une pression est exercée ensuite sur des touches numériques puis sur ENTER (enregistrement), une nouvelle fréquence, en MHz, est introduite. Les deux touches du bas, AUTO et SINGLE, initialisent un balayage répétitif (AUTO) ou un balayage unique (SINGLE), respectivement, quand elles sont abaissées.

Le groupe de touches suivant sert à la commande d'une fréquence fixe unique. En appuyant sur FREQUENCY puis sur des touches numériques et enfin sur ENTER, on détermine la fréquence fixe de mesure du 8970A. FREQUENCY peut être aussi utilisée comme touche commode "d'annulation d'entrée" si des erreurs se produisent pendant l'introduction d'autres paramètres. Une pression sur FREQ INCR, sur des touches numériques et sur ENTER affiche et permet l'introduction de l'incrément de fréquence utilisé par les touches $\uparrow$ et $\downarrow$ pour accorder par incréments le 8970A. Si l'on appuie une seule fois sur $\uparrow$ ou $\downarrow$, la fréquence de mesure est augmentée ou réduite de la valeur de l'incrément. Le maintien de l'une ou l'autre de ces touches en position abaissée se traduit par une succession d'incréments de fréquence.

Le groupe de touches suivant sert à l'introduction des données. La colonne de droite comprend les touches ENTER (enregistrement), STORE (sauvegarde), RECALL (rappel) et SEQ (séquence). ENTER exécute l'introduction des données ; STORE et RECALL sont utilisées pour la sauvegarde et le rappel des états du panneau avant et internes de l'instrument dans l'un quelconque de 10 emplacements internes de mémoire. SEQ permet de choisir en séquence parmi un nombre de configurations sauvegardées pouvant atteindre 9. La touche SPECIAL FUNCTION (SP) étend les possibilités du 8970A au-delà des fonctions du panneau avant. En appuyant en séquence sur des touches numériques, puis sur SP, on obtient jusqu'à 150 fonctions complémentaires comprenant divers modes de mesure, d'affichage des données et d'introduction des données.

Le dernier groupe de touches concerne la mesure. Une pression sur CALIBRATE (étalonnage) mesure et mémorise le facteur de bruit du système de mesure et

détermine une référence de puissance. Cela permet la mesure du gain et la correction d'erreur due au second étage quand on appuie sur NOISE FIGURE AND GAIN (facteur de bruit et gain). Si l'on ne souhaite pas de correction de second étage, il faut appuyer sur NOISE FIGURE (facteur de bruit). NOISE FIGURE et NOISE FIGURE AND GAIN peuvent aussi être utilisées comme touches "d'annulation d'entrée". Les touches de lissage INCREASE (accroissement) et DECREASE (réduction) permettent de réduire la gigue sur l'affichage. Elles augmentent ou diminuent le nombre de mesures entrant dans la moyenne avant affichage d'un résultat de mesure.

Le chapitre V de la présente note, donne plus de détails sur ces fonctions. En outre, les trois cartes aide-mémoire du 8970A récapitulent les fonctions spéciales de l'utilisateur, les informations sur le HP-IB, les codes d'erreurs, et les configurations de mesure.

Mise sous tension et pré-réglage (PRESET)

Mettre le mesureur de facteur de bruit sous tension. Tous les indicateurs à DEL doivent s'allumer pendant quelques secondes durant lesquelles le 8970A effectue les tests à la mise sous tension. Appuyer sur :

PRESET

Quelques secondes après, l'afficheur de gauche doit indiquer 30 MHz (fréquence de mesure par défaut). La petite DEL près de l'inscription UNCORRECTED (non corrigé) au-dessus du bouton NOISE FIGURE doit être allumée, indiquant que le facteur de bruit affiché n'est pas corrigé pour écarter la contribution au bruit du second étage. Sur l'afficheur de droite (facteur de bruit) deux traits apparaissent, indiquant un facteur de bruit supérieur à 32 dB jusqu'à ce que la source de bruit soit branchée. Brancher par un câble BNC la sortie "28V NOISE SOURCE DRIVE OUTPUT" du 8970A à l'entrée (28V cc) de la source de bruit 346B. Ensuite, brancher la sortie du 346B à RF INPUT (entrée HF) du 8970A (les connexions sont représentées sur la figure II-2). Un adaptateur sera nécessaire du côté entrée du 8970A sauf si le 346B dispose d'un connecteur de sortie Option 001 (mâle Type N).

Figure II-2

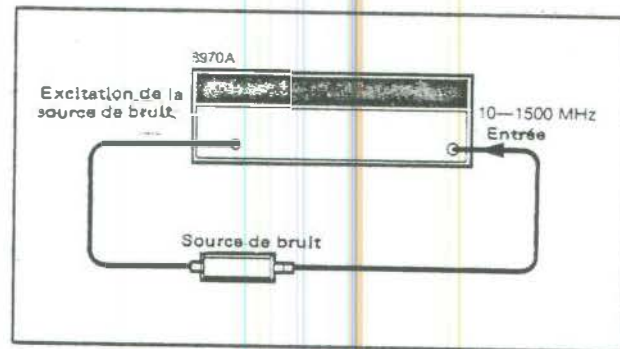
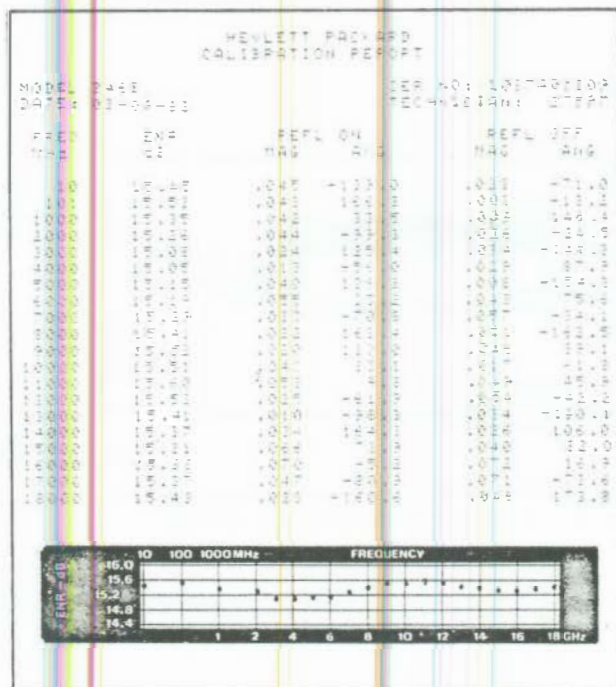


Figure II-2 : Auto-mesure du 8970A



II -3 : Tableau d'étalonnage et étiquette du 346B

Lorsque la connexion est faite, le facteur de bruit du 8970A proprement dit, à 30 MHz, est affiché ; il est de l'ordre de 5 dB.

Introduction des ENR (rapports de bruit en excès)

Le 8970A enregistre la table d'étalonnage des rapports de bruit en excès (ENR) de la source de bruit 346B dans une mémoire rémanente. A chaque fréquence de mesure, une valeur d'interpolation linéaire est automatiquement utilisée, que l'on mesure un facteur de bruit sans correction ou un facteur de bruit et un gain corrigés. Un état imprimé (tableau) d'étalonnage est fourni avec chaque 346B, donnant les valeurs d'ENR pour 20 points de fréquence. Ces points sont également portés sur le graphique d'une étiquette fixée au 346B. Le tableau et l'étiquette sont représentés sur la figure II-3.

Figure II-3

Pour introduire la table d'étalonnage dans le 8970A, appuyer sur :



(Il n'est pas utile de brancher le 346B). Le 8970A fait apparaître la première fréquence de la table d'étalonnage (10 MHz initialisée à l'usine) sur l'afficheur de gauche et la valeur d'ENR (15,20 initialisée à l'usine), correspondant à cette fréquence sur l'afficheur du milieu. La DEL des unités en MHz clignote sur l'afficheur de gauche indiquant qu'il est possible d'introduire une nouvelle fréquence. Frapper au clavier le nombre correct ou laisser la valeur actuelle. Appuyer sur :



Cela a pour effet d'introduire les chiffres apparus dans l'afficheur de gauche, dans la mémoire du 8970A et de provoquer le clignotement de l'indicateur d'unités en dB sur l'afficheur du milieu, signalant qu'il est possible de procéder à une introduction d'ENR. En vue d'enregistrer la valeur d'ENR de la source de

bruit pour 10 MHz, frapper la valeur d'ENR appropriée (tirée de l'état imprimé d'étalonnage du 346B) ou laisser la valeur du moment. Appuyer sur :

ENTER

La fréquence de 10 MHz, accompagnée du signal MHz clignotant, apparaît sur l'afficheur de gauche. Répéter les opérations précédentes jusqu'à ce que la table complète du 346B soit introduite. Cela doit être effectué dans l'ordre croissant des fréquences. La fin de table est identifiée par le 8970A au moment de l'introduction d'une fréquence dans l'ordre décroissant. Le rapport de bruit en excès (ENR) de toute fréquence supplémentaire est alors ignoré. Pour toutes les fréquences supplémentaires, le 8970A utilisera la valeur d'ENR introduite pour la dernière fréquence dans l'ordre croissant. Par exemple, comme on peut le voir sur la figure II-3, si la valeur 2 000 MHz est introduite par erreur sous la forme 200 MHz, la valeur d'ENR 15,35 dB sera affectée à toutes les fréquences supérieures à 1 000 MHz. Lorsque la dernière fréquence de la table a été introduite, entrer la valeur zéro ou toute valeur de fréquence inférieure à la précédente.

Dans le cas d'une erreur précédant la pression sur ENTER, appuyer sur :

NOISE FIGURE

pour la réparer. Ré-introduire simplement les chiffres. Si l'on a déjà appuyé sur ENTER, compléter la table car il est plus facile de la faire réapparaître pour les corrections. Pour cela, appuyer sur :

ENR

puis sur :

ENTER

répétitivement, jusqu'à ce que l'erreur apparaisse sur l'afficheur avec clignotement de l'indicateur d'unités. Frapper la valeur correcte au clavier et appuyer sur :

ENTER

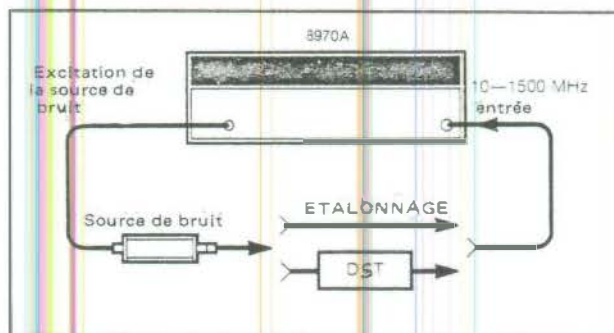


Figure II-4 : Configuration de mesure en HF

Le reste de la table n'est pas affecté. Si plus d'une erreur s'est produite après la pression sur ENTER, repasser la table en entier comme indiqué ci-dessus afin de procéder à toutes les corrections nécessaires.

Pour sortir du mode d'introduction de table, appuyer sur :

FREQUENCY

Mesure sur amplificateur (HF vobulée)

Les opérations suivantes caractérisent le facteur de bruit et le gain de l'amplificateur 136 MHz à faible bruit, mentionné en tête du présent chapitre.

Appuyer sur :

PRESET

afin de mettre le 8970A dans une configuration connue. Ceci fait passer l'instrument en mode HF (mode 1.0).

Étalonnage HF

L'étalonnage est nécessaire afin de corriger la contribution au bruit du système de mesure (le 8970A). Cet étalonnage mesure automatiquement le facteur de bruit du système en l'absence de DST, pour trois réglages d'atténuateur d'entrée du 8970A. On utilise trois réglages car le 8970A ne sait pas encore quel sera le gain du DST et doit être préparé pour une plage de valeurs de gain. Brancher la sortie du 346B directement à l'entrée du 8970A (ligne ETALONNAGE sur la figure II-4). Pour plus de précision pendant une mesure vobulée, les

Figure II-4

fréquences de départ, d'arrêt et de "pas"souhaitées, doivent être sélectionnées avant l'étalonnage. Pour l'ampli considéré, les fréquences suivantes conviennent :

départ : 110 MHz
arrêt : 160 MHz, et
valeur du pas : 2 MHz.

Introduire ces fréquences en appuyant sur :

START FREQ	1	1	0	ENTER
STOP FREQ	1	6	0	ENTER
STEP SIZE	2	ENTER		

On peut utiliser une valeur quelconque comprise entre 10 et 1 500 MHz tant que le nombre de pas n'excède pas 81 (Le balayage de 110 à 160 MHz, en pas de 2 MHz, en utilise 26). Appuyer sur :

CALIBRATE

Le 8970A explore la plage de fréquences à trois reprises en mesurant ses propres caractéristiques de bruit. Lorsque la DEL située à côté de la touche CALIBRATE s'éteint, l'étalonnage est achevé. Cela demande moins de 30 secondes pour les 26 pas lorsque le lissage est au minimum.

Lissage

Le 8970A dispose de la fonction "lissage" destinée à réduire la gigue de lecture du gain comme du facteur de bruit. Cette gigue est un élément normal de toutes les mesures de bruit. Un lissage plus poussé donne des traces plus régulières sur l'écran d'un oscilloscope au détriment de la vitesse de mesure. Le lissage est fixé au moyen d'un facteur de lissage n , qui est le nombre de mesures entrant dans la moyenne pour chaque point de fréquence affiché. On trouvera plus de détails au chapitre V, sous le titre "Lissage". Lorsque le lissage est au minimum (facteur de lissage égal à 1), de 3 à 5 points de mesure par seconde sont affichés durant un balayage. Avec un lissage maximal (facteur de lissage égal à 512), l'intervalle de temps entre points de données affichés durant un balayage, augmente jusqu'à 1 minute environ. Dans la plupart des cas, un facteur compris entre 2 et 8 est satisfaisant. Pour augmenter le lissage appuyer sur :

INCREASE

A ce moment, le facteur de lissage apparaît dans l'afficheur de gauche tant

que la touche est maintenue abaissée. A chaque pression sur INCREASE, le facteur de lissage est doublé jusqu'à ce qu'on atteigne 512. Pour réduire le lissage, appuyer sur :

DECREASE

Le facteur de lissage décroît de la même manière. Il est également possible d'entrer le facteur de lissage en mémoire en appuyant sur :

1

3

.

2

•

SPECIAL
FUNCTION

puis de frapper les chiffres du facteur de lissage au clavier; enfin, en appuyant sur :

ENTER

Mesure corrigée du facteur de bruit et du gain

Pour mesurer le facteur de bruit corrigé afin d'annuler les effets du second étage (système de mesure) et mesurer le gain, appuyer sur :

NOISE FIGURE
AND GAIN

Après étalonnage et en l'absence de DST, le facteur de bruit et le gain doivent être de l'ordre de zéro dB, ce qui indique que le 8970A élimine effectivement le bruit du système de mesure. Etant donné le bruit appliqué à l'entrée, une certaine variation de part et d'autre du zéro existe. (Si un message d'erreur, E20, apparaît sur l'afficheur de droite lorsque la mesure corrigée est tentée, cela indique que l'étalonnage n'est pas correct ou n'a pas été effectué. Peut-être les fréquences ont-elles été modifiées ? Les messages d'erreur sont décrits en détail dans la carte aide-mémoire 2, au chapitre V, ou dans le manuel d'utilisation et d'entretien).

Pour effectuer une mesure corrigée sur un amplificateur HF, brancher la sortie de celui-ci à l'entrée du 8970A. Connecter l'entrée 28 V cc de la source de bruit 346B à la sortie 28 V d'excitation de cette source et la sortie du 346B à l'entrée de l'ampli (le DST), comme représenté sur la figure II-4. Appliquer une tension d'alimentation cc appropriée à l'ampli (12 V dans le cas présent). Choisir la fréquence intéressante, généralement la fréquence moyenne de l'ampli,

en appuyant sur :



Le facteur de bruit corrigé, en dB, est affiché dans la fenêtre de droite et le gain dans la fenêtre centrale. Pour trouver la fréquence à laquelle le facteur de bruit est minimum, choisir un incrément de fréquence tel que 2 MHz en appuyant sur :



La pression sur FREQ INCR ne provoque qu'un affichage momentané de la valeur de l'incrément. Pour obtenir un affichage continu, maintenir la touche FREQ INCR enfoncée. Faire varier la fréquence du 8970A de part et d'autre de 136 MHz, afin de trouver le facteur de bruit minimum, en appuyant sur :



Noter le facteur de bruit minimum pour comparaison ultérieure au facteur de bruit non corrigé.

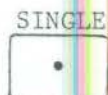
Pour obtenir des balayages automatiques répétés, appuyer sur :



Noter que le balayage commence à la fréquence de mesure du moment et continue jusqu'à la fréquence d'arrêt. Un balayage complet est déclenché en appuyant sur :



Si l'on veut un seul balayage complet, appuyer sur :



Pour mettre fin au balayage, appuyer une seconde fois sur celle des touches de balayage qui est allumée. Ces touches mettent alternativement le balayage en fonction et hors fonction.

Mesure non corrigée du facteur de bruit

Appuyer sur les touches suivantes pour effectuer une mesure non corrigée :



Comparer la valeur du facteur de bruit minimum obtenue lors de la mesure corrigée avec celle de la mesure non corrigée. La différence correspond à la correction de la contribution au bruit du second étage dans la mesure précédente.

Visualisation sur oscilloscope

Les mesures voulées sont plus facilement observées en les visualisant sur l'écran d'un oscilloscope. Le 8970A est prévu pour afficher avec précision le facteur de bruit et le gain sur un oscilloscope ordinaire quelconque doté de la fonction A/B (ou X/Y). Les oscilloscopes HP 1740 ou 1742 conviennent à cette fin. On peut aussi utiliser un oscilloscope à mémorisation tel que le HP 1741. Pour régler l'oscilloscope, brancher les sorties X, Y et Z sur le panneau arrière du 8970A aux entrées A, B et Z (ou X, Y et Z) de l'oscilloscope et mettre ce dernier dans le mode A/B (ou X/Y). Le signal à la sortie X du 8970A s'accroît linéairement en fonction de l'accroissement de la fréquence pendant le balayage. Le signal à la sortie Y est proportionnel aux valeurs du facteur de bruit et du gain (en mesure "corrigée" du facteur de bruit et du gain) ou proportionnel au seul facteur de bruit (dans le cas de mesure "non corrigée" du facteur de bruit). La sortie Z est utilisée pour l'effacement du retour de trace sur l'oscilloscope et pour atténuer la trace du gain. Régler le couplage d'entrée de l'oscilloscope sur c.c. pour la déflexion horizontale et la déflexion verticale.

Provoquer l'envoi d'un oscillogramme de test par le 8970A sur l'oscilloscope en appuyant sur :



Régler les commandes de position puis de gain sur l'oscilloscope de manière que l'oscillogramme de test remplisse le graticule et vienne toucher les bords extérieurs sur les quatre côtés (voir figure II-5). Le croisement doit se situer au centre de l'écran. L'oscilloscope est ensuite cadré par rapport au 8970A et les limites de facteur de bruit et de gain peuvent alors être réglées

à partir du panneau avant du 8970A pour une mesure quelconque sans toucher aux réglages de l'oscilloscope. Il peut être nécessaire de retoucher ceux-ci de temps à autre par suite de la possibilité de dérive de ses amplis.

Figure II-5

Ramener l'oscilloscope aux conditions d'affichage normal du facteur de bruit et du gain en appuyant sur :

SPECIAL
FUNCTION

(Il est toujours possible d'omettre le et le).

Supposons que l'amplificateur HF à mesurer possède une plage de facteurs de bruit comprise entre 0,5 et 4 dB et une plage de gain entre 0 et 25 dB sur la gamme de fréquences de 110 à 160 MHz. Afficher la limite inférieure du facteur de bruit pour l'oscilloscope dans la fenêtre de gauche sur le 8970A en appuyant sur :

SPECIAL
FUNCTION

La valeur par défaut est 0,00 dB ce qui convient pour la plage du facteur de bruit de cet ampli (0,5 à 4 dB). Pour afficher la limite supérieure en vue de la visualisation du facteur de bruit sur l'oscilloscope, appuyer sur :

SPECIAL
FUNCTION

La valeur par défaut est 8,00 dB. Pour cet ampli, ramener la limite supérieure à 4 dB (0,5 dB par division et 8 divisions sur l'ensemble), en appuyant sur :

De même, afficher les limites inférieure et supérieure du gain sur l'oscilloscope en appuyant sur :

SPECIAL
FUNCTION

puis sur

SPECIAL
FUNCTION

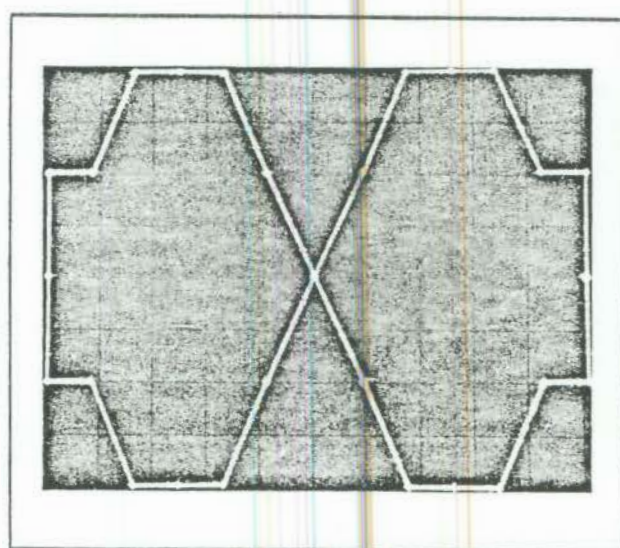
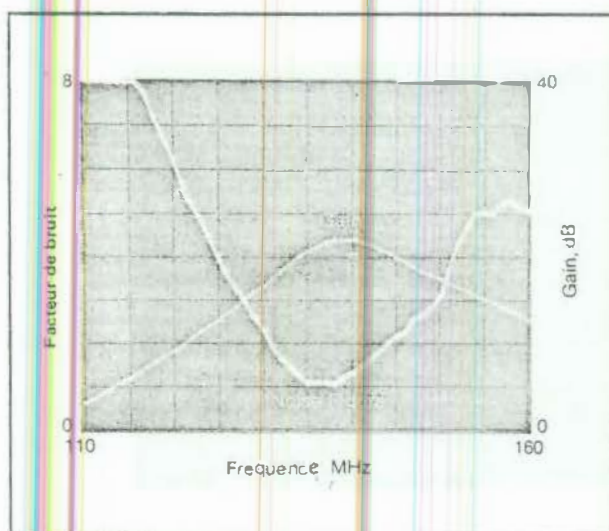


Figure II-5 : Oscillogramme de test de
l'oscilloscope



II-6 : Visualisation typique sur oscilloscope pour un ampli à 136 MHz

respectivement. Les valeurs par défaut de 0,00 dB et 40,00 dB (5 dB par division) sont des valeurs satisfaisantes pour la plage de 0 à 25 dB de l'ampli HF et il est inutile de les modifier, sauf si l'on veut une meilleure résolution du gain.

Afin de visualiser la mesure corrigée vobulée sur l'oscilloscope, appuyer sur :



Ensuite, pour obtenir une mesure vobulée répétitive commençant à la fréquence de départ, appuyer sur :



Les données à visualiser sur l'oscilloscope sont mémorisées sous forme numérique et rafraîchies à une cadence comprise entre 250 et 3 000 Hz, pour assurer un affichage sans scintillement. L'affichage est réactualisé à chaque point de mesure pendant le balayage. Pour arrêter celui-ci, appuyer de nouveau sur :



La figure II-6 représente un affichage normal d'oscilloscope pour l'amplificateur à 136 MHz.

Si nécessaire, régler la trace du gain pour qu'elle soit moins intense que la trace du facteur de bruit, en agissant sur le réglage par tournevis marqué

Figure II-6

GAIN TRACE, sur le panneau arrière du 8970A. La visualisation la plus agréable à l'oeil peut être obtenue en combinant le réglage par tournevis et le réglage d'intensité de l'oscilloscope.

Mémoriser les réglages du 8970A, notamment les limites sur l'oscilloscope, dans l'emplacement de mémoire 1 en appuyant sur :



Ces réglages seront utilisés ultérieurement.

Affichage de la température effective de bruit à l'entrée, T_e

Certains utilisateurs préfèrent afficher les performances de bruit autrement que sous la forme d'un facteur de bruit en dB. Pour obtenir la température effective de bruit à l'entrée, exprimée en degrés absolus (K), appuyer sur :

SPECIAL
FUNCTION

La valeur maximale de température effective de bruit à l'entrée qu'il est possible d'afficher est 9999K (équivalent à un facteur de bruit de 15,5 dB).

Pour d'autres unités, consulter la carte aide-mémoire 1.

Les sorties analogiques X, Y et Z sur le panneau arrière correspondent à toute nouvelle unité choisie en utilisant 10.N. C'est pourquoi il est généralement nécessaire de retoucher les limites supérieure et inférieure du facteur de bruit (8.1 et 8.2 SP) pour les adapter à la plage des nouvelles unités. Par exemple, si 10.4 SP est choisi avec utilisation des limites réglées précédemment pour l'oscilloscope (0 à 4 dB) ces limites deviennent 0 à 4K. Pour l'ampli à 136 MHz, une valeur maximale de T_e égale à 200 K est nécessaire (25 K par division sur le graticule). En conséquence, appuyer sur :

SPECIAL
FUNCTION

Déclencher un balayage en appuyant sur :

AUTO SINGLE
 ou

Pour revenir à l'affichage de F en dB et rappeler les limites précédentes de l'oscilloscope, appuyer sur :

Correction de T_c

Avant le 8970A, on retenait l'hypothèse, pour les mesureurs de facteur de bruit que la température froide T_c était égale à 290 K (17°C) étant donné la diffi-

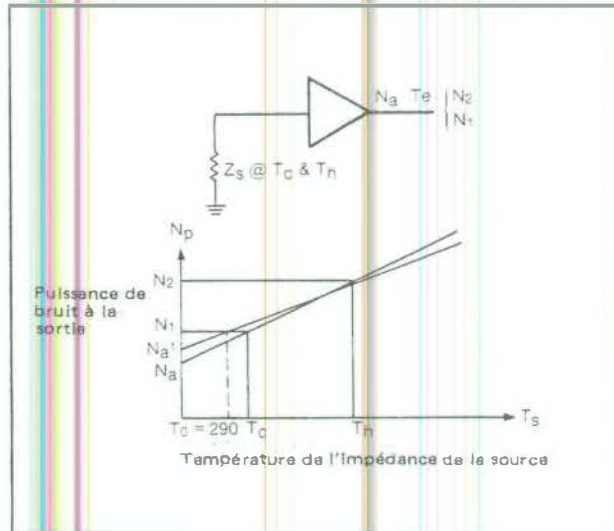


Figure II-7 : Incidence d'une modification de T_c

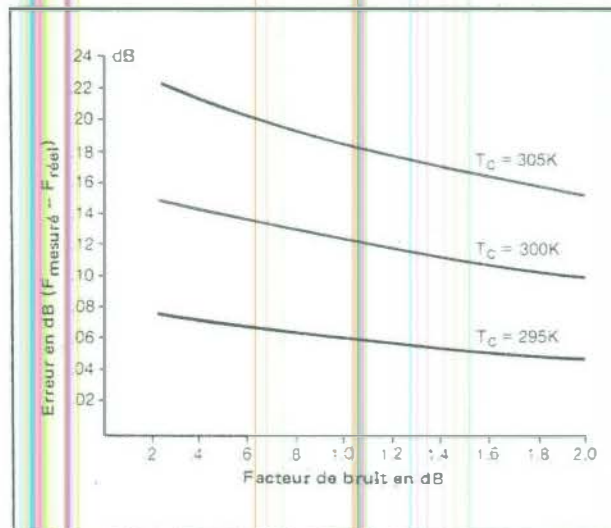


Figure II-8 : Erreurs introduites dans l'hypothèse où $T_c = 290$ K (T_c réel indiqué)

culté de procéder à des calculs exacts pour d'autres valeurs. On peut voir sur la figure II-7 que cette hypothèse peut introduire une erreur. Les mesures N_2 et N_1 sont des mesures de puissance de bruit faites par tous les mesureurs de facteur de bruit en T_c (température de bruit à l'entrée avec la source de bruit non excitée) et T_h (température de bruit à l'entrée avec la source de bruit excitée). Si l'on retient l'hypothèse où T_c a pour valeur 290 K et qu'en réalité cette valeur soit différente, le bruit ajouté par l'amplificateur, N_a , est calculé avec pour résultat N_a' (figure II-7) alors qu'il est, en réalité, égal à N_a . Cela se traduit par un calcul erroné du facteur de bruit F ou de la température effective du bruit à l'entrée T_e .

Figure II-7

La valeur de l'erreur introduite est illustrée dans la figure II-8 qui représente l'erreur en fonction du facteur de bruit pour des valeurs de T_c réelles. Si la valeur de T_c est supérieure à 290 K, comme c'est généralement le cas, le facteur de bruit mesuré est trop élevé. Le 8970A ne retient pas l'hypothèse de T_c égal à 290 K. Pour illustrer ceci, sélectionner l'affichage de T_e en appuyant sur :

SPECIAL
FUNCTION

Noter la valeur minimale de la température effective de bruit, T_e , à l'entrée de l'amplificateur, en réglant la fréquence du 8970A. Afficher la température

Figure II-8

ambiante supposée, T_c , en appuyant sur :

SPECIAL
FUNCTION

Elle apparaît égale à 296,5 K, valeur par défaut. Donner à T_c la valeur 290 K en appuyant sur :

2 9 0 ENTER

et noter la variation de T_e . Celle-ci est d'environ 7 K (la variation du facteur de bruit est proche de 0,1 dB) ce qui est significatif pour un ampli ayant une T_e d'environ 35 K (et un facteur de bruit d'environ 0,5 dB).

Revenir à la valeur par défaut de T_c (296,5 K) et aux unités de bruit F en dB en appuyant sur :

RECALL 1

Ceci rappelle la température, la fréquence et l'unité d'affichage ainsi que les réglages de l'oscilloscope effectués lors de la mesure du facteur de bruit et du gain avec correction.

MESURES SUR AMPLIFICATEURS MICRO-ONDES (OL VOBULE)

Les mesures sur amplificateur micro-ondes sont presque aussi simples que les mesures en HF ; elles demandent l'adjonction d'un oscillateur et d'un mélangeur locaux. Dans l'exemple ci-après, on utilise un générateur de signaux synthétisés 8672A comme oscillateur local et le mélangeur Hewlett-Packard HMXR-5001 pour la conversion infradyne dans la plage de fréquences du 8970A. Le système est utilisé pour faire les mesures sur amplificateur de 50 à 4 500 MHz pour des fréquences comprises dans la gamme de 3,7 à 4,2 GHz. Le facteur de bruit de l'amplificateur varie en général de 6 à 10 dB et le gain de 5 à 15 dB sur cette bande de fréquences réduite.

Commande de l'OL par le 8970A

Le 8970A peut commander le 8672A, via le HP-IB, sans utilisation d'un contrôleur externe. Pour régler le 8970A en vue de la mesure sur ampli micro-ondes avec utilisation de l'OL externe vobulé et d'une FI fixe, réaliser les connexions représentées sur la figure II-9 (ligne ETALONNAGE). Brancher le câble HP-IB entre connecteurs sur le panneau arrière de chaque instrument. Mettre les deux instruments sous tension. Appuyer sur :

PRESET

pour ramener le 8970A à une configuration connue. Sélectionner le mode 1.1

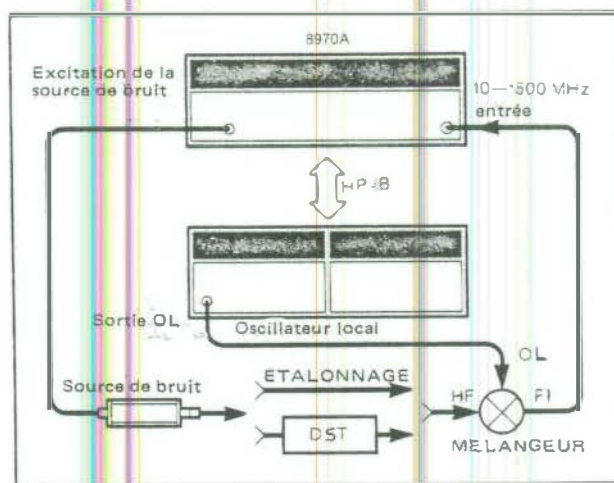


Figure II-9 : Configuration de mesure sur ampli, avec OL vobulé

(OL externe à fréquence variable, FI fixe) en appuyant sur :

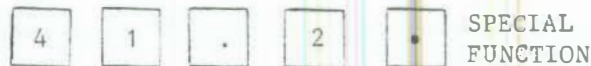


Figure II-9

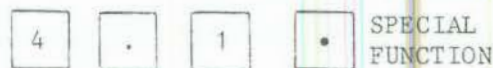
Le message d'erreur E42 (pas d'OL externe) peut se présenter. Mais la cause sera vite éliminée, de sorte qu'il faut l'ignorer. E42 est décrit plus loin dans cet exemple. Choisir une FI appropriée telle que 40 MHz. Afficher la FI actuelle et la remplacer par 40 MHz à partir de la valeur par défaut de 30 MHz, en appuyant sur :



Donner au 8970A les instructions pour la sortie des commandes pré-programmées de niveau et de fréquence concernant le 8672A, via le HP-IB, en appuyant sur :



Mettre la fonction contrôleur du 8970A en service en appuyant sur :



Ceci a pour effet de faire apparaître l'indicateur lumineux TALK (Émetteur) du 8970A. Noter qu'après la sélection de mode (1.1 SP), les opérations ci-dessus peuvent être réalisées dans n'importe quel ordre.

L'indicateur lumineux REMOTE (Télécommande) du 8970A doit maintenant être allumé. Si ce n'est pas le cas, le 8970A a pu utiliser une adresse erronée pour le 8672A. Afficher l'adresse supposée de l'OL externe en appuyant sur :



L'adresse peut être modifiée pour adaptation à l'adresse réelle du 8672A (réglée à l'usine sur 19). Pour mettre l'adresse à 19 (après avoir introduit

d'abord 40.1 SP), appuyer sur :



Si l'adresse du 8672A est différente de 19 et n'est pas connue, ôter le carter du 8672A et vérifier les réglages du sélecteur d'adresse de l'instrument comme indiqué dans son manuel d'utilisation. Cependant, il peut être plus rapide d'essayer les adresses de 0 à 30 jusqu'à ce que l'adresse correcte soit trouvée.

Afin de s'assurer que le 8970A est émetteur vers le 8672A, appuyer sur les touches suivantes du 8970A :



Ceci doit modifier la fréquence du 8672A pour concordance avec les fréquences de départ et d'arrêt du 8970A.

Si le message d'erreur E42 vient à apparaître sur l'afficheur de droite du 8970A, il signifie qu'aucun OL externe n'est connecté au système. Le problème est vraisemblablement l'un des suivants :

1. le câble HP-IB n'est pas branché ou fait mauvais contact.
2. l'OL externe (dans le cas présent un 8672A) n'est pas mis sous tension ;
ou bien
3. le 8970A ne connaît pas l'adresse correcte de l'oscillateur local externe.

Étalonnage en micro-ondes (OL vobulé)

L'étalonnage du système de mesure en micro-ondes est semblable à l'étalonnage en HF. Si cela n'est pas déjà fait, relier le point d'accès OL du mélangeur au 8672A, brancher la sortie de la source de bruit 346B à l'entrée HF du mélangeur et relier la sortie FI du mélangeur à l'entrée du 8970A (voir sur la figure II-9, la ligne ETALONNAGE). Régler les fréquences de départ, d'arrêt et de pas pour l'amplificateur à tester. Pour l'exemple d'un ampli micro-ondes, les valeurs suivantes conviennent :

départ : 3 700 MHz,
arrêt : 4 200 MHz, et
valeur du pas : 20 MHz

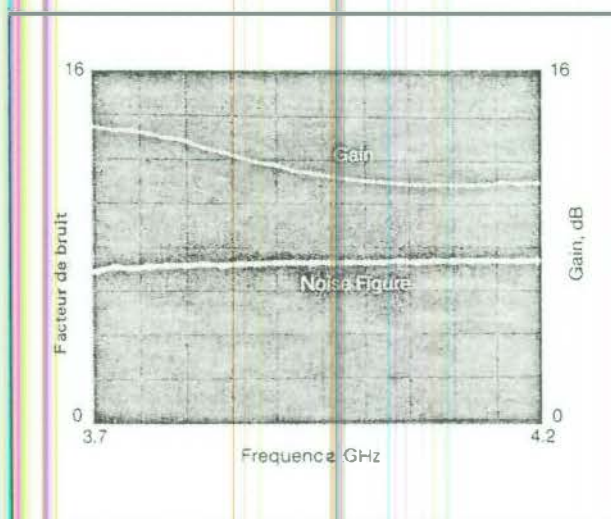


Figure II-10 : Visualisation typique de mesures sur ampli micro-ondes

Appuyer sur :

CALIBRATE

Le cycle d'étalonnage est répété trois fois. Pendant le premier balayage, des facteurs de bruit d'environ 10 dB sont raisonnables. Des valeurs de l'ordre de 6 dB sont exceptionnelles et des valeurs de l'ordre de 15 dB indiquent que les éléments ajoutés (mélangeur, OL, adaptateurs, câbles) peuvent introduire trop de bruit.

Lorsque l'étalonnage est achevé (indicateur lumineux CALIBRATE éteint), le système de mesure est étalonné à l'entrée du mélangeur. Le second étage comprend le mélangeur, le 8672A, les câbles, les adaptateurs et le 8970A.

Mesure corrigée du facteur de bruit et du gain (OL vobulé)

Il est maintenant possible de procéder à des mesures avec correction de la contribution au bruit du second étage. Une bonne pratique consiste à mesurer le gain et le facteur de bruit de la connexion directe. Des valeurs de gain et de facteur de bruit de $0 \text{ dB} \pm 0,3 \text{ dB}$ ne sont pas rares quand on utilise un facteur de lissage égal à 1. Insérer l'amplificateur (DST) dans le système comme représenté sur la figure II-9. Les résultats peuvent être visualisés sur l'écran d'un oscilloscope en procédant aux mêmes opérations que celles décrites pour la mesure sur ampli HF sous le titre "Visualisation sur oscilloscope". La figure II-10 représente une visualisation typique du facteur de bruit et du gain sur oscilloscope.

Figure II-10

La mesure ainsi effectuée est à double bande latérale. Le résultat est essentiellement une moyenne de deux mesures séparées par 80 MHz (chacune dans une bande de 4 MHz, l'une 40 MHz au-dessus de la fréquence de l'OL, l'autre 40 MHz au-dessous). On a choisi une faible FI de manière que les deux bandes de mesure soient rapprochées et minimisent les effets du lissage par calcul de la valeur moyenne. Cet effet est important si le gain ou le facteur de bruit varient rapidement en fonction de la fréquence (cf. amplis à bandes très étroites, amplis à coupure brusque en limites de bandes, amplis

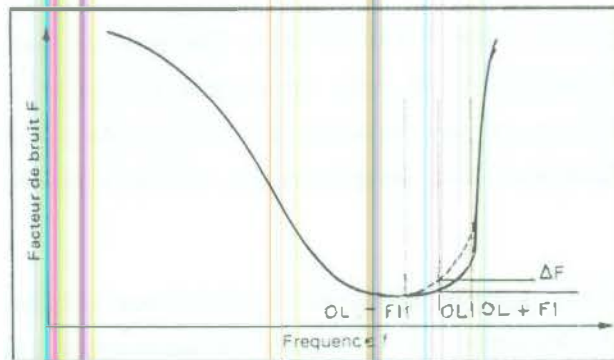


Figure II-11a : Effet d'une FI basse

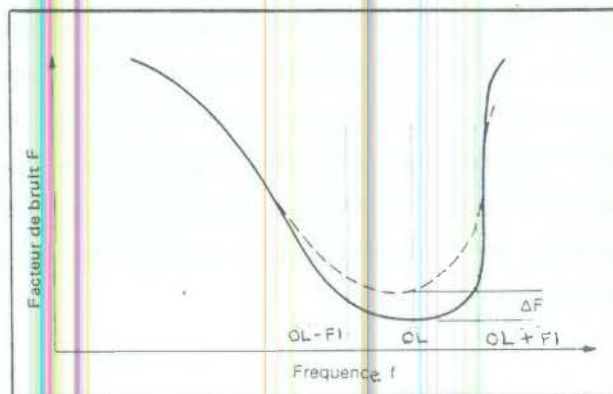


Figure II-11b : Effet d'une FI élevée

présentant des variations importantes de bande passante). Voir la figure II-11 montrant l'effet d'une FI basse par rapport à une FI élevée lors de la mesure sur un ampli dans le mode à double bande latérale.

Figure II-11a et figure II-11b

D'ordinaire, avec double bande latérale, la "correction" n'est pas utile dans le cas où la mesure ci-dessus est effectuée. La largeur totale de bande passante de mesure pendant l'étalonnage et la mesure est la même, de sorte que le gain et le facteur de bruit sont affichés correctement. Aucune rectification de 3 dB ou autre n'est nécessaire. Des problèmes se présentent seulement lorsque le facteur de bruit et/ou le gain varient dans de grandes proportions d'une bande latérale à l'autre.

On trouvera plus de détails sur les mesures avec bande latérale unique par rapport aux mesures avec double bande latérale dans la suite du présent chapitre (exemple suivant et en fin de chapitre) ainsi que dans le chapitre V, sous le titre "Sélection de bande(s) latérale(s)".

Affichage sur enregistreur X-Y

Outre la sortie sur oscilloscope avec mémorisation numérique, le 8970A peut fournir des signaux de sortie analogiques destinés à un enregistreur X-Y tel que le HP 7015B ou le 7045B. On gagne du temps en obtenant d'abord la visualisation souhaitée sur l'oscilloscope avant de réaliser une copie sur support papier au moyen d'un enregistreur X-Y, mais cela n'est pas impératif.

Pour obtenir un tracé, fixer en premier lieu les limites d'affichage souhaitées pour le facteur de bruit et le gain en utilisant 8.N SP (voir la carte aide-mémoire 1). Si un oscilloscope a été utilisé à cette fin, les mêmes limites sont probablement adéquates. L'imprimé quadrillé pour graphiques de l'annexe B, dont on se sert avec les oscilloscopes et qui comprend 8 divisions verticales et 10 divisions horizontales, peut être reproduit pour utilisation avec enregistreurs X-Y.

Adapter les limites de l'enregistreur X-Y avec le 8970A en appuyant d'abord sur :



pour la partie inférieure gauche (zéro volt). Brancher les sorties X, Y et Z du panneau arrière du 8970A aux entrées de relevage de plume X, Y et Z sur enregistreur X-Y et mettre ce dernier sous tension. Régler les zéros X et Y sur l'enregistreur X-Y.

Pour la partie supérieure droite appuyer sur :



et régler les verniers X et Y pour le coin supérieur droit. Les tensions de sortie X et Y sont comprises entre 0 et 6 volts de sorte qu'il peut être nécessaire de régler les amplis X et Y de l'enregistreur (Gammes de tensions) pour adaptation à la tension de 6 volts. Vérifier de nouveau la partie inférieure gauche pour tenir compte de toute interaction éventuelle du réglage des limites. L'enregistreur X-Y est maintenant cadré sur les limites fixées précédemment par 8.N SP.

Le facteur de bruit et le gain doivent être tracés séparément. Utiliser un balayage unique si l'on veut une seule trace. Pour le tracé du facteur de bruit, appuyer sur :



dans le cas d'un balayage unique. Pour le tracé du gain, appuyer sur :



MESURES SUR AMPLIS MICRO-ONDES (FI VOBULEE)

Avec le 8970A, il n'est pas toujours nécessaire d'avoir un OL vobulé pour effectuer des mesures vobulées. L'OL peut être fixe et la mesure vobulée peut être obtenue grâce au balayage de la fréquence d'entrée du 8970A.

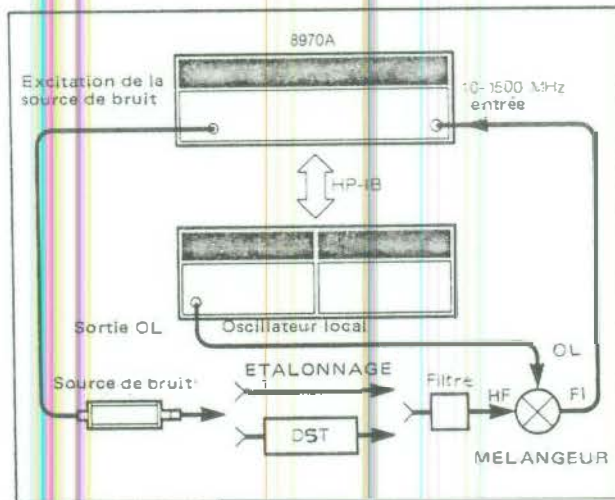


Figure II-12 : Mesure sur amplificateur, avec FI vobulée

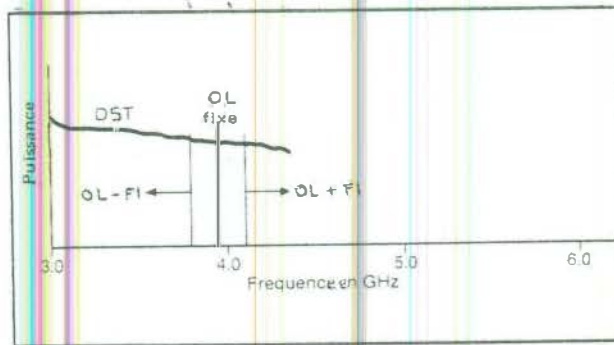


Figure II-13a : Mesure avec double bande latérale en mode 1.2 (non autorisée)

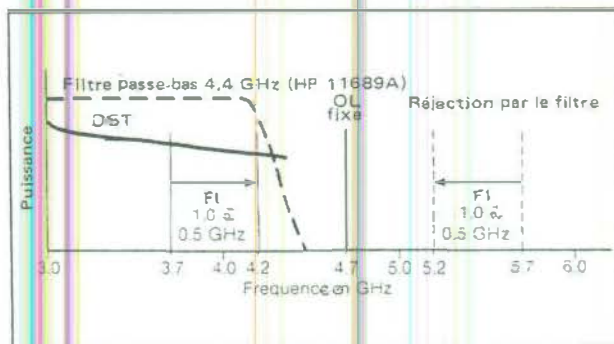


Figure II-13b : Mesure avec BLU en mode 1.2 (avec filtre)

Ainsi, l'OL peut être soit un oscillateur à klystron, soit un oscillateur accordé à cavité résonnante. L'exemple ci-après est basé sur le même équipement que celui utilisé auparavant, mais requiert l'adjonction d'un filtre passe-bas de 4,4 GHz tel que le HP 11689A (voir figure II-12).

Mesure avec bande latérale unique

La mesure sur ampli micro-ondes en mode FI vobulée 1.2 (1.2 SP) doit être toujours exécutée en 3LU. Un filtrage externe est nécessaire pour éliminer la puissance de bruit dans la bande latérale indésirable. Si l'on tente d'effectuer une mesure avec double bande latérale dans le mode 1.2, le message d'erreur E34 (Double bande latérale non autorisée en mode 1.2) est affiché.

Figure II-12

La raison en apparaît à l'examen de la figure II-13a représentant la puissance à la sortie en fonction de la fréquence lors de mesures sur ampli micro-ondes dans une plage comprise entre 3,7 et 4,2 GHz. L'OL fixe étant réglé sur 3,95 GHz, par exemple, une mesure à double bande latérale (cas par défaut), n'aurait pas de sens. Cela est dû au fait que la fréquence moyenne des deux bandes latérales en hyperfréquence (OL + FI) est toujours la même, quelle que soit la valeur de FI. Le résultat obtenu à la sortie ne sert à rien.

Figure II-13a et figure II-13b

La figure II-13b représente les fréquences concernées dans la mesure d'un ampli micro-ondes avec bande latérale unique sur la gamme comprise entre 3,7 et 4,2 GHz. Pour effectuer cette mesure, appuyer d'abord sur

PRESET

pour ramener le 3970A à une configuration connue. Régler les fréquences de départ, d'arrêt et de pas à 3700, 4200 et 20 MHz, respectivement. Choisir le

mode avec OL fixe, FI vobulée (mode 1.2) en appuyant sur :

SPECIAL
FUNCTION

Le message d'erreur affiché, E34, est éliminé en choisissant la bande latérale correcte (inférieure). Appuyer sur :

SPECIAL
FUNCTION

Le message d'erreur affiché, E33 (FI hors limites) est éliminé par l'opération suivante. Régler l'OL à 4,7 GHz et indiquer cette fréquence d'OL au 8970A en appuyant sur :

SPECIAL
FUNCTION

Si le 8970A est validé en tant que contrôleur, comme dans le paragraphe précédent, et que l'OL soit un dispositif pouvant répondre via le HP-IB (comme le 8672A), cela règle automatiquement l'OL à 4,7 GHz.

Etalonnage et mesure

Avant de procéder à l'étalonnage, le filtre passe-bas de 4,4 GHz doit être introduit dans le système dont il est partie intégrante, comme représenté sur la figure II-12. Appuyer sur :

Le 8970A procède à un balayage de sa fréquence d'entrée accordable (la FI) de 1000 à 500 MHz à trois reprises, mais affiche le balayage des fréquences de mesure en micro-ondes de 3,7 à 4,2 GHz.

Pendant la mesure avec DST en circuit, il est important que le filtre soit placé sur l'entrée du mélangeur plutôt que sur la sortie du 346b. Sans cela, un certain bruit ajouté, en provenance du DST, se retrouve vraisemblablement sur la bande latérale superflue et crée une erreur de mesure. Le filtre doit être en place tant pour l'étalonnage que pour la mesure. Il élimine la bande latérale supérieure (5,7 à 5,2 GHz). Pour effectuer la mesure, appuyer sur :

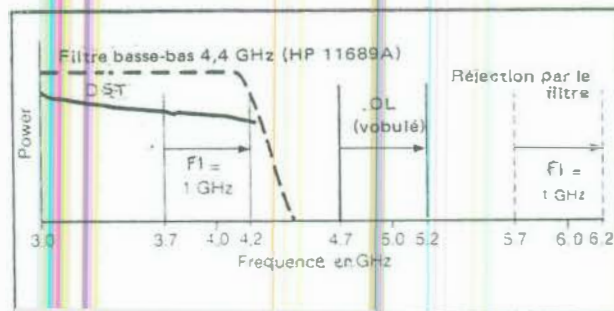


Figure II-13c : Mesure avec BLU en mode 1.1 (avec filtre)

NOISE FIGURE
AND GAIN

et

AUTO
•

MESURE AVEC BANDE LATÉRALE UNIQUE (OL VOBULE) (1.1 SP)

Ce même résultat de mesure avec bande latérale unique peut être obtenu en mode 1.1 (1.1 SP) comme représenté sur la figure II-13c, en utilisant une valeur de FI fixe et la même configuration physique. Les fréquences de départ, d'arrêt et de pas sont toujours 3700, 4200 et 20 MHz. La bande latérale inférieure (2.1 SP) est toujours la bande correcte. Une fréquence intermédiaire de 1000 MHz peut être utilisée (3 SP 1000 ENTER), ce qui donne un balayage d'OL entre 4,7 et 5,2 GHz comme indiqué ci-dessous.

Figure II-13c

Lorsque la mesure est effectuée dans le mode 1.1, la FI doit toujours être supérieure à la moitié de la plage de balayage des fréquences de mesure afin d'assurer le filtrage de la bande latérale à éliminer. La valeur de dépassement dépend de la fréquence de coupure du filtre. Dans cet exemple, la FI est réglée à 1000 MHz. Avec un filtre passe-bas de 4,4 GHz, une FI de cette valeur assure que le balayage de la bande latérale supérieure (de 5,7 à 6,2 GHz) se trouvera toujours dans la plage de réjection du filtre.

Les résultats de cette mesure en mode 1.1 (1.1 SP) doivent concorder avec ceux obtenus en utilisant le mode 1.2 (1.2 SP).

Réglage en temps réel

Le 8970A peut être facilement utilisé pour effectuer le réglage en temps réel sur le DST en visualisant sur l'oscilloscope les mesures vobulées sur un petit nombre de fréquences. A cette fin, réduire le nombre de pas de la plage de fréquences à 5 environ en augmentant la valeur du pas. Etant donné que le 8970A effectue 5 lectures par seconde environ, l'effet de tout réglage de DST est réactualisé une fois par seconde approximativement, ce qui facilite l'observation pendant le réglage. Il est souvent utile de choisir une valeur de pas pour

situer les points de mesure sur des fréquences présentant un intérêt particulier ou très près de ces fréquences. Comme exemple de simulation du réglage sur dispositif, réduire la tension d'alimentation du DST et noter le résultat sur la trace de l'oscilloscope. (Prendre soin de ne pas augmenter outre mesure la tension d'alimentation pour ne pas griller l'ampli). Après avoir effectué le réglage initial du DST, la réduction de la valeur du pas augmente la résolution pour toute observation ou tout réglage finals.

RECAPITULATION DES MODES DE L'AMPLI ET DES BANDES LATÉRALES

Le Tableau II-1 récapitule les avantages et les limitations pour chacune des sélections mode/bande(s) latérale(s) en vue d'effectuer des mesures sur ampli au-dessus de 1500 MHz.

En résumé, le mode 1.1 de mesure avec double bande latérale est à large bande, plus simple et requiert moins de matériel. Cependant, il peut introduire des erreurs de calcul de moyenne et ne peut couvrir la plage 1500 à 2000 MHz avec la plupart des oscillateurs locaux.

Tableau II-1. Récapitulation des modes de l'ampli et des bandes latérales

Mode	Bandes(s) latérale(s)	Avantages	Limitations
1.1 (OL variable, FI fixe)	Double bande latérale (DBL)	Couvre la plage de fréquences la plus étendue (2 à 18 GHz avec le 8672A). Filtre inutile. Possibilité d'utiliser un mélangeur avec une plage FI étroite.	Erreurs aux limites de bande des amplis à bande étroite. Erreurs possibles du fait d'ondulations dans la bande passante. Impossibilité de couvrir la plage 1500 à 2000 MHz avec la plupart des OL à modulation
	Bande latérale unique (BLU)	Élimine les limitations du mode 1.1 à double bande latérale.	La largeur du balayage ne peut dépasser 3000 MHz.

différentes en FI. Les deux bandes de fréquence à l'entrée sont, respectivement, $f_{OL} + f_{FI}$ (appelée bande latérale supérieure ou BLS) et $f_{OL} - f_{FI}$ (appelée bande latérale inférieure ou BLI). Cependant, dans la plupart des applications, le signal utile à l'entrée n'est introduit dans le mélangeur que dans la seule bande latérale choisie. A moins que le mélangeur ne soit spécialement conçu ou que des filtres spéciaux ne soient incorporés en amont du mélangeur, du bruit est introduit dans la bande latérale indésirable, est converti en FI et masque les signaux utiles qui sont introduits dans la bande latérale conservée. Si le système de mesure comprend le bruit à l'entrée dans la bande latérale inopportune, la mesure est dite en double bande latérale (DBL). Si le bruit à l'entrée, provenant de la bande latérale inopportune est rejeté par le système, la mesure est dite en bande latérale unique (BLU). Les résultats sont d'ordinaire différents ; il est important de déterminer si la mesure avec mélangeur ou convertisseur est du type DBL ou BLU.

Lorsqu'un mélangeur est ajouté en amont du 8970A, ce dernier mesure la situation du moment. Si le mélangeur externe est agencé pour rejeter une bande latérale, le 8970A donne le résultat avec BLU. Si les deux bandes latérales sont converties par le mélangeur externe, le 8970A donne le résultat avec DBL. Des questions peuvent se poser lorsqu'un résultat avec DBL doit être utilisé pour prédire les performances dans un système avec BLU ou dans un système où le signal n'arrive que dans une seule bande latérale. Différents aspects de cette situation sont décrits dans les trois paragraphes suivants.

Lorsqu'on mesure le facteur de bruit et le gain en fonction de la fréquence d'un amplificateur micro-ondes, il n'existe normalement pas de différence, que le système de mesure soit avec DBL ou avec BLU si le facteur de bruit et le gain ont une réponse en fréquence uniforme. Les résultats doivent être identiques. Cependant, étant donné que la mesure avec DBL est une moyenne des performances dans les bandes latérales supérieure et inférieure, le résultat avec DBL pourrait présenter certaines erreurs du fait de variations fines en fonction de la fréquence.

Lors de mesures avec DBL sur un mélangeur, un récepteur ou un autre dispositif changeur de fréquence, le gain indiqué par le 8970A est trop élevé d'environ 3 dB. Si le gain affiché sur le 8970A est de - 6 dB (perte de 6 dB), le gain

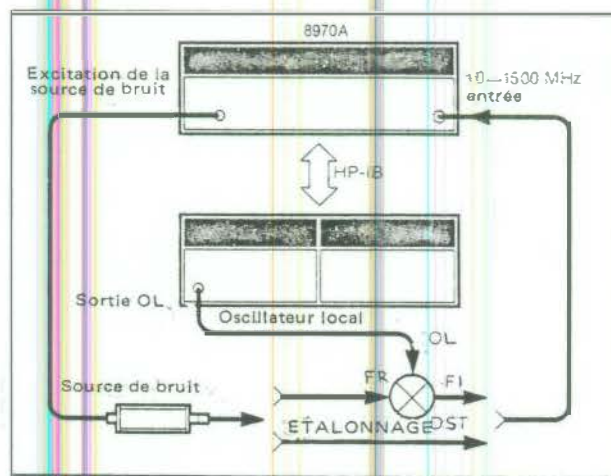


Figure II-14 : Configuration de mesure de mélangeurs

réel est de - 9 dB (perte de 9 dB). Cette différence en plus de 3 dB du gain, introduite par le 8970A, est due au changement de bande passante entre l'éta-lonnage (où le 8970A a mesuré le bruit de la source sur une seule bande de 4 MHz centrée sur la FI) et la mesure du DST (où le bruit entrant dans le 8970A pro-vient de deux bandes de 4 MHz, une par bande latérale). Cette correction de 3 dB est appropriée lorsque le gain (perte de conversion) est le même sur les deux bandes latérales.

Si les données de mesure du facteur de bruit en DBL doivent être utilisées pour prédire les performances d'un système à BLU ou d'un système avec signal dans une seule bande latérale, le facteur de bruit affiché sur le 8970A doit être augmenté de 3 dB. Certaines fonctions spéciales du 8970A peuvent appliquer au-tomatiquement les corrections de 3 dB au facteur de bruit et au gain. Cela sera traité sous le titre "Réglage automatique des 3 dB".

Pour plus de détails sur les rectifications du facteur de bruit et du gain avec bande(s) latérale(s) voir le paragraphe "Sélection de bande(s) latérale(s)" au chapitre V.

Les mesures sur mélangeur peuvent être effectuées avec OL variable et FI fixe en mode 1.3 (1.3 SP) ou avec OL fixe et FI variable en mode 1.4 (1.4 SP). Noter que toute mesure sur mélangeur inclut l'effet de l'OL de sorte que si ce der-nier présente un bruit élevé, il peut en résulter un facteur de bruit mesuré sur mélangeur, plus important.

MESURES SUR MELANGEUR (OL VOBULE)

Dans cet exemple, on effectue la mesure sur le même mélangeur que celui qui est utilisé dans le cas précédent, c'est-à-dire le HMXR-5001, entre 2 et 12 GHz. Ce mélangeur présente généralement une perte de conversion pour cet intervalle de fréquences, entre 6 et 10 dB, et un seul facteur de bruit avec bande latérale unique, de valeur sensiblement la même. Utiliser la configuration de mesure pour le mode 1.3, représentée sur la figure II-14.

Figure II-14

Pour effectuer la mesure, ramener d'abord le 8970A à une configuration connue en appuyant sur

PRESET

Sélectionner le mode 1.3 (OL externe modulé, FI fixe, conversion dans le DST), en appuyant sur :

1 . 3 • SPECIAL
FUNCTION

Régler les fréquences de départ, d'arrêt et de pas à 2000, 12000 et 500 MHz, respectivement. Fixer une FI appropriée telle que 20 MHz en appuyant sur :

3 • SPECIAL 2 0 ENTER
FUNCTION

NOTE

Une FI de 30 MHz est convenable pour la plupart des mesures sur mélangeur. Cependant, dans certains cas de bruit élevé d'OL ou de variations rapides du facteur de bruit ou bien de pertes de conversion dans un intervalle de deux fois la fréquence FI, la mesure peut être perturbée. Si l'un ou l'autre de ces problèmes paraît se poser, faire varier la FI jusqu'à ce que la mesure se "comporte normalement". En général, une FI plus basse améliore la résolution de la mesure dans le cas d'un facteur de bruit variable, et une FI plus élevée réduit l'effet du bruit de l'OL. Bien évidemment, la FI utilisée doit se situer à l'intérieur de la gamme de sortie FI du mélangeur sous test.

Etalonnage et mesure

Pour l'étalonnage, brancher le 346B directement à l'entrée du 8970A. Appuyer sur :

CALIBRATE

Le 8970A effectue l'étalonnage à 20 MHz sur chacun des trois réglages de l'atténuateur HF. Après étalonnage et sans DST en place, les valeurs affichées du facteur de bruit et du gain corrigés peuvent être différentes de 0 dB (plus la gigue). Ceci est dû au fait que le 8970A utilise maintenant l'ENR (rapport de bruit en excès) d'hyperfréquences, alors que son entrée est accordée sur la FI (dans l'attente d'un mélangeur comme DST).

Brancher les points d'accès appropriés du mélangeur à l'entrée de l'OL externe, de la source de bruit et du 8970A. S'assurer que le 8970A est le contrôleur en appuyant sur :

SPECIAL
FUNCTION

S'assurer également que le 8970A est correctement préparé pour programmer l'OL. Pour un 8672A appuyer sur :

SPECIAL
FUNCTION

Les limites de gain sur l'oscilloscope doivent être modifiées en utilisant 8.N SP afin d'accepter des lectures négatives, étant donné les pertes du mélangeur.

Pour régler les limites de 0 à 8 dB de perte de conversion (- 8 à 0 dB de gain) appuyer sur :

SPECIAL
FUNCTION

SPECIAL
FUNCTION

Après étalonnage, une mesure fixe ou vobulée peut être effectuée. Ce sera une mesure avec double bande latérale (DBL était la condition par défaut du pré-réglage PRESET). Pour un balayage répétitif, appuyer sur :

AUTO

La figure II-15 montre une visualisation courante sur oscilloscope. Le 8970A et l'oscilloscope affichent un facteur de bruit en double bande latérale et une valeur de gain d'insertion (correspondant à une double bande passante de mesure) exagérée. Pour obtenir la valeur réelle du gain d'insertion (en supposant qu'il est identique à chaque fréquence de bande latérale), soustraire 3 dB

de la valeur affichée (par exemple, si la valeur affichée est - 6 dB, la valeur correcte sera - 9 dB). De même, pour obtenir le facteur de bruit avec bande latérale unique, à partir de la valeur affichée obtenue en DBL, ajouter 3 dB.

Figure II-15

Réglage automatique de 3 dB

La fonction spéciale de compensation des pertes (34.N SP) peut être utilisée pour effectuer la correction des valeurs obtenues avec DBL en vue d'estimer les résultats avec BLU, en introduisant une perte fictive négative à l'entrée à 290 K. Ceci se traduit par la soustraction de 3 dB à partir du gain affiché et l'addition de 3 dB au facteur de bruit affiché. Les étapes sont les suivantes :

Valider la fonction de compensation des pertes en appuyant sur :

SPECIAL
FUNCTION

Le réglage (perte) en dB (-3 dB) est introduit par une pression sur :

SPECIAL

 FUNCTION

La température de la perte fictive (290 K) est réglée par une pression sur :

SPECIAL

 FUNCTION

Cela règle à la fois le facteur de bruit et le gain. Noter que l'utilisation de cette correction provoque l'allumage du voyant de la touche SPECIAL FUNCTION. L'opérateur est ainsi informé que la mesure est en cours d'une manière non évidente à partir du panneau avant : elle est corrigée pour tenir compte d'une perte supplémentaire, en vue de former le résultat affiché.

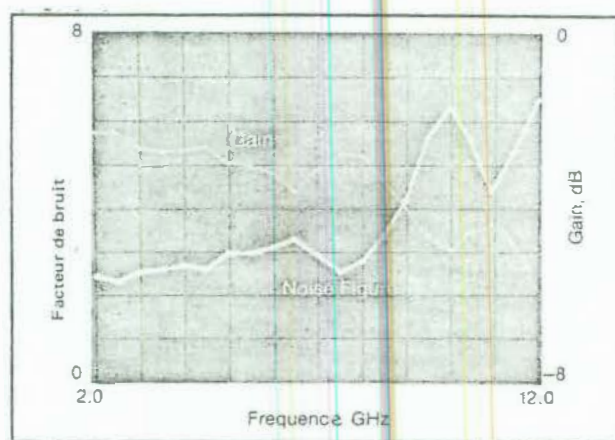


Figure II-15 : Visualisation typique d'une mesure sur mélangeur

Il est possible d'effectuer une mesure fixe ou vobulée comme dans les exemples précédents. Mettre la compensation des pertes hors service en appuyant sur :

SPECIAL
FUNCTION ou sur SPECIAL
FUNCTION

MESURES SUR MELANGEURS ET SUR RECEPTEURS (FI VOBULEE)

Il est possible d'effectuer des mesures en mode 1.4, tant avec double bande latérale qu'avec bande latérale unique, autrement qu'en mode 1.2. Dans cet exemple, on utilise le mélangeur HP HMXR-5001, et le 8672A comme OL. Cela permet d'effectuer une mesure simulée de récepteur dans laquelle le 8672A est une partie du DST. La mesure se fait avec double bande latérale à 4 GHz et balayage de la FI du 8970A, de 10 à 1000 MHz. Elle peut être utile dans le choix de la FI optimale pour un mélangeur ou un récepteur ou bien dans l'étude du mode de variation du facteur de bruit ou du gain en fonction de la FI.

Pour ramener le 8970A dans une configuration connue, appuyer sur :

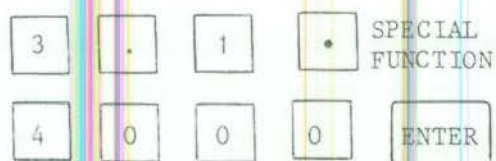
Choisir le mode OL fixe, FI variable (mode 1.4) en appuyant sur :

SPECIAL
FUNCTION

Noter que sur l'afficheur de gauche (fréquence) apparaît la FI (30 MHz par défaut) plutôt que la fréquence de l'OL.

La pression sur PRESET ci-dessus a remis la sélection de bande(s) latérale(s) sur double bande latérale (2.0 SP). Les fréquences par défaut de départ et de pas égales à 10 et 20 MHz sont satisfaisantes pour cette mesure. La fréquence d'arrêt doit être réglée à 1000 MHz (la FI maximale du HMXR-5001) en appuyant sur :

Indiquer au 8970A la fréquence de l'OL en appuyant sur :



et régler l'OL sur 4 GHz (L'entrée précédente de fonction spéciale règle automatiquement le 8672A sur 4 GHz si : le 8970A est en mode contrôleur (4.1. SP) ; le programme d'OL externe approprié est sélectionné (41.2 SP) ; le 8970A possède l'adresse correcte du 8672A ; et le câble HP-IB est correctement branché entre panneaux arrière).

Etalonnage et mesure

Pour l'étalonnage, brancher le 346B directement au 8970A et appuyer sur :



Le 8970A effectue un balayage entre 10 et 1000 MHz sur les trois réglages HF d'atténuateur d'entrée. Lorsque l'étalonnage est terminé, l'indicateur lumineux CALIBRATE s'éteint.

Pour procéder à la mesure sur le récepteur simulé, brancher le 346B à l'entrée du récepteur (point d'accès du mélangeur HF). Le récepteur est constitué par la combinaison mélangeur/8672A et la sortie du 8672A est reliée au point d'accès OL du mélangeur. Brancher la sortie du récepteur (point d'accès FI du mélangeur) au 8970A. Pour observer un balayage, appuyer sur :



Cette mesure se fait avec double bande latérale si le récepteur est en DBL et si l'on veut des résultats avec BLU, les réglages décrits dans l'exemple précédent (mesures sur mélangeurs avec OL vobulé) doivent être effectués.

ORGANIGRAMME DE SELECTION DE MODE ET DE BANDE(S) LATÉRALE(S)

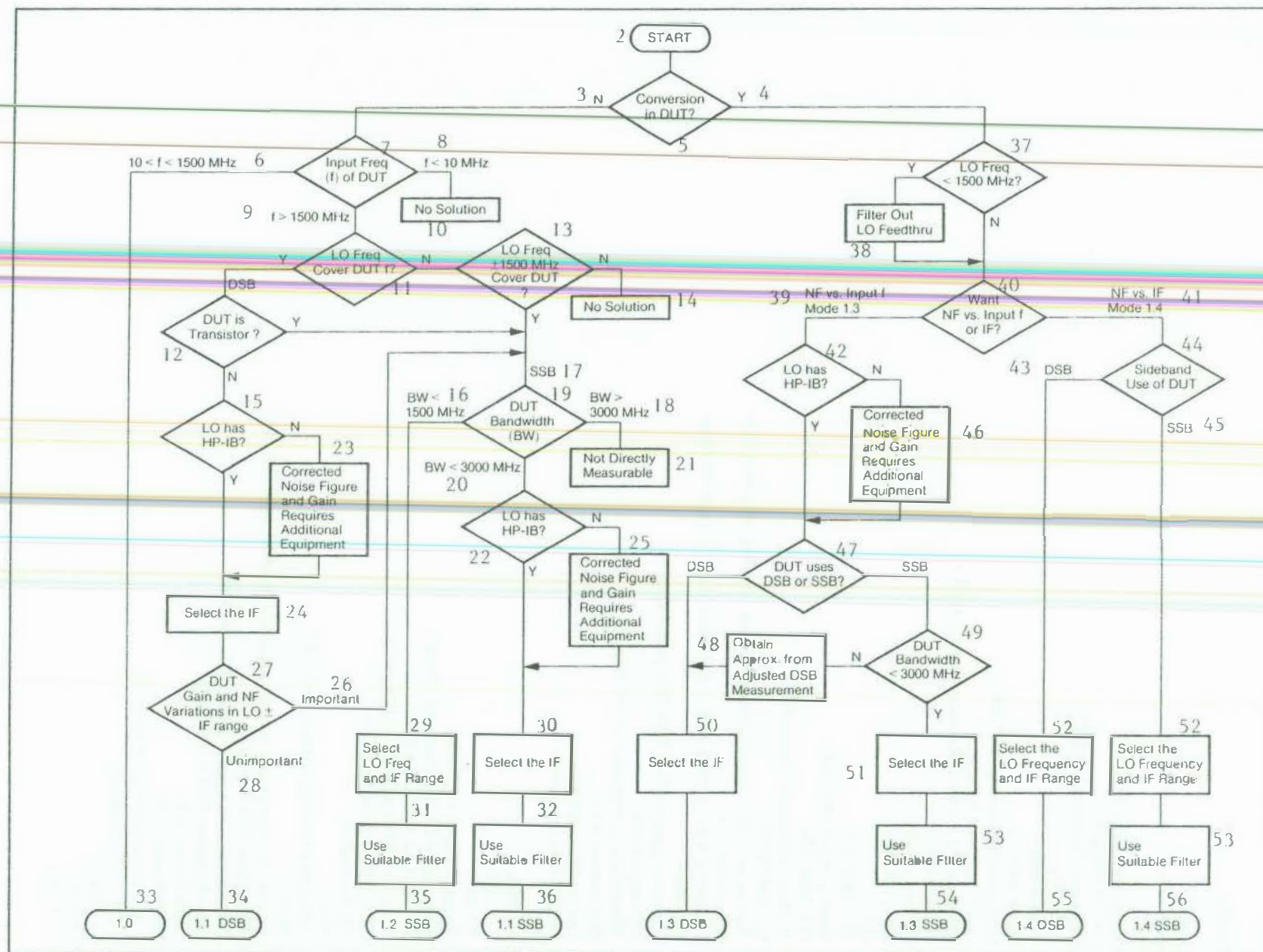
Les exemples précédents et la carte aide-mémoire 3 illustrent la sélection de mode et de bande(s) latérale(s). Pour un approfondissement du processus de sélection, voir la figure II-16.

Figure II-16 ORGANIGRAMME DE SELECTION DE MODE ET DE BANDE(S) LATÉRALE(S)

LEGENDES

- (2) Départ
- (3) Non
- (4) Oui
- (5) Conversion dans le DST ?
- (6) $10 < f < 1500$ MHz
- (7) Fréquence d'entrée (f) du DST ?
- (8) $f < 10$ MHz
- (9) $f < 1500$ MHz
- (10) Pas de solution
- (11) Fréquence OL couvre-t-elle f DST ?
- (12) Le DST est-il un transitor ?
- (13) Fréquence OL ± 1500 MHz couvre-t-elle le DST ?
- (14) Pas de solution
- (15) OL doté HP-IB ?
- (16) BP < 1500 MHz
- (17) BLU
- (18) BP > 3000 MHz
- (19) Bande passante DST (BP)
- (20) BP < 3000 MHz
- (21) N'est pas directement mesurable
- (22) OL doté HP-IB ?
- (23) Facteur de bruit et gain corrigés nécessitent matériel supplémentaire
- (24) Sélectionner la FI
- (25) Facteur de bruit et gain corrigés nécessitent matériel supplémentaire
- (26) Important
- (27) Variations gain et FB du DST dans plage OL $\pm$ FI
- (28) Sans importance
- (29) Sélectionner la fréquence OL et plage FI
- (30) Sélectionner la FI
- (31) Utiliser filtre approprié
- (32) Utiliser filtre approprié
- (33) 1.0
- (34) 1.1 DBL
- (35) 1.2 BLU
- (36) 1.1 BLU
- (37) Fréquence OL < 1500 MHz
- (38) Résiduelle d'OL supprimée par filtrage
- (39) FB fonction de f entrée Mode 1.3
- (40) Veut-on FB fonction de f entrée ou FI ?
- (41) FB fonction de FI Mode 1.4
- (42) OL doté HP-IB ?
- (43) DBL
- (44) Utilisation bande(s) latérale(s) par DST
- (45) BLU
- (46) Facteur de bruit et gain corrigés requièrent matériel supplémentaire
- (47) DST utilise DBL ou BLU ?
- (48) Obtenir approx. à partir mesure DBL rectifiée
- (49) Bande passante DST < 3000 MHz
- (50) Sélectionner la FI
- (51) Sélectionner la FI
- (52) Choisir fréquence OL et plage FI
- (53) Utiliser filtre adéquat
- (54) 1.3 BLU
- (55) 1.4 DBL
- (56) 1.4 BLU

Figure 11-16 : Organigramme de sélection de mode et de bande(s) latérale(s)



La décision de sélection de mode et de bande(s) latérale(s) est fonction des réponses à plusieurs questions, notamment :

1. Le DST dispose-t-il du changement de fréquence ?
2. Quelles sont la fréquence et la bande passante du DST ?
3. La gamme de fréquences de l'OL (étendue si nécessaire en utilisant la fréquence maximale de 1500 MHz du 8970A) peut-elle couvrir la plage de fréquences du DST ?
4. Le DST est-il un transistor ?
5. Le HP-IB de l'OL est-il compatible avec le 8970A ?
6. Le DST est-il soumis à des variations de facteur de bruit et de gain dans une gamme égale à deux FI et est-il impossible de les résoudre correctement par la mesure avec double bande latérale (comme dans le cas de coupure brusque en 1 mites de bandes) ?
7. Souhaite-t-on une mesure avec BLU ou DBL ?
8. Des filtres sont-ils nécessaires et dispose-t-on de filtres adéquats pour procéder à des mesures avec BLU ?

Considérons une mesure sur amplificateur vobulée de 3,7 à 4,2 GHz (exemple déjà traité). On peut l'envisager de trois manières : en mode 1.1 avec double bande latérale ; en mode 1.1 avec bande latérale unique (si l'OL est compatible HP-IB avec le 8970A) ; et en mode 1.2 avec bande latérale unique. Le paragraphe "Commande automatique d'un oscillateur local externe", chapitre V, examine la compatibilité HP-IB. Si l'on utilise un OL fixe, seul le mode 1.2 avec BLU peut être envisagé pour les mesures vobulées.

Dans un autre exemple, pour la mesure sur mélangeur standard (c'est-à-dire sans réjection image) de 2 à 18 GHz et sur la totalité de la gamme, seul le mode 1.3 avec double bande latérale est possible. A partir d'une telle mesure on peut déduire les performances avec BLU comme décrit précédemment, en utilisant la méthode de compensation des pertes (Cependant, le 8970A peut mesurer des segments d'environ 3 GHz de la plage du mélangeur en utilisant le mode 1.3 avec BLU si l'on dispose d'un filtre approprié).

C H A P I T R E I I I

PROBLEMES PARTICULIERS

Dans ce chapitre, plusieurs aspects souvent délicats, sont examinés brièvement. Leur liste en est donnée dans la table des matières.

Sélection d'un oscillateur local

Plusieurs questions se posent lors du choix d'un OL pour utilisation avec le 8970A :

1. La plage de fréquences convient-elle à la mesure sur le DST ?
2. Veut-on une mesure avec OL vobulé (commande par 8970A) ou avec OL fixe (FI balayée par le 8970A) ?
3. Le plancher de bruit sur large bande de l'OL est-il assez bas pour les mesures sur mélangeur ? (Une valeur d'environ - 130 dBm/Hz à ± 30 MHz à partir de la porteuse est généralement suffisante. Pour les mesures sur ampli, le bruit de l'OL est généralement assez faible si l'étalonnage peut être réalisé).
4. La sortie en puissance est-elle suffisante pour exciter le mélangeur (7 à 10 dBm suffisent généralement) ?
5. La précision de fréquence est-elle suffisante pour l'application de la mesure ?
6. Y a-t-il un HP-IB disponible et est-il nécessaire à la commande soit par le 8970A soit par un contrôleur externe ?

Dans les mesures avec utilisation du 8970A pour la commande de l'OL, l'option 008 du HP 8672A apporte une bonne solution. Le vobulateur 8350A avec un 83590A de 2 à 20 GHz ou le 8350A avec un module enfichable 86290B de 2 à 18,6 GHz et un adaptateur 11869A, constituent des solutions de rechange moins onéreuses si la précision en basse fréquence est acceptable. Pour les mesures à bande étroite utilisant un OL fixe et la variation de la fréquence d'entrée (FI) du 8970A, l'option 001 du 8683A de 2,3 à 6,5 GHz et l'option 001 du 8684A de 5,4 à 12,5 GHz conviennent parfaitement si une précision de $\pm 1\%$ de la fréquence est suffisante. Les 8350A, 8683A et 8684A (en tant qu'OL fixes)

peuvent être complétés par un compteur si l'on souhaite une certaine précision aux fréquences élevées. On peut utiliser d'autres OL mais il faut d'abord les essayer pour s'assurer qu'ils présentent un bruit suffisamment faible. Le bruit de l'OL peut provoquer un accroissement marqué du facteur de bruit de la combinaison mélangeur/OL et l'étalonnage du niveau de bruit du système peut être rendu impossible. Un ampli à large bande, à gain élevé sur la sortie de l'OL génère habituellement un niveau de bruit inacceptable. Ceci est presque toujours le cas lorsqu'on utilise un modulateur ou un générateur de signaux du type hétérodyne.

Mesures sur transistors

Le facteur de bruit et le gain disponible des transistors sont fonction de l'impédance de la source. Le gain d'insertion mesuré par le 8970A est fonction à la fois de l'impédance de la source et de celle de la charge. La figure III-1 représente une configuration typique de mesure du facteur de bruit et du gain disponible. Ce gain est sensiblement équivalent au gain d'insertion mesuré par le 8970A.

On donne ci-après une configuration possible de mesure d'un transistor en un seul point de fréquence :

1. Sélectionner le mode 1.1 ou 1.2 et la mesure en BLU (La mesure en BLU est nécessaire du fait des variations d'impédance du dispositif d'accord en fonction de la fréquence).
2. Réduire le facteur d'ENR (rapport de bruit en excès) de la valeur de la perte dans le dispositif d'accord d'entrée "retiré" plus la perte dans le té de polarisation d'entrée. (Ces pertes sont l'équivalent négatif du gain disponible, en dB, de chaque dispositif).
3. Etalonner avec les dispositifs d'accord "retirés" et une liaison directe à la place du transistor.
4. Insérer le transistor, régler le dispositif d'accord n° 2 pour obtenir le gain maximal et le dispositif d'accord n° 1 pour un facteur de bruit minimal (en supposant que l'on veuille le plus petit facteur de bruit possible).
5. Répéter l'opération 4 ci-dessus jusqu'à ce qu'il ne soit plus possible d'obtenir de réduction du facteur de bruit.
6. Corriger la perte ajoutée par le dispositif d'accord au moyen de la compen-

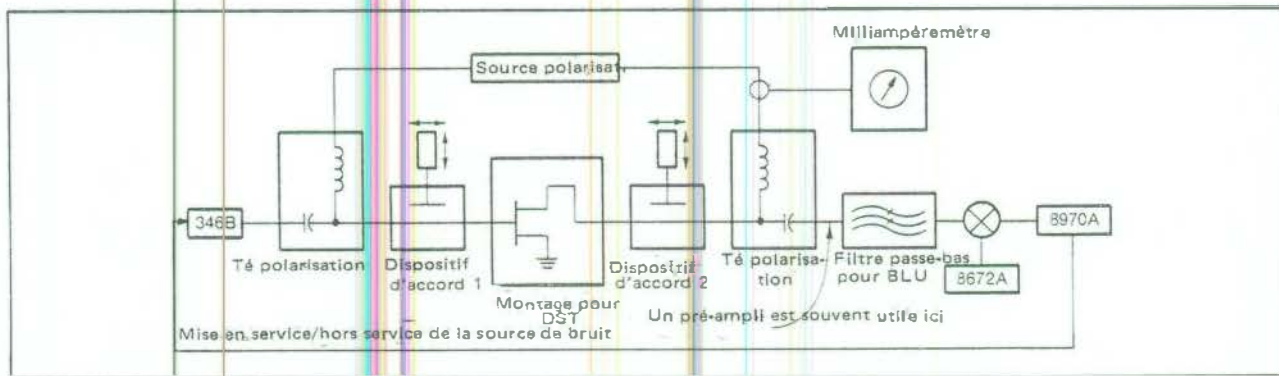


Figure III-1 : Configuration typique de mesure de transistors

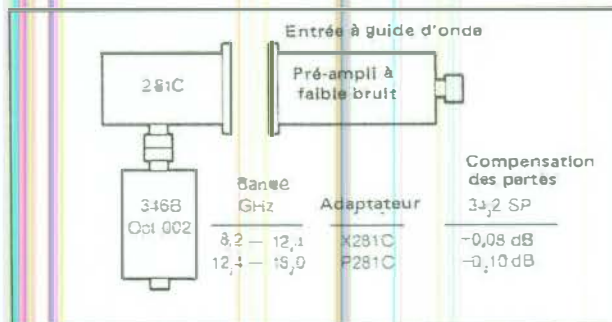


Figure III-2 : Mesure du facteur de bruit des pré-amplis à guides d'ondes

sation des pertes. Introduire la perte ajoutée avant le DST en utilisant 34.2 SP, la perte ajoutée après le DST en utilisant 34.4 SP et la température ambiante de ces deux pertes en utilisant 34.3 SP. Valider la compensation des pertes avec 34.1 SP.

Figure III-1

Mesures avec guides d'ondes

Les mesures de facteur de bruit des amplificateurs et des récepteurs ayant une entrée à guide d'ondes sont rendues possibles en utilisant des adaptateurs guide d'ondes co-axial. Le HP X281C (pour le WR 90) et le P281C (pour le WR 62) sont des adaptateurs à faible ROS et faibles pertes recommandés à cet effet. La figure III-2 comprend les plages de fréquences et les facteurs de correction. Des adaptateurs HP 281A, pour bandes S, G, J et H, peuvent être utilisés si la perte d'insertion est mesurée et compensée.

Figure III-2

Les étapes d'une mesure sur ampli avec guide d'ondes à l'entrée et utilisation d'un adaptateur sont les suivantes :

1. Chargement de la table d'ENR réelle du 346B dans le 8970A.
2. Branchement du 346B au système de mesure et étalonnage.
3. Introduction de la perte de l'adaptateur au moyen de 34.2 SP.
4. Introduction de la température ambiante de l'adaptateur au moyen de 34.3 SP.
5. Compensation de la perte de l'adaptateur au moyen de 34.1 SP (Noter que le voyant lumineux de la touche SPECIAL FUNCTION s'allume).
6. Insertion de l'adaptateur et du DST.
7. Mesure du DST (avec compensation des pertes dans l'adaptateur).
8. Lecture du facteur de bruit et du gain.

Par exemple, pour une mesure à 12 GHz, la compensation d'une perte de 0,08 dB serait introduite en appuyant sur :

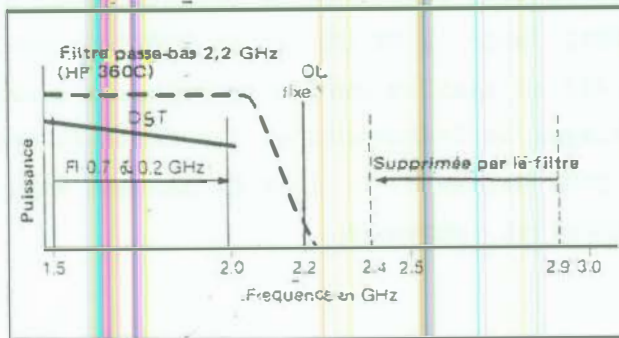


Figure III-3a : Mesure avec FI vobulée,
de 1,5 à 2 GHz



Le chapitre V donne plus de précisions sous le titre "Compensation des pertes (34.N SP)".

Mesures sur amplificateurs entre 1,5 et 2 GHz

Méthode n° 1. On peut effectuer les mesures entre 1,5 et 2 GHz si l'on dispose d'un OL avec une fréquence minimale de 2 GHz, d'une manière très semblable à l'exemple de mesure sur ampli micro-ondes avec FI vobulée, donné au chapitre II. Le filtre est représenté dans la carte aide-mémoire 3, mode 1.2, et le matériel supplémentaire nécessaire est indiqué dans l'annexe A. L'ampli micro-ondes décrit précédemment peut être utilisé comme exemple étant donné que sa plage de fréquences va de 50 à 4500 MHz. Les signaux sont représentés sur la figure III-3a.

Figure III-3a

Procéder de la manière suivante :

1. Appuyer sur PRESET pour obtenir une configuration connue.
2. Sélectionner le mode 1.2. Ignorer le message E34 (DBL non autorisée) apparaissant sur l'afficheur du 8970A.
3. Sélectionner la bande latérale unique (2.1 SP). Ignorer le message E33 (FI hors limites) sur l'afficheur du 8970A.
4. Introduire la fréquence OL (3.1 SP), (telle que 2200 MHz, par exemple).
5. Introduire les fréquences de départ, d'arrêt et de pas (telles que 1500, 2000, 10).
6. Effectuer les connexions représentées sur la carte aide-mémoire 3 pour l'étalonnage (avec filtre).
7. Etalonner.
8. Insérer le DST entre le 346B et le filtre, comme représenté sur la carte aide-mémoire 3.
9. Faire la mesure.

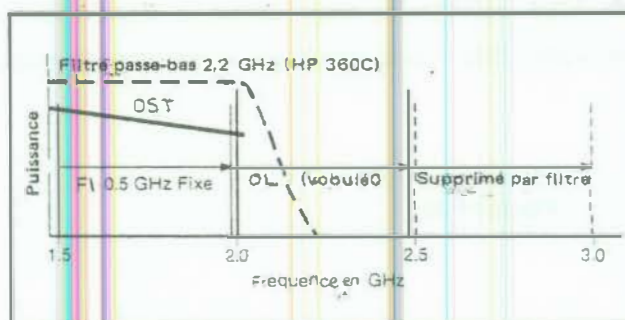


Figure III-3b : Mesure avec OL vobulé
de 1,5 à 2 GHz

L'OL reste fixe à 2200 MHz. Le 8970A balaye sa fréquence pour une vobulation entre 1500 et 2000 MHz (balayage de sa fréquence d'entrée de 700 MHz jusqu'à 200 MHz).

Méthode n° 2. Comme pour la mesure sur ampli avec BLU et OL vobulé décrite au chapitre II, cette mesure peut aussi être effectuée en mode 1.1 (1.1 SP), en utilisant un OL vobulé et le même filtre. La figure III-3b montre les relations entre fréquences, avec une FI de 500 MHz et un OL vobulé de 2000 à 2500 MHz

Figure III-3b

Remarques sur les erreurs de mesure

Les mesures de facteur de bruit peuvent inclure les erreurs suivantes

1. Erreurs de second étage.
2. Erreurs de température froide T_c (T_c différente de 290 K).
3. Perte d'adaptateur.
4. Variation d'ENR en fonction de la fréquence.
5. Incertitude d'ENR aux points d'étalonnage de la source de bruit.
6. Incertitude de désadaptation.
7. Incertitude due à l'instrumentation.

Le 8970A est doté de la fonction "correction du second étage" et permet l'introduction de T_c pour utilisation dans la mesure. La compensation des pertes donne une correction simple dans le cas de perte d'adaptateur. Le 8970A fait une interpolation entre les 20 points d'étalonnage du 346B pour réduire les effets des variations d'ENR en fonction de la fréquence. Par conséquent, les erreurs 1, 2, 3 et 4 peuvent être éliminées à l'exception des incertitudes incluses dans les corrections. Les trois erreurs restantes ne peuvent qu'être réduites au minimum grâce à une bonne conception du système et à de bonnes méthodes de mesure. L'incertitude moyenne quadratique du rapport de bruit en excès (ENR) est couramment de $\pm 0,1$ dB aux fréquences d'étalonnage de la source de bruit. L'incertitude de désadaptation est, d'ordinaire, la seule grande source d'erreur ; elle est fonction des paramètres du DST (facteur de bruit et ROS) ainsi que du ROS de sortie de la source de bruit en service ou hors

service. Les valeurs courantes de la plage d'incertitude de désadaptation se situent entre $\pm 0,1$ et $\pm 0,4$ dB avec une moyenne de 0,15 dB. L'incertitude due à l'instrumentation du 8970A pour la mesure du facteur de bruit est de $\pm 0,1$ dB.

Le tableau III-1 donne les valeurs de l'incertitude pour deux mesures typiques, l'une étant la mesure sur un ampli HF, l'autre la mesure d'un ampli micro-ondes dans la bande X. L'incertitude totale est calculée en utilisant la méthode de la valeur résultante quadratique.

Cette méthode réaliste combinant les incertitudes gagne du terrain. L'incertitude moyenne quadratique est basée sur le fait que la plupart des erreurs de mesure de puissances, quoique systématiques et non aléatoires, sont indépendantes les unes des autres. De ce fait, chacune d'elles est aléatoire par rapport à toutes les autres et elles se combinent comme des variables aléatoires. La méthode de la valeur résultante quadratique dans la combinaison de variables aléatoires est justifiée par des considérations statistiques qui n'entrent pas dans le cadre de la présente note. Le calcul se fait en élevant au carré les incertitudes individuelles, en en faisant l'addition puis en extrayant la racine carrée de la somme. L'incertitude totale ainsi obtenue est généralement inférieure à la moitié de l'incertitude dans les conditions les plus défavorables.

Tableau III-1. Exemple d'incertitudes de mesure

		HF	Micro-onde
Incrtitude de correction du second étage		0,01 dB	0,10 dB
Facteur de bruit du second étage	6 dB		10 dB
Incrtitude de correction de T_c		0,01	0,01
Incrtitude d'ENR		0,10	0,15
Incrtitude de désadaptation		0,15	0,15
ROS de la source	< 1,10		< 1,13
ROS du DST	< 1,4		< 1,5
Incrtitude due à l'instrumentation		0,10	0,10
Incrtitude totale (valeur résultante quadratique)		0,21 dB	0,25 dB

Comparaison des méthodes

Les mesures de facteur de bruit peuvent être faites au moyen d'instruments autres qu'un mesureur de bruit. Le tableau III-2 ci-après compare trois méthodes de mesure du facteur de bruit : le 8970A, le mesureur de puissance et l'analyseur de spectres. Pour la précision, la sensibilité et la facilité d'utilisation, le 8970A constitue le meilleur choix. C'est un produit optimisé pour la mesure des facteurs de bruit. Il n'a pas besoin de contrôleur externe.

Tableau III-2. Comparaison du 8970A à d'autres méthodes de mesure du facteur de bruit.

	8970A	Measureur de puissance	Analyseur de spectres
Limitations de la précision de mesure.	Très bonne précision limitée d'ordinaire par : - la précision d'ENR - l'incertitude de désadaptation.	Très bonne précision généralement limitée par : - la précision d'ENR - l'incertitude de désadaptation.	Précision médiocre limitée par : - l'incertitude due à l'instrumentation - l'incertitude d'ENR - l'incertitude de désadaptation.
Estimation de la précision du système dans la bande X.	$\pm 0,25$ dB (valeur résultante quadratique)	$\pm 0,25$ dB (valeur résultante quadratique).	$\pm 1,1$ dB (valeur résultante quadratique).
Méthode d'utilisation.	Autonome ou via HP-IB.	Manuelle ou via HP-IB.	Via HP-IB seulement
Sensibilité dans la bande passante de 4 MHz.	Excellente > -100 dBm ; pré-ampli inutile.	Assez bonne > -50 dBm ; pré-ampli nécessaire.	Assez bonne > -65 dBm ; pré-ampli nécessaire.
Vitesse	Bonne $\approx 0,2$ à $0,3$ s/mesure	Assez bonne ≈ 2 s/mesure	Assez bonne ≈ 5 s/mesure (fonction du calcul de la valeur moyenne).
Simplicité	Grande Effectue automatiquement les conversions et les corrections.	Satisfaisante avec HP-IB. Requiert des composants supplémentaires tels qu'un filtre de contrôleur, un pré-ampli et un atténuateur progressif.	Satisfaisante. Requiert des composants supplémentaires tels qu'un contrôleur et un pré-ampli.

Tableau III-2. Comparaison du 8970A à d'autres méthodes de mesure du facteur de bruit (suite).

	8970A	Mesureur de puissance	Analyseur de spectres
Commentaires généraux.	Produit optimisé pour la mesure des facteurs de bruit.	Application particulière d'un produit universel. Requiert un contrôleur externe.	Application particulière d'un produit universel. Requiert un contrôleur externe.

C H A P I T R E I V

PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

Le mesureur de facteur de bruit HP 8970A est un récepteur accordable, à triple conversion, commandé par microprocesseur. Il met la source de bruit alternativement en service et hors service, mesure la puissance du bruit dans une bande passante de 4 MHz, réglable de 10 à 1500 MHz, et effectue les calculs nécessaires à l'obtention du facteur de bruit et du gain. Le schéma de principe de la figure IV-1 est décrit ci-après.

Circuits d'entrée

Un filtre passe-bas à l'entrée du 8970A facilite la réjection des fréquences supérieures à 1550 MHz et assure également le filtrage de tout signal de 2050 MHz (en provenance d'un OL externe par exemple) qui pourrait perturber le signal à la première FI. Le reste des circuits d'entrée comprend un pré-amplificateur 20 dB commutable à bande large, trois atténuateurs 10 dB commutables et un détecteur de puissance qui servent à fixer la puissance du signal incident sur le premier convertisseur suivant. La puissance HF est détectée et convertie en une tension c.c. par le circuit détecteur de puissance à l'entrée. Cette tension est utilisée par le contrôleur pour fixer le gain global des circuits d'entrée par les lignes de commande de commutation. Le gain net des circuits d'entrée se situe entre - 30 dB et + 20 dB, en pas de 10 dB. La sortie de puissance HF à large bande (10 à 1500 MHz) vers le premier convertisseur est maintenue aussi élevée que possible mais inférieure à - 20 dBm lorsque la source de bruit est en service.

Premier convertisseur

Ce circuit procède à une première conversion supradyne du bruit à l'entrée (10 à 1500 MHz) en une fréquence intermédiaire fixe (FI) de 2050 MHz. Le premier OL est un oscillateur YIG couvrant la plage de 2060 à 3550 MHz. Le filtre passe-bas de 1550 MHz, en amont du mélangeur, rejette la fréquence image (4110 à 5600 MHz) ne permettant que le passage de la bande latérale voulue. Le premier signal de sortie FI à 2050 MHz est appliqué à un filtre passe-bas de 5000 MHz (afin de réduire les harmoniques du mélange) et au second convertisseur à travers un circuit séparateur.

Second convertisseur

Le signal FI à 2050 MHz est appliqué au second convertisseur à travers un filtre passe-bas comprenant trois cavités résonnantes circulaires à accord par noyau plongeur. Les cavités résonnantes présentent un Q élevé pour une bonne sélectivité à 2050 MHz. Un OL à 1750 MHz effectue la conversion de la FI 2050 MHz en 300 MHz. Le second signal FI, à 300 MHz, est appliqué aux circuits FI 300 MHz par l'intermédiaire d'un filtre passe-bas d'adaptation.

Circuits FI 300 MHz

Ces circuits effectuent l'amplification, le filtrage et la conversion infradyne de la FI à 300 MHz par mélange avec un signal d'OL à 280 MHz afin d'obtenir la troisième FI à 20 MHz. Les signaux d'entrée sont d'abord amplifiés par un ampli FI 300 MHz avec un gain d'environ 20 dB. Le signal est envoyé ensuite dans un filtre passe-bande 300 MHz qui élimine la résiduelle du premier OL et sélectionne la bande latérale désirée pour conversion infradyne à 20 MHz. Le signal de sortie filtré est ensuite introduit dans le troisième convertisseur où il est mélangé avec le signal OL à 280 MHz provenant d'un oscillateur à quartz. Le signal de sortie résultant à 20 MHz est envoyé sur les circuits FI 20 MHz. Le gain du signal dans la zone FI 300 MHz est d'environ 10 dB.

Circuits FI 20 MHz

L'ensemble de circuits FI 20 MHz comprend une série de filtres, d'amplis et d'atténuateurs qui déterminent la bande passante et règlent le niveau de puissance du signal de bruit à 20 MHz (fréquence moyenne) envoyé sur le détecteur de puissance de bruit. La bande passante nominale de l'ensemble des circuits FI 20 MHz est de 4 MHz. Le gain de cette zone est réglé par le contrôleur par pas de 5 dB, de + 40 dB à + 75 dB au moyen de lignes de contrôle reliées à trois atténuateurs (5, 10 et 20 dB). Un circuit détecteur supplémentaire est ajouté à cette zone FI pour détecter le signal traversant du premier OL pendant une opération d'étalonnage des fréquences, lorsque l'OL est accordé sur environ 2050 MHz.

Les premiers éléments de cet ensemble de circuits FI 20 MHz sont deux filtres passe-bande 20 MHz placés de part et d'autre d'un ampli à 22 dB. A ces deux filtres s'en ajoute un troisième inclus dans le détecteur de puissance de bruit ;

leur combinaison constitue un filtre passe-bande à 8 pôles ayant une bande passante nominale de 4 MHz, 3 dB. Ils effectuent également la réjection de la résiduelle du premier OL.

Pour l'étalonnage des fréquences, le premier OL est accordé sur 2050 MHz par le contrôleur. Ce signal passant est sur la première fréquence intermédiaire et n'est éliminé par aucun des filtres de la zone FI. Le contrôleur règle la fréquence du premier OL pour obtenir le signal maximum à la sortie du détecteur d'étalonnage des fréquences pendant l'opération courante d'étalonnage. Ceci assure que le signal traversant du premier OL (converti à 300 MHz puis à 20 MHz) est au centre de la bande passante FI de 20 MHz à la fin de cette opération. Cela revient à accorder l'instrument à la fréquence zéro pour fixation de la fréquence de référence. Le détecteur d'étalonnage de fréquence est isolé du circuit FI 20 MHz par un amplificateur-tampon. Un filtre de 100 kHz détermine une largeur de bande étroite pour fixer la fréquence de référence à moins de ± 100 kHz. Cet étalonnage des fréquences est réalisé automatiquement par le contrôleur à des intervalles de temps définis sauf si une fonction spéciale est prioritaire.

Le reste de l'ensemble des circuits FI 20 MHz est constitué par les atténuateurs 20, 10 et 5 dB précédés et suivis individuellement d'un ampli. Ces amplificateurs de gain disposent des impédances d'entrée et de sortie requises par les atténuateurs. La sortie du dernier ampli est envoyée au détecteur de puissance de bruit.

Détecteur de puissance de bruit

Ce détecteur comprend le troisième filtre passe-bande à 20 MHz, le détecteur proprement dit et des sorties auxiliaires pour les tensions FI et du détecteur. Les tensions c.c. détectées sont envoyées dans un convertisseur analogique-numérique de manière que le microprocesseur du contrôleur puisse traiter les données pour affichage.

Contrôleur

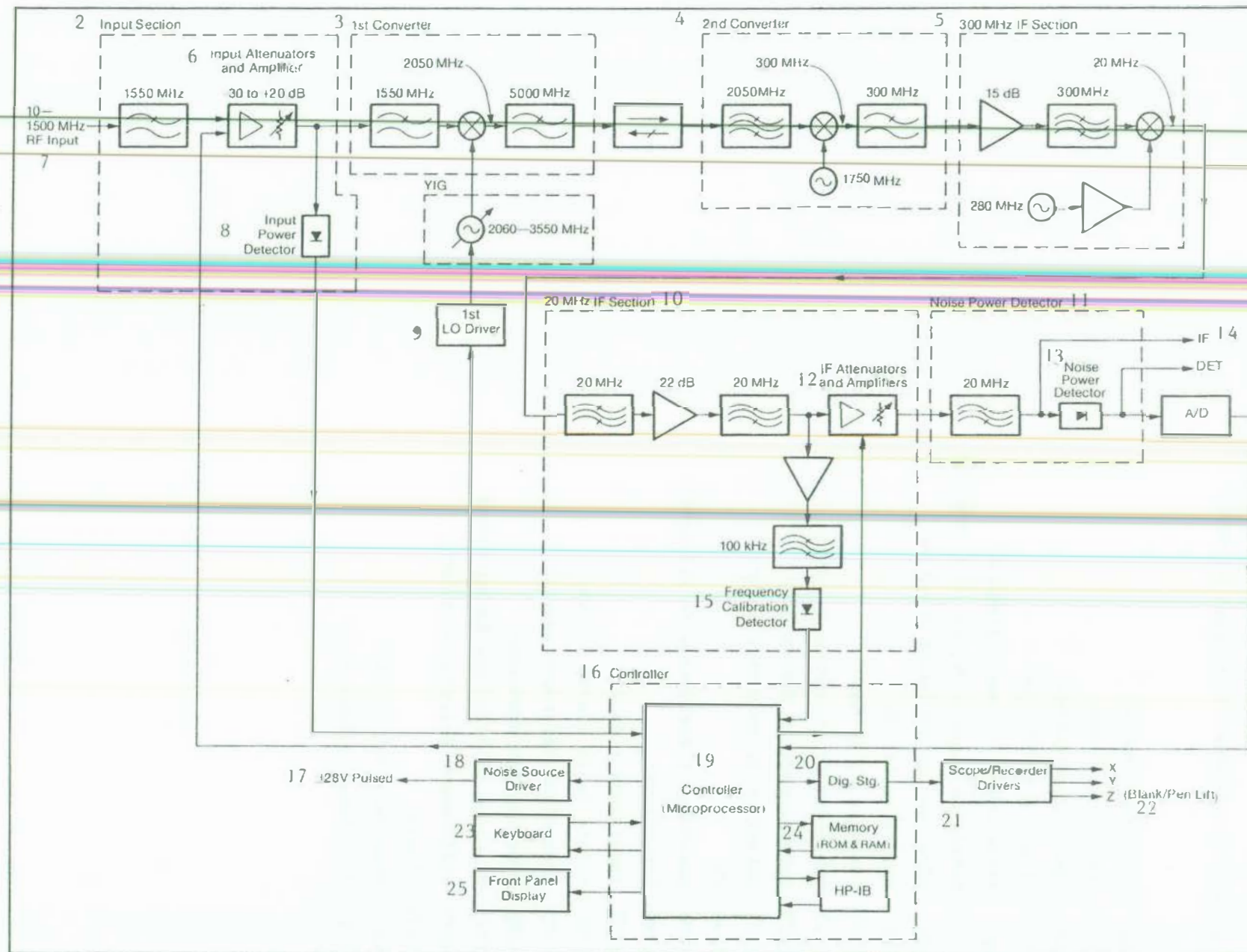
Le contrôleur a pour objet d'effectuer la synchronisation, les calculs et la commande de l'instrument. Il assure la synchronisation de l'excitation de la source de bruit, commande le pilote de l'oscillateur local YIG et commande les

commutateurs pour le gain/l'atténuation HF et FI à la demande. Le contrôleur accède aux mémoires ROM (26 K octets) et RAM (4 K octets) et procède au traitement des signaux de sortie numérisés du détecteur de puissance de bruit aux fins d'affichage. Il constitue, en outre, l'interface pour la mémoire numérique de l'oscilloscope et les sorties analogiques de l'enregistreur XY, les afficheurs du panneau avant, le clavier et le bus d'interface Hewlett-Packard (HP-IB). Le HP-IB permet la commande, par le 8970A, d'un OL externe ainsi que la commande du 8970A par un contrôleur externe.

Figure IV-1 : Schéma fonctionnel du 8970A

- (2) Circuits d'entrée
- (3) 1er convertisseur
- (4) 2ème convertisseur
- (5) Circuits FI 300 MHz
- (6) Atténuateurs et ampli d'entrée
- (7) Entrée de signaux HF, de 10 à 1500 MHz
- (8) Détecteur de puissance d'entrée
- (9) Pilote du 1er OL
- (10) Circuits FI 20 MHz
- (11) Détecteur de puissance de bruit
- (12) Atténuateurs et amplis FI
- (13) Détecteur de puissance de bruit
- (14) FI
- (15) Détecteur d'étalonnage de fréquence
- (16) Contrôleur
- (17) Impulsions ± 28 V
- (18) Pilote de la source de bruit
- (19) Contrôleur (microprocesseur)
- (20) Mémorisation numérique
- (21) Pilotage Oscilloscope/Enregistreur
- (22) (Effacement/Relevage de plume)
- (23) Clavier
- (24) Mémoires (ROM et RAM)
- (25) Affichage panneau avant

Figure IV-1 : Schéma fonctionnel du 8970A



C H A P I T R E V

RECAPITULATION DES FONCTIONS DU PANNEAU AVANT ET DES FONCTIONS SPECIALES

Le présent chapitre récapitule les fonctions du panneau avant et les fonctions spéciales afin de compléter les indications sur l'utilisation données au chapitre II. On trouvera plus de détails dans le manuel d'utilisation et d'entretien du 8970A.

FONCTIONNEMENT DU PANNEAU AVANT

Protocole d'entrée

Le protocole d'entrée pour les fonctions du panneau avant suit généralement l'ordre suivant :

1. un préfixe (tel que FREQUENCY) ;
2. un ou plusieurs chiffres de données, avec ou sans décimale ou signe moins ;
et
3. le suffixe ENTER (qui correspond à l'unique touche de suffixe).

Il y a des exceptions qui seront notées à mesure qu'on les rencontrera. Voir la reproduction du panneau avant donnée dans la figure II-1, au chapitre II.

La touche LOCAL ramène le 8970A à la commande manuelle par le panneau avant s'il était télécommandé jusque là via le HP-IB, à moins que le message Local Lockout (Inhibition de la commande manuelle) n'ait été précédemment envoyé via le HP-IB. LOCAL provoque l'extinction du voyant REMOTE (Télécommande) mais laisse les voyants TALK (Emetteur) et LISTEN (Ecouteur) allumés s'ils l'étaient déjà. Sinon, l'état du 8970A reste inchangé.

La touche PRESET met le 8970A dans une configuration de mesure standard connue. Elle donne à toutes les fonctions standard leur valeur par défaut sauf à la table d'ENR, aux adresses HP-IB et aux commandes de l'OL externe. La plupart des fonctions spéciales sont ramenées à leur valeur par défaut. Cependant, une pression sur cette touche n'efface pas les données enregistrées en appuyant sur

CALIBRATE (Etalonnage) ni les réglages du panneau avant sauvegardés au moyen de la touche STORE (voir la carte aide-mémoire 1 pour plus de détails).

Touche d'entrée ENR

Cette touche sert à l'enregistrement de la table de rapports de bruit en excès en fonction de la fréquence, pour la source de bruit, en utilisant les fenêtres d'affichage de gauche et du centre. La table d'ENR est réglée en usine à 15,2 dB pour chaque fréquence. La liste des fréquences initialement stockées dans la table correspond aux fréquences pour lesquelles la source de bruit 346B a été étalonnée. En appuyant sur les touches numériques appropriées puis sur ENTER, on modifie l'élément de la table pour lequel l'indicateur lumineux clignote (MHz ou dB). Si l'on appuie uniquement sur ENTER, cette valeur de la table reste inchangée. Il est possible d'enregistrer jusqu'à 27 couples fréquence/ENR. Les fréquences doivent être dans l'ordre croissant car le 8970A considère une valeur de fréquence décroissante comme la fin de la table. Des détails supplémentaires sont donnés dans la partie 5.N SP de la section "Fonctions spéciales" du présent chapitre.

Touches de fréquences de vobulation (SWEEP)

Ces touches règlent et sélectionnent les fréquences de départ, d'arrêt et de pas pour l'étalonnage et les mesures vobulées ; elles exécutent soit des balayages automatiquement répétitifs, soit des balayages uniques. Une pression sur les touches START FREQ ou STOP FREQ affiche la fréquence de départ ou d'arrêt du balayage dans la fenêtre de gauche. Ces touches servent également à l'accord sur la fréquence de départ ou d'arrêt pour la mesure en continu à la fréquence choisie. Il est possible de modifier la fréquence de départ ou d'arrêt en appuyant d'abord sur l'une ou l'autre de ces touches comme préfixe, en introduisant les chiffres au clavier, puis en appuyant sur ENTER. Si la fréquence d'arrêt est inférieure à la fréquence de départ, le balayage de la fréquence de mesure est descendant. Pour arrêter le balayage, il suffit d'appuyer sur l'une ou l'autre de ces touches. Toutes les entrées de fréquences ne sont acceptées qu'en MHz ; les fractions décimales sont arrondies au MHz le plus proche.

Une pression sur STEP SIZE (Valeur du pas) affiche et valide la modification de la valeur du pas utilisée pendant le balayage. Cette valeur n'est affichée que tant que la touche est maintenue abaissée.

En appuyant sur la touche AUTO, on déclenche un balayage à la fréquence actuelle jusqu'à ce qu'il soit terminé. Cette touche est à bascule ; elle met fin au balayage si elle est enfoncée une seconde fois. La plupart des touches du panneau avant mettent fin au balayage. Les touches LOCAL, DECREASE, INCREASE, SP, NOISE FIGURE et NOISE FIGURE AND GAIN font exception. Pour déclencher un balayage à la fréquence de départ, appuyer d'abord sur START FREQ puis sur AUTO.

La commande SINGLE fonctionne comme AUTO mais elle ne provoque le déclenchement que d'un seul balayage commençant à la fréquence de départ et prenant fin à la fréquence d'arrêt.

Touches de fréquence fixe

Ces touches commandent le fonctionnement à fréquence fixe. Une pression sur FREQUENCY affiche la fréquence de mesure du moment. Elle constitue également un préfixe permettant l'introduction d'une nouvelle fréquence fixe en appuyant sur les touches numériques correspondantes puis sur ENTER. Cette touche peut aussi être utilisée comme touche "d'annulation d'entrée" lorsqu'une erreur se produit au cours de l'introduction de quelqu'autre paramètre. Dans le cas où aucune autre touche de préfixe n'est enfoncée, tous les chiffres frappés au clavier et suivis d'une pression sur ENTER sont interprétés comme si le préfixe était toujours déterminé par la touche FREQUENCY.

Si l'on appuie sur FREQ INCR, l'incrément de fréquence n'apparaît dans l'afficheur de gauche qu'aussi longtemps que la touche est maintenue abaissée. Cet incrément est utilisé par les touches $\uparrow$ et $\downarrow$ pour incrémenter et décrémenter la fréquence réglée. Si l'une ou l'autre de ces touches est enfoncée rapidement et répétitivement, la fréquence est réactualisée à chaque pression de touche mais l'affichage de la mesure peut être retardé (— — — sur l'afficheur), spécialement si l'utilisation de SMOOTHING (Lissage) est validée. Si l'on maintient l'une des deux touches enfoncées, les pas se succèdent après un court temps d'arrêt et une lecture est effectuée à chaque pas. La décrémentation est plus lente que l'incrémentation car l'hystérésis de l'aimant de l'oscillateur YIG sur le 8970A est supprimée à chaque pas de réduction de la fréquence. Cela n'est pas nécessaire lors de son accroissement.

Touches de mesure

Une pression sur la touche CALIBRATE provoque la mesure du facteur de bruit du système de mesure et fixe une référence pour la mesure du gain, utilisable dans la correction de la contribution au bruit du second étage. Les valeurs de facteur de bruit et de référence du gain sont stockées dans une mémoire non rémanente et y restent jusqu'à ce que la machine soit mise hors tension ou jusqu'au prochain étalonnage. L'étalonnage est réalisé en branchant d'abord la source de bruit à l'entrée du système de mesure puis en appuyant sur CALIBRATE. Il se déroule en mode vobulé, c'est-à-dire entre la fréquence de départ et la fréquence d'arrêt suivant la valeur du pas fixée à partir du panneau avant. (Cependant, en mode 1.3 la fréquence d'entrée dans le système de mesure ne varie pas ; il n'y a qu'une seule fréquence d'étalonnage). Le nombre maximum de fréquences d'étalonnage est de 81.

L'étalonnage est effectué normalement aux trois réglages les plus sensibles de l'atténuateur d'entrée HF ; trois balayages sont nécessaires à cette fin. Après étalonnage, le 8970A effectue automatiquement une interpolation entre points étalonnés durant les mesures à fréquence vobulée ou fixe, pour des fréquences de mesure différentes. Ainsi, il n'est pas nécessaire de procéder à un étalonnage pour chaque fréquence de mesure de la plage considérée. Cependant, le 8970A n'effectue pas d'extrapolation pour les points d'étalonnage, de sorte que l'on ne peut obtenir de mesures corrigées en dehors de la plage d'étalonnage comprise entre les fréquences de départ et d'arrêt. On peut utiliser le lissage pendant l'étalonnage afin de réduire les effets de la gigue sur les valeurs d'étalonnage du second étage, mémorisées, et améliorer ainsi la précision. Lorsque l'étalonnage est terminé, la petite DEL placée à côté de la touche CALIBRATE s'éteint et le 8970A reprend la mesure qu'il était en train d'effectuer au moment de la pression sur la touche CALIBRATE. Cette touche étant à bascule, l'étalonnage peut être suspendu en l'enfonçant une seconde fois. Lorsque l'étalonnage est en cours, la plupart des touches du panneau avant sont invalidées. La fonction PRESET suspend également l'étalonnage.

NOTE

Si, après étalonnage, E27 est affiché, cela signifie qu'un dépassement de capacité s'est produit pour une ou plusieurs

des fréquences d'étalonnage. Mais cela ne veut pas dire que l'étalonnage est incorrect. Continuer la mesure. Pour toute fréquence de mesure où les valeurs corrigées sont affichées, l'étalonnage est valide. Si E22 apparaît sur l'afficheur, passer sur un jeu différent de réglages de l'atténuateur en utilisant 32.N SP.

NOISE FIGURE déclenche sur le 8970A une mesure de facteur de bruit sans correction de la contribution au bruit du second étage. Cependant, le 8970A effectue toujours les corrections dues aux variations d'ENR en fonction de la fréquence et utilise la valeur actuelle de T_c (soit la valeur par défaut 296,5 K, soit une valeur introduite au clavier) plutôt que 290 K. Le facteur de bruit mesuré est la combinaison des facteurs de bruit du DST et du système de mesure, notamment des câbles, connecteurs, adaptateurs, etc... NOISE FIGURE est aussi une touche "d'annulation d'entrée" pour des fonctions telles que l'introduction de la table d'ENR et 8.N SP sans retour à l'affichage de la fréquence. La mesure est continue et les facteurs de bruit sont exprimés en dB quoique d'autres unités soient disponibles en utilisant 10.N SP.

Lorsque l'on appuie sur NOISE FIGURE AND GAIN, le facteur de bruit et le gain sont mesurés et la contribution au bruit du second étage est corrigée. Le gain est toujours exprimé en dB. L'étalonnage doit être effectué avant d'exercer une pression sur NOISE FIGURE AND GAIN, sinon un code d'erreur (E20 à E25) apparaît sur l'afficheur. Voir la carte aide-mémoire 2 pour plus de détails sur les codes d'erreur.

On fait varier le lissage en utilisant les touches DECREASE (Diminution) et INCREASE (Augmentation) qui ont pour but de faire varier la valeur du calcul de moyenne numérique ou du lissage afin de réduire la gigue aléatoire sur l'afficheur. Cette gigue fait nécessairement partie de la mesure de bruit. Avant leur envoi sur les afficheurs de gain et de facteur de bruit, les valeurs font l'objet d'un calcul de moyenne. La moyenne exponentielle est calculée pour les mesures en fréquence fixe, de la manière suivante :

$$\text{Nouvel affichage} = \frac{\text{Nouvelle mesure}}{n} - \frac{\text{Affichage précédent} \times (n-1)}{n}$$

où u est le facteur de lissage. Quand le lissage est effectué avec utilisation d'une fréquence fixe, le temps de stabilisation peut être réduit pour les grandes variations des valeurs de mesures (comme dans le cas où l'on débranche un DST pour en brancher un autre) en appuyant sur NOISE FIGURE (ou toute autre touche). Dans une mesure à fréquence vobulée, l'instrument effectue la moyenne arithmétique de n mesures et affiche cette moyenne.

Les valeurs de n autorisées vont de 1 à 512 par pas multiples de 2. La valeur par défaut est 1. INCREASE double n à chaque pression sur la touche. DECREASE divise n par 2 à chaque pression sur la touche. Le facteur de lissage actuel est momentanément affiché chaque fois que l'on appuie sur INCREASE ou DECREASE. Tant qu'une pression est exercée sur l'une ou l'autre de ces touches, le facteur de lissage reste affiché. On peut choisir le lissage arithmétique pour les mesures en fréquence fixe en utilisant 13.1 SP.

Touches d'emplacement de mémoire

STORE et RECALL permettent de sauvegarder en mémoire et de rappeler jusqu'à 10 réglages du panneau avant et configurations de l'instrument, notamment les fonctions spéciales et d'autres données : le facteur de lissage n'est pas stocké. Pour utiliser l'emplacement de mémoire 3, par exemple, les opérations sont STORE 3 et RECALL 3. Tous les réglages sauvegardés sont stockés dans une mémoire rémanente où ils restent même si le 8970A est mis hors tension.

Le tableau V-1 donne une liste des réglages et des configurations de l'instrument sauvegardés. Des configurations et réglages importants ne sont pas sauvegardés : les balayages AUTO et SINGLE, les touches de mesure (NOISE FIGURE AND GAIN et NOISE FIGURE) et le facteur de lissage. La vobulation s'arrête si l'on appuie sur une touche quelconque du panneau avant à l'exception des touches de lissage. Les touches de mesure, le facteur de lissage et tous les réglages restants non sauvegardés restent dans l'état où ils étaient avant que la touche RECALL ne soit abaissée. Noter que les seules commandes d'OL externe sauvegardées sont les commandes auxiliaires (Pour plus de détails se référer au paragraphe "Commande automatique d'un OL externe", dans le présent chapitre).

Tableau V-1. Réglages du 8970A sauvegardés pendant STORE ET RECALL (Sauvegarde et rappel)

PANNEAU AVANT	
START FREQ	Fréquence de départ
STOP FREQ	Fréquence d'arrêt
STEP SIZE	Valeur du pas
FREQUENCY	Fréquence
FREQ INCR	Incrément de fréquence
FONCTIONS SPECIALES	
1.N SP	Sélection du mode de mesure
2.N SP	Décalage de fréquence de bande latérale
3.N SP	Introduction des fréquences OL et FI
5.N SP	Réglages d'ENR et T_{chaude} (sauf 5.2 et 5.5)
6.0 SP	Réglage de T_{froide}
8.N SP	Introduction des unités de l'oscilloscope
9.N SP	Mesures de puissance
10.N SP	Unités d'affichage du facteur de bruit
14.N SP	Fonctions de mesure manuelle
42.0 SP	Commandes auxiliaires de l'OL externe

Chaque fois que l'on appuie sur SEQ, le 8970A opère suivant la séquence de réglages sauvegardés en utilisant STORE. L'ordre de la progression est introduit au moyen de 35.2 SP. La séquence peut comprendre jusqu'à 9 pas ; une combinaison quelconque des emplacements de mémoire 1 à 9. La séquence par défaut est de 1 à 9, dans l'ordre. Tous les zéros sont omis, de sorte que l'emplacement 0 n'appartient à aucune séquence. Quand on a utilisé les 9 emplacements (ou omis dans le cas du zéro), une pression sur SEQ recycle la séquence en commençant à l'emplacement 1. A chaque pression sur SEQ le numéro d'emplacement

de mémoire en cours est affiché momentanément. La description de 35.N SP donne davantage de détails sur cette mise en séquence.

FONCTIONS SPECIALES

Alors que la commande simple par le panneau avant du 8970A satisfait à un grand nombre de besoins de mesure, certaines applications demandent de plus grandes possibilités de mesure. A cette fin, une sélection peut être faite facilement parmi 150 fonctions spéciales environ en utilisant un code numérique et la touche de fonction spéciale. Le code numérique est généralement de la forme NN.N, suivi d'une pression sur la touche SPECIAL FUNCTION (SP). Chaque N peut être l'un des chiffres de 0 à 9 cependant que les zéros en tête et les points décimaux et zéros en queue peuvent être omis. Il existe trois types de fonctions :

1. Fonctions d'exécution et de sélection à action immédiate (par exemple, 1.2 SP sélectionne le mode 1.2).
2. Fonctions d'affichage et d'entrée affichant des variables numériques qui peuvent être modifiées par la frappe de chiffres au clavier suivie d'une pression sur ENTER (Par exemple, 3 SP 40 ENTER fixe la FI à 40 MHz).
3. Fonctions d'affichage qui ont simplement pour but l'affichage mais qui n'exécutent ni n'autorisent les entrées. (Par exemple, 5.2 SP affiche l'ENR du moment en dB).

On trouvera une liste abrégée des fonctions spéciales conçues pour l'utilisateur sur la carte aide-mémoire 1 du 8970A. Ces cartes sont également reproduites à la fin de la présente note. Les descriptions abrégées suivantes des fonctions spéciales sont divisées en catégories. Pour plus de détails sur ces fonctions spéciales et des informations sur les fonctions spéciales 60 à 90, se reporter au Manuel d'utilisation et d'entretien.

Initialisation des fonctions spéciales (0 SP)

0 (zéro) SP efface la plupart des fonctions spéciales (retour aux états représentés en vert franc sur la carte aide-mémoire 1) mais n'affecte aucune des données stockées dans le 8970A (les valeurs par défaut, en vert, ne sont pas introduites).

Modes de mesure (1.N SP)

Il existe cinq modes de mesure possibles avec utilisation du 8970A. Les montages sont illustrés sur la carte aide-mémoire 3 représentée en fin de brochure. Ceux-ci peuvent être rassemblés en trois groupes. Le premier groupe est un mode simple, le mode 1.0 (1.0 SP). C'est le mode autonome du 8970A sans mélangeur ni OL externes, pour des fréquences comprises dans la plage de 10 à 1500 MHz. Le second groupe comprend le mode 1.1 (1.1 SP) et le mode 1.3 (1.3 SP). Ces deux modes utilisent la conversion infradyne dans la gamme du 8970A. Ils font appel tous deux à un OL externe à fréquence variable et à une FI fixe. Le mode 1.1 mesure un DST sans conversion de fréquence (par exemple un ampli ou un transistor) alors que le mode 1.3 mesure un DST avec conversion de fréquence (par exemple un mélangeur ou un récepteur). Le troisième groupe, comprenant le mode 1.2 (1.2 SP) et le mode 1.4 (1.4 SP) utilise un OL externe à fréquence fixe et une FI variable. Le mode 1.2 est utilisé pour les mesures avec conversion de fréquence dans le système mais pas dans le DST, et le mode 1.4 sert aux mesures avec conversion de fréquence dans le DST. Dans le mode 1.2, la mesure doit se faire avec bande latérale unique ; il faut sélectionner 2.1 SP ou 2.2 SP et prévoir le filtrage externe de la bande latérale indésirable. Si aucun de ces deux derniers modes n'est rendu actif, le message d'erreur E34 (double bande latérale non autorisée) apparaît sur l'afficheur. On trouvera au chapitre II un exemple de mesure sur ampli micro-ondes avec FI vobulée.

Les connexions de mesure et d'étalonnage de ces cinq modes sont illustrées sur la carte aide-mémoire 3 qui donne d'ailleurs, la liste des conditions requises minimales pour les modes 1.1 et 1.3 lorsque le 8970A est contrôleur sur le HP-IB.

La figure V-1 peut faciliter la compréhension du comportement des signaux dans chacun des modes précités. L'un des trois groupes de modes est représenté dans chaque colonne cependant que chaque rangée montre les signaux en un point du système de mesure. On a supposé que l'OL était un 8672A. Les points du signal sont les suivants :

- a. sortie d'une source de bruit 346B.
- b. sortie d'un OL 8672A.
- c. fréquences existantes dans le mélangeur, et
- d. entrée du 8970A.

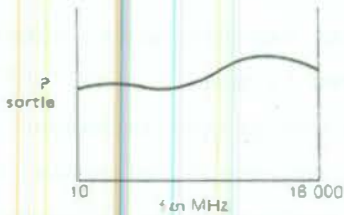
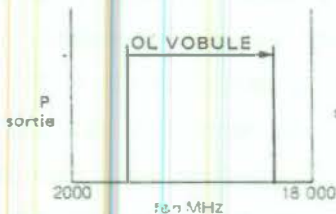
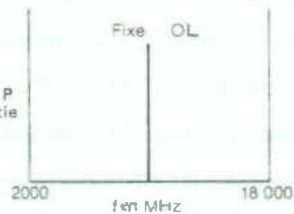
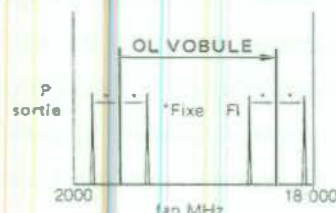
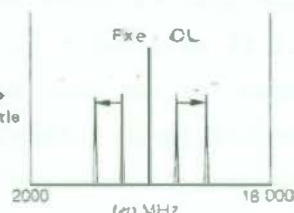
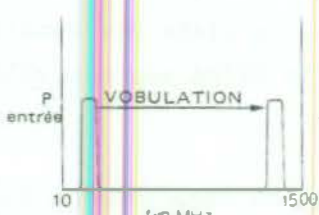
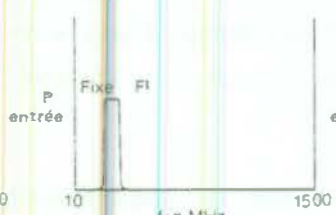
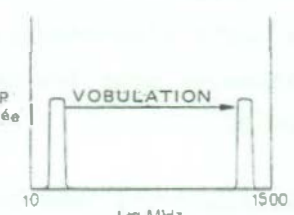
Mode Signal	1.0 HF	1.1 & 1.3 OL VOBULE FI FIXE	1.2 & 1.4 OL FIXE FI VOBULE
a. SOURCE DE BRUIT 346B	IDEM		IDEM
b. OSCILLATEUR LOCAL 8672A	INAPPLICABLE		
c. MÉLANGEUR	INAPPLICABLE		
d. ENTREE DU 8970A			

Figure V-1 : Description des signaux pour différents modes de mesure du 8970A

Figure V-1

Dans la rangée (a) de la figure V-1, la sortie de la source de bruit est la même pour tous les modes et son niveau de puissance (ENR) est variable entre 10 et 18 000 MHz.

Sur la figure V-1b, il n'y a pas d'OL pour le mode 1.0. Cependant, pour les modes 1.1 et 1.3, l'OL peut être vobulé sur un intervalle quelconque dans les limites de la gamme de 2 à 18 GHz du 8672A. Pour les modes 1.2 et 1.4, la fréquence de l'OL est fixée en un point de la gamme du 8672A.

Le mélangeur (figure V-1c) ne s'applique pas au mode 1.0, mais pour les modes 1.1 et 1.3, il y a deux bandes latérales séparées chacune de l'OL par la FI fixe. Avec OL vobulé, les bandes latérales supérieure et inférieure sont toutes deux balayées (en même temps que l'OL) dans le même sens à l'intérieur de la plage de 2 à 18 GHz. La situation est différente pour les modes 1.2 et 1.4. Ici, l'OL est fixe alors que les bandes latérales sont balayées dans des directions opposées en s'écartant d'OL. Les flèches indiquent l'accroissement de la fréquence d'entrée du 8970A.

La figure V-1d représente la position et le déplacement de la bande passante de 4 MHz du 8970A. Dans le mode 1.0 une mesure vobulée se fait avec balayage de la bande passante de 4 MHz sur des fréquences comprises dans la plage d'entrée de 10 à 1500 MHz. Pour les modes 1.1 et 1.3, la FI est fixe alors que l'OL peut être balayé. Dans les modes 1.2 et 1.4 ainsi que dans le mode 1.0, la bande passante de 4 MHz peut être vobulée dans les limites de la plage de 10 à 1500 MHz. Dans les modes 1.1, 1.3 et 1.4, par suite de la conversion de fréquences, le 8970A accepte soit la bande latérale supérieure, soit la bande latérale inférieure - ou les deux - excepté dans le cas de filtrage ou de réjection. Cependant, en mode 1.2, une mesure avec balayage des deux bandes latérales n'aurait pas de sens, de sorte que, seule, une mesure avec BLU est autorisée. La mesure avec double bande latérale ne convient pas du fait que la fréquence de mesure étant une fréquence moyenne est la fréquence OL ; elle n'est pas modifiée par les variations de la FI.

Le tableau V-2 indique la fréquence qui apparaît sur l'afficheur de gauche du 8970A en fonction du choix de bande(s) latérale(s). (cf. 2.N SP). Il faut bien noter que les modes 1.2 et 1.4 sont différents. Le mode 1.2 affiche la fréquence de mesure en micro-ondes et le mode 1.4 affiche la FI.

Sélection de bande(s) latérale(s) (2.N SP)

Dans les modes 1.1, 1.3 et 1.4, la mesure en DBL ou en BLU doit être étudiée. Pour le mode 1.2, la mesure doit se faire en BLU. La sélection de bande(s) latérale(s) (2.N SP) a pour but de permettre au 8970A de commander (décaler) de manière appropriée la fréquence de l'oscillateur local et d'accorder sa propre fréquence correctement. C'est tout ce que fait la fonction 2.N SP ; elle ne modifie pas les algorithmes appliqués dans le calcul du facteur de bruit ou la correction de la contribution au bruit du second étage. Tout filtrage nécessaire à la réjection de la bande latérale indésirable doit être effectué en dehors du 8970A.

Tableau V-2. Affichage des fréquences suivant les modes de mesure

	Mode de mesure				
Sélection de bandes(s) latérale(s)	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4
Deux bandes latérales	$f_{\text{mesurée}}$	f_{OL}	non autorisé	f_{OL}	FI
BLU inférieure (2.1 SP)	$f_{\text{mesurée}}$	$f_{\text{OL}} - \text{FI}$	$f_{\text{OL}} - \text{FI}$	$f_{\text{OL}} - \text{FI}$	FI
BLU supérieure (2.2 SP)	$f_{\text{mesurée}}$	$f_{\text{OL}} + \text{FI}$	$f_{\text{OL}} + \text{FI}$	$f_{\text{OL}} + \text{FI}$	FI

En mode 1.0 il n'y a pas lieu de se soucier de 2.N SP étant donné que le 8970A a été conçu pour une seule réponse dans ce cas : une bande de 4 MHz de part et d'autre de la fréquence indiquée par l'afficheur de gauche.

2.0 SP sélectionne la mesure avec double bande latérale. Le résultat de la mesure est une sorte de moyenne du facteur de bruit pour deux fréquences : la fréquence OL plus et moins la fréquence intermédiaire (FI). Pour 2.1 SP, le 8970A décale la fréquence de mesure au-dessous de la fréquence OL de la valeur

de la FI, et utilise la valeur ENR de la source de bruit à la fréquence de mesure. Pour 2.2 SP, le 8970A décale la fréquence de mesure au-dessus de la fréquence OL, de la valeur FI, et utilise les valeurs ENR de la source de bruit mémorisées, à la fréquence de mesure.

Deux problèmes se posent lors de mesures en double bande latérale avec conversion dans le DST : le gain est exagéré et le facteur de bruit peut être erroné si des précautions particulières ne sont pas prises. Le résultat d'une mesure de facteur de bruit en DBL n'est pas ce qui convient lorsque l'application finale du dispositif autorise :

1. les signaux souhaités dans une seule bande latérale, et
2. le bruit d'entrée dans les deux bandes latérales.

Etant donné que le bruit à l'entrée est traité à partir des deux bandes latérales et les signaux à partir d'une seule, le dispositif traite deux fois plus de bruit à l'entrée qu'il ne le devrait. Sa capacité à traiter les signaux de faible niveau en est diminuée. Le facteur de bruit défini par l'IEEE (Institute of Electrical and Electronic Engineers) est plus élevé que la valeur mesurée étant donné la réponse non sélective au bruit d'entrée de la bande latérale inutilisée. Cette situation se produit souvent avec des mélangeurs et des récepteurs qui ne sont pas dotés d'un moyen de réjection du bruit de la bande latérale indésirable. Noter que ce handicap dû à la réponse non sélective n'a pas été traité dans la première description des dispositifs, au chapitre I.

Dans le cas du gain, le 8970A résout les équations suivantes en calculant le dénominateur pendant l'étalonnage et le numérateur pendant la mesure.

$$G'_{dst} = \frac{k B_m G_s G_{dst}}{k B_c G_s}$$

Dans cette équation, G'_{dst} est le gain affiché du DST, G_{dst} étant le gain réel du DST. G_s est le gain du système de mesure, k la constante de Boltzmann. B_m est la bande effective de mesure et B_c la bande passante effective d'étalonnage.

Si le 8970A effectue une mesure en DBL mais ne procède à l'étalonnage que d'une seule bande latérale (l'étalonnage dans les modes 1.3 et 1.4 est en BLU), B_m est égale à $2 B_c$ et le gain est trop élevé de 3 dB (dans l'hypothèse où le gain du

DST est le même dans les deux bandes latérales). Après filtrage de la bande latérale indésirable, on obtient le gain correct. Ce dernier est calculé approximativement en soustrayant 3 dB du résultat de la mesure en double bande latérale.

Dans le cas du facteur de bruit, une situation semblable existe. Le 8970A mesure réellement T_e , température effective de bruit à l'entrée et calcule toujours le facteur de bruit affiché, à partir de l'équation

$$F' = (1 + T_e/290)$$

Cependant, l'IEEE définit le facteur de bruit comme suit :

$$F = \frac{k \sum (BG)}{k B_s G_s} (1 + T_e/290)$$

La sommation de BG au numérateur se réfère à la bande passante et au gain pour chaque bande latérale ou réponse acceptées du DST, mais B_s et G_s dans le dénominateur ne se réfèrent qu'à la bande latérale et au gain des bandes latérales ayant un signal autorisé. B_s est la bande passante de la bande latérale dans laquelle se trouve le signal souhaité (mesuré). G_s est le gain pour le signal souhaité (mesuré) et T_e , la température effective de bruit à l'entrée.

Supposons que le gain du DST et la bande passante de mesure soient les mêmes pour les deux bandes latérales. Dans les systèmes avec signaux dans les deux bandes latérales, $B_s G_s$ et $\sum(BG)$ sont égaux ; les numérateur et dénominateur couvrent les deux bandes latérales. $F' = F$ et le 8970A affiche le facteur de bruit correct, $1 + T_e/290$. Si le DST passe les deux bandes latérales, mais que le signal ne soit que dans l'une d'elles, $B_s G_s$ est égal à la moitié de $\sum(BG)$. Le 8970A affiche F' (voir ci-dessus) mais la réponse correcte est approximativement $2(1 + T_e/290)$, soit 3 dB de plus. Le 8970A n'a pas la possibilité de savoir si, dans le système final, le signal apparaît dans une seule bande latérale ou si la moitié de la réponse du DST est superflue. Un filtre doit être utilisé pour réjection de la bande latérale indésirable et obtention de la réponse correcte.

Si le DST ne laisse passer qu'une seule bande latérale, le numérateur et le dénominateur comprennent une seule réponse et le résultat fourni par le 8970A est correct.

Tout filtre limiteur de bande inséré dans le système de mesure doit se trouver

juste avant le mélangeur (que ce dernier soit ou non le DST) afin d'éliminer par filtrage tout bruit pouvant se présenter dans la bande latérale indésirable.

Introduction de la FI et de la fréquence OL (3.N SP)

3.0 SP affiche et permet l'introduction de la FI fixe dans les modes 1.1 et 1.3. Cette fonction est ignorée quand le 8970A utilise les modes opératoires 1.0, 1.2 et 1.4.

3.1 SP affiche et permet l'introduction de la fréquence d'OL fixe pour utilisation dans les modes 1.2 et 1.4 ; avec les modes 1.0, 1.1 et 1.4, cette fonction est ignorée.

Commande automatique d'un OL externe (4.N et 40.N à 43.N SP)

Le 8970A peut commander le générateur de signaux synthétisés 8672A et le vibreur 8350A ainsi que d'autres OL utilisables via HP-IB. L'OL doit être prévu, pour exécuter des commandes concernant la fréquence, de la forme ppnnnnss, où pp est un préfixe à deux caractères (tels que FR ou CW), nnnnn la fréquence en MHz (jusqu'à 60 000 MHz) et ss un suffixe à deux caractères (tel que MZ). Le 8970A peut aussi émettre jusqu'à 10 autres commandes auxiliaires aptes à exécuter des tâches telles que le réglage du niveau de sortie de l'OL et la mise hors service de la modulation. Ces deux fonctions seront décrites plus loin, sous le titre "Programmes pour l'OL externe".

Deux familles de fonctions spéciales sont associées à la commande d'un oscillateur local externe. La première est 4.N SP et la seconde va de 40.0 à 42.4 SP. 4.0 SP sélectionne la condition normale émetteur-récepteur. 4.1 SP sélectionne la fonction contrôleur qui permet au 8970A de commander la fréquence et le niveau de l'oscillateur local externe. On utilise 40.N, 41.N et 42.N SP avec 4.1 SP pour déterminer les messages nécessaires suivant le type d'OL.

4.2 SP sélectionne la fonction "émetteur-seulement" qui déclenche la sortie en continu de données à partir du 8970A vers un dispositif enregistreur "récepteur seulement" tel qu'une imprimante HP-IB. Les fonctions 4.0 et 4.2 SP utilisent 43.N SP pour sélectionner le format des données de sortie. Aucune des fonctions

ASCII	Binaire	Octal	Décimal	Hexa-décimal
NUL	00 000 000	000	0	00
SOH	00 000 001	001	1	01
STX	00 000 010	002	2	02
ETX	00 000 011	003	3	03
EOT	00 000 100	004	4	04
ENQ	00 000 101	005	5	05
ACK	00 000 110	006	6	06
BEL	00 000 111	007	7	07
BS	00 001 000	010	8	08
HT	00 001 001	011	9	09
LF	00 001 010	012	10	0A
VT	00 001 011	013	11	0B
FF	00 001 100	014	12	0C
CR	00 001 101	015	13	0D
SO	00 001 110	016	14	0E
SI	00 001 111	017	15	0F
DL	00 010 000	020	16	10
DC1	00 010 001	021	17	11
DC2	00 010 010	022	18	12
DC3	00 010 011	023	19	13
DC4	00 010 100	024	20	14
NAK	00 010 101	025	21	15
SYN	00 010 110	026	22	16
ETB	00 010 111	027	23	17
CAN	00 011 000	030	24	18
EM	00 011 001	031	25	19
SUB	00 011 010	032	26	1A
ESC	00 011 011	033	27	1B
FS	00 011 100	034	28	1C
GS	00 011 101	035	29	1D
RS	00 011 110	036	30	1E
US	00 011 111	037	31	1F
SP	00 100 000	040	32	20
!	00 100 001	041	33	21
"	00 100 010	042	34	22
#	00 100 011	043	35	23
\$	00 100 100	044	36	24
%	00 100 101	045	37	25
&	00 100 110	046	38	26
'	00 100 111	047	39	27
(	00 101 000	050	40	28
)	00 101 001	051	41	29
*	00 101 010	052	42	2A
+	00 101 011	053	43	2B
,	00 101 100	054	44	2C
-	00 101 101	055	45	2D
.	00 101 110	056	46	2E
/	00 101 111	057	47	2F
0	00 110 000	060	48	30
1	00 110 001	061	49	31
2	00 110 010	062	50	32
3	00 110 011	063	51	33
4	00 110 100	064	52	34
5	00 110 101	065	53	35
6	00 110 110	066	54	36
7	00 110 111	067	55	37
8	00 111 000	070	56	38
9	00 111 001	071	57	39
:	00 111 010	072	58	3A
;	00 111 011	073	59	3B
<	00 111 100	074	60	3C
=	00 111 101	075	61	3D
>	00 111 110	076	62	3E
?	00 111 111	077	63	3F

ASCII	Binaire	Octal	Décimal	Hexa-décimal
@	01 000 000	100	64	40
A	01 000 001	101	65	41
B	01 000 010	102	66	42
C	01 000 011	103	67	43
D	01 000 100	104	68	44
E	01 000 101	105	69	45
F	01 000 110	106	70	46
G	01 000 111	107	71	47
H	01 001 000	110	72	48
I	01 001 001	111	73	49
J	01 001 010	112	74	4A
K	01 001 011	113	75	4B
L	01 001 100	114	76	4C
M	01 001 101	115	77	4D
N	01 001 110	116	78	4E
O	01 001 111	117	79	4F
P	01 010 000	120	80	50
Q	01 010 001	121	81	51
R	01 010 010	122	82	52
S	01 010 011	123	83	53
T	01 010 100	124	84	54
U	01 010 101	125	85	55
V	01 010 110	126	86	56
W	01 010 111	127	87	57
X	01 011 000	130	88	58
Y	01 011 001	131	89	59
Z	01 011 010	132	90	5A
[	01 011 011	133	91	5B
\	01 011 100	134	92	5C
]	01 011 101	135	93	5D
^	01 011 110	136	94	5E
_	01 011 111	137	95	5F
`	01 100 000	140	96	60
a	01 100 001	141	97	61
b	01 100 010	142	98	62
c	01 100 011	143	99	63
d	01 100 100	144	100	64
e	01 100 101	145	101	65
f	01 100 110	146	102	66
g	01 100 111	147	103	67
h	01 101 000	150	104	68
i	01 101 001	151	105	69
j	01 101 010	152	106	6A
k	01 101 011	153	107	6B
l	01 101 100	154	108	6C
m	01 101 101	155	109	6D
n	01 101 110	156	110	6E
o	01 101 111	157	111	6F
p	01 110 000	160	112	70
q	01 110 001	161	113	71
r	01 110 010	162	114	72
s	01 110 011	163	115	73
t	01 110 100	164	116	74
u	01 110 101	165	117	75
v	01 110 110	166	118	76
w	01 110 111	167	119	77
x	01 111 000	170	120	78
y	01 111 001	171	121	79
z	01 111 010	172	122	7A
{	01 111 011	173	123	7B
	01 111 100	174	124	7C
}	01 111 101	175	125	7D
~	01 111 110	176	126	7E
DEL	01 111 111	177	127	7F

Tableau V-3 : Table de conversion d'ASCII en décimal

4.N n'est disponible via le HP-IB. 4.1 et 4.2 SP provoquent l'allumage du voyant TALK. Une seule de ces fonctions (4.1 ou 4.2 SP) peut être utilisée à la fois.

Tableau V-3. Table de conversion d'ASCII en décimal

Tableau V-3

Noter qu'il n'est pas possible d'utiliser un contrôleur externe lorsque le 8970A fonctionne lui-même en contrôleur. Le 8970A ne peut alors ni passer ni accepter le contrôle via le HP-IB.

Adresses (40.N SP). 40.0 SP affiche et permet l'introduction de l'adresse HP-IB du 8970A sous forme décimale. L'adresse initialement réglée à l'usine est 8. Elle ne peut être modifiée qu'à partir du panneau avant mais ne peut être réglée via le HP-IB. 40.1 affiche et permet l'introduction de l'adresse HP-IB de l'OL externe à commander. Cette adresse est initialement fixée à l'usine à 19. La fonction 40.1 est disponible via le HP-IB. Ni 40.0 ni 40.1 SP ne sont affectées par PRESET, 0 SP ou LINE.

Programmes pour OL externe (41.N et 42.N SP)

41.0 SP sélectionne un programme pré-défini pour le volubateur 8350A. Ce programme peut être modifié en utilisant 42.N SP. 41.2 sélectionne le programme pré-défini pour le 8672A et ce programme peut également être modifié par 42.N SP. 42.0 SP affiche et permet l'introduction de dix caractères auxiliaires à envoyer à l'OL externe. Ce sont les représentations décimales de caractères ASCII qui sont envoyés chaque fois qu'une nouvelle fréquence est émise. Ils sont essentiellement utiles dans la commande du niveau de sortie et la suppression de toute modulation de l'OL externe. L'entrée est réalisée comme une entrée d'ENR : un nombre quelconque peut être modifié en appuyant sur les touches numériques appropriées puis sur ENTER. Si l'on ne veut pas de modification, appuyer

simplement sur ENTER afin d'afficher le nombre suivant. La table V-3 permet la conversion nombres décimaux/ASCII. La table V-4 récapitule les données d'un programme.

Il n'y a pas de commandes auxiliaires pré-programmées pour le 8350A car son châssis de base n'interprète pas correctement les commandes de niveau de sortie quand on utilise certains modules enfichables du 8620 pouvant servir sur le 8350A. Les représentations décimales^{appropriées} des caractères ASCII doivent être introduites par l'utilisateur en fonction de sa configuration de 8350A. Lors de l'introduction du programme convenable, ce dernier est stocké dans une mémoire rémanente. Les commandes auxiliaires du 8672A sont définies dans le tableau V-4.

Si l'on veut un programme autre que 41 ou 41.2 SP, choisir l'un de ces deux programmes pour servir de point de départ connu. Ensuite, le modifier à la demande. Tous les éléments de programme (42 à 42.4 SP) seront conservés. Ce nouveau programme n'est pas perdu en cas de coupure de la tension, de 0 SP ou de PRESET, mais il est remis à l'état initial^{par défaut} chaque fois que l'on appuie sur 41 ou 41.2 SP. Les commandes auxiliaires seules (42 SP) peuvent être sauvegardées dans un emplacement de mémoire (au moyen de STORE) et rappelées (en utilisant RECALL). Elles ne peuvent alors être affectées par 41 ou 41.2 SP.

NOTE

Le nouveau générateur de signaux synthétisés, de 2 à 26 GHz, 8673A, a été prévu pour le 8370A et l'on peut sélectionner un programme convenable en utilisant 41.3 SP. Pour plus de détails, consulter le manuel d'utilisation et d'entretien du 8673A. Le synthétiseur d'hyperfréquences 8671A accepte le programme pour 8672A contenu dans 41.2 SP.

42.1 SP affiche et permet l'introduction des deux caractères du préfixe et du suffixe utilisés pour l'envoi de fréquences à l'OL externe (voir le tableau V-4). A chaque changement de fréquence, les cinq chiffres représentant la fréquence suivent les deux premiers caractères. Ils expriment toujours des MHz. Par exemple, pour le 8350A, les représentations décimales de CW (onde entretenue) et MZ (mégaHertz) sont émises comme préfixe et suffixe, respectivement. Ce sont :

67, 87, 77 et 90. Pour le 8672A, on n'envoie pas à l'OL les codes 0 et 255. Le zéro est ignoré et 255 demande au 8970A "d'émettre des zéros en tête". Normalement, on n'envoie pas de "zéro en tête" sur l'OL, mais le 8672A en a besoin.

42.2 SP affiche et permet l'introduction du temps de stabilisation nécessaire à l'OL externe, en millisecondes. C'est le temps d'attente du 8970A après changement de fréquence de l'OL externe, avant déclenchement de la mesure. Lors d'une vobulation avec AUTO, le temps d'attente du 8970A est égal à deux fois le temps de stabilisation afin de permettre le retour de la fréquence d'arrêt du balayage à la fréquence de départ du balayage.

42.3 SP et 42.4 SP affichent et permettent l'introduction des fréquences minimale et maximale de l'OL externe autorisées pendant une opération de contrôleur (4.1 SP). Si une tentative d'introduction d'une fréquence OL hors gamme est faite alors que le 8970A est en mode contrôleur, le message d'erreur E32 est affiché.

Modification de la puissance de sortie de l'OL

Pour porter à + 10 dBm la puissance de sortie du 8672A à partir de la valeur pré-programmée de + 7 dBm, par exemple, appuyer sur 41.2 SP ENTER ENTER 51 ENTER. Cela fait passer la valeur décimale préprogrammée du quatrième caractère de 54 à 51, ce qui règle le vernier de niveau de sortie du 8672A à 0 dB. Le détail du programme est donné dans le tableau V-4 et la structure globale des commandes est décrite dans le manuel d'utilisation et d'entretien du 8672A. Une manière commode de se rappeler la méthode de fixation du niveau de sortie souhaité pour le 8672A consiste à soustraire la puissance de sortie souhaitée, en dBm, de 61 et d'introduire ce nombre décimal pour le réglage du vernier de niveau de sortie. Dans l'exemple présent, $61 - 10 = 51$; c'est le nombre utilisé. Ce calcul convient (le 8970A envoie le message approprié au 8672A) pour des niveaux de puissance compris entre 0 dBm et + 13 dBm. Cependant, le 8672A peut ne pas fournir les niveaux de puissance les plus élevés ; la spécification de niveau de puissance de sortie maximal du 8672A est de 3 dBm (8 dBm avec l'option 008). Mais les 8672A courants, donnent plusieurs dB de plus que la valeur spécifiée.

Sélection de sortie (43.N SP). 43.0 et 43.1 SP sélectionnent le format de sortie lorsque le 8970A doit émettre des données. On les utilise également avec 4.2 SP (fonction "émetteur seulement"). Dans le cas où 4.2 SP est utilisé, une impri-

manche "récepteur seulement" fournit une ligne de sortie pour chaque mesure du 8970A. Cependant, le 8970A ne peut émettre de données dans le mode "émetteur seulement" et agir comme contrôleur dans le même temps. 43.0 SP n'envoie les valeurs que sur l'afficheur de droite (données de bruit). Ce sont typiquement des valeurs de facteur de bruit ou des unités équivalentes de bruit telles que T_e en degrés absolus ou K (voir 10.N SP). Toutefois, d'autres données peuvent être affichées et émises.

43.1 émet les données affichées dans les trois fenêtres, dans l'ordre, de gauche à droite. Normalement, ce sont la fréquence, le gain et les valeurs de facteurs de bruit, mais il peut s'agir d'autres données : le 8970A émet ce qui est affiché.

Tableau V-4. Récapitulation des programmes d'OL

Contenu		OL	8350 (41.0 SP)		8672A (41.2 SP) (sortie 7dBm)*			
			Description	Code ASCII	Valeur décimale	Description	Code ASCII	Valeur décimale
42.0 SP	Commandes auxiliaires (10 caractères)		Pas de programme			Régler l'att. de gamme de niveaux de sortie à 0 dB	K	75
					0		0	48
					0	Régler vernier niveau de sortie à - 3 dB*	L	76
					0		6	54
					0	Mettre modulation d'amplitude hors fonction	M	77
					0		0	48
					0	Mettre modulation de fréquence hors fonction	N	78
					0		7	55
					0	Computer commande de niveau sur plage interne **	O	79
					0	10 dBm	3	51
42.1 SP	Préfixe (2 caractères)		Fréquence CW (onde entretenue)	C	67	Chiffre le plus significatif 10 MHz	P	80
				W	87	Envoyer zéros en tête (utilisé par 8672A seulement)		255
			3 chiffres de valeur de fréquence en MHz sont envoyés entre préfixe et suffixe ***					
	Suffixe (2 caractères)		Mégahertz	M	77	Fréquence exécution	Z	90
				Z	90	Variable fictive	0	48
42.2 SP			Temps d'attente	Entrée			Entrée	
				60 (ms)		Temps d'attente	20 (ms)	
42.3 SP			Fréquence mini.	2000 (MHz)		Fréquence mini.	2000 (MHz)	
42.4 SP			Fréquence maxi.	18000 (MHz)		Fréquence maxi.	18000 (MHz)	

* Pour obtenir d'autres niveaux entre zéro et environ + 10 dBm. fixer l'entrée du vernier de niveau de sortie (54 pour + 7 dBm) à 61 moins le niveau voulu. Par exemple +10 dBm correspond à 51 - 10 = 51.

** Pour le contrôle automatique de niveau + 10dBm, la plage des niveaux de sortie doit être à 0 dBm.

*** Les commandes auxiliaires sont effectivement émises après les caractères du suffixe (PRESET ne peut servir de commande auxiliaire pour le 8350A).

Pour procéder à des mesures en utilisant le 8970A comme contrôleur, les conditions minimales suivantes doivent être remplies :

1. un câble HP-IB doit relier le 8970A et l'OL externe ;
2. la commande de l'OL externe doit être sélectionnée (4.1 SP) ;
3. l'adresse de l'OL externe doit être correcte (40.1 SP) ; et
4. un programme d'OL externe doit être déterminé (41.0 ou 41.2 SP ou bien un programme spécialement créé).

Les trois fonctions spéciales choisies peuvent être introduites dans un ordre quelconque, après quoi elles ne peuvent être modifiées en utilisant PRESET, 0 SP, ou en mettant le 8970A hors tension (poussoir LINE). Les commandes stockées en utilisant 42.N SP sont aussi mémorisées dans une mémoire rémanente et restent présentes jusqu'à ce qu'on les modifie.

Données de la source de bruit (5.N SP)

Ces fonctions spéciales sélectionnent et affichent les valeurs d'ENR, de T_h , etc... utilisées par le 8970A et sont associées au bouton ENR du panneau avant. 5.0 SP est la fonction par défaut et utilise la table ENR d'étalonnage introduite au moyen du bouton ENR précité. En appuyant sur ENR, on sélectionne également l'utilisation de la table d'ENR dans la mesure. Seules des valeurs d'ENR en dB peuvent être mémorisées dans cette table.

5.1 SP sélectionne l'utilisation d'une seule valeur ou valeur "discrète" d'ENR. L'entrée d'une seule valeur est réalisée par 5.3 ou 5.4 SP (précisées ci-après). Une telle entrée est commode si l'on utilise une source de bruit différente aux fins de comparaison à une fréquence unique. 5.2 SP affiche la valeur d'ENR utilisée par le 8970A à la fréquence actuelle de mesure (avec interpolation, si nécessaire). 5.3 SP affiche et permet l'introduction d'une valeur "discrète" d'ENR en dB et exécute également la fonction 5.1 SP (ENR discret). 5.4 SP affiche et permet l'introduction d'une seule valeur (discrète) de T_h en unités de température spécifiées par 11.N SP (définie plus loin). Ceci met également le 8970A dans les conditions de 5.1 SP. 5.5 SP affiche et permet l'introduction du numéro de série ou d'un autre identificateur de la source de bruit (jusqu'à 5 chiffres) pour laquelle les données d'étalonnage ont été mémorisées.

T_{froide} (6.0 SP)

6.0 SP affiche et permet l'introduction de T_{froide} (T_c) dans les unités définies au paragraphe traitant de 11.N SP. Un seul nombre est utilisé pour toutes les fréquences. PRESET fixe T_c à 296,5 K (soit 23,3°C). Lorsqu'on utilise STORE, la valeur active (actuelle) de T_c est mémorisée.

Unités de température (11.N SP)

Ces unités sont utilisées avec les fonctions 5.4, 6.0 et 34.3 SP. Ce ne sont pas des suffixes et, une fois choisies, elles restent en vigueur jusqu'à ce qu'elles soient modifiées ou jusqu'à ce qu'une pression soit exercée sur PRESET ou 0 SP. Elles ne sont pas sauvegardées dans les registres STORE/RECALL (Sauvegarde/Rappel). 11.0 SP sélectionne les unités en kelvins, K, pour les entrées de T_h et T_c. Ceci est l'état correspondant à PRESET et 0 SP. 11.1 SP sélectionne les degrés Celsius et 11.2 SP les degrés Fahrenheit. Pour introduire une valeur de 80 degrés F, par exemple, appuyer sur les touches 11.2 SP 6 SP 80 ENTER. Les formules sont les suivantes :

$$K = C + 273,15$$

$$F = (9/5)C + 32$$

Mesure de la densité de puissance de bruit (9.N SP)

Ces fonctions spéciales effectuent la mesure de la densité de puissance de bruit en dB par rapport à - 174 dBm/Hz avec la source de bruit en service et hors service, soit approchée, soit étalonnée. - 174 dBm est le bruit thermique délivré par une résistance à 290 K avec une bande passante de 1 Hz. 9.1 SP mesure la puissance de bruit à l'entrée du 8970A, la source de bruit étant hors fonction. Cette mesure effectue la correction d'une valeur typique de la température effective de bruit et du gain du 8970A, de sorte que l'étalonnage n'est pas utile. 9.2 SP mesure la puissance de bruit comme dans le mode 9.1, mais avec la source de bruit excitée. 9.3 SP mesure la puissance de bruit sur le 8970A avec la source de bruit hors fonction mais requiert un étalonnage préliminaire (utiliser CALIBRATE de la manière habituelle). Cette mesure assure la correction de la valeur mesurée de la température effective de bruit à l'entrée du 8970A. 9.4 SP mesure la puissance de bruit comme dans le cas de 9.3 SP sauf que la

source de bruit est excitée. Ces mesures peuvent être utilisées pour effectuer des mesures de densité de puissance absolue ou simplement pour s'assurer qu'un système de mesure fonctionne comme prévu à travers les câbles, adaptateurs, connecteurs, etc... Pour revenir aux opérations normales de mesure à partir d'une fonction spéciale de mesure quelconque, appuyer sur NOISE FIGURE, NOISE FIGURE AND GAIN ou 10.N SP.

Affichage des mesures du 8970A

Les fonctions spéciales suivantes concernent la présentation des données sur oscilloscope et sur enregistreur ainsi que les unités de facteur de bruit, la résolution et le lissage. Un jeu de fonctions 7.N et 20 à 24 SP permet de choisir parmi différents modes d'affichage en utilisant les jacks de sortie analogique sur le panneau arrière du 8970A, référencés SCOPE/RECORDER. On ne peut utiliser qu'une seule de ces fonctions à la fois. Dans les modes oscilloscope et enregistreur, tout ce qui est affiché dans la fenêtre de droite est visualisé ou tracé. Ceci comprend, par exemple, la mesure de puissance (9.N SP). Le facteur de bruit est tracé dans les unités choisies par 10.N SP et le gain est tracé en dB.

Oscilloscope (7.N SP). La sortie Y sur le panneau arrière est utilisée en temps partagé, sur la base d'un balayage alterné, pour le bruit et le gain mesurés par le 8970A. Le signal de sortie X du panneau arrière est proportionnel au balayage de fréquence entre la fréquence de départ et la fréquence d'arrêt. La sortie Z délivre un signal d'effacement du retour de trace de l'oscilloscope. Les signaux de bruit, de gain et de fréquence sont convertis, à partir des données numériques stockées, en tensions analogiques de 0 à 6 volts. Les données visualisées sur l'oscilloscope sont rafraîchies à une cadence supérieure à 250 Hz. 7 SP sélectionne l'affichage du facteur de bruit et du gain (fenêtres de droite et du centre). Si le bruit seul est mesuré, il est affiché seul en unités déterminées par 10.N SP. La trace du gain est moins intense que la trace du facteur de bruit et son intensité peut être réglée en agissant sur GAIN TRACE situé sur le panneau arrière du 8970A. 7 SP est la configuration de PRESET et de 0 SP.

7.1 SP sélectionne un oscillogramme de test destiné au réglage des commandes de position et de gain de l'oscilloscope. Une fois réglé pour occuper complètement le graticule, tous les réglages des limites supérieure et inférieure de visualisation sont effectués à partir du panneau avant du 8970A en utilisant 8.N SP.

Etant donné les possibilités de dérive de l'oscilloscope, il est recommandé de procéder à l'affichage de l'oscillogramme et à retoucher les réglages de l'oscilloscope de temps en temps.

7.2 SP sélectionne la visualisation du "facteur de bruit seulement". Seule la valeur du facteur de bruit est visualisée sur l'oscilloscope même si le facteur de bruit et le gain sont mesurés simultanément.

7.3 SP sélectionne la visualisation du "gain seulement" sur l'écran de l'oscilloscope. Si aucune mesure de gain n'est en cours, une ligne horizontale apparaît au bas de l'écran.

Enregistreur X-Y (20 à 23 SP). Les fonctions spéciales ci-après règlent l'enregistreur analogique X-Y sur le 8970A et affichent les résultats des mesures. La sortie Y sur le panneau arrière est utilisée à la fois pour le facteur de bruit et le gain ; le signal de sortie de l'axe X sur le panneau arrière est proportionnel à la fréquence entre la fréquence de départ et la fréquence d'arrêt ; enfin, la sortie Z délivre un signal de relevage de plume. 20 SP délivre 0 volt sur les deux axes et assure le relevage de plume. Ceci positionne l'enregistreur X-Y en bas et à gauche de sorte que les commandes du zéro (ou de position) peuvent être réglées. 21 SP applique + 6 volts sur les deux axes avec plume haute. Ceci positionne l'enregistreur en haut et à droite et permet le réglage des commandes de gain. 22 SP sélectionne le mode "facteur de bruit seulement". Quand on appuie sur AUTO ou SINGLE, le bruit est tracé. Quel que soit le signal indiqué par l'afficheur de droite, il est tracé en fonction de la fréquence sur l'enregistreur X-Y. 23 SP sélectionne le mode "gain seulement" avec le gain exprimé en dB. S'il n'y a pas mesure du gain, un trait horizontal est tracé en bas de page. Dans les deux modes de tracé ci-dessus, un balayage inverse n'est pas possible. Le chapitre II donne un exemple d'utilisation d'un enregistreur X-Y sous le titre "Mesure sur amplificateur micro-ondes avec OL vobulé".

Enregistreur à bande (24 SP). Ce mode est pratiqué pour le tracé du facteur de bruit ou du gain en fonction du temps. On peut aussi utiliser ce signal de sortie, par exemple, pour exciter un grand instrument de mesure pour l'accord précis d'amplificateurs ou pour tracer le facteur de bruit en fonction du courant de polarisation. 24 SP sélectionne le mode enregistreur. La borne X sur le panneau arrière délivre une tension proportionnelle à la valeur affichée du facteur

de bruit. La borne Y du panneau arrière délivre une tension proportionnelle au gain en dB et la borne Z du panneau arrière une tension de + 6 volts pour le relevage de plume ou l'effacement lors du retour de trace. 20 et 21 SP peuvent aussi être utilisés pour régler les commandes de position et de gain (vernier) de l'enregistreur.

Limites d'affichage (8.N SP). Les fonctions spéciales suivantes s'appliquent aux modes de visualisation par oscilloscope comme par enregistreur. Une fois que l'oscilloscope ou l'enregistreur ont été réglés sur le 8970A, ces fonctions spéciales affichent et permettent l'introduction des limites inférieure et supérieure des résultats des mesures envoyées sur les dispositifs d'affichage externes sous forme de tensions analogiques 0 V et 6 V, respectivement. 8.1 SP affiche et permet l'introduction de la limite inférieure de facteur de bruit et 8.2 SP affiche et permet l'introduction de la limite supérieure pour ce même facteur. Le type d'unité (F, Y, etc...) pour ces deux fonctions spéciales est introduit en utilisant 10.N SP (voir paragraphe suivant). Si l'on introduit un nouveau type d'unité, le nombre fixant la limite d'échelle reste inchangé. Par exemple, la valeur par défaut de 8.2 SP est 8. Si l'on modifie les unités pour l'affichage de la température effective de bruit à l'entrée (T_e en kelvins), la limite supérieure devient 8 K. 8.3 SP affiche et permet l'introduction de la limite inférieure du gain en dB. 8.4 SP affiche et permet l'introduction de la limite supérieure du gain en dB. Les valeurs par défaut sont 0 et 8 pour le facteur de bruit et 0 et 40 pour le gain, respectivement. Quelles que soient les valeurs en cours d'utilisation, elles sont également stockées en mémoire rémanente et ne sont pas affectées par 0 SP. PRESET ramène aux valeurs par défaut. Chaque fois que l'on appuie sur la touche STORE, ces valeurs sont mémorisées.

Unités d'affichage (10.N SP). Les fonctions spéciales de la forme 10.N SP ont pour but de sélectionner le mode d'affichage des performances de bruit dans la fenêtre de droite et de faire apparaître l'indicateur lumineux approprié. Le facteur de bruit sélectionné par 10 SP est affiché en dB. La valeur maximale est égale à 32 dB. Des valeurs de mesure plus élevées provoquent l'apparition de deux traits dans l'afficheur de droite. L'accroissement du lissage peut rendre possible un affichage stable étant donné que les deux traits n'apparaissent que lorsque la valeur lissée est supérieure à 32 dB. PRESET et 0 SP sélectionnent 10 SP. 10.1 SP sélectionne le facteur de bruit affiché sous forme d'un rapport

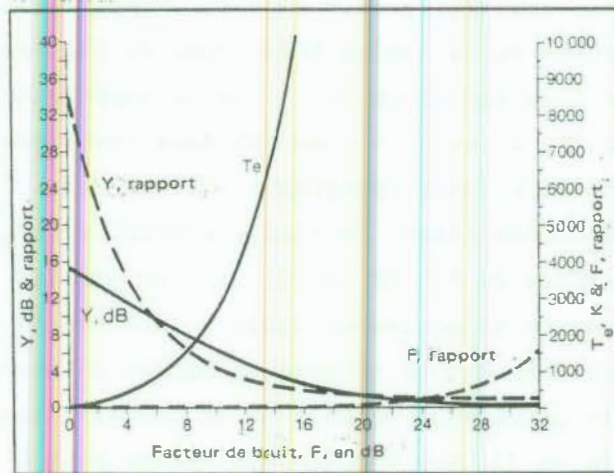


Figure V-2 : Comparaison des unités de bruit

pouvant atteindre 9999 au maximum. 10.2 SP sélectionne un facteur Y pour affichage en dB. 10.3 SP sélectionne aussi un facteur Y pour affichage sous forme de rapport. La valeur du facteur Y n'est jamais corrigée. C'est le rapport des deux puissances de bruit correspondant à la source de bruit sous tension et hors tension ; la correction de la contribution au bruit du second étage est sans objet.

10.4 SP sélectionne T_e pour affichage en kelvins. La valeur maximale est 9999 K ce qui correspond à un facteur de bruit de 15,5 dB. La figure V-2 illustre les relations existant entre plusieurs unités de remplacement et le facteur de bruit en dB : le facteur Y, qui est un rapport et est exprimé en dB ; la température effective de bruit T_e et le facteur de bruit qui est un rapport. Dans ce graphique particulier, on a pris $T_c = 290$ K et, pour valeur d'ENR : 15,2 dB.

Figure V-2

Résolution des données affichées (12.N SP). Ces fonctions spéciales permettent une réduction de la résolution dans l'afficheur de facteur de bruit et dans celui du gain. Elles peuvent être très utiles dans une application de tests en production, là où une résolution moins élevée peut faciliter les réglages, les mesures ou l'enregistrement des données par le personnel de production. 12.0 SP sélectionne la résolution maximale pour les deux afficheurs : facteur de bruit et de gain. 12.1 SP sélectionne une résolution moindre pour l'afficheur du facteur de bruit. La résolution de F en dB devient 0,1 dB au lieu de 0,01 dB. La résolution maximale de F sous forme de rapport devient 0,01 au lieu de 0,001. La résolution de Y en dB passe de 0,01 dB à 0,1 dB et la résolution maximale de Y sous forme de rapport passe de 0,001 à 0,01. La résolution maximale de T_e devient 1 kelvin au lieu de 0,1 kelvin. 12.2 SP sélectionne une résolution moins grande pour l'affichage du gain ; la résolution maximale pour le gain passe à 0,1 dB au lieu de 0,01 dB.

NOTE

La résolution pour les données émises par la 3970A sur le HP-IB est toujours supérieure de un chiffre à celle des données affichées.

Lissage (13.2 SP)

Les touches DECREASE et INCREASE sur le panneau avant réduisent ou accroissent le lissage ou le calcul des moyennes. Dans le chapitre II, sous le titre "Mesure sur amplificateur micro-ondes avec OL vobulé", on décrit un exemple d'utilisation du lissage. La bande passante de 4 MHz du 8970A et le rythme de mesure ont été choisis afin de permettre une gigue d'environ 0,1 dB crête à crête dans la mesure et l'affichage de faibles facteurs de bruit sans lissage supplémentaire. Pour certaines mesures, il faut un affichage plus stable. Ceci est obtenu en augmentant le facteur de lissage ou de calcul des moyennes jusqu'à ce qu'un affichage stable s'ensuive. Le lissage peut être utilisé à la fois pour l'étalonnage et la mesure et peut être modifié pendant le balayage lorsque la mesure est en cours. Cependant, une fois choisi pour utilisation avec CALIBRA E, le facteur de lissage ne peut plus être modifié tant que l'étalonnage n'est pas terminé. 13 SP sélectionne le lissage exponentiel pour des fréquences fixes. Le lissage arithmétique (calcul de la moyenne numérique) est toujours utilisé pendant la vobulation et l'étalonnage. C'est aussi le mode déterminé par PRESET et 0 SP.

Pendant le lissage exponentiel à fréquence fixe, l'affichage est réactualisé 5 fois par seconde environ pour tous les facteurs de lissage. 13.1 SP sélectionne le lissage arithmétique lorsque la fréquence est fixe. Dans ce mode de lissage, le nombre de mesures effectuées est celui qu'indique le facteur de lissage ; leur moyenne est calculée avant affichage du résultat. C'est pourquoi l'affichage est toujours réactualisé au bout de n mesures, n étant le facteur de lissage. Avec un facteur de lissage de 1, on obtient de 3 à 5 réactualisations des mesures par seconde. A l'autre extrémité, pour une moyenne numérique avec $n = 512$, l'intervalle de temps entre deux réactualisations est normalement compris entre 50 secondes et 1 minute. 13.2 SP affiche et permet l'introduction du facteur de lissage. Si la valeur introduite n'est pas une puissance de 2, elle est ajustée à la puissance de 2 inférieure la plus proche et affichée au moment de l'entrée. PRESET fixe n à 1 ; 0 SP n'a pas d'effet sur n .

Mesures manuelles (Tfroide/Tchaude) - (14.N et 15.N SP)

Ces fonctions spéciales sont principalement utilisées pour effectuer des mesures avec une source de bruit froide ou excitée. Ce type de mesure est plus difficile

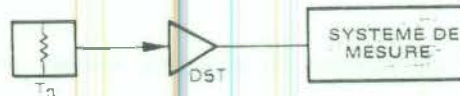
et moins rapide que les mesures effectuées au moyen du 8970A utilisant une source de bruit 346B. Cependant, dans certaines conditions, cette méthode est plus précise. Les paragraphes ci-après donnent un aperçu de certaines précautions à observer et indiquent une procédure pas à pas pour la réalisation des mesures. Plusieurs opérations sont nécessaires pour faire une mesure à chaque point de fréquence.

Ce mode de mesure est semblable au mode de mesure avec utilisation d'une source de bruit 346B, sauf qu'il faut connecter physiquement une source chaude et une source froide pour chaque mesure de puissance de bruit. Les difficultés d'utilisation de l'azote liquide (pour la source froide) et des corrections dues aux gradients de température, à la condensation, etc... peuvent introduire des erreurs si les mesures ne sont pas effectuées avec le plus grand soin. On peut utiliser le 346B à la place de la source chaude/froide dans l'exemple suivant ; l'une des fonctions 14.N appropriée provoque automatiquement, dans ce cas, sa mise en service et hors service. Par exemple, 14.2 et 14.4 SP déclenchent l'excitation du 346B pour obtenir T_n . Quatre faits importants doivent être notés dans le cas où la mesure manuelle (chaude/froide) est retenue :

1. Il faut introduire une mesure stable dans la mémoire du 8970A avant de pouvoir modifier les connexions physiques. On procède au stockage de la mesure en exécutant la fonction spéciale suivante (NEXT) de la séquence avant d'effectuer la modification.
2. Le DST doit d'abord être branché au système de mesure puis les atténuateurs d'entrée HF doivent être réglés par le 8970A. Ces atténuateurs doivent ensuite être maintenus dans le même état pendant toute la durée de la mesure manuelle en utilisant 62 SP.
3. Le réglage automatique de gamme des atténuateurs FI doit être validé entre l'étalonnage et la mesure, en utilisant 70 SP.
4. Les atténuateurs FI doivent être maintenus dans le même état pendant les deux lectures d'étalonnage (source de bruit en service et hors service) ainsi que pendant les deux lectures de mesure (source de bruit en service et hors service) ; utiliser 72 SP à cette fin.

Les étapes d'une mesure typique sont les suivantes :

1. Appuyer sur PRESET pour remettre le 8970A dans une configuration connue.
2. Déterminer et conserver en l'état les atténuateurs HF.
 - a. Introduire les mode, bande(s) latérale(s), fréquence OL, T_h , T_c , etc... pour la mesure à effectuer.
 - b. Brancher la source chaude, T_h , à l'entrée du DST et la sortie du DST au système de mesure.



- c. Appuyer sur 14.2 SP pour obtenir la puissance de bruit avec la source à T_h .
 - d. Appuyer sur 62 SP afin de maintenir les atténuateurs HF en l'état durant tout le temps de la mesure.
3. Etalonnage
 - a. Débrancher le DST et brancher la source chaude, T_h , au système de mesure.



- b. Appuyer sur 14.4 SP pour étalonner avec la source de bruit à T_h .
 - c. Appuyer sur 72 SP pour maintenir les atténuateurs FI dans le même état.
 - d. Appuyer sur 14.3 SP pour stocker l'étalonnage de T_h et sélectionner l'étalonnage de T_c .
 - e. Brancher T_c au système de mesure.



- f. Appuyer sur 14.2 SP pour stocker la valeur d'étalonnage de T_c et sélectionner la mesure de T_h .
4. Mesure

- a. Brancher T_h au DST et le DST au système de mesure.



- b. Appuyer sur 70 SP pour permettre le réglage automatique de gamme des atténuateurs FI.
 - c. Appuyer sur 72 SP pour que les atténuateurs FI restent fixés à leur nouvelle valeur.
 - d. Appuyer sur 14.1 SP pour stocker la mesure T_h et sélectionner la mesure T_c .
 - e. Débrancher T_h du DST et brancher T_c au DST comme indiqué ci-dessous.



5. Calcul et affichage

a. Frapper 15.1 SP pour calculer et afficher le facteur de bruit du DST (sauf si l'on est toujours en 15.1 SP depuis un DST précédent). Ceci allume le voyant de la touche SPECIAL FUNCTION. La mesure continue pour la dernière fonction spéciale 14.N commandée avant d'appuyer sur 15.1 SP (dans le cas présent 14.1 SP). Cette dernière mesure est utilisée pour effectuer les calculs de réactualisation de l'affichage.

b. Appuyer sur 10.N SP (si on le désire) pour changer d'unités d'affichage.

6. Mesure d'un autre DST ou d'une autre fréquence ?

a. Dans le cas d'un autre DST, appuyer sur 14.2 SP et répéter les opérations 4 et 5 ci-dessus. Les données d'étalonnage restent stockées, de sorte qu'il n'est pas nécessaire de recommencer l'étalonnage.

b. Dans le cas d'une autre fréquence, recommencer la procédure en appuyant sur PRESET.

c. Si aucun des deux cas ne se présente, le retour à l'affichage normal est obtenu en appuyant sur 15 SP et NOISE FIGURE ; il en est de même en appuyant sur 15 SP suivi de NOISE FIGURE AND GAIN ou de 10.N SP. 0 SP et PRESET donnent le même résultat.

Noter que dans toutes les conditions 14.N, le nombre affiché est proportionnel à la puissance en milliwatts au détecteur. Noter également qu'il est possible d'utiliser 10.N SP, NOISE FIGURE, NOISE FIGURE AND GAIN pour commander l'affichage pendant l'opération 15.1 SP.

Commande de déclenchement (30.N SP)

Ces fonctions spéciales sont utilisées pour sélectionner :

1. Le déclenchement non asservi pour mesures en continu (30 SP).
2. La suspension de déclenchement afin de maintenir la dernière valeur de mesure (30.1 SP).
3. L'exécution du déclenchement d'une seule mesure (30.2 SP).

30 SP sélectionne le déclenchement non asservi. C'est l'état déterminé par PRESET et 0 SP. 30.1 SP sélectionne l'état de suspension de déclenchement afin de maintenir la dernière valeur de mesure relevée dans l'afficheur. Ceci met fin aux mesures. Les données ainsi maintenues peuvent être transférées sur le HP-1B autant

de fois qu'on le veut. 30.2 exécute un déclenchement. Le 8970A effectue une mesure, délivre les données aux sorties du panneau avant et du panneau arrière (oscilloscope/enregistreur) et les tient disponibles pour le HP-IB. Si l'on a choisi un facteur de lissage, le 8970A procède au nombre de mesures déterminé par ce facteur avant d'afficher la valeur de mesure obtenue après lissage. Lorsqu'une mesure déclenchée est achevée, le 8970A revient aux conditions de déclenchement non asservi (30 SP) ou de déclenchement suspendu (30.1 SP) qui étaient les siennes avant exécution de 30.2 SP.

Etalonnages

Outre l'étalonnage effectué en vue de corriger la contribution au bruit du second étage, obtenu en appuyant sur la touche CALIBRATE du panneau avant, il existe trois types d'étalonnage supplémentaires effectués par le 8970A. Ce sont :

1. L'étalonnage de fréquence destiné à fixer la fréquence de référence du 8970A.
2. L'étalonnage du gain à l'entrée, pour la sélection des plages de l'atténuateur d'entrée et des plages de gain (3 d'entre elles) utilisées pendant l'opération déclenchée par CALIBRATE.
3. L'étalonnage de l'atténuateur FI, pour la mesure et la correction des variations intervenant dans les atténuateurs en fonction du temps et de la température.

Etalonnage de fréquence (31.N SP). Ce mode est utilisé pour accorder le premier OL (un oscillateur YIG) afin d'obtenir l'affichage correct de la fréquence de mesure. A la rubrique "FI 20 MHz" du chapitre IV on a décrit le détecteur d'étalonnage de fréquence. Cet étalonnage est toujours réalisé quand une pression est exercée sur l'une des touches suivantes : PRESET, CALIBRATE, 31.2 SP et LINE (à la mise sous tension). Pendant l'étalonnage de fréquence, quatre traits apparaissent dans l'afficheur de droite, 31.0 SP sélectionne le mode d'étalonnage automatique de fréquence. En plus des intervalles mentionnés plus haut, on notera qu'un étalonnage de fréquence est réalisé automatiquement 15 minutes après la mise sous tension, 30 minutes plus tard, 1 heures plus tard, puis toutes les deux heures. Cette condition est aussi déterminée par PRESET et 0 SP. 31.1 SP invalide le mode d'étalonnage automatique de fréquence. L'étalonnage de fréquence a toujours lieu lorsque les touches précitées sont abaissées, mais il n'y a pas

d'étalonnage automatique programmé. 31.1 SP peut être utilisé lorsqu'il n'est pas souhaitable qu'un étalonnage de fréquence intervienne lors d'une mesure automatique ou d'une opération d'enregistrement chronologique des données. 31.2 SP exécute immédiatement un étalonnage de fréquence et ramène aussitôt aux conditions déterminées soit par 31 SP soit par 31.1 SP (celles qui étaient en vigueur juste avant).

Etalonnage du gain à l'entrée (32.N SP). Cette fonction permet de choisir les réglages de gain et d'atténuation à l'entrée, utilisés lors des trois opérations effectuées quand on appuie sur CALIBRATE. On utilise d'autres réglages que ceux des valeurs par défaut, principalement pour l'étalonnage en vue de mesures avec gain externe important en amont du 8970A. 32.0 SP sélectionne les gains à l'entrée pour l'étalonnage de + 20, + 10 et 0 dB. Ce sont les réglages de gain maximal qui constituent les conditions de PRESET et de 0 SP. 32.1 SP sélectionne les gains d'entrée pour l'étalonnage de + 10, 0 et - 10 dB. 32.2 SP sélectionne les gains d'entrée pour 0, - 10 et - 20 dB. 32.3 SP sélectionne les gains à l'entrée de -10, -20 et - 30 dB. Si E22 apparaît sur l'afficheur pendant les mesures, il faut choisir un jeu de réglages différent.

Etalonnage d'atténuateur FI (33 SP). Cette fonction mesure les atténuateurs FI et stocke les valeurs effectives afin de compenser toute différence avec les valeurs nominales pendant les mesures. Ceci est nécessaire tous les six mois environ ou dans le cas où la température ambiante s'écarte de plus de 10°C environ de la dernière température d'étalonnage. La sortie d'excitation de la source de bruit étant reliée à l'entrée 28 V cc de la source de bruit et la sortie de celle-ci étant connectée à l'entrée du 8970A, procéder à l'étalonnage des atténuateurs FI en appuyant sur 33 SP. Cet étalonnage reste stocké dans une mémoire rémanente quand la tension est coupée. Il n'est pas effacé par PRESET ni par 0 SP. Si le code d'erreur E26 apparaît dans l'afficheur de droite, un étalonnage d'atténuateur FI est nécessaire.

Compensation des pertes (34.N SP)

La compensation des pertes permet au 8970A d'effectuer automatiquement les corrections rendues nécessaires par les pertes à l'entrée et à la sortie du DST, en tenant compte de la température de ces deux pertes. Ceci est important dans plusieurs cas tels que :

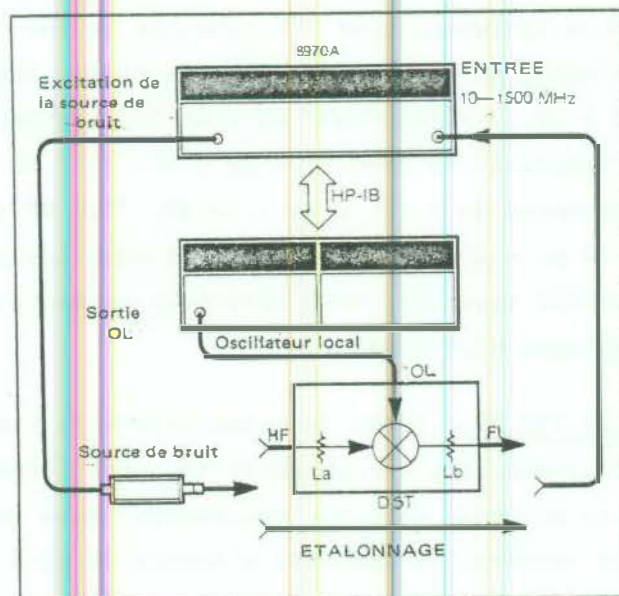


Figure V-3 : Configuration pour la compensation des pertes (L_a et L_b sont les pertes à l'entrée et à la sortie respectivement)

1. Amplificateurs avec entrée à guide d'ondes, quand un adaptateur guide d'ondes-coaxial est nécessaire.
2. Transistors, lorsque des dispositifs d'accord sont nécessaires à l'entrée et à la sortie.
3. Convertisseurs autres qu'à 50 ohms (tels que dispositifs d'accord et amplis TV), où des atténuateurs fixes^{ou} des transformateurs d'adaptation sont nécessaires.
4. Compensation d'atténuateurs fixes utilisés pour améliorer le ROS.
5. Modification de la mesure en double bande latérale destinée à obtenir des résultats sensiblement les mêmes qu'en BLU.

La compensation des pertes peut être effectuée manuellement en corrigeant la table d'ENR de la source de bruit suivant la perte à l'entrée (introduction dans le 8970A) et en intégrant la perte à la sortie au second étage. Cependant, la fonction "compensation des pertes" sur le 8970A, peut effectuer les corrections nécessaires automatiquement.

Ces fonctions spéciales permettent la sélection de la compensation des pertes à l'entrée et à la sortie, l'introduction de la valeur de la perte à l'entrée ou à la sortie, et la température de la perte (des deux pertes si les deux sont utilisées). La compensation des pertes est mise en oeuvre comme illustré par la figure V-3 et la mesure doit être préparée pour correspondre à cette figure. 34 SP met la compensation des pertes hors service. C'est le mode déterminé par PRESET et 0 SP. 34.1 SP met la compensation des pertes en service. Le 8970A corrige les pertes à l'entrée en amont du DST, les pertes à la sortie après le DST ou les deux. Lorsque 34.1 SP est choisi, il est nécessaire que la ou les pertes aient été introduites au moyen de 34.2 et 34.4 SP et la température des pertes par 34.3. 34.2 SP affiche et permet l'introduction de la valeur de la perte entre la source de bruit et le DST. Les valeurs sont exprimées en dB.

Figure V-3

PRESET les remet à zéro dB, mais 0 SP est sans effet. 34.3 SP affiche et permet l'introduction de la température de la (des) perte(s). Les unités sont celles mises en vigueur par introduction au moyen de 11.N SP. PRESET les ramène à 0 K

mais 0 SP est sans effet. 34.4 SP affiche et permet l'introduction de la perte entre le DST et le second étage (point de connexion pour l'étalonnage). Les valeurs sont en dB. PRESET ramène cette valeur à 0 dB mais 0 SP est sans effet.

Pour l'estimation de la perte des mélangeurs testés en mode à double bande latérale, l'introduction de - 3 dB de compensation de perte à la sortie à 0 K donne une approximation de la valeur de gain souhaitée, sans affecter le facteur de bruit. L'introduction de - 3 dB à 290 K pour compenser la perte à l'entrée donne le gain correct et une approximation du facteur de bruit du DST en BLU. Voir l'exemple traité sous le titre "Mesure sur mélangeur avec OL vobulé" au chapitre II.

Commande de séquence (35.N SP)

La touche SEQ du panneau avant explore pas à pas les réglages de ce panneau dans une séquence pré-sélectionnée, un pas étant exécuté à chaque pression de la touche. La fonction spéciale suivante permet d'introduire l'ordre des pas de séquence et de choisir le mode de mise en séquence automatique. 35.0 SP sélectionne le mode manuel d'utilisation de séquence. Le 8970A avance d'un pas dans la séquence définie, à chaque pression sur la touche SEQ. Ceci est la condition correspondant à PRESET et à 0 SP. 35.1 SP sélectionne l'exploration en séquence automatique, basculée en service ou hors service par une pression sur la touche SEQ. Le 8970A explore alors automatiquement pas à pas la séquence complète des réglages du panneau avant l'un après l'autre. 35.2 SP affiche et permet l'introduction de la séquence souhaitée. Il existe 9 emplacements de sauvegarde/rappel en mémoire (STORE/RECALL) dans lesquels il est possible de mémoriser en séquence les états du panneau avant et de l'instrument. Le numéro d'emplacement de mémoire à rappeler à chaque pas de la séquence est affiché à son tour dans la fenêtre de gauche. Si une modification est souhaitée, introduire le nouveau numéro d'emplacement de mémoire et appuyer sur ENTER. S'il n'y a pas de changement, appuyer sur ENTER pour avancer d'un pas au prochain emplacement dans la séquence. Une fois que les 9 emplacements de mémoire ont été affichés, le 8970A revient aux opérations normales de mesure. Tout zéro dans la séquence est ignoré et omis. 35.3 SP efface la séquence et remet tout à zéro. PRESET fixe la séquence à 1, 2, 3, ... 8, 9.

Catalogue des fonctions spéciales (50.N SP)

Le catalogue des fonctions spéciales permet l'affichage de 6 lignes d'informations concernant l'état de fonctions spéciales spécifiques. Il permet à l'utilisateur de déterminer rapidement l'état actuel d'un grand nombre de fonctions spéciales (voir la carte aide-mémoire 2). 50 SP fait apparaître en séquence la totalité des 6 lignes du catalogue et 50.1 à 50.6 SP affichent la ligne de catalogue spécifiée.

Par exemple, 50.1 SP affiche la ligne N = 1. Sous la fenêtre d'affichage de gauche, se trouvent les caractères de référence N, 1, 2, 3 et 4. Ces caractères se rapportent aux positions des chiffres dans l'afficheur. L'exemple suivant est illustré dans la carte aide-mémoire 2. Supposons qu'une pression sur 50.1 SP se traduise par l'affichage de 14210. Le premier chiffre indique le numéro de ligne du catalogue (le 1 de 50.1) et les quatre chiffres suivants sont les suffixes du code de fonction spéciale (le chiffre à droite du point décimal dans le code de fonction spéciale). Le nombre ci-dessus indique que dans la ligne 1 du catalogue, les fonctions spéciales suivantes sont actives :

Catalogue de fonctions spéciales (50.1 SP)	1	4	2	1	0
Fonctions spéciales actives	(ligne 1)	1.4	2.2	4.1	5.0

Les autres lignes de la table peuvent être interprétées comme représenté sur la carte aide-mémoire 2.

DEL de fonction spéciale

Le tableau V-5 donne la liste des fonctions spéciales qui allument la DEL de fonction spéciale. Cette DEL est généralement allumée lorsque les fonctions spéciales devant influencer sur les données affichées sont différentes de leur état déterminé par PRESET ou 0 SP et que cela n'apparaît pas immédiatement du fait d'autres indicateurs lumineux sur le panneau. Par exemple, lorsque le 8970A n'est pas en mode 1.0 (1.0 SP), cela est mis en évidence sur le panneau avant : l'indicateur lumineux EXT MIX (Mélangeur externe) apparaît sur la fenêtre "fréquence" de l'afficheur. Par conséquent, la DEL de fonction spéciale ne s'allume pas. Cependant, dans un autre exemple, il n'y a pas de méthode directe pour

savoir si le 8970A n'est pas en double bande latérale sans faire appel au catalogue de fonctions spéciales. C'est pourquoi la DEL de fonction spéciale s'allume lorsque les décalages de fréquence vers la bande latérale inférieure (2.1 SP) ou la bande latérale supérieure (2.2 SP) ont été activés.

Tableau V-5. Fonctions spéciales provoquant l'allumage de la DEL de fonction spéciale.

2.1	Bande latérale inférieure
2.2	Bande latérale supérieure
5.1	Utilisation d'ENR discret
15.1	Affichage de résultat de mesure manuelle
32.1	Etalonnage avec gain d'entrée à 10, 0 et - 10 dB
32.2	Etalonnage avec gain d'entrée à 0, -10 dB et - 20 dB
32.3	Etalonnage avec gain d'entrée à - 10, -20 dB et - 30 dB
34.1	Compensation des pertes, en service
35.1	Séquence automatique en fonction et en cours d'exécution

Cette DEL s'allume également pour certaines fonctions spéciales de service (Voir le manuel d'utilisation et d'entretien du 8970A).

CODES D'ERREUR ET CORRECTION D'ERREURS

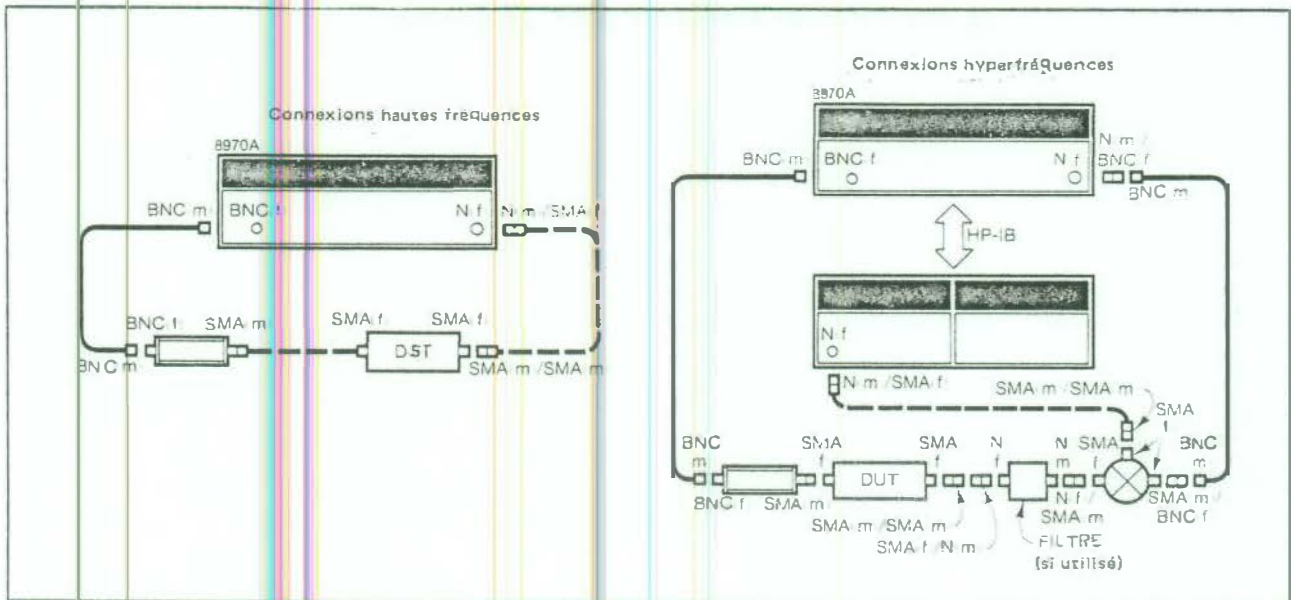
Le 8970A génère des messages d'erreur pour signaler les problèmes d'exploitation, les entrées au clavier incorrectes ou des problèmes liés à l'entretien et au dépannage. Lorsque la condition d'erreur est éliminée, le message d'erreur correspondant est effacé. Les messages d'erreur sont affichés dans la fenêtre de droite sur le panneau avant : un "E" suivi de deux chiffres. Les groupes de codes d'erreur sont les suivants :

- E10 à E49 sont des codes d'erreurs opératoires et d'introduction des données. Les erreurs opératoires peuvent généralement être éliminées en utilisant les touches du panneau avant, en modifiant la configuration des matériels ou en corrigeant un code HP-IB. Les erreurs d'introduction demandent une nouvelle frappe au clavier ou une nouvelle sélection de fonction.
- E50 à E80 sont des messages d'erreurs de service qui fournissent des précisions relatives à l'entretien et au dépannage. Elles sont décrites dans le manuel d'utilisation et d'entretien du 8970A. En ce qui concerne les deux affichages

spéciaux (tirets) et la liste des codes d'erreur, consulter la carte aide-mémoire 2 en fin de notice.

NOTE

L'apparition de E27 sur l'afficheur, après un étalonnage, indique qu'un dépassement s'est produit pour une ou plusieurs fréquences d'étalonnage. Cela ne veut pas dire que l'étalonnage est incorrect. Continuer les mesures. L'étalonnage est validé pour toutes les fréquences de mesure où des valeurs corrigées sont affichées.



Matériel suggéré pour les mesures entre 10 MHz et 18 GHz (SMA/APC 3.5)

A N N E X E A

Matériel suggéré pour systèmes de mesure, entre 10 et 18 MHz,
de dispositifs dotés de connecteurs SMA ou APC-3.5

Instruments

Mesureur de facteur de bruit	(1)	HP 8970A
Source de bruit	(1)	HP 346B
Générateur de signaux synthétisés	(1)	HP 8672A
Mélangeur	(1)	HP HMXR-5001
Atténuateur 3 dB (utilisé à l'entrée du mélangeur pour réduire l'incertitude de désadaptation)	(1)	HP 8493B Option 003

Câbles et adaptateurs

Câble HP-IB (blindé)	(1)	HP 10833A
Câble co-axial (avec connecteurs BNC, 122 cm de long, pour oscilloscope et excitation de la source de bruit)	(4)	HP 1170C
Câble co-axial (avec connecteurs BNC, 81 cm de long, à triple blindage, pour FI)	(1)	HP 11652-60004

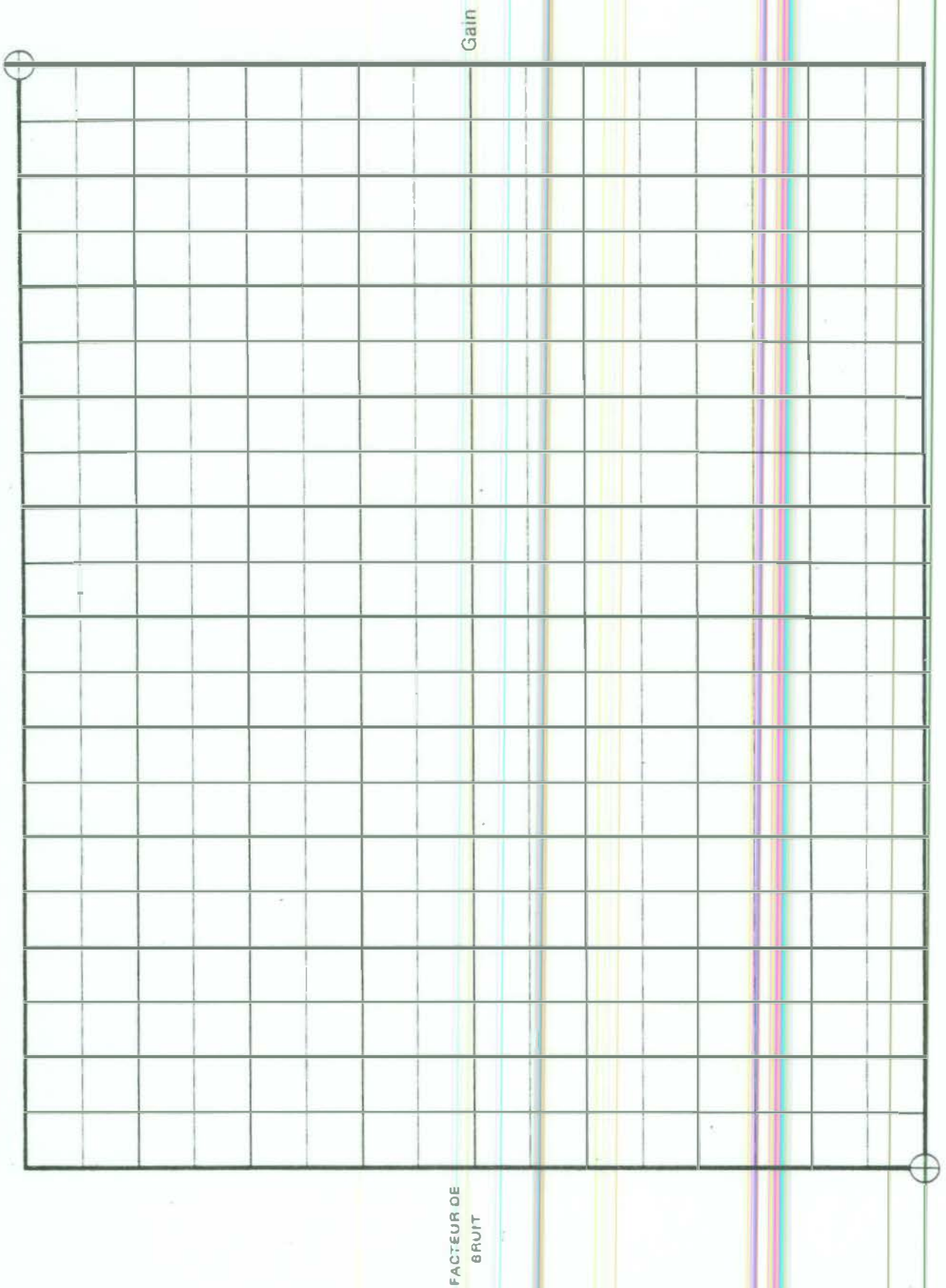
Adaptateurs

	SMA	APC-3.5
Adaptateur N(m) à BNC(f)	(1) HP 1250-0780	-
Adaptateur SMA(f) à SMA(f)	(2) HP 1250-1158	HP 1250-1749
Adaptateur SMA(m) à SMA(m)	(2) HP 1250-1159	HP 1250-1748
Adaptateur SMA(m) à BNC(f)	(2) HP 1250-1200	-
Adaptateur SMA(f) à N(m)	(1) HP 1250-1250	HP 1250-1744

Pour couvrir la plage 1,5 à 2 GHz

Filtre passe-bas	(1)	HP 360C	-
Adaptateur SMA(f) à N(m)	(1)	HP 1250-1250	HP 1250-1744
Adaptateur SMA(m) à N(f)	(1)	Sealelectro N°50-674-670180	HP 1250-1750

ANNEXE B



FACTEUR DE
BRUIT

Fréquence
GRAPHIQUE D'ENREGISTREUR X-Y

