


30-24
30-24
electronique

30-24

sommaire



cette
brochure
constitue
en
avril 1975,
la 4^e
édition
du catalogue
condensé
des instruments
développés
par

adret
ae
electronique

le spécialiste européen
de
l'instrumentation numérique
programmable

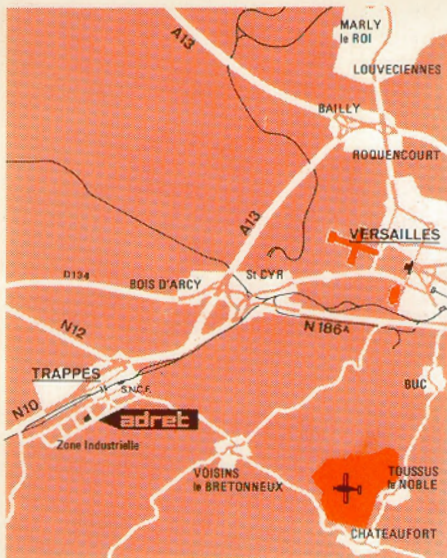
adret
ae
electronique

ADRET ELECTRONIQUE
12, avenue Vladimir Komarov
BP 33 - 78190 TRAPPES

Tél. 051 29 72
telex ADREL TRAPS 60 821

s.a. au capital de 4 200 000 f
r.c. Versailles B 679805077

Origines et objectifs de la société :	2 à 5
Guide de choix :	6
● Génération	7 à 21
● Métrologie	22 à 26
● Equipement OEM	27 à 33
Instruments génération et métrologie :	7 à 26
Instruments Equipement OEM	27 à 33
Périphériques et accessoires	34 et 35
Qu'est-ce qu'un générateur de fréquence et pourquoi un synthétiseur	36 à 39
Stabilité de fréquence et pureté spectrale	40 à 42
Quelques applications typiques des générateurs synthétiseurs de fréquence :	
● Contrôle automatique de filtres	43
● Wobulation avec marqueurs	44
● Fréquence-mètre actif	45
● Résonance magnétique nucléaire	46
Documentation complémentaire	47
Agents en France et à l'étranger	48



adret, SES ORIGINES SES OBJECTIFS

En Janvier 1966, après 20 années d'expérience en instrumentation électronique, Roger CHARBONNIER et Jean ROYER créaient la Société ADRET ELECTRONIQUE.

Objectif fondamental : développer une gamme de générateurs de signaux électriques, numériques et programmables [Générateurs-Synthétiseurs].

Le choix d'un tel objectif découlait des constatations et considérations suivantes :

1 - Les 25 dernières années avaient vu se développer, de façon souvent spectaculaire, la pénétration des procédés «numériques» dans tous les domaines de la «mesure»; procédés reposant eux-mêmes sur deux grands principes :

le comptage direct (fréquences, temps, vitesses de rotation, vitesses linéaires, débits, particules, ...),

la conversion analogique-numérique (tensions, intensités, impédances, ... et plus généralement, toute grandeur de nature «analogique»).

2 - Cette pénétration, suscitée par l'évolution des besoins, était étroitement liée aux progrès de la technologie.

3 - La complexité relative des procédés «numériques» applicables à la «génération» de signaux électriques, (souvent analogiques), avait entraîné un retard important dans le développement de ces techniques puisque, à l'inverse des appareils de mesure proprement dits, la quasi totalité des générateurs de signaux utilisait, en 1966, des procédés conventionnels.

4 - L'évolution naturelle des procédés de mesure, associée à l'accroissement des besoins de mesure et de contrôle (production industrielle, production et transport d'énergie, télécommunications, ...) aussi bien qu'aux exigences de la recherche et

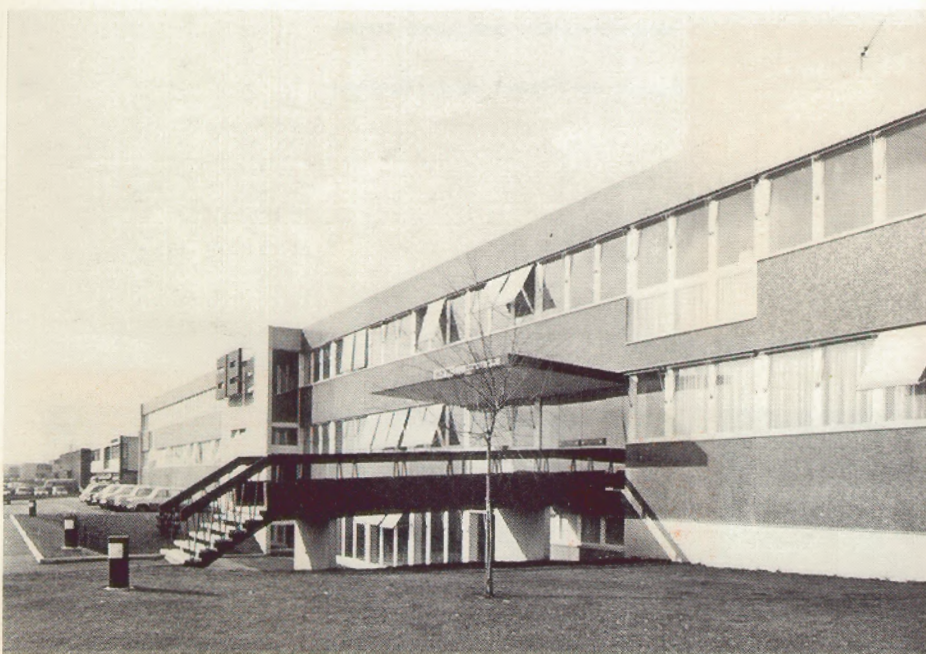
des travaux de laboratoire*, conduisait nécessairement :

- a) au développement de procédés d'automatisme de plus en plus poussés,
- b) à l'association de procédés de calcul, et, plus généralement, de traitement de l'information,
- c) au développement des systèmes, d'où la nécessité de disposer d'appareils, «mesureurs» ou «générateurs», **programmables.**

5 - La diffusion des moyens d'informatique, tant au plan de la recherche ou de la gestion, qu'à celui des processus industriels, ne pouvait qu'accentuer cette évolution.

6 - L'apparition des circuits intégrés et de la microélectronique (technologie étroitement liée, elle-même, à celle de l'informatique ainsi qu'à tous les secteurs avancés) permettait d'envisager, à court terme, des solutions économiquement abordables pour les générateurs de signaux (voir plus haut § 3).

* voir chapitre «applications» page 39



7 - Les perfectionnements considérables que les techniques numériques apportaient aux générateurs, permettaient de résoudre un certain nombre de difficultés posées par l'accroissement des exigences de la métrologie moderne, principalement au regard de la **stabilité** et de la **précision**.

8 - Enfin, l'importance des besoins potentiels en générateurs de signaux de toute nature, à moyen et long terme, jointe à l'inéluctable développement de la compétition internationale, justifiaient la création d'une entreprise concentrant toutes ses activités sur une telle ligne de productions et dont elle ferait son **unique spécialisation**.

Le générateur-synthétiseur de fréquence, version moderne du générateur.

Un générateur de fréquence est un instrument constitué essentiellement d'un oscillateur, d'un amplificateur de sortie suivi généralement d'un atténuateur de niveau. Pour diverses applications, ils sont souvent équipés de circuits annexes de modulation d'amplitude, de fréquence ou de phase.

Toutes choses étant égales par ailleurs, l'élément le plus important d'un générateur de fréquence est, et restera, le circuit oscillateur. Ce dernier détermine en effet :

— la gamme de fréquence couverte,

- la distorsion harmonique du signal de sortie,
- la stabilité en fréquence,
- et la pureté spectrale du signal de sortie.

De nombreux types d'oscillateurs ont été mis au point. On peut les classer en deux grandes catégories :

- les oscillateurs LC,
- et les oscillateurs RC,

mais, de quelque type qu'ils soient, leur principe de fonctionnement fait appel aux techniques analogiques.

Le principal avantage de ces oscillateurs est leur simplicité, on pourrait presque dire leur rusticité, mais il ne va pas sans inconvénient.

En effet :

- leur stabilité de fréquence est limitée à 10^{-3} ou $10^{-4}/24$ h du fait des variations de valeur de R, L ou C, en fonction de la température et du temps.
- leur précision d'affichage et leur résolution sont également limitées à 1 ou 2 %, l'affichage étant généralement lié à une commande mécanique de la valeur de R, L ou C.
- enfin, ils ne sont généralement pas programmables.

Or, nombreuses sont les applications des générateurs de fréquence qui imposent, depuis déjà longtemps, de connaître la valeur des fréquences de test et de contrôle avec une précision supérieure aux possibilités des

générateurs de conception analogique.

Le générateur-synthétiseur, quant à lui, comporte :

- un maître oscillateur à **quartz** qui détermine la **précision** et la **stabilité** de la fréquence délivrée,
- des oscillateurs asservis en phase sur un maître oscillateur,
- des circuits annexes de modulation et de wobulation qui en font un **véritable générateur à part entière**.

En outre, la structure de ses circuits est telle, qu'ils sont naturellement **programmables***.

Après une année consacrée essentiellement à la mise au point des circuits originaux, les premiers instruments sont commercialisés dès 1967 et une véritable activité industrielle commence lorsque la Société occupe son usine implantée sur la zone industrielle de Trappes.

La gamme des instruments s'élargit progressivement et, fin 69, la Société

* voir chapitre « fonctionnement » page 35



1 - Vue de l'usine Adret ● 2-3-4 - Laboratoire d'étude ● 5 - Industrialisation ● 6 - Fabrication des bobinages ● 7 - Fabrication des sous-ensembles ● 8 - Fabrication des peignes



est en mesure de proposer des générateurs synthétiseurs de fréquence couvrant la gamme 0,001 Hz à 70 MHz ; le succès technique et commercial s'affirme tant en France qu'à l'étranger.

Un bureau est ouvert aux Etats-Unis et de nombreux accords de distribution sont négociés dans la plupart des pays européens.

Divers périphériques et accessoires viennent compléter les fonctions des appareils de base :

- programmeurs et afficheurs de fréquence,
- atténuateurs programmables,
- formeurs de signaux carrés et d'impulsions,
- comparateurs de phase, permettant, grâce à la structure arithmétique des synthétiseurs, des mesures absolues de fréquence avec une grande résolution ainsi que des mesures de dérive.



Contrôle qualité

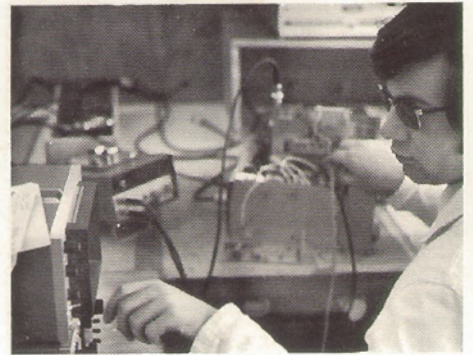
- générateurs de wobulation et de marqueurs, conférant à ces **nouveaux générateurs** des performances encore jamais atteintes, principalement dans le domaine de la wobulation à bande étroite.

La commercialisation, en 1972, d'un premier générateur-synthétiseur de la série 6000, représente une nouvelle étape. La conception modulaire de cette série lui permettra de couvrir, uniquement par changement de tiroirs enfichables, les gammes HF, VHF, UHF et, dans un proche avenir, les bandes les plus importantes de la gamme SHF.

Au début de 1970, l'expérience acquise sur la première gamme d'appareils destinés plus particulièrement aux laboratoires d'études et aux services de contrôles a permis à la Société de répondre à des demandes spécifiques de matériels d'équipement. C'est ainsi que, progressivement, la Société a été amenée à développer une deuxième gamme d'instruments destinés au pilotage des émetteurs de radiotéléphonie, de radiotélégraphie et de radiodiffusion dans les bandes ondes moyennes et ondes courtes. Les dernières réalisations, dans cette gamme d'appareils, sont des pilotes synthétisés destinés au pilotage des émetteurs de télévision de la 3ème chaîne du réseau français. Leur emploi permet de régler la fréquence de chaque émetteur de façon à éviter des interférences ; opération difficile à réaliser avec des pilotes à quartz.

En 1973, les activités d'ADRET se répartissent en 4 lignes de produits faisant appel à une seule technique : **LA SYNTHÈSE DE FREQUENCE.** Ce sont :

- 1 - Les générateurs-synthétiseurs de laboratoire et de contrôle,



Contrôle des sous-ensembles

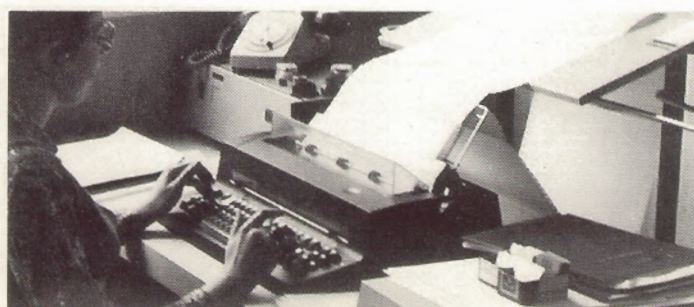
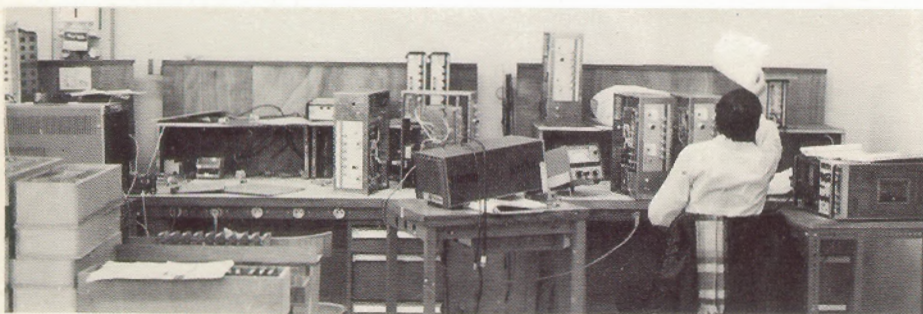
- 2 - Les synthétiseurs d'équipements ou pilotes synthétisés pour radio et TV,
- 3 - Les périphériques et accessoires,
- 4 - Des équipements spécifiques tels que : étalons de fréquence, analyseurs de spectre, ...

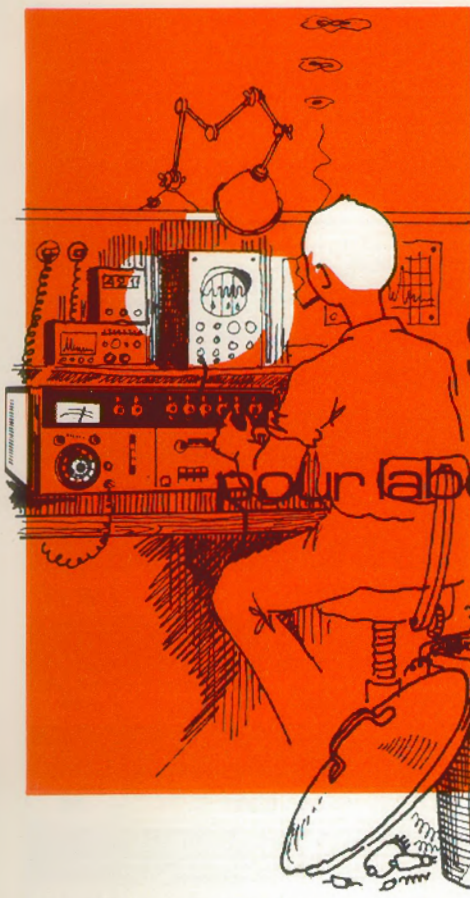
De plus, la qualification des paramètres les plus importants des générateurs-synthétiseurs de fréquence a nécessité le développement au sein de la Société d'une instrumentation spécifique dans deux domaines : **l'étalonnage en fréquence et l'analyse de spectres radiofréquences.**

Compte tenu de leur originalité et de leurs performances, ADRET envisage leur commercialisation prochaine pour répondre aux vœux de nombreux utilisateurs.

	1	2
3	4	5

- 1 - Contrôle final ● 2 - Contrôle des sous-ensembles ● 3 - Calibration des pilotes ● 4 - Terminal d'ordinateur de gestion ● 5 - Documentation et publicité





GENERATEURS SYNTHETISEURS DE FREQUENCE

Pour laboratoires, services d'étalonnage
et de contrôle

Cette gamme de générateurs synthétiseurs de fréquence, a été spécialement conçue dans le but de **remplacer**, dans de nombreuses applications, les **générateurs analogiques** classiques, traditionnellement utilisés pour le laboratoire et le contrôle. En effet, dès que les mesures à effectuer nécessitent précision et stabilité de fréquence, ainsi que le passage rapide d'une fréquence à l'autre, les **générateurs analogiques manquent** évidemment de souplesse, même s'ils sont associés à un fréquencesmètre.

Il serait illusoire de ne voir dans l'utilisation des **générateurs synthétiseurs de fréquence**, version moderne des générateurs, qu'une simple manifestation de «goût du confort» là où le souci d'efficacité se traduit sous deux aspects différents et complémentaires : le **gain de temps** et **l'élimination du risque d'erreur**.

Ces appareils possèdent trois caractéristiques fondamentales :

a) La fréquence du signal délivré (sinusoïdal ou de forme complexe) est **à tout moment, quelle que soit la valeur désirée**, liée à celle d'un étalon de fréquence (quartz incorporé ou pilote extérieur) dont elle conserve les qualités de **précision** et de **stabilité**.

b) La fréquence du signal délivré est présentée directement sous forme **numérique**.

c) La fréquence du signal délivré est **programmable** ce qui signifie que sa valeur peut être déterminée, soit par des organes de commande manuelle (commutateurs d'affichage numérique), soit par des signaux électriques extérieurs, codés numériquement, issus d'un générateur de programme pouvant lui-même être commandé manuellement ou respecter un certain automatisme (mémoire + cadenceur, calculateur, ...) le temps de réponse, en commutation automatique, est de l'ordre d'une fraction de milliseconde à quelques millisecondes.

Ces générateurs peuvent, par ailleurs - selon les modèles et selon les performances désirées - comporter toutes les fonctions usuelles des générateurs classiques (modulation AM-FM, atténuation, ...) auxquelles ils associent leurs qualités propres de précision et d'automatisme.

De plus, les techniques employées permettent d'étendre la prédétermination, le réglage ou la programmation à d'autres grandeurs électriques ou paramètres, tels que la «phase».

C'est, en particulier, le cas de l'appareil 303 (voir p. 10) Générateur BF/TBF numérique de **fréquence** et de **phase**.

Tant pour permettre l'exploitation optimale des facultés de ces instruments que pour répondre à l'évolu-

tion des besoins des utilisateurs, la Société a été conduite à développer de nombreux accessoires standards (programmateurs, afficheurs, cadenceur, atténuateur programmé, ...) ou spécifiques (programmateurs pour ensembles de télémesures au standard IRIG) (voir p. 33).

On trouvera, page 24 le tableau synoptique de l'ensemble des générateurs de la gamme actuelle précisant les bandes de fréquence, les domaines de précision des différents modèles et leurs principales fonctions.

Spécifications communes à tous les instruments.

- **Circuits de programmation :**
Entrées codées : DCB 1-2-4-8
Niveau logique «0» : -1 V à $+0,5\text{ V}^*$
Niveau logique «1» : $+6\text{ V} \pm 1,5\text{ V}$
Impédance d'entrée: $4700\ \Omega \pm 20\%$
- **Gammes de température :**
Utilisation 0 à 50° C
Stockage -20 à $+70^\circ\text{ C}$
- **Alimentation universelle :**
115 - 127 - 220 V / 50 à 400 Hz
- **Structures mécaniques normalisées** - Adaptation au montage en rack (Standard 19")
- **Utilisation de circuits logiques intégrés** - MSI - Silicium

* La série 6000 est compatible niveau TTL

GUIDE DE CHOIX

Programmation en fréquence	Programmation du niveau	Sorties déphasées	Fréquence décalée	Atténuateur	Modulation PM	Modulation FM	Modulation AM	Interpolation Wobulation	GENERATION								instruments	pages	
									1 kHz	10 kHz	100 kHz	1 MHz	10 MHz	100 MHz	1 GHz				
●		●															302B	7	
●								●									301	7	
●	●	●		●		●	●	●									3100	8-9	
●				●		●	●	●									201	10-12	
●				●													201 SB	13	
●	●		●	●													2400	14	
●			●	●													2410	15	
●								●									6101+6301	18	
●	●			●				●									6101+6300	18	
●	●			●		●	●	●									6100+6300+65xx	19 à 21	
●						●	●	●									6100+6301+65xx	19 à 21	
●	●			●	●	●	●	●									400 kHz/600 MHz	6100+6315+65xx	19 à 21
●	●			●			●										400 kHz/600 MHz	6101+6315	19 à 21
									METROLOGIE										
	●																Etalon de tension continue	102	24
																	Multiplicateur d'écart de fréquence	4110	26
																	Fréquences étalons	4101	25
●																	Décibelmètre hétérodyne	6101+6303	22
●				●				●									Analyseur d'onde	6100+6303+6507	23
●				●				●									Analyseur de spectre	6100+6303+6503	23
●																	Fréquence-mètre hétérodyne	6205	33
●								●									Fréquence-mètre actif	6100+6300+6502	21
●								●										et 201	11-22
●								●									Expansor de dérive	6100+6300+6502	21
●								●										et 201	11-22
									EQUIPEMENT OEM										
																	Pilote OL	201 R	28
																	Pilote OM	201 R	28
●																	Pilote OC	6203	29
●																	Pilote OC (Mode F1)	6204	30
																	Pilotes TV	502-503	31



302 B
0,01 Hz / 100 Hz
0,1 Hz / 1 kHz

CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES

Gammes de fréquence :

0,01 Hz à 99,99 Hz, résolution de 0,01 Hz
0,1 Hz à 999,9 Hz, résolution de 0,1 Hz

Stabilité de fréquence : $3 \cdot 10^{-5}$ de 0 à 50°C

Déphasage entre les deux sorties : $90^\circ \pm 0,2^\circ$

Niveaux de sortie : 0 à 5 V eff. f.e.m.

Impédance interne : 50 Ω

Cet appareil délivre deux signaux en quadrature. Il comprend essentiellement un oscillateur piloté par quartz, une base de temps et un oscillateur numérique asservi en phase sur le pilote à quartz.

Signaux non harmoniques : -60 dB

Signaux harmoniques : < -40 dB

Programmation numérique de la fréquence :

4 chiffres codés DCB 1 - 2 - 4 - 8
Temps d'acquisition 50 ms.

DIMENSIONS :

Hauteur : 88 mm, Largeur : 220 mm,
Adaptateur rack standard 19"
(demi rack),
Profondeur hors tout : 340 mm.

MASSE : 3 kg.

ENVIRONNEMENT :

Fonctionnement :
0-50°C, stockage : $-20^\circ + 70^\circ$ C.



301
0,1 Hz / 100 kHz

CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES

3 gammes de fréquence :

1 kHz : de 0,1 Hz à 999,9 Hz - résolution 0,1 Hz
10 kHz : de 1 Hz à 9,999 Hz - résolution 1 Hz
100 kHz : de 10 Hz à 99,99 kHz - résolution 10 Hz

Stabilité de fréquence :

$\pm 3 \cdot 10^{-5}$ ou celle d'un étalon extérieur
1 MHz

Tension de sortie :

0 à 2,5 Volts ; eff. sur deux sorties d'impédance interne 50 Ω et 600 Ω

Stabilité de l'amplitude :

- en fonction de la fréquence : $< 0,3$ dB
- pour une variation de $\pm 10\%$ secteur : $< 0,1$ dB

Programmation numérique :

4 chiffres codés DCB 1 - 2 - 4 - 8 plus de code de gamme

Fonction «PROGRESSIF»

Progressif intérieur : commande par potentiomètre

Gamme 1 k Ω : 0 à 1 080 Hz

Gamme 10 k Ω : 0 à 10 800 Hz

Gamme 100 k Ω : 0 à 108 000 Hz

Progressif extérieur : wobulation de chaque gamme par un signal (0 à 1000 Hz) d'amplitude 0 à ± 6 V par rapport à la masse.

Caractérisé par un encombrement réduit le 301 est l'instrument idéal pour l'étude et le contrôle de filtres BF, en effet, associé au programmeur 311, il permet de constituer un programme de huit fréquences à sélection manuelle ou automatique (avec cadenceur 402 voir chapitre périphériques et accessoires).

Un afficheur modèle 321 peut être ajouté à l'ensemble 301 + 311, de façon à connaître à chaque instant la fréquence programmée*.

En outre la fonction «PROGRESSIF INTERIEUR» (bouton FREQUENCE) permet de réaliser une variation de fréquence continue à l'intérieur de chacune des 3 gammes (0 à 1,1 kHz - 0 à 11 kHz et 0 à 110 kHz). Un indicateur d'écart permet de rechercher et d'afficher la valeur numérique de la fréquence, commandée en mode PROGRESSIF.

DESCRIPTION

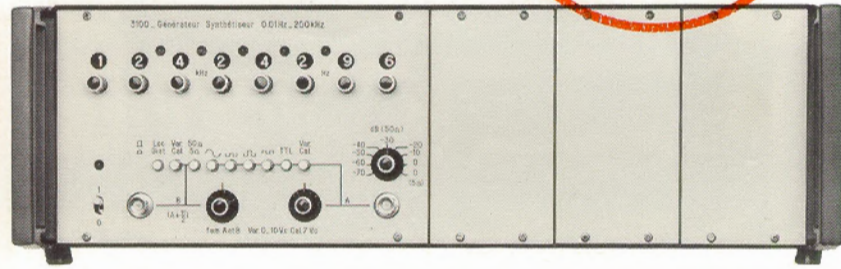
WOBUATION - Chacune des 3 gammes peut être couverte grâce à un signal extérieur d'amplitude 0 à ± 6 V et de fréquence comprise entre 0 et 1 kHz.

Sortie des signaux - La fréquence synthétisée est disponible sur deux sorties d'impédance caractéristique de 50 Ω et 600 Ω , dont l'amplitude est ajustable d'une façon continue de 0 à 2,5 V. eff.

* Cette application est décrite plus en détail au chapitre APPLICATION.

3100

GENERATEUR MODULAIRE
de 0,01 Hz à 200 kHz



Afin de satisfaire les besoins souvent spécifiques des utilisateurs de la gamme BF/TBF, adret a développé le 3100 générateur synthétiseur de fréquence à options câblées, cet appareil est constitué d'un châssis de synthèse comportant l'affichage de la fréquence et les circuits de sortie. Il comporte, en outre, une alvéole susceptible de recevoir 1 à 3 options choisies parmi les 5 disponibles.

BATI

Le bâti assure l'affichage numérique de la fréquence avec une résolution de 0,01 Hz, le signal étant disponible sur deux sorties en quadrature (voie A de référence, voie B en quadrature), de niveau nominal 10 V crête avec une position étalonnée à 7 V crête. La sortie de référence comprend un atténuateur et le signal est disponible sous forme sinusoïdale, carré symétrique, carré positif, carré négatif et carré TTL.

Le bâti seul, constitue donc un générateur synthétiseur de fréquence.

OPTIONS

1 Déphasage à haute résolution

Déphasage numérique ou programmable de 0 à 359,9° par pas de 0,1°. Sortie sur 5 Ω ou 50 Ω avec atténuateur et vernier (0 à 10 Vc) position étalonnée à 7 Vc.

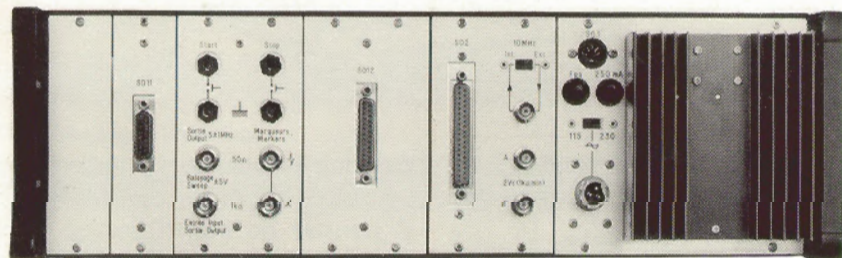
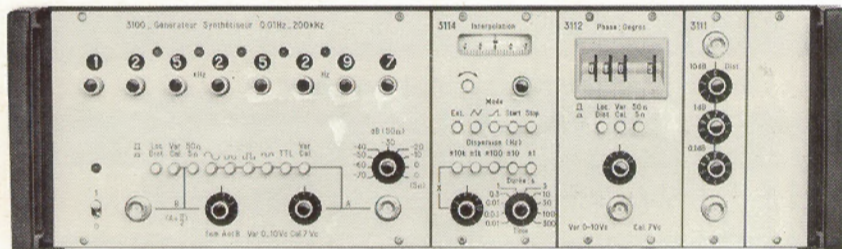
2 Déphasage à points fixes

Déphasage affiché numériquement de 0 à 345° par pas de 15°. Sortie identique à l'option précédente.

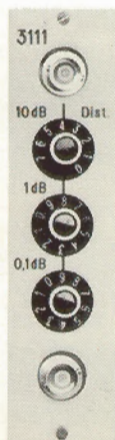
NOTA : Pour ces deux options, la sortie de référence est la voie A du bâti.

3 Modulation de porteuse

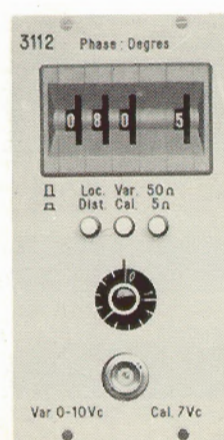
Modulation d'une porteuse extérieure de fréquence 0/500 kHz. Modulation 4 quadrants par la fréquence affichée ou programmée sur le bâti, en phase avec sa sortie A. Sortie identique à l'option précédente.



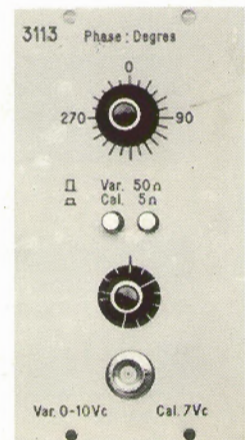
VUES AVANT ET ARRIERE, OPTIONS A POSTE : atténuateur, wobulation avec marqueurs, déphasage haute résolution.



5



1



2

4 Progressif de fréquence et wobulation

Cinq excursions présélectionnées ± 1 Hz . . . ± 10 kHz par rapport à la fréquence affichée sur le bâti.

Commande manuelle, $\pm 100\%$ de la gamme sélectionnée.

Wobulation par rampe interne de durée variable de 0,01 s à 300 s (rampe disponible à l'arrière).

Sortie marqueurs au nombre de 21; tous les 10% de la gamme affichée. Fréquence d'interpolation 5 MHz ± 1 MHz disponible à l'arrière.

Télécommande du départ et de l'arrêt de la wobulation.

5 Atténuation programmable

Atténuation de la sortie du bâti ou de l'une des options précédentes.

Atténuation locale ou par programmation de 0 à -79,9 dB par pas de 0,1 dB.

De par les fonctions qu'il offre, ce générateur est particulièrement bien adapté dans les domaines suivants : servomécanisme, filtre BF, téléphonie à courants porteurs, vibrations mécaniques de pièces ou de structures, avionique, . . .

CARACTERISTIQUES

- Partie commune (bâti)

● Fréquence

- Gamme : 0,01 Hz à 199 999,99 Hz.
- Résolution : 0,01 Hz.
- Commande : Locale ou par programmation. Temps d'acquisition : < 2 ms.
- Précision : $\pm 5.10^{-6}$ de 0 à 50° C. (Possibilités de pilotage par source extérieure 5 MHz)

● Sortie principale

- Sinusoïde, carré symétrique, carré positif, carré négatif, carré TTL.
- fem ajustable par vernier de 0 à 10 V crête (7 Veff sinusoïdal).
- Position étalonnée : 7 V crête (5 Veff sinusoïdal) $\pm 5\%$.
- Constance du niveau en fonction de la fréquence : $\pm 2\%$.
- Impédances de sortie : 5 Ω et 50 Ω .
- Atténuateur décimal de 0 à -70 dB au pas de 10 dB.

- Courant maximum : ± 100 mA crête.

● Sortie en quadrature (sinusoïdale)

- Déphasage : $90^\circ \pm 0,5^\circ$ de 0 à 200 kHz par rapport à la sortie principale du bâti
- Autres caractéristiques identiques à la sortie principale mais sans atténuateur.

Option déphasage à grande résolution

● Sortie

- Autres caractéristiques identiques à la sortie principale du bâti, mais sans atténuateur.

- Déphasage : 000,0 à 359,9° au pas de 0,1°.
- Précision : $\pm 0,5^\circ$ de 0 à 60 kHz, $\pm 1^\circ$ de 60 kHz à 200 kHz.
- Commande : manuelle ou programmable.
- Temps d'acquisition : 10 ms.

Option déphasage à points fixes

● Sortie

- Sinusoïdale.
- Déphasage : 0 à 345° par pas de 15°.
- Précision : $\pm 0,5^\circ$ de 0 à 60 kHz, $\pm 1^\circ$ de 60 kHz à 200 kHz.
- Autres caractéristiques identiques à la sortie principale du bâti.

Option modulation de porteuse

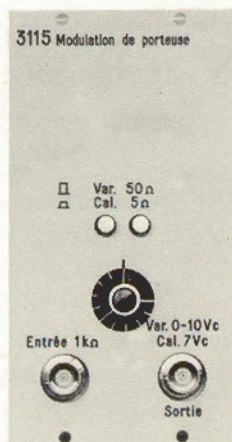
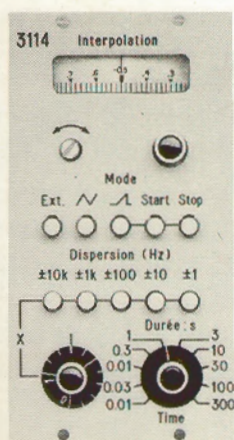
- Sortie : 0 à 10 V crête réglage par vernier.
- Impédance : 5 Ω /50 Ω par commutateur.
- Entrée porteuse : 1 Veff ou 1,4 V crête (forme d'onde quelconque)/1000 Ω .
- Fréquence porteuse : 0 à 500 kHz.

Option recherche-wobulation

- Dispersion : de ± 1 Hz à ± 10 kHz en progression décimale.
- Sortie de contrôle : 4 à 6 MHz.
- Générateur de rampe
 - Symétrique ou dent de scie, relaxé ou déclenché.
 - Durée du balayage : 0,01 s à 300 s
- Marqueurs
 - Marqueurs "papillon" ou "redressés", au nombre de 21.

Option atténuateur programmable

- Impédance d'entrée : 50 Ω .
- Impédance de sortie : 50 Ω .
- Gamme : 00,0 à -79,9 dB, commandée manuelle ou programmable.
- Temps d'acquisition : 300 ms.



DIMENSIONS :

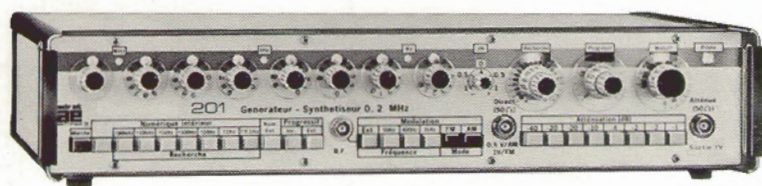
Largeur : 440 mm,
Hauteur : 132 mm,
Profondeur hors tout : 400 mm,
Adaptateur rack standard : 19",
Masse : 14 kg environ.

ENVIRONNEMENT :

Fonctionnement : 0 - 50° C,
stockage : - 20° + 70° C.

201

0,1 Hz / 2 MHz



Cet appareil possède toutes les fonctions d'un générateur de laboratoire, mais du fait des qualités intrinsèques des synthétiseurs, il offre de nouvelles possibilités de mesure, tant en précision qu'en souplesse d'utilisation.

CARACTERISTIQUES TECHNIQUES

Gamme de fréquence

0,1 Hz à 1 999 999,9 Hz
Affichage numérique par pas de 0,1 Hz.

Stabilité en fréquence

$2 \cdot 10^{-8}$ par jour ou $2 \cdot 10^{-9}$ par jour (sur option).
Pilotage par un étalon extérieur : 100 kHz ou 1 MHz.

Niveau de sortie en f.e.m.

2 V eff. en CW et FM
1 V eff. en AM.

Impédance interne : 50 Ω .

Atténuateur

0 à 99 dB par pas de 1 dB, vernier ± 1 dB.

Sortie auxiliaire : 100 mV eff. sur 50 Ω .

Réponse amplitude/fréquence : $\leq 0,3$ dB.

Variation du niveau en fonction du secteur

$\leq 0,1$ dB pour ± 10 %.

Pureté spectrale

Bruit de phase

dans une bande de 1 Hz :
95 dB à 100 Hz de la porteuse
95 dB à 300 Hz de la porteuse
100 dB à 1 kHz de la porteuse

Composantes non harmoniques : - 70 dB.

Composantes harmoniques

- 40 dB (typique - 50 dB).

Fonction «recherche»

variation continue de la fréquence de $\pm 0,1$ Hz à ± 100 kHz autour d'une fréquence affichée numériquement.

Stabilité : $5 \cdot 10^{-3}$ à moyen terme (1 h).

Précision : > 10 % de la valeur affichée.

Fonction «progressif»

variation continue de la fréquence de 0 à 2,1 MHz en commande manuelle ou extérieure (signaux de 0 à + 6 V).

Modulation de fréquence/wobulation

Excursion de $\pm 0,1$ Hz à ± 100 kHz ou 0 à 2 MHz.

par signaux internes : 50 - 400 ou 1000 Hz

par signaux externes : 0 à 10 kHz
Niveau : ± 5 Volts crête sur 1000 Ω .

avec marqueurs : espacés de 0,02 Hz à 100 kHz :
grâce à l'accessoire type 297.

Modulation d'amplitude

par signaux internes : fréquences : 50 - 400 - 100 Hz
Profondeur de modulation : réglable de 0 à 95 %.

par signaux externes

dosés par le bouton «TX MODULATION» 0 à 95 %
Fréquence : 0 à 100 kHz. Niveau : 5 Volts crête.
Impédance d'entrée : 1000 Ω .

Programmation numérique de la fréquence

8 chiffres codés DCB 1 - 2 - 4 - 8
Temps d'acquisition :
- < 5 ms en commande asynchrone
- < 300 μ s en commande synchrone.

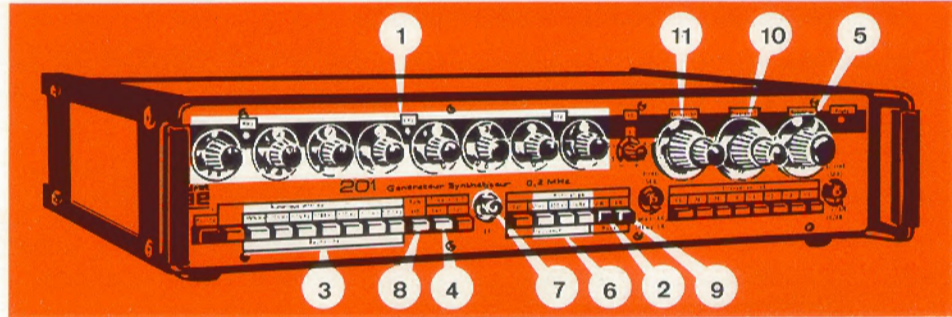
MODULATION DE FREQUENCE ET WOBULATION

Ces deux fonctions, qui sont étroitement liées, sont particulièrement faciles à mettre en oeuvre avec le 201 ADRET.

En effet, après avoir affiché directement sous forme numérique la fréquence centrale, il suffit d'enfoncer la touche FM, puis de choisir la déviation avec l'une des touches RECHERCHE ($\pm 0,1$ Hz, ± 1 Hz, ± 10 kHz), ou avec la touche PROGRESSIF INT (± 1 MHz). Le réglage fin de la déviation s'effectue alors par l'intermédiaire du bouton TX MODULATION.

Repérage du panneau avant

1 - Affichage numérique ● 2 - Modulation FM ● 3 - Déviation de fréquence $\pm 0,1$ Hz, ± 1 Hz... ± 100 kHz ● 4 - Progressif intérieur par 10 ● 5 - Taux de modulation AM et FM ● 6 - Fréquence BF de modulation AM et FM ● 7 - Signaux de modulation AM ou FM extérieur ● 8 - Programmation extérieure ● 9 - Modulation AM ● 10 - Variation de fréquence de 0 à 2 MHz ● 11 - Variation de fréquence de $\pm 0,1$ Hz, ± 1 Hz... ± 100 kHz ●



Trois touches permettent ensuite de choisir l'une des fréquences de modulation ou de wobulation internes de 50 Hz, 400 Hz, 1000 Hz qui sont également disponibles sur la prise BF.

La touche EXT permet d'effectuer une modulation par une tension extérieure de ± 5 Volts crête entrant sur la prise BF, et de fréquence comprise entre 0 et 10 kHz.

A titre d'exemple, l'oscillogramme de la fig. 1 a été obtenu de la façon suivante :

- fréquence centrale affichée 100 kHz
- touche RECHERCHE enfoncée ± 10 kHz
- taux de modulation 50 %
- touche 400 Hz enfoncée

Wobulateur marqueur type 297*

La wobulation peut être facilitée grâce à l'accessoire type 297 qui génère des marqueurs dont les emplacements correspondent à 20 % ou 100 % de la demi déviation de fréquence choisie, soit des marqueurs espacés de 0,02 Hz à 100 kHz. Dans ce cas, la wobulation s'effectue par l'intermédiaire d'une rampe linéaire (dent de scie) de période variable de 20 ms à 20 s.

Le circuit de modulation passant la composante continue, permet d'effectuer une modulation par signaux rectangulaires (modulation télégraphique mode F1, fig. 2). De même une tension variable de -5 V à $+5$ V appliquée à la prise BF, permet de faire varier la fréquence d'une façon continue et éventuellement de l'asservir sur une fréquence extérieure par utilisation du comparateur de phase type 295, ce qui conduit à des applications fort intéressantes qui sont décrites au chap. APPLICATIONS. « Mesure de fréquence avec une grande résolution, expanseur de dérive... ».

MODULATION D'AMPLITUDE

Elle est mise en service par la touche AM et son taux de modulation est réglable de 0 à 95 % par le bouton TX MODULATION. Comme pour la modulation de fréquence, les signaux de modulation peuvent être soit internes (50 Hz, 400 Hz ou 1000 Hz) soit externes (5 V crête de 0 à 10 kHz).

Fig. 1 Modulation FM

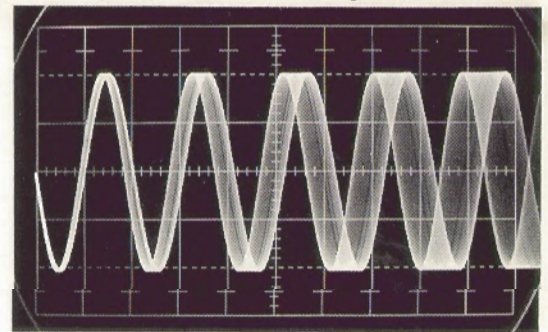
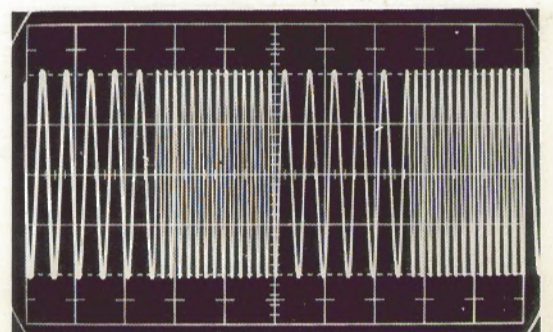


Fig. 2 Modulation F1



* Voir pages 35 et 44

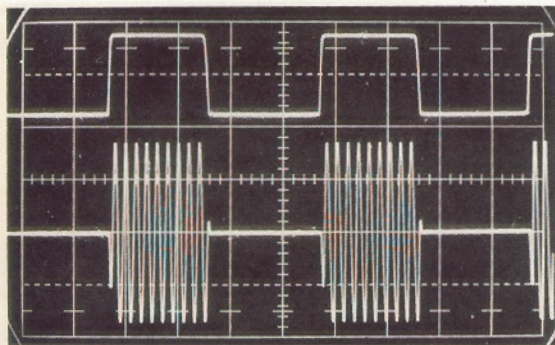
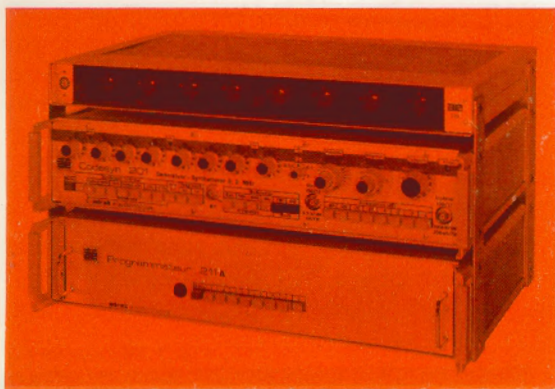
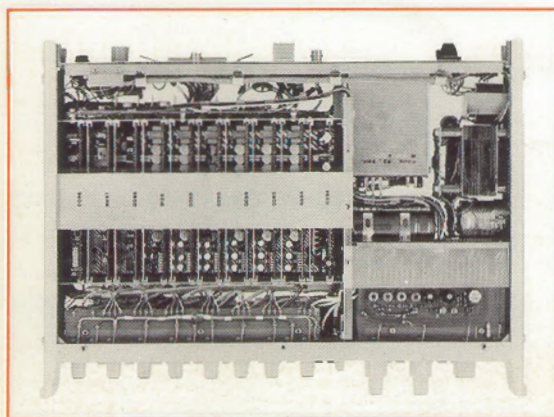


Figure 3
Porteuse 100 kHz
Modulation AM extérieure par
signaux carrés 5 kHz
Tension de modulation
(50 μ s/cm)



Montage compact du 201
et de ses périphériques
- programmeur 211
- afficheur 221
(voir page 33 et 34)



Vue interne du 201

Ce circuit de modulation passant également la composante continue permet d'effectuer une modulation par signaux rectangulaires ou «tone burst», comme le montre l'oscillogramme de la fig. 3.

PROGRESSIF

Dans certains cas d'utilisation il peut être utile d'effectuer une variation de fréquence importante (détermination d'une fréquence d'accord par exemple). Avec le 201, cette variation est possible de 0 à 2,1 MHz à l'aide du bouton progressif ou par l'intermédiaire d'une tension extérieure variant de 0 à + 6 V.

RECHERCHE

Ce mode de fonctionnement permet d'effectuer une variation de fréquence à l'intérieur d'une bande de fréquence préaffichée ($\pm 0,1$ Hz, ± 1 Hz ... ± 100 kHz) par le bouton «Recherche», ce qui permet d'affiner la recherche effectuée en mode progressif.

ASSERVISSEMENT DU PILOTE

Un comparateur de phase incorporé permet d'asservir la fréquence du pilote interne sur une fréquence extérieure de 100 kHz ou 1 MHz.

APPLICATIONS

Le générateur synthétiseur type 201 est un instrument particulièrement bien adapté à tous les problèmes de mesure qui requièrent non seulement une fréquence stable et précise, mais également une bonne répétabilité des mesures, ce qui est particulièrement intéressant dans le cas du contrôle de bande passante de filtre ou d'amplificateur. Son domaine d'utilisation est également élargi grâce aux accessoires décrits au chapitre PÉRIPHÉRIQUE ET ACCESSOIRES

- formeur d'impulsions type 293
- comparateur de phase type 295
- wobulateur/marqueur type 297

DESCRIPTION TECHNIQUE

Par ailleurs, son principe de fonctionnement a été exposé au chap. FONCTIONNEMENT. L'appareil comprend essentiellement un pilote à quartz de classe 10^{-8} ou 10^{-9} compris dans une enceinte thermostatée, une base de temps et sept oscillateurs asservis en phase, chaque oscillateur étant commandé directement par le code DCB correspondant au chiffre à synthétiser.

DIMENSION :

Hauteur : 88 mm (2 U standard 19").
Largeur : 440 mm - Adaptateur Rack standard 19".
Profondeur hors tout : 340 mm.
Masse : 8,5 kg.

ENVIRONNEMENT :

Fonctionnement : 0 à + 50° C, Stockage : - 20° C à + 70° C.



201 SB

0,1 Hz à 2 MHz

Le 201 SB est une version simplifiée du modèle 201 dont il diffère essentiellement par la suppression des fonctions «RECHERCHE» et «MODULATION» et la simplification de la fonction «ATTENUATION».

Le 201 SB se caractérise, par ailleurs, par une excellente stabilité de la tension de sortie en fonction de la fréquence et est tout particulièrement adapté à la fonction de génération dans des systèmes automatiques de contrôle. De plus, ce modèle est prévu pour recevoir, sur option, un circuit supplémentaire permettant de délivrer une fréquence d'hétérodynage de valeur $f_0 + 2 \text{ MHz}$, f_0 étant la fréquence affichée (pour mesures avec voltmètre sélectif).

CARACTERISTIQUES TECHNIQUES

Gamme de fréquence :

0,1 Hz à 1 999 999,9 Hz

Résolution : 0,1 Hz

Stabilité en fréquence :

$2.10^{-8} / 24 \text{ H}$, sur option pilote $3.10^{-5} / 24 \text{ Heures}$
Pilotage extérieur : substitution d'un étalon extérieur 5 MHz au pilote interne

Sortie principale :

Niveau : 1 mV à 3 V eff. f.e.m.

Impédance interne :

50 Ω , 75 Ω ou 600 Ω (sélection par clavier)

Atténuateur :

3 touches «- 10, - 20, - 20 dB.»
Verniers «GROS» et «FIN»

Précision de l'atténuateur : $\pm 0,5 \text{ dB}$.

Sortie auxiliaire :

0,4 V à 3 V eff. f.e.m. (courant maximum 30 mA)

Réglage : par verniers «GROS» et «FIN»

Impédance interne $< 1 \Omega$:

(pour les deux sorties, le niveau est visualisé sur un galvanomètre gradué en f.e.m. et en dB).

Réponse Amplitude/Fréquence :

- Avec régulation, de 100 Hz à 2 MHz : $\pm 0,02 \text{ dB}$ (2 pour mille environ)

- Sans régulation, de 0,1 Hz à 2 MHz : $\pm 0,5 \text{ dB}$.
- Variation du niveau en fonction du temps : $< 5.10^{-4}$ par heure, après 3 heures de fonctionnement.

Option, «fréquence hétérodyne» :

Fréquence de décalage : 2 MHz
Niveau de sortie : 1 V eff. sur 60 Ω adaptés
Fréquence de sortie maximum : 3,3 MHz.

Pureté spectrale

Bruit de Phase :

Niveau de bruit rapporté à la porteuse, mesuré dans une bande de 1 Hz à :

100 Hz de la porteuse $< - 90 \text{ dB}$
300 Hz de la porteuse $< - 95 \text{ dB}$
1000 Hz de la porteuse $< - 100 \text{ dB}$.

Composantes non harmoniques : $< - 70 \text{ dB}$.

Composantes harmoniques :

de 0 à 1 MHz $< - 50 \text{ dB}$; de 1 à 2 MHz : $< - 48 \text{ dB}$

Programmation numérique de la fréquence :

8 chiffres codés DCB 1 - 2 - 4 - 8

Temps d'acquisition : 50 ms pour les chiffres correspondant aux pas de 10^{-1} Hz , 10^0 Hz , 10^1 Hz et 5 ms pour les 5 autres.

DIMENSIONS :

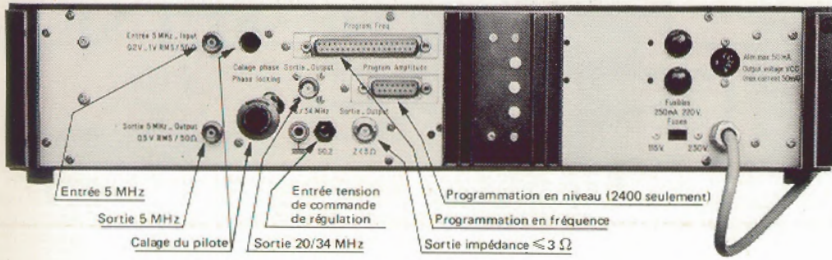
Hauteur : 88 mm - (2 U)
Largeur : 440 mm. Adaptateur Rack, standard 19"
Profondeur Hors tout : 340 mm
Masse : 8 kg.

ENVIRONNEMENT

Fonctionnement : 0 à $+ 50^\circ\text{C}$,
Stockage : $- 20^\circ\text{C}$ à $+ 70^\circ\text{C}$.

CARACTÉRISTIQUES

- **Gamme de fréquence :** 300 Hz à 14 MHz
- **Résolution :** 1 Hz
- **Précision et stabilité de fréquence :** $\pm 2.10^{-8}/24 \text{ H}$
- **Niveau de sortie** +19,9 dBm à -79,9 dBm
- **Raies harmoniques :** - 50 dB (à + 16 dBm)
- **Impédance de sortie :** 50 Ω (ou 75 Ω) et < 3 Ω
- **Réponse amplitude fréquence :** $\pm 0,05 \text{ dB}$ typique, (avec détecteur extérieur $\pm 0,01 \text{ dB}$ maximum)
- **Atténuateur :** programmable au pas de 0,1 dB (version 2400) manuel au pas de 10 dB plus Verniers (version 2410)
- **Fréquence hétérodyne F_0 +20 MHz**
- *Une seule gamme de fréquence*
- *Niveau de sortie élevé, réglé sur une référence interne*
- *Entrée pour régulation du niveau à distance*
- *Impédance de sortie nulle*
- *Programmation de la fréquence et du niveau*
- *Sortie complémentaire simultanée 20 à 34 MHz*
- *Technologie hybride : fiabilité accrue*



PANNEAU ARRIERE COMMUN AUX DEUX VERSIONS

d'utilisation, l'instrument possède une entrée de régulation qui peut recevoir la tension de sortie d'un détecteur extérieur, dans ce cas, la réponse amplitude/fréquence est d'environ $\pm 0,01 \text{ dB}$.

ASSERVISSEMENT

Le maître oscillateur de l'appareil peut être asservi sur une fréquence extérieure de 5 MHz, le calage s'effectuant par l'intermédiaire d'un potentiomètre 10 tours et de deux diodes électroluminescentes.

SORTIE DE REFERENCE

Une fréquence de référence de 5 MHz à niveau fixe est disponible à l'arrière de l'appareil.

ENCOMBREMENT :

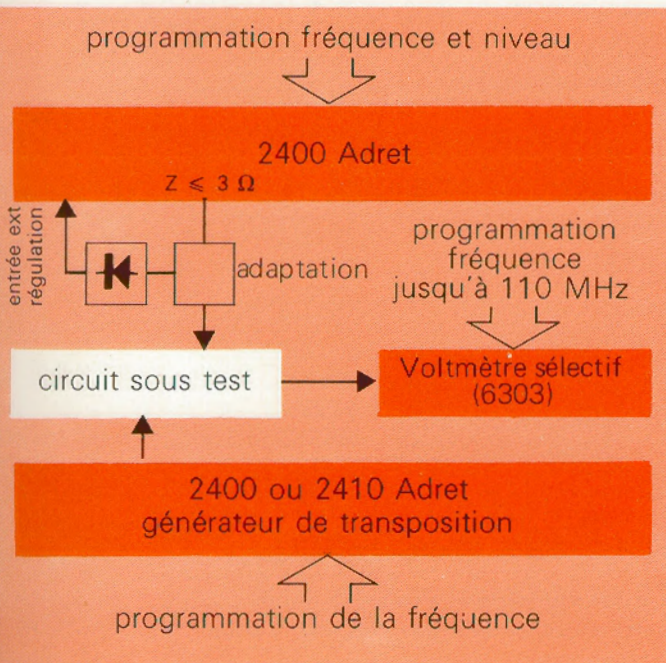
Profondeur 440 mm hors tout
Largeur 19 pouces
Hauteur 2U
Poids 8,5 kg

ENVIRONNEMENT :

Stockage -20°C à $+70^{\circ}\text{C}$
Fonctionnement 0 à $+50^{\circ}\text{C}$

EXEMPLE D'UTILISATION

Mesure de sélectivité à très haute stabilité de niveau (mieux que 0,01 dB de 3 kHz à 14 MHz).



Lorsqu'une mesure requiert une très grande stabilité de niveau, il est possible d'asservir celui-ci à l'aide d'un détecteur extérieur.

Le circuit sous test comportant généralement plusieurs impédances en parallèle, il est nécessaire d'utiliser la sortie faible impédance ($< 3 \Omega$) du générateur. La stabilité obtenue avec un tel montage est meilleure que 0,01 dB de 3 kHz à 14 MHz.

NB. Dans certains cas, l'analyseur de spectre Adret 6303 peut être utilisé comme décibelmètre sélectif ce qui permet de mesurer les composantes harmoniques et non harmoniques du signal généré, loin de la porteuse, ceci d'une manière entièrement automatique avec une dynamique supérieure à 100 dB. La sélectivité est de 10 Hz à 3 dB et 100 Hz à 100 dB, une bande aussi étroite permet la mesure de signaux cohérents ou aléatoires de niveau inférieur au μV .

Une fréquence de transposition peut être éventuellement obtenue par un deuxième 2400 ou 2410.

Les programmations du générateur et du récepteur sélectif peuvent être communes ou séparées il est ainsi possible d'effectuer des mesures sur les fréquences autres que celles générées.

SERIE 6000

SYNTHETISEURS DE FREQUENCE A TIROIRS de 0 à 600 MHz

QU'EST-CE QUE LA

SERIE
6000

Une gamme d'instruments de mesure à technique de synthèse *; de conception modulaire. L'utilisateur dispose ainsi d'un instrument toujours adapté au problème à résoudre ; tant dans le domaine de la *génération de fréquence* que dans celui de *l'analyse de signaux*.

* la série 6000 est évolutive

QUE FAIT LA

SERIE
6000

GENERATION DE FREQUENCE

- Deux versions de bâti
- Trois versions de tiroirs principaux
- Six versions de tiroirs auxiliaires

- Synthétiseur de fréquence 600 MHz
- Générateur multifonction 600 MHz

ANALYSE DE FREQUENCE

- Les mêmes bâtis que précédemment
- Un tiroir analyseur complété ou non d'un tiroir de balayage pour l'analyse spectrale.

- Décibelmètre hétérodyne 0/110 MHz
- Analyseur d'onde 0/110 MHz
- Analyseur de spectre 0/110 MHz

* la série 6000 est adaptable

QUE COMPREND LA

SERIE
6000

Tout d'abord **deux bâtis** : une version complète, le 6100 et une version simplifiée, le 6101.

Chacun des deux bâtis comporte l'affichage numérique des pas de 1 Hz aux pas de 100 kHz. Par ailleurs, le pilote interne peut être asservi sur une fréquence extérieure de 5 MHz, le contrôle de l'asservissement s'effectuant sur galvanomètre.

Le 6100 dispose en plus d'un interpolateur de fréquence pour effectuer une

commande continue de fréquence à l'intérieur d'une gamme présélectionnée (± 1 Hz ± 10 Hz ... ± 1 MHz). Il peut également recevoir un **tiroir auxiliaire** pour la wobulation avec marqueurs, les modulateurs AM/FM/PM (actuellement il y a 6 tiroirs auxiliaires).

Ensuite, le bâti utilisé reçoit un **tiroir principal** qui détermine la fonction de l'instrument GENERATION ou ANALYSE ainsi que la gamme haute de la fréquence (actuellement 110 ou 600 MHz).

* la série 6000 est souple d'emploi

* la série 6000 est également programmable
(en fréquence, en niveau et fonctions AM, FM, PM ...)

* Se reporter p. 36 "qu'est-ce qu'un générateur de fréquence"?

Générateur de fréquence
10 kHz/110 MHz

6315



Générateur de fréquence
400 kHz/600 MHz avec
atténuateur programmable

6301

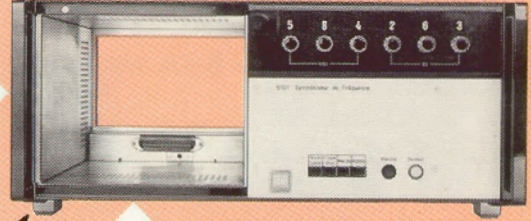


6300

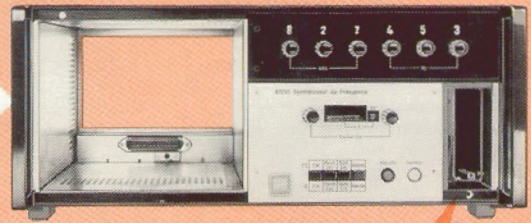
Générateur de fréquence
10 kHz/110 MHz avec
atténuateur programmable



Bâti synthétiseur 6101 simplifié



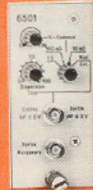
Bâti synthétiseur 6100 avec
interpolateur et tiroirs auxiliaires



**GENERATION
DE FREQUENCE
DE
10 kHz à 600 MHz**



6500
Modulations
AM/FM



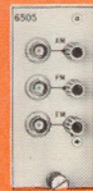
6501
Wobulation
avec
marqueurs



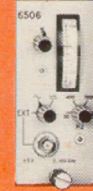
6502
Comparaison
de fréquence



6504
Résolution
au 1/100 Hz

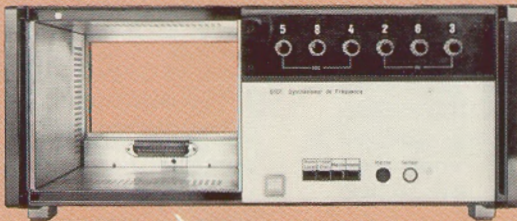


6505
Modulations
simultanées
AM/FM/PM

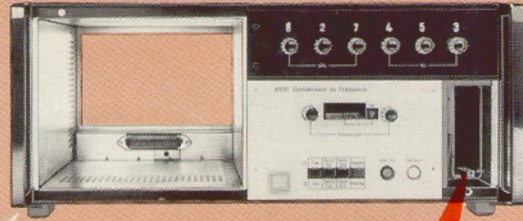


6506
Modulations
par signaux
internes

Bâti synthétiseur 6101 simplifié



Bâti synthétiseur 6100 avec
interpolateur et tiroirs auxiliaires

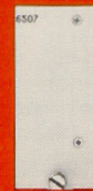


**ANALYSE
DE SIGNAUX
DE 0 à 110 MHz**

6303 Mesureur hétérodyne
0/110 MHz
dynamique 120 dB

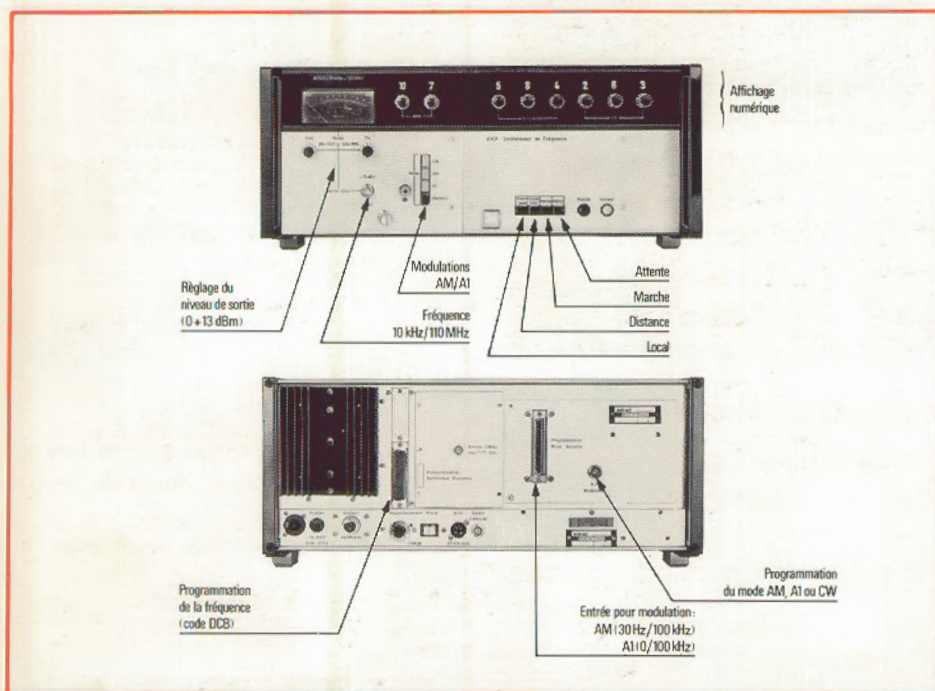


6503
Analyse
spectrale



6507
Tiroir
cache

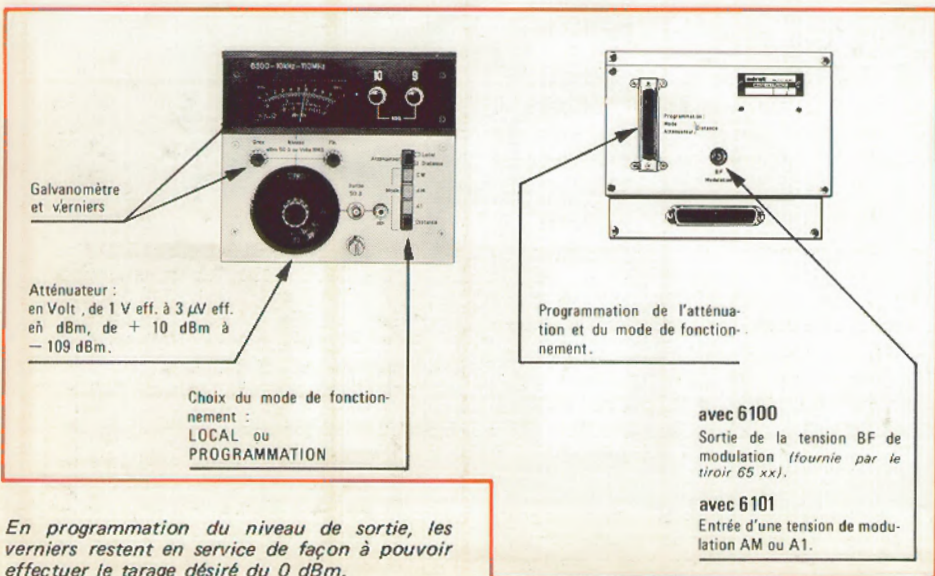
1 La combinaison 6101 + 6301 est la plus économique



Attente : Seul le pilote est sous tension.
Marche : l'instrument est prêt à fonctionner.
Local : la fréquence délivrée est celle affichée numériquement depuis le panneau avant.

Distance : la fréquence délivrée est fonction du programme présenté au connecteur du panneau arrière (une tension de + 4 V permet la validation du programme).

2 En remplaçant le 6301 par le 6300, l'utilisateur dispose d'un atténuateur de précision programmable.



En programmation du niveau de sortie, les verniers restent en service de façon à pouvoir effectuer le tarage désiré du 0 dBm.

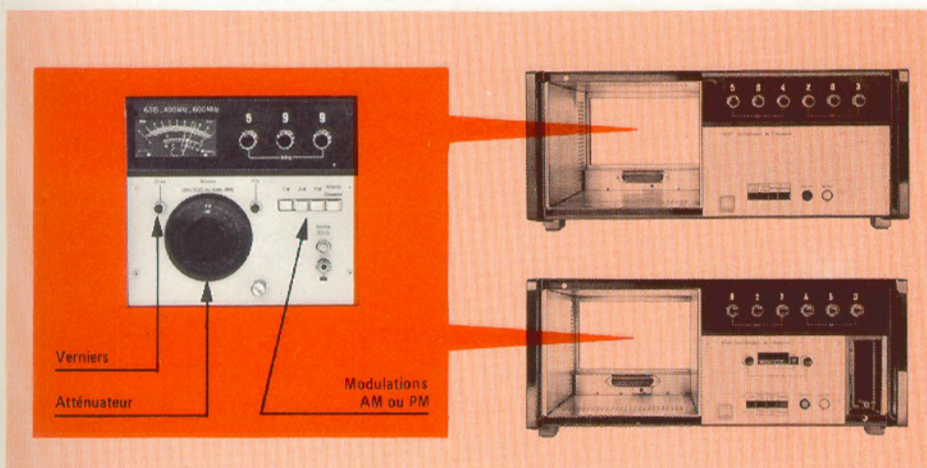
CARACTERISTIQUES DU BATI 6101

RESOLUTION EN FREQUENCE : 1 Hz
AFFICHAGE des pas de 1 Hz à 100 kHz.
STABILITE DE FREQUENCE :
 $2 \cdot 10^{-8}$ par jour après 72 heures
 $5 \cdot 10^{-9}$ par jour après 3 mois
 $2 \cdot 10^{-10}$ par jour (sur option)
ASSERVISSEMENT sur étalon extérieur par comparateur de phase incorporé.
Fréquence : 5 MHz
Niveau : 200 mV à 1 V eff/50 Ω
Sortie 5 MHz : 500 mV/50 Ω
ALIMENTATION :
 115-127-220 V $\pm 10\%$ 45 à 450 Hz.
Consommation : 55 VA
Compteur horaire électrolytique
PROGRAMMATION :
 Niveau TTL DCB 1-2-4-8
 De la fréquence : 500 μ s
 De l'interpolation - De l'arrêt/marche

CARACTERISTIQUES DU TIROIR 6301

GAMME DE FREQUENCE :
 10 kHz à 110 MHz
Affichage numérique :
 ● des pas de 1,10 et 100 MHz sur la face avant du tiroir
 ● des pas de 1 Hz à 100 kHz sur le bâti 6100 ou 6101.
NIVEAU DE SORTIE :
 ● en CW : 2 V eff., f.e.m.
 ● en AM : 1 V eff., f.e.m.
 ajustage par verniers et visualisation par galvanomètre de 224 mV à 1 V eff./50 Ω , (0 dBm à + 13 dBm)
 ● Impédance caractéristique : 50 Ω
Réponse amplitude/fréquence
 ● 10 kHz - 40 MHz = $\pm 0,2$ dB
 ● 10 kHz - 80 MHz = $\pm 0,5$ dB
 ● 10 kHz - 110 MHz = $\pm 0,7$ dB
MODULATION D'AMPLITUDE :
Niveau de sortie réglé : touche AM, bande passante 30 Hz à 100 kHz.
Niveau de sortie non réglé : touche A1, bande passante : 0 à 100 KHz
Distorsion de l'enveloppe à 0 dBm :
 $\leq 3\%$ pour 70 % de modulation
Modulation résiduelle PM à 0 dBm :
 pour 30 % de modulation : 0,1 rd
 pour 50 % de modulation : 0,2 rd
 pour 75 % de modulation : 0,4 rd
PURETE SPECTRALE
Raies harmoniques (à + 7 dBm) :
 - de 10 kHz à 1 MHz : - 36 dB
 - de 1 MHz à 60 MHz : - 40 dB
 - de 60 MHz à 110 MHz : - 36 dB
Raies non harmoniques (à + 13 dBm) :
 de 10 KHz à 110 MHz ≤ 75 dB (typique - 80 dB)
Bruit de phase (dans 1 Hz de bande) :
 ≤ -100 dB à 100 Hz de la porteuse
 ≤ -110 dB à 1 kHz de la porteuse
 ≤ -130 dB à 1 MHz de la porteuse
 ≤ -140 dB à 10 MHz de la porteuse
Modulation FM résiduelle :
 $\leq 0,3$ Hz, dans une bande de 3 KHz
PROGRAMMATION : en DCB niveau TTL
de la fréquence : temps d'acquisition :
 ● pas de 1 Hz à 100 kHz : 500 μ s
 ● pas de 1 MHz à 100 MHz : 1 ms
modes AM, CW et A1 : niveau "1".

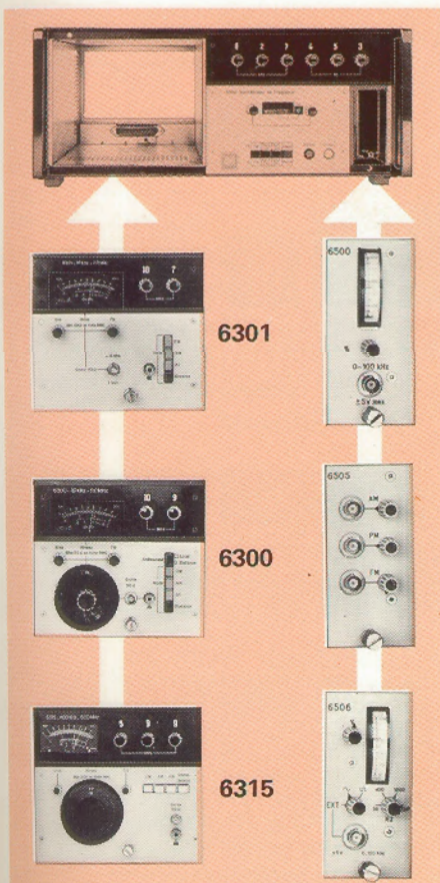
3 Avec le tiroir 6315 la gamme de fréquence s'étend jusqu'à 600 MHz*



Dernier né de la série 6000, il peut s'incorporer dans l'un ou l'autre des bâtis. En plus de la modulation AM il permet la modulation de phase de 0 à $\pm 2 \pi$ rd et

l'atténuateur est gradué en volt (de 1 V à 0,1 μ V) et en dB (+ 10 dB à - 130 dB). En programmation du niveau de sortie, la résolution de l'atténuation est de 0,1 dB.

4 Avec le bâti 6100 les modulations AM et A1 sont plus souples.



En effet, ce bâti peut recevoir l'un des trois tiroirs auxiliaires prévus pour les modulations AM et A1 (PM avec 6315).

6500 : La fréquence modulante entre sur une prise coaxiale, le taux de modulation est ajustable de 0 à 95 % par potentiomètre et visualisation sur galvanomètre, impédance d'entrée : 100 k Ω /10 pF. Bande passante : 0 à 100 kHz.

6505 : Les modulations AM, FM et PM (avec le 6315) peuvent s'effectuer simultanément avec les réglages de taux et d'excursion séparés. (Caractéristiques identiques au 6500).

6506 : Les modulations AM et FM peuvent s'effectuer par l'intermédiaire de signaux internes de forme \sim ou \sqcap , la fréquence étant de 50 Hz, 400 Hz, 1000 Hz ou 4500 Hz ; une entrée extérieure est également prévue.

Avec l'utilisation des tiroirs auxiliaires, la tension de modulation ressort sur la prise arrière "BF MODULATION", du tiroir principal utilisé (6300, 6301 ou 6315).

CARACTERISTIQUES DU TIROIR 6300

GAMME DE FREQUENCE
10 kHz à 110 MHz

Affichage numérique :

- des pas de 1,10 et 100 MHz sur la face avant du tiroir
- des pas de 1 Hz à 100 kHz sur le bâti 6100 ou 6101 (Option : 0,01 Hz avec le tiroir 6504).

NIVEAU DE SORTIE

- CW et FM : 2 V eff. f.e.m.
- AM : 1 V eff. f.e.m.
- impédance de sortie : 50 Ω

Réponse amplitude/fréquence

- 10 kHz - 40 MHz = $\pm 0,2$ dB
- 10 kHz - 80 MHz = $\pm 0,5$ dB
- 10 kHz - 110 MHz = $\pm 0,7$ dB

Réglage local du niveau de sortie :
affichage en volts :

- par atténuateur : de 1 V eff. à 3 μ V eff.
 - par atténuateur, vernier et galvanomètre : de 1 V eff. à 0,25 μ V eff.
- affichage en dBm :
- par atténuateur : de + 10 dBm à - 109 dBm
 - par atténuateur, vernier et galvanomètre : de + 13 dBm à - 119 dBm

Réglage du niveau de sortie par programmation :

- par atténuateur : de 0 à 110 dB sous le niveau affiché sur le galvanomètre

Précision de l'atténuation :

- $\leq \pm 1$ dB de 0 à - 70 dB
- $\leq \pm 2$ dB de 0 à - 119 dB

MODULATION D'AMPLITUDE

(avec bâti 6100 et tiroir auxiliaire)

Niveau de sortie réglé : touche AM, bande passante 30 Hz à 100 kHz.

Niveau de sortie non réglé : touche A1, bande passante : 0 à 100 KHz

Distorsion de l'enveloppe à 0 dBm :
 ≤ 3 % pour 70 % de modulation

Modulation résiduelle PM à 0 dBm :
pour 30 % de modulation : 0,1 rd
pour 50 % de modulation : 0,2 rd
pour 75 % de modulation : 0,4 rd

MODULATION DE FREQUENCE :

Voir "interpolation" (Bâti 6100)

Raies AM résiduelles $\leq - 40$ dB.

PURETE SPECTRALE

Raies harmoniques (à + 7 dBm) :
- de 10 kHz à 1 MHz : - 36 dB
- de 1 MHz à 60 MHz : - 40 dB
- de 60 MHz à 110 MHz : - 36 dB

Raies non harmoniques (à + 13 dBm) :
de 10 KHz à 110 MHz ≤ 75 dB (typique - 80 dB)

Bruit de phase (dans 1 Hz de bande) :
 $\leq - 100$ dB à 100 Hz de la porteuse
 $\leq - 110$ dB à 1 kHz de la porteuse
 $\leq - 130$ dB à 1 MHz de la porteuse
 $\leq - 140$ dB à 10 MHz de la porteuse

Modulation FM résiduelle :
 $\leq 0,3$ Hz, dans une bande de 3 KHz.

PROGRAMMATION : en DCB niveau TTL

de la fréquence : temps d'acquisition:
● pas de 1 Hz à 100 kHz : 500 μ s
● pas de 1 MHz à 100 MHz : 1 ms
du niveau : temps d'acquisition 20 ms
modes AM, CW et A1 : niveau "1".

*** CARACTERISTIQUES DU BATI 6100 ET DU TIROIR 6315**
voir page 20.

CARACTERISTIQUES DU TIROIR 6315

Fréquence

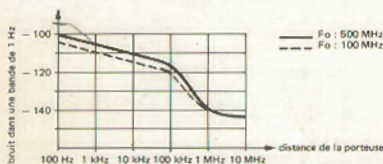
- gamme de fréquence
400 kHz - 599,999 999 MHz.
- résolution 1 Hz
- temps d'acquisition :
500 microsecondes
- stabilité journalière
5.10⁻⁹ (5.10⁻¹⁰ sur option).
- recherche : ± 1 Hz à ± 1 MHz.

Niveau

- niveau maximum de sortie CW:
+ 13 dBm
- niveau maximum de sortie AM
+ 3 dBm moyen (valeur moyenne)
- constance du niveau de sortie : ± 0,5 dB
- commande locale de niveau :
- atténuateur
pas de 10 dB de 0 à 140 dB.
- progressif
13 dB plus vernier 1 dB.
- programmation de niveau
(temps d'acquisition : 1 ms)
pas de 0,1 dB, 1 dB, 10 dB.

Pureté spectrale

- raies harmoniques ;
- 30 dB à + 10 dB et 600 MHz.
- raies non harmoniques : - 80 dB
- rapport signal/bruit
dans 1 Hz de bande.



Modulation AM

- bande passante
0-20 kHz (pour déphasage de la tension
modulante ≤ 3°)
- taux de modulation : 0 à 95 %
- distorsion d'enveloppe
- 36 dB à 50 % de taux.
- PM parasite
< 0,05 rd à 50 % de taux.

Modulation FM

- bande passante : 0-20 kHz.
- déviation : 0 à ± 100 kHz.
- distorsion : - 36 dB pour ± 75 kHz
- AM parasite : < 3 %

Modulation PM

- bande passante : 0-20 kHz.
- déviation de phase : 0 à ± π radian.

DIMENSIONS ET ENVIRONNEMENT DES BATIS 6100 ET 6101



DIMENSIONS :

H, 176 mm. L, 440 mm
(rack standard 19")
Profond. 400 mm, poignée
45 mm.

ENVIRONNEMENT :

Fonctionnement : 0 à + 50°C
Stockage : - 20° à + 70°C

5 Le bâti 6100 possède un interpolateur de fréquence.

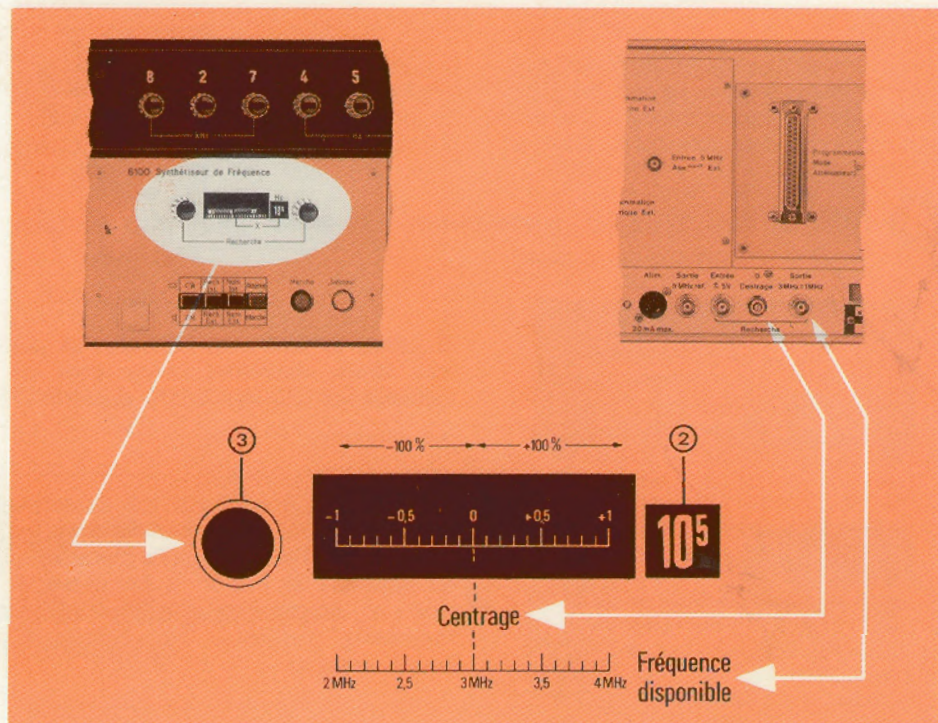
L'interpolateur * permet de faire varier la fréquence de sortie du générateur de façon continue (3) à l'intérieur d'une gamme présélectionnée localement (2) ou par programmation. La fréquence de sortie est donc celle affichée ou programmée plus ou moins l'interpolation, mais tous les chiffres restent significatifs.

Une prise coaxiale située sur le panneau arrière délivre une fréquence variant de 2 à 4 MHz en fonction de la commande continue de l'interpolateur (3) et celle que soit la gamme d'interpolation présélectionnée. L'utilité de ce signal est exposée dans les deux paragraphes suivants. (6 et 7)

Par ailleurs, une tension analogique variant de ± 5 V en fonction de la commande continue de fréquence (3), est également disponible à l'arrière de l'instrument ; de même, la variation continue de fréquence peut s'effectuer par l'intermédiaire d'une tension analogique de ± 5 V.

L'interpolateur, en plus de la possibilité de variation continue de fréquence décrite ci-dessus, permet la modulation de fréquence ainsi que de nombreuses applications parmi lesquelles : fréquencemètre actif, multiplicateur d'écart de fréquence (voir page 40).

* Le principe de l'interpolation est expliqué page 39.



CARACTERISTIQUES DU BATI 6100

RESOLUTION EN FREQUENCE : 1 Hz
Sur option 0,01 Hz

AFFICHAGE des pas de 1 Hz à 100 kHz.

STABILITE DE FREQUENCE :

- 2.10⁻⁸ par jour après 72 heures
- 5.10⁻⁹ par jour après 3 mois
- 2.10⁻¹⁰ par jour (sur option)

ASSERVISSEMENT sur étalon extérieur par comparateur de phase incorporé.

- Fréquence : 5 MHz
- Niveau : 200 mV à 1 V eff/50 Ω
- Sortie 5 MHz : 500 mV/50 Ω

INTERPOLATION :

- excursion commutable de :
± 1 Hz à ± 1 MHz, par décade
- linéarité : 2 % de la gamme
- échelle lumineuse : 250 mm.

Nota : en "interpolation", la fréquence affichée numériquement, devient la fréquence centrale.

Sorties

de la tension de commande,
en cas de balayage manuel : ± 5 V,
de la fréquence d'interpolation
3 MHz ± 1 MHz,

entrée ± 5 V pour commande extérieure de l'oscillateur d'interpolation.

ALIMENTATION :

115-127-220 V ± 10 % - 45 à 450 Hz.

Consommation : 55 VA

Compteur horaire électrolytique

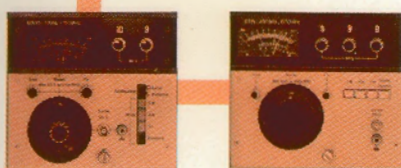
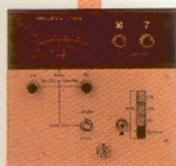
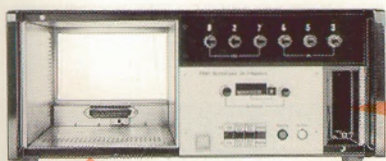
PROGRAMMATION :

Niveau TTL DCB 1-2-4-8

De la fréquence : 500 μs

De l'interpolation De l'arrêt/marche

6 Le bâti 6100 permet les modulations FM/F1/PM et la wobulation



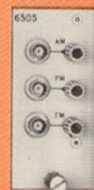
6500 : La fréquence de modulation ou de wobulation entre sur une prise coaxiale, la déviation de fréquence, à l'intérieur de la gamme présélectionnée par l'interpolateur, s'ajuste par potentiomètre, le taux est visualisé sur le galvanomètre (100 % d'excursion pour ± 5 V).



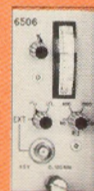
6501 : Ce tiroir est plus spécialement destiné à la wobulation, et commande l'interpolateur par l'intermédiaire d'une rampe à vitesse variable d'une durée de 10 ms à 10 s. Des marqueurs au nombre de 21 sont disponibles, le marqueur central identifie avec précision la fréquence affichée et les 20 autres sont espacés du 1/10 de la gamme présélec-

tionnée à partir de l'interpolateur.

Les considérations générales sur la wobulation exposées (p. 40 et p. 38) restent valables avec la série 6000, aux matériels employés et aux valeurs près.



6505 : avec ce tiroir les modulations AM, FM et PM (avec le 6315) peuvent s'effectuer simultanément avec des réglages de taux et d'excursion indépendants.



6506 : Ce tiroir comprend un générateur BF à points fixes (50, 400, 1000 et 4500 Hz en \sim ou $\sim\sim$), pour effectuer les modulations, il garde la possibilité de modulation par signaux extérieurs, le taux étant ajusté par potentiomètre et visualisé sur galvanomètre.

7 Le bâti 6100 équipé du tiroir 6502 constitue un fréquencemètre actif et un expasseur de dérive

Généralités :

Il s'agit de la même application que celle exposée (p. 45) mais effectuée dans de meilleures conditions, puisque le comparateur de phase est constitué du tiroir auxiliaire 6502 ce qui limite les interconnexions. Il est à noter que ce tiroir est un comparateur de fréquence et non uniquement un comparateur de phase, il permet donc une recherche aisée d'une fréquence inconnue :

En effet, il suffit de :

- Enfoncer la touche FM
- Choisir une gamme d'interpolation compatible avec l'écart supposé entre F_0 (fréquence affichée) et F_x (fréquence à mesurer).

A ce moment deux voyants indiquent le sens de l'erreur et lorsque les deux fréquences sont assez voisines (différence inférieure à la gamme d'interpolation choisie), le générateur est asservi sur la fréquence à mesurer (F_x) et sa fréquence F_0 suit toutes les fluctuations de F_x qui sont visualisées sur le galvanomètre du tiroir 6502. L'écart est disponible sous forme analogique (± 5 V), et si la fréquence dépasse la valeur correspondant à la gamme d'interpolation sélectionnée, les voyants indiquent si la fréquence F_x est supérieure ou inférieure à F_0 : Dans ce dernier cas, il faut réagir soit sur la gamme d'interpolation, soit sur l'affichage du générateur (F_0) pour tendre vers $F_0 = F_x$.

La sortie 2/4 MHz de l'oscillateur d'interpolation peut être lue sur un fréquencemètre pour obtenir sous forme numérique la valeur de l'écart de fréquence ou de la dérive.

La fréquence à mesurer F_x peut avoir un rapport signal/bruit de seulement 12 dB.

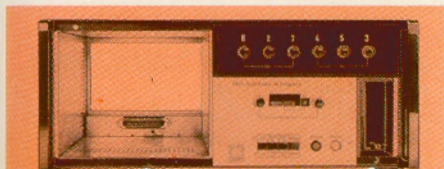
quance à mesurer et la fréquence affichée de 50 MHz est inférieure à ± 1 Hz.

Si le fréquencemètre indique une valeur de 3,243 MHz la valeur exacte de la fréquence à mesurer est de 50.000.000,243 Hz soit une résolution de quelques 10^{-11} .

Expanseur de dérive

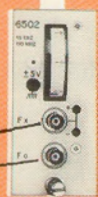
Le taux de multiplication est d'autant plus grand que la gamme d'interpolation choisie est plus petite. Par exemple, pour la gamme ± 1 Hz la multiplication de l'erreur est de 10^6 , pour la gamme ± 10 Hz elle est de 10^5 ... (se reporter p. 46 pour saisir le processus de cette multiplication d'écart de fréquence).

La dérive ainsi multipliée est disponible sous forme analogique, tension de ± 5 V qui correspond à une sensibilité fonction de la gamme d'interpolation (0,2 Hz/Volt pour la gamme ± 1 Hz...).



tiroir 6300 tiroir 6301
tiroir 6315
(jusqu'à 150 MHz)

fréquence extérieure
fréquence de référence
(sortie du tiroir principal)

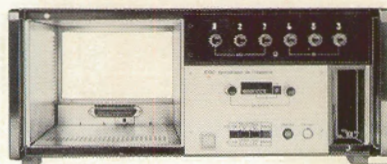


- Relier la sortie du tiroir principal (6300 ou 6301) à l'entrée F_0 du 6502.
- Présenter sur F_x la fréquence à mesurer.

Fréquencemètre actif :

Il a été vu au § 5 que la fréquence de l'oscillateur d'interpolation pouvait être mesurée sur un fréquencemètre ; sa variation étant de ± 1 MHz quelle que soit la gamme d'interpolation. Par exemple, pour la gamme ± 1 Hz, aux kilo Hertz lus sur le fréquencemètre, correspondent les millièmes de Hertz de la fréquence F_x . Par exemple, pour une fréquence affichée de 50 MHz, si l'aiguille du galvanomètre du 6502 est stable, l'écart entre la fré-

8 Extension de la résolution au 1/100 de Hertz.



Le bâti 6100 équipé du tiroir auxiliaire 6504 voit sa résolution portée au 1/100 de Hertz. Ce tiroir permet par ailleurs les modulations AM et FM par signaux extérieurs.



SERIE 6000

& ANALYSE DE SIGNAUX

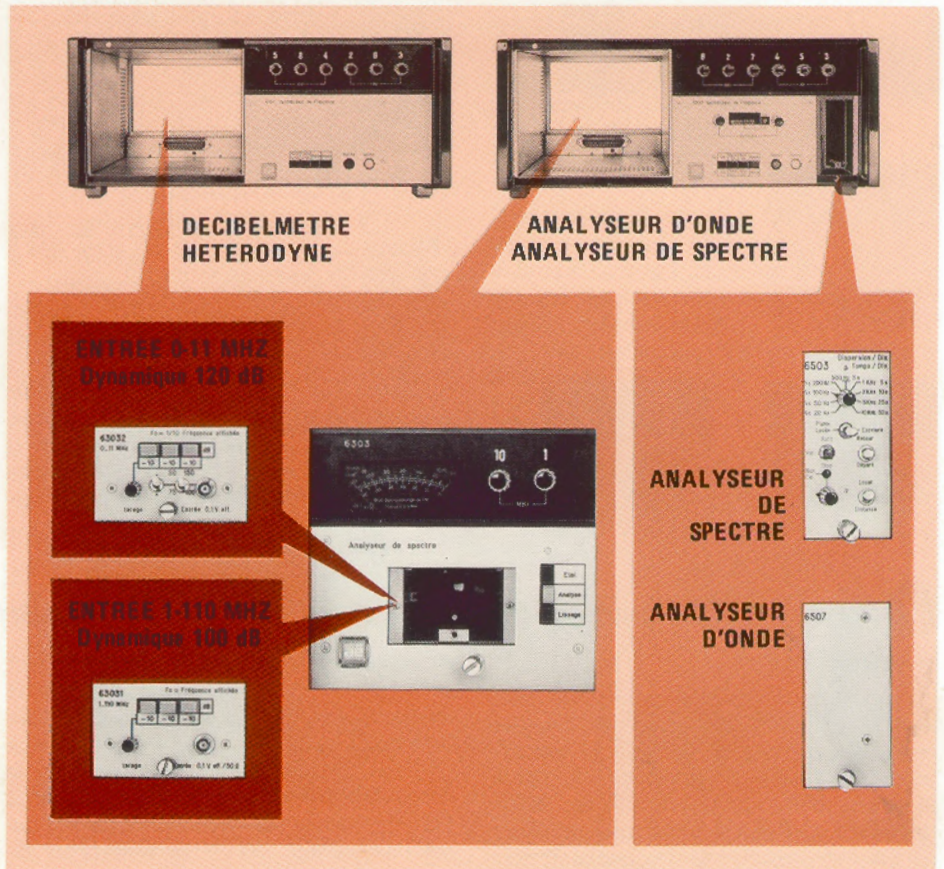
Avec le tiroir mesureur hétérodyne synthétisé 6303, la série 6000 aborde le domaine des mesures sélectives indispensables dès qu'il s'agit d'effectuer des mesures à faible niveau.

Ce tiroir incorporé dans l'un des bâtis 6100 ou 6101 couvre divers champs d'application parmi lesquels:

- **Décibelmètre hétérodyne programmable**
avec bâti 6101
- **Analyseur d'onde programmable**
avec bâti 6100
- **Analyseur de spectre programmable**
avec bâti 6100 et tiroir de balayage 6503

Par ailleurs, le tiroir 6303 peut recevoir au choix deux têtes d'analyse, l'une couvrant la gamme de 0 à 11 MHz avec une dynamique de 120 dB et l'autre couvrant la gamme de 1 à 110 MHz avec une dynamique de 100 dB.

Différentes combinaisons possibles en analyse de signaux.



1 DECIBELMETRE HETERODYNE

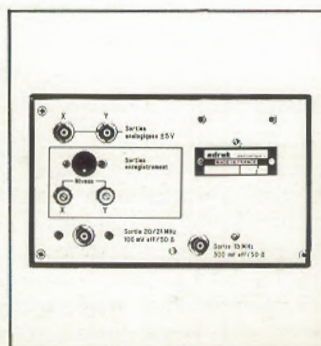
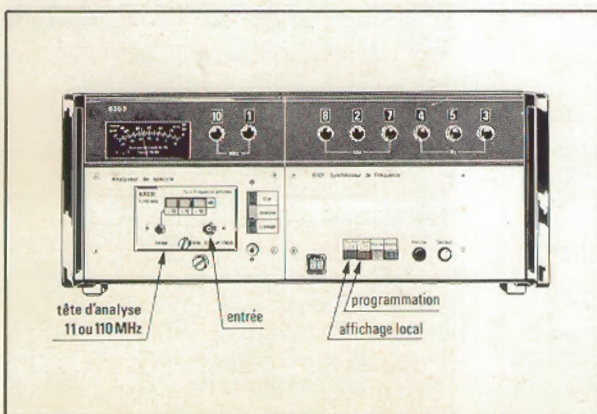
Il s'agit de mesurer le niveau d'un signal de fréquence connue, la fréquence à mesurer est soit affichée localement, soit programmée et l'exploitation de la mesure peut s'effectuer directement à partir du galvanomètre de la face avant avec une résolution de ± 1 dB, soit lue sur un voltmètre numérique connecté à l'arrière.

Dans cette application le tiroir 6303 se

comporte comme un filtre de largeur 10 Hz à fréquence d'accord programmable de 0 à 110 MHz asservi à un système de mesure logarithmique. Il met donc en œuvre la version simplifiée des bâtis, le 6101.

Cet instrument permet ainsi les mesures suivantes : Mesure d'un système générateur (oscillateur par exemple), mesure

de la réponse d'un quadripôle (avec ou sans fréquence de transposition, laquelle peut être délivrée par un deuxième bâti comprenant un tiroir principal), mesure hypsométrique (avec ligne étalon)...



vue arrière du tiroir mesureur hétérodyne synthétisé 6303.

ENTREE 0-11 MHz

Accord de fréquence

- Gamme : 0 à 11 MHz
- Pas : 0,1 Hz
- Stabilité : $2 \cdot 10^{-8}$ / jour
- Asservissement : 5 MHz
- Programmation : DCB/TTL

Mesure de niveau

- Echelle : 120 dB
- Sensibilité : 0 dB : 100 mV
-120 dB : 100 nV
- Atténuateur : -0 à 30 dB
- Impédances d'entrée : 50, 75, 150 ou 600 Ω
- Bruit résiduel : $30 \text{ nV} \sqrt{\text{Hz}}$ *
- Sélectivité : $\pm 5 \text{ Hz}$ à 3 dB
 $\pm 50 \text{ Hz}$ à 100 dB
- Précision niveau : $\pm 2 \text{ dB}$ de 0 à 100 dB
 $\pm 4 \text{ dB}$ de 100 à 120 dB
- Temps d'acquisition d'une mesure : 1 s
- Sortie analogique : environ 83 mV/dB

ENTREE 1-110 MHz

Accord de fréquence

- Gamme : 1 à 110 MHz
- Pas : 1 Hz
- Stabilité : $2 \cdot 10^{-8}$ / jour
- Asservissement : 5 MHz
- Programmation : DCB/TTL

Mesure de niveau

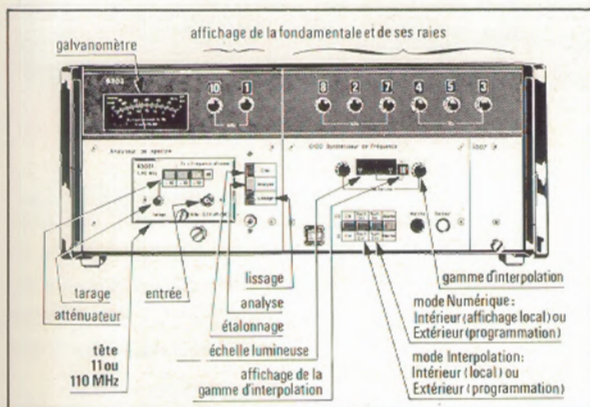
- Echelle : 100 dB
- Sensibilité : 0 dB : 100 mV
-100 dB : 1 μV
- Impédance d'entrée : 50 Ω
- Bruit résiduel : $0,3 \mu\text{V} \sqrt{\text{Hz}}$ *
- Sélectivité : $\pm 5 \text{ Hz}$ à 3 dB
 $\pm 50 \text{ Hz}$ à 100 dB
- Précision niveau : $\pm 2 \text{ dB}$
- Temps d'acquisition d'une mesure : 1 s
- Sortie analogique : 83 mV/dB

* $\sqrt{\text{Hz}}$: ramené à l'entrée dans une bande de 1 Hz

2 ANALYSEUR D'ONDE

Cet instrument permet la qualification du signal délivré par une source de fréquence stable (émetteur par exemple),

de fréquence inconnue ou tout au moins connue avec imprécision, c'est pourquoi le tiroir 6303 est incorporé dans le bâti 6100 qui comporte un interpolateur de fréquence (voir p. 20)



Un cas particulier d'utilisation est celui de la mesure de champ HF. En effet, l'analyseur synthétisé est particulièrement intéressant du fait de sa précision et de sa stabilité en fréquence et surtout de sa bande d'analyse très étroite (10 Hz), qui permet dans de nombreux cas, de travailler dans des champs perturbés et d'éviter ainsi l'utilisation d'une cage de Faraday.

ENTREE 0-11 MHz

Accord de fréquence

- Gamme : 0 - 11 MHz
- Pas : 0,1 Hz
- Stabilité : $2 \cdot 10^{-8}$ / jour
- Asservissement : 5 MHz
- Programmation : DCB/TTL
- Progressif : $\pm 0,1$ Hz à ± 10 kHz
- Précision : ± 2 %
- Balayage électronique extérieur : ± 5 V pour $\pm 0,1$ Hz à ± 10 kHz

Mesure de niveau

- Echelle : 120 dB
- Sensibilité : 0 dB - 100 mV - 120 dB ; 100 mV

- Atténuateur : 0 à 30 dB
- Impédances d'entrée : 50, 75, 150 ou 600 Ω
- Bruit résiduel : $0,3 \mu V \sqrt{Hz}$
- Sélectivité : 10 Hz à 3 dB ; 100 Hz à 100 dB
- Précision niveau : ± 2 dB ; ± 4 dB 100 à 120 dB
- Temps d'acquisition d'une mesure : 1 s
- Sortie analogique : environ 83 mV/dB

ENTREE 1-110 MHz

Accord de fréquence

- Gamme : 1 à 110 MHz
- Pas : 1 Hz
- Stabilité : $2 \cdot 10^{-8}$ / jour
- Asservissement : 5 MHz
- Programmation : DCB/TTL
- Progressif : ± 1 Hz à ± 100 kHz
- Précision : ± 2 %
- Balayage électronique extérieur : ± 5 V pour ± 1 Hz à ± 100 kHz

Mesure de niveau

- Echelle : 100 dB
- Sensibilité : 0 dB - 100 mV - 100 dB ; 100 mV

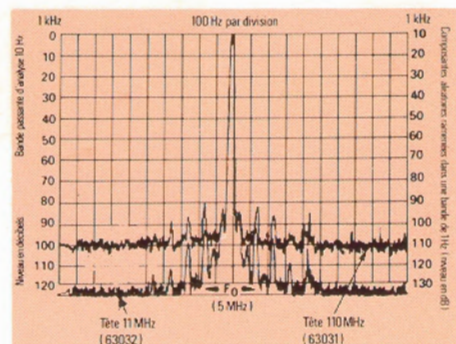
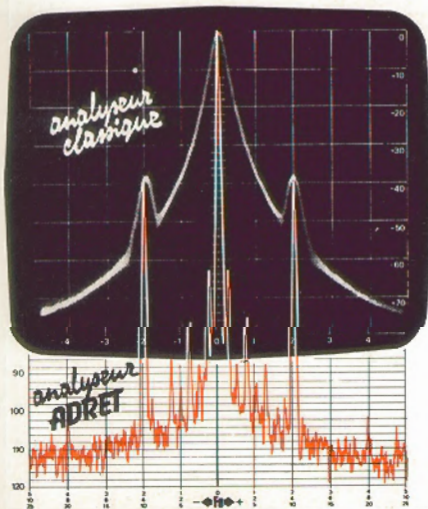
- Atténuateur : 0 à 30 dB
- Impédance d'entrée : 50 Ω
- Bruit résiduel : $0,3 \mu V \sqrt{Hz}$
- Sélectivité : 10 Hz à 3 dB ; 100 Hz à 100 dB
- Précision niveau : ± 2 dB
- Temps d'acquisition d'une mesure : 1 s
- Sortie analogique : 83 mV/dB

* \sqrt{Hz} : ramené à l'entrée dans une bande de 1 Hz

3 ANALYSEUR DE SPECTRE

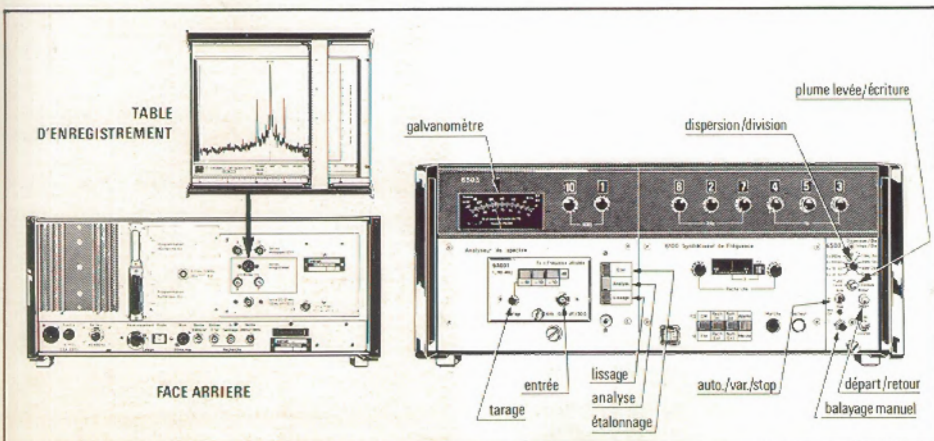
Cet instrument est destiné à la qualification des signaux de haute pureté spectrale, il prend en quelque sorte le relai des analyseurs classiques quand les perfor-

mances de ces derniers deviennent insuffisantes tant en résolution qu'en dynamique.



1 Gain de performance en dynamique et en résolution de l'analyseur Adret par rapport aux analyseurs classiques, dans le cas de l'analyse d'un même signal.

- 2 Tracé d'un spectre avec les deux têtes d'analyse.
- 3 Commandes et exploitation de la mesure en analyse spectrale.



La figure 1 illustre le gain de performance en dynamique et en résolution de l'analyseur Adret (courbe orange) par rapport aux analyseurs classiques (courbe blanche).

Dans ce cas, l'oscillateur d'interpolation est wobule par un tiroir de balayage qui s'incorpore dans l'alvéole de droite du bâti 6100 ce qui procure des déviations de ± 200 Hz à ± 100 kHz.

L'analyseur ainsi constitué est généralement couplé avec une table traçante "XY" sur laquelle s'inscrit le spectre du signal analysé.

La vitesse de balayage est automatiquement ajustée en fonction de la dispersion choisie.

ENTREE 0-11 MHz

- Gamme de fréquence : 0 à 11 MHz
- Pas : 0,1 Hz
- Stabilité : $2 \cdot 10^{-8}$ / jour
- Asservissement : 5 MHz
- Dispersion : ± 200 Hz à ± 10 kHz
- Durée de l'analyse : 100 à 1000 s
- Retour en cours d'analyse
- Arrêt en cours d'analyse
- Commande de plume d'enregistreur XY

- Impédance d'entrée : 50, 75, 150 ou 600 Ω
- Dynamique : 120 dB
- Bruit résiduel : 30 nV/Hz
- Bande d'analyse : 10 Hz
- Facteur de forme du filtre : 10 à 100 dB
- Sensibilité : 100 mV pour 0 dB ; 100 nV pour -120 dB
- Précision : ± 2 dB de 0 à 100 dB ; ± 4 dB de 100 à 120 dB

ENTREE 1-110 MHz

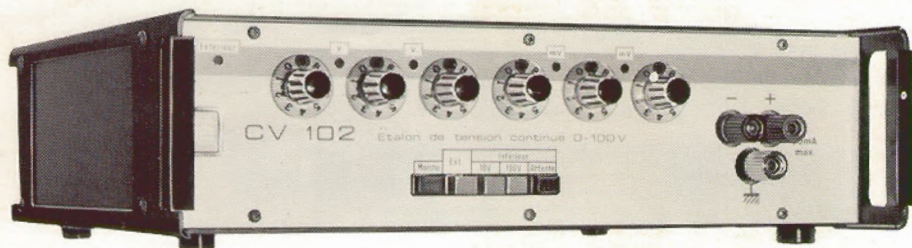
- Gamme de fréquence : 1 à 110 MHz
- Pas : 1 Hz
- Stabilité : $2 \cdot 10^{-8}$ / jour
- Asservissement : 5 MHz
- Dispersion : ± 200 Hz à ± 100 kHz
- Durée de l'analyse : 100 à 1000 s
- Retour en cours d'analyse
- Arrêt en cours d'analyse

- Commande de plume d'enregistreur XY
- Impédance d'entrée : 50 Ω
- Dynamique : 100 dB
- Bruit résiduel : $0,3 \mu V \sqrt{Hz}$
- Bande d'analyse : 10 Hz
- Facteur de forme du filtre : 10 à 100 dB
- Sensibilité : 100 mV pour 0 dB ; 1 μV pour -100 dB
- Précision : ± 2 dB

* \sqrt{Hz} : ramené à l'entrée dans une bande de 1 Hz

102

0,1 μ V à 100V



La particularité de cet appareil réside dans le procédé original de conversion «numérique/analogique» utilisé pour la génération de la tension continue.

Le procédé utilisé dans le 102 repose sur le principe du «comptage prédéterminé», il a le double avantage de ne nécessiter qu'un nombre très réduit d'éléments étalons (3 éléments quel que soit le nombre de chiffres) — ce qui est favorable à la fiabilité de l'instrument — et d'offrir, par principe même, une parfaite constance des échelons de tension (excellente linéarité).

Associées à la faculté intrinsèque de programmation, ces caractéristiques rendent l'appareil particulièrement adapté tant en laboratoire qu'en contrôle, aux opérations d'étalonnage et de contrôle de linéarité (amplificateurs opérationnels, chaînes de mesures, discriminateurs, voltmètres numériques, convertisseurs V/F ...)

Par ailleurs, son temps d'acquisition de 15 ms (temps maximal d'établissement d'une valeur V_1 à une valeur V_2), permet de l'utiliser, associé à un générateur de signaux numériques codés, un calculateur ou un programmeur approprié, comme simulateur de fonctions TBF complexes (capteurs par exemple) ; application particulièrement intéressante dans le domaine des servomécanismes.

CARACTERISTIQUES TECHNIQUES

Sortie flottante : polarité + et -

Gamme 10 Volts :

0,01 mV à 9,99999 V par pas de 0,01 mV.

Gamme 100 Volts :

0,1 mV à 99,9999 V par pas de 0,1 mV.

Affichage numérique :

6 chiffres

Stabilité sur 24 H :

$\pm (25 \mu\text{V} \pm 0,8 \cdot 10^{-5})$, gamme 10 V

$\pm (0,25 \text{ mV} \pm 1 \cdot 10^{-5})$, gamme 100 V.

Stabilité sur 7 jours :

$\pm (30 \mu\text{V} \pm 1 \cdot 10^{-5})$, gamme 10 V

$\pm (0,3 \text{ mV} \pm 1,3 \cdot 10^{-5})$, gamme 100 V

Précision

Mesurée pour $\pm 10\%$ de la tension d'alimentation nominale, et pour une variation de température de $+20^\circ\text{C}$ à $+30^\circ\text{C}$.

Gamme 10 V : $\pm 3 \cdot 10^{-5} \pm 100 \mu\text{V}$

Gamme 100 V : $\pm 5 \cdot 10^{-5} \pm 1 \text{ mV}$

Courant de sortie :

0 à 50 mA max. (courant de court circuit 70 mA).

Résistance interne : en continue : $< 0,002 \Omega$

Impédance dynamique : $R < 15 \Omega$ avec $L < 3 \text{ mH}$.

Linéarité indépendante :

Gamme 10 volts : $1,3 \cdot 10^{-5}$

Gamme 100 volts : $2 \cdot 10^{-5}$.

Bruit :

Gamme 10 volts $< 30 \mu\text{V}$

Gamme 100 volts $< 300 \mu\text{V}$.

Réjection de mode commun : $> 120 \text{ dB}$.

Rigidité diélectrique :

entre masse et bornes de sortie $\pm 500 \text{ V}$.

Résistance d'isolement :

1000 M Ω

Programmation :

6 chiffres codés en DCB 1 - 2 - 4 - 8.

Code de gamme et de validation

Temps d'acquisition : 15 ms.

Accessoires compatibles

- Programmeur 112 (8 voies) et afficheur 122
- Diviseur de tension type 132 (ci-dessous)
- Cadenceur type 402 (voir p. 34)

Extension «nanovolts»

(avec l'accessoire type 132)

gamme 0 à 100 mV (résolution 0,1 μV)

DIMENSION :

Hauteur : 88 mm (2 U standard 19'')

Largeur : 340 mm (adaptateur Rack 19'')

Profondeur hors tout : 340 mm.

MASSE : 5,7 kg.

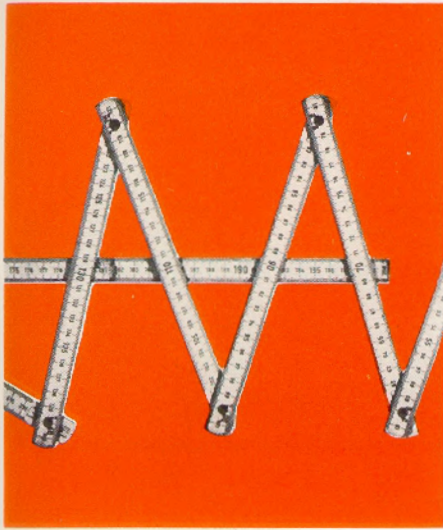
ENVIRONNEMENT :

Fonctionnement : 0 à 50°C (conservatif : $+20$ à $+30^\circ\text{C}$)

Stockage - 20° à 70°C .



MÉTROLOGIE DES FREQUENCES



L'étalonnage ou la calibration des instruments ou des équipements comportant des oscillateurs de référence, tels que les fréquencesmètres, les synthétiseurs et les émetteurs-récepteurs de radio, n'est pas un problème nouveau. Il a pris, depuis quelques années, une nouvelle dimension due à l'augmentation très rapide des performances de précision et de stabilité exigées par les cahiers des charges actuels. En effet, il y a quelques années, un calibrage à 10^{-6} ou 10^{-7} était considéré comme suffisant dans la plupart des cas ; actuellement des précisions de 10^{-8} à 10^{-9} sont devenues tout à fait courantes.

La métrologie des fréquences nécessite donc actuellement de disposer de sources étalons de fréquences et d'instruments capables de mettre en évidence avec une bonne résolution, des écarts de fréquence aussi faibles que 10^{-10} voire 10^{-11}



4101

RECEPTEUR ETALON
 DE FREQUENCE

Les étalons atomiques étant d'un prix très élevé, Adret Electronique a développé un récepteur de fréquence étalon pouvant capter les porteuses radio qui justement sont pilotées par des étalons atomiques. (Par exemple Allouise en France, Droitwich en Angleterre, HBG en Suisse ...)

Le récepteur synthétisé Adret type 4101 permet donc de recevoir tout

émetteur compris dans la gamme de 15 à 200 kHz avec une résolution de 20 Hz, il peut délivrer les fréquences de référence de 1 MHz, 5 MHz et 10 MHz dont la précision à long terme est celle de la porteuse reçue à $\pm 5 \cdot 10^{-10}$ près.

Le récepteur étalon 4101 comprend principalement un pilote à quartz de haute stabilité, asservi en fréquence sur la porteuse reçue et non en phase comme la plupart des réalisations du même genre.

Toute la partie asservissement est traitée en circuits logiques et la commande du pilote haute stabilité est électro-mécanique, ce qui permet d'inhiber l'asservissement lorsque les variations de phase ou de fréquence de la porteuse reçue dépassent un certain seuil et risqueraient d'entraîner le pilote de haute stabilité si l'asservissement était maintenu. Ce circuit d'inhibition permet donc d'interrompre l'asservissement, lorsque les conditions de réception ne sont pas suffisamment stables ou lorsque l'émission est interrompue.

CARACTERISTIQUES TECHNIQUES

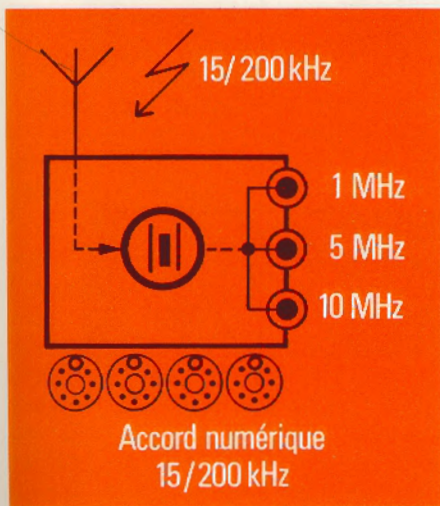
- **Gamme de fréquence**
15 kHz à 200 kHz
- **Résolution d'affichage**
20 Hz
- **Sensibilité**
 \geq à 5 μ V
- **Antenne**
Passive,
(Sur option, antenne active à ferrite).
- **Fréquences délivrées**
1/deux sorties fixes 5 MHz, (1V/50 Ohms)
2/deux sorties commutables, 1-5 et 10 MHz.
- **Niveau de sortie**
1 V eff/50 Ohms \pm 1 dB
- **Précision à long terme**
Celle de la porteuse reçue à $\pm 5 \cdot 10^{-10}$ près.
- **Alimentation**
110 - 220 V.
Une batterie incorporée assure, avec une autonomie de 5 heures, l'alimentation du pilote haute stabilité, en cas de défaillance du secteur.
Un chargeur incorporé assure automatiquement la charge de la batterie.

Encombrement

Largeur : 440 mm (standard 19")
 Hauteur : 88 mm (2 U)
 Profondeur : 350 mm

Environnement

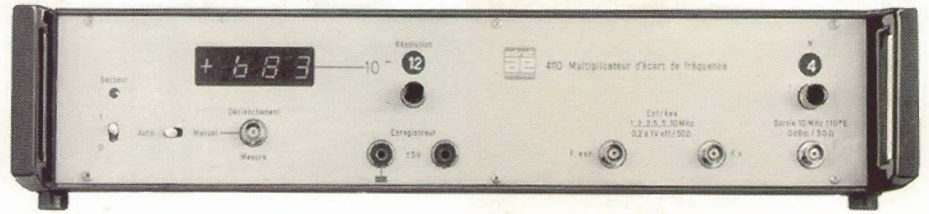
Fonctionnement 0 à 50°C
 Stockage - 20° à + 70°C





4110

MULTIPLICATEUR D'ECART DE FREQUENCE



Cet instrument est destiné à mesurer rapidement l'erreur relative de fréquence entre deux sources stables, l'une étant la référence et l'autre la fréquence à mesurer.

Les multiplicateurs d'erreur réalisés à ce jour utilisent un certain nombre d'étages de multiplication d'erreur, en pratique jusqu'à 4, procurant ainsi un coefficient de multiplication de 10 000.

Le principal inconvénient de ce système est de conduire à un prix relativement élevé, du fait de la sophistication nécessaire des étages de multiplication pour s'affranchir des problèmes de bruit.

La solution proposée par ADRET-ELECTRONIQUE repose sur un principe entièrement différent, issu directement de la technique de synthèse indirecte de fréquence à boucle de phase. Le circuit utilisé se comporte comme un multipli-

cateur d'erreur incluant un filtre à bande passante très étroite et à accord automatique.

Cet équipement est prévu pour délivrer l'erreur multipliée sous trois formes :

1/ Une fréquence de $10 \text{ MHz} + 10^N$ fois l'erreur ($N =$ de 1 à 4).

2/ L'affichage numérique direct du $\Delta F/F$ avec 3 chiffres significatifs, le signe + ou - avec une résolution de 10^{-8} à 10^{-12} en 5 gammes.

3/ Une tension continue $\pm 5 \text{ V}$, proportionnelle au nombre de 3 chiffres affichés.

Ainsi, suivant la méthode utilisée ou le type de mesures à effectuer, l'utilisateur dispose de l'information en valeur absolue ($10 \text{ MHz} \pm 10^N \epsilon$), de la valeur relative $\Delta F/F$ affichée numériquement ou d'une tension analogique proportionnelle destinée à l'enregistrement.

CARACTERISTIQUES TECHNIQUES

Fréquence d'entrée : 1-2-2,5-5 et 10 MHz

Différence relative maximale des fréquences d'entrée : $\pm 1.10^{-5}$

Taux de multiplication d'erreur
1, 10, 100, 1 000, 10 000

Fréquence de sortie : $10 \text{ MHz} \pm 10^N \epsilon$

Affichage numérique du $\Delta F/F$
3 chiffres et 5 gammes de 10^{-5} à 10^{-9} , le dernier chiffre allant de 10^{-8} à 10^{-12} .

Temps d'acquisition :

- $10 \text{ MHz} \pm 10^N \epsilon / 0,2 \text{ s}$.
- affichage numérique: de 0,5 à 12 s suivant la gamme.

Incertitude du dernier chiffre ± 2 unités.

Les commandes des taux de multiplication de l'erreur sur la sortie 10 MHz et de l'affichage numérique du $\Delta F/F$ sont totalement différentes l'une de l'autre.

Encombrement

Largeur : 440 mm (standard 19")
Hauteur : 88 mm (2 U)
Profondeur : 350 mm

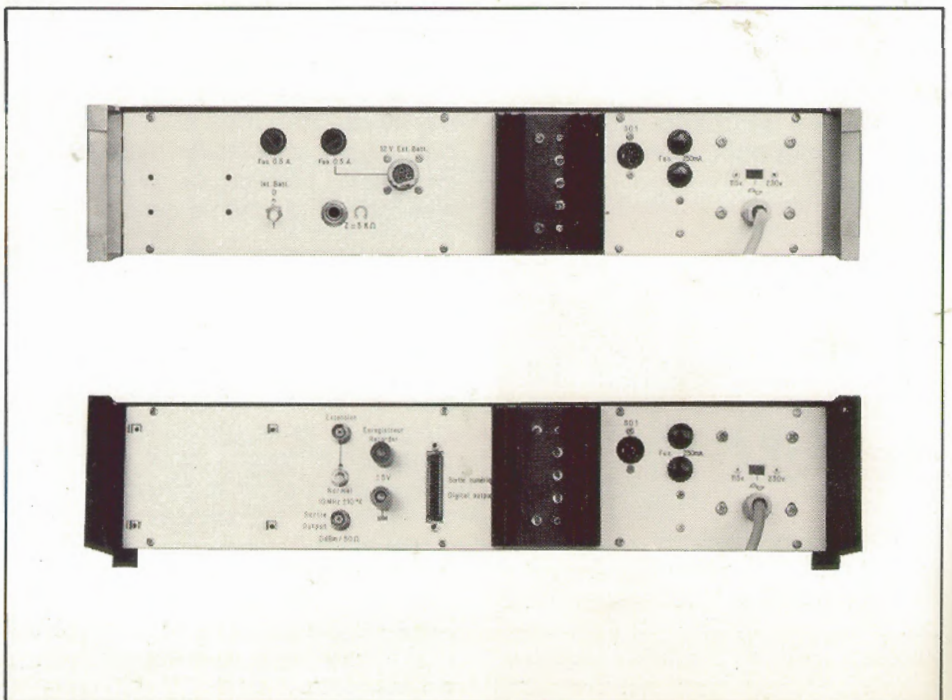
Environnement

Fonctionnement 0 à 50°C
Stockage - 20° à + 70°C

4101+4110

BANC DE MESURE DE FREQUENCES

Ces deux instruments récepteur étalon et multiplicateur d'écart peuvent être utilisés séparément suivant l'équipement dont dispose le laboratoire, mais leur assemblage constitue un banc de mesure de fréquence complet et remarquable tant au point de vue de l'investissement que des performances.





SYNTHETISEURS POUR LES TELECOMMUNICATIONS

un problème important dans les télécommunications LE PILOTAGE DES EMETTEURS

Nous pensons que l'on peut définir les télécommunications comme étant l'ensemble des techniques qui permettent de véhiculer ou de transmettre des informations à distance. Bien qu'elles aient évolué à travers les âges, les télécommunications modernes ont pris leur essor avec l'apparition de l'électricité (télégraphie), puis de la triode (radio), enfin, avec le développement des semi-conducteurs, les émetteurs se sont multipliés dans les différentes bandes de fréquence, ce qui a conduit les commissions internationales à prévoir une réglementation très sévère en ce qui concerne l'attribution des fréquences de travail des différents centres d'émissions. Du reste, certains centres de réception, comme celui de NOISEAU en France, sont chargés de faire la « police des ondes » et rappellent à l'ordre les stations d'émissions qui ne respectent pas cette déontologie des ondes.

D'après ce qui vient d'être exposé, il ressort que les télécommunications font appel, à la réception comme à l'émission, aux « circuits sélectifs ». Le terme « sélectif » sous-entend, pour tout spécialiste des télécommunications, précision, stabilité, bonne résolution en fréquence ainsi qu'une réponse am-

plitude/fréquence aussi régulière que possible.

D'après ces exigences, il apparaît que le synthétiseur, du fait de ses qualités intrinsèques, soit tout indiqué pour le pilotage d'émetteurs.

A la réception, il peut également se substituer à l'oscillateur local du récepteur.

DU PILOTE A QUARTZ AU SYNTHETISEUR.

Certains modèles de synthétiseurs ont donc été spécialement étudiés dans le but d'être incorporés dans des équipements de télécommunications, principalement comme pilotes d'émetteurs. Pour ce genre d'appareil, les exigences sont très sévères, tant au point de vue de la fiabilité que des performances.

Traditionnellement, il est utilisé, soit des étalons précis de fréquence fixe, (diapasons quartz, masers, etc...), soit des générateurs à fréquences variables, mais beaucoup moins stables et précis qu'il faut contrôler et régler à l'aide d'équipements auxiliaires.

Si certains services de radiocommunications utilisent la même fréquence pendant de longues périodes, (par exemple les radiophares) et peuvent s'équiper du pilote à quartz, d'autres services sont appelés à changer souvent leur fréquence de travail, soit par suite des conditions de propagation, soit parce qu'ils changent de correspondant ou de zone de parcours ou de consigne d'exploitation.

Dans ce dernier cas, le nombre de fréquences de travail est très élevé, par exemple, il est de 30 000 canaux

espacés de 1 kHz dans la gamme des ondes courtes (30 à 60 MHz), 7 000 canaux espacés de 25 kHz dans celle des UHF, (225 à 400 MHz). Il est donc hors de question d'approvisionner autant de pilotes indépendants accordés d'avance sur ces fréquences. Il faut pouvoir les « fabriquer » à la demande et dans un temps très court par une manœuvre simple, c'est ce que permet de faire le synthétiseur de fréquence.

D'une façon générale, les générateurs synthétiseurs de fréquence utilisés dans les télécommunications sont dénommés « pilotes synthétisés » dits à gamme continue.

De plus, en cas d'interférences, il est possible de synchroniser un réseau d'émetteurs puisque le pilote des synthétiseurs peut être asservi sur une source extérieure de fréquence constituée, par exemple, d'un étalon atomique tel qu'un rubidium.

Dans cette partie du catalogue, les différents instruments d'équipement sont présentés dans le cadre de leur application :

- **201 R et 201 RA** : émission grandes ondes et ondes moyennes
- **6203** : émission ondes courtes
- **6204** : émission O.C. avec modulation en mode F1
- **502-503** : émission de télévision

Du reste, ces différents appareils figurent sur le tableau récapitulatif de la page 6. En outre, cette rubrique décrit un fréquencemètre hétérodyne, le **6205**.

EN OL, les puissances considérables mises en jeu par les émetteurs pour une couverture aussi grande que possible, (de 500 kW à 2 MW), font que certains émetteurs interfèrent entre eux en fonction des horaires d'émissions. Il est donc intéressant

d'effectuer un décalage de quelques dizaines de Hertz, pour éviter ces interférences, ce qui est difficile avec des pilotes d'émetteurs classiques, mais fort commode avec un synthétiseur.

EN OM, le calage rigoureux des émetteurs sur la fréquence qui leur est attribuée, est encore plus critique qu'en OL, vu le nombre considérable de programmes diffusés dans cette bande de fréquence. La solution de l'avenir étant la synchronisation de tous les émetteurs à partir d'étalons atomiques, ce qui est particulièrement facile à réaliser avec un pilote synthétisé, mais impossible avec un oscillateur à quartz.

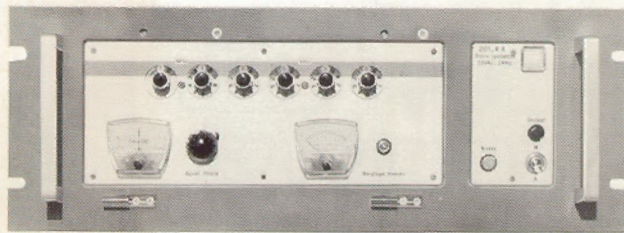
Pour répondre à ces besoins, ADRET ELECTRONIQUE a développé le pilote synthétisé type **201 R**.

201R Le pilote synthétisé type **201 R**, est un générateur cohérent de fréquence à commande numérique. Il délivre par affichage décimal, toutes les fréquences comprises entre 50 kHz et 2 MHz, (avec une résolution de 10 Hz) élaborées à partir d'un maître oscillateur à quartz de haute stabilité.

Le niveau de sortie de la fréquence synthétisée est visualisé sur un galvanomètre, il est variable de 1 V à 3 V eff. (en f.e.m.) et disponible sous deux impédances, 50 Ω et 1000 Ω.

En outre, l'oscillateur de référence du **201 R**, peut être asservi sur un étalon externe de fréquence 5 MHz et le décalage entre les deux fréquences est également visualisé sur un galvanomètre.

201RA Ce modèle de pilote synthétisé, possède les mêmes caractéristiques que le **201 R**, mais il comprend un amplificateur



201 R/RA

**PILOTAGE D'EMETTEURS
GRANDES ONDES (OL) ET
ONDES MOYENNES (OM)**

CARACTERISTIQUES TECHNIQUES

Fréquence

- Gamme** : 50 kHz à 1 999,99 kHz
- Résolution** : 10 Hz
- Affichage** : numérique par 6 commutateurs décimaux
- Stabilité** :
 - standard : pilote interne $2.10^{-8}/24$ h après 3 jours de fonctionnement;
 - 1.10^{-7} sur 3 mois, après 3 mois de fonctionnement ininterrompu.
 - option : pilote type haute stabilité $2.10^{-10}/24$ h après 3 jours de fonctionnement.

Asservissement du pilote interne : sur étalon extérieur de fréquence 5 MHz $\pm 3.10^{-7}$ (niveau 300 mV à 1 V eff. sur charge 50 Ω).

Fréquence de référence : disponible sur prise coaxiale F = 5 MHz V = 500 mV eff. sur charge de 50 Ω adaptée.

Sortie des signaux

- Voyant s'allumant pour V ≥ 900 mV eff. sur charge adaptée
- 1) sortie variable de 0,5 V à 1,5 V eff. sur charge adaptée de 50 Ω
- 2) sortie variable de 0,5 V à 1,5 V eff. sur charge adaptée de 1000 Ω

Réponse Amplitude/Fréquence

$\pm 3\%$ de 50 kHz à 2 MHz

Pureté spectrale

- Raies non harmoniques fixes** ≤ -70 dB
- Raies harmoniques** ≤ -34 dB
- Bruit de phase** mesuré dans une bande de 1 Hz :
 - à 100 Hz de la porteuse ≤ -90 dB
 - à 1 kHz de la porteuse ≤ -100 dB
- Bruit de phase TBF** ($\theta = f(t)$) écart de phase maximum $\leq \pm 0,1^\circ$

Alimentation

- Secteur** : 115-127 ou 220 V à $\pm 10\%$
- Fréquence** : 50 Hz à 400 Hz
- Consommation** : 50 VA
- Batterie 12 V extérieure** : uniquement pour le pilote. Pôle négatif à la masse, (consommation = 300 mA).

Dimension

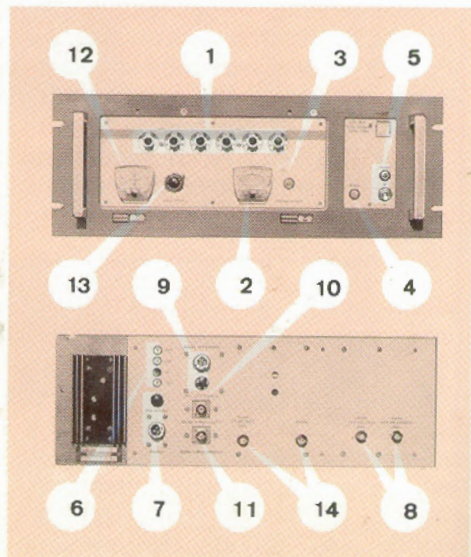
- Coffret : 4 U (standard 19')
- Hauteur : 176 mm. Largeur : 440 mm
- Profondeur : 340 mm
- Masse : 13 kg

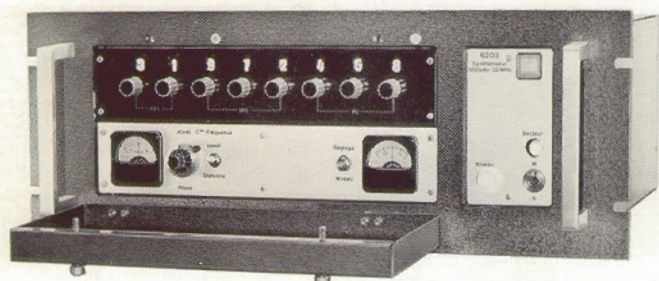
Environnement

- Fonctionnement : $+10^\circ\text{C}$ à $+45^\circ\text{C}$
- Stockage : -10°C à $+65^\circ\text{C}$

de puissance nominale de 1 W, (environ 7 V sur charge de 50 Ω). Le niveau de sortie est également visualisé sur galvanomètre, mais la réponse amplitude/fréquence est de $\pm 5\%$, de 50 kHz à 2 MHz. Quant aux raies harmoniques leur taux de réjection est de 25 dB.

- 1 - Affichage numérique de la fréquence 50 kHz - 2 MHz, résolution 10 Hz
- 2 - Visualisation du niveau de sortie
- 3 - Affichage du niveau de sortie
- 4 - Voyant niveau ≥ 900 mV eff/50 Ω
- 5 - Mise sous tension
- 6 - Test des tensions continues
- 7 - Alimentation et protection secteur
- 8 - Sortie 50 Ω et 1000 Ω (201 R et 201 RA)
- 9 - Alimentation par batterie extérieure (entrée et protection)
- 10 - Entrée du 5 MHz d'asservissement
- 11 - Sortie du 5 MHz de référence
- 12 - 13 - Déphasage et calage du pilote interne en cas d'asservissement extérieur
- 14 - Entrée et sortie de l'amplificateur 1 W (201 RA)





Dans le cas d'émission **ondes courtes**, en plus des problèmes de précision et de stabilité, il y a nécessité d'opérer sur plusieurs fréquences successives de travail soit en fonction des programmes (émissions dirigées), soit en fonction des diagrammes de propagation qui varient selon l'heure et la saison. D'autre part, les brouillages étant fréquents, un léger décalage de la fréquence attribuée à l'émetteur, permet d'éviter les interférences gênantes.

Changement de fréquence et décalage s'effectuent très rapidement

avec un pilote synthétisé, soit en commande manuelle, soit par programmation à partir d'un pupitre de commande.

Pour répondre aux besoins de l'émission OC, ADRET ELECTRONIQUE a développé le pilote synthétisé type 6203 qui délivre, par affichage décimal ou par programmation, toutes les fréquences comprises entre 100 kHz et 32 MHz avec une résolution de 1 Hz. Cet appareil est caractérisé par une excellente pureté spectrale ainsi que par un MTBF voisin de 20 000 heures.

CARACTERISTIQUES TECHNIQUES

Fréquence

Gamme : 100 kHz à 32 MHz
Résolution : 1 Hz
Affichage : numérique, par 8 commutateurs.

Stabilité :

Pilote (type 609)
 $2 \cdot 10^{-8} / 24$ h après 72 h de fonctionnement
 $5 \cdot 10^{-9} / 24$ h après 3 mois de fonctionnement ininterrompu.
Asservissement
Fréquence extérieure : $5 \text{ MHz} \pm 3 \cdot 10^{-7}$
Niveau : 100 mV à 1 V eff. sur charge 50Ω
visualisation du déphasage par galvanomètre.

Niveau de sortie

Visualisé par galvanomètre
Voyant s'allumant pour $V \geq 900$ mV eff. sur charge adaptée
Sortie « 1 » variable de 0,5 V à 1,5 V eff. sur charge adaptée de 50Ω
Sortie « 2 » variable de 30 à 100 mV eff. sur charge adaptée de 50Ω

Réponse amplitude/fréquence

$\pm 0,8$ dB de 100 kHz à 32 MHz

Pureté spectrale

Bruit de phase
mesuré dans une bande de 1 Hz :
à 100 Hz de la porteuse ≤ -100 dB
à 1 kHz de la porteuse ≤ -110 dB

Bruit de phase TBF ($\theta = f(t)$) :
écart de phase maximum $\leq \pm 0,1^\circ$

Composantes non harmoniques :
 ≤ -70 dB

Composantes harmoniques : ≤ -34 dB

Programmation numérique de la fréquence

8 chiffres codés en DCB 1-2-4-8
Niveau logique « 0 » : -1 V à $+0,1 \text{ V}$
Niveau logique « 1 » : $+2,5 \text{ V}$ à $+7,5 \text{ V}$
Impédance d'entrée : $4700 \Omega \pm 20 \%$
Temps d'acquisition : 5 ms

Télécommande de l'arrêt/marche

Marche : niveau 0 ou non raccordé
Arrêt : niveau 1 ($+2,5 \text{ V}$ à $+7,5 \text{ V}$)

Alimentation

Tension réseau :
 $115 \text{ V} - 127 \text{ V}$ et $220 \text{ V} \pm 10 \%$
Tension convertisseur à signaux carrés :
 155 V crête
Fréquence : 50 Hz à 400 Hz
Consommation : 40 VA
Entrée batterie 12 V :
Uniquement pour le pilote; pôle négatif à la masse. Consommation 300 mA environ.

Compteur horaire :

indication jusqu'à 50 000 heures

Fiabilité : MTBF > 16 000 heures

Dimensions hors tout :

Encombrement : 4 U standard 19 "
Hauteur : 195 mm
Largeur : 480 mm
Profondeur hors tout : 430 mm
Masse : 12 kg environ

Environnement :

Fonctionnement : 0 à 50°C
Stockage : -20°C à $+70^\circ\text{C}$

6203

PILOTAGE D'EMETTEURS ONDES COURTES

EXEMPLE DE REALISATION

ADRET ELECTRONIQUE a réalisé un ensemble de pilotage pour le centre de diffusion **Ondes Courtes** d'ISSOUDUN. Réparti en 3 baies, (2 baies pilotes, 1 baie commutation) ; il comprend principalement 10 pilotes synthétisés **6203**, 10 programmeurs 212T, 10 tiroirs d'identification, 10 tiroirs amplificateurs, 1 tiroir pilote haute stabilité, 1 tiroir fréquencemètre et 1 tiroir d'interface (Fig. 1).

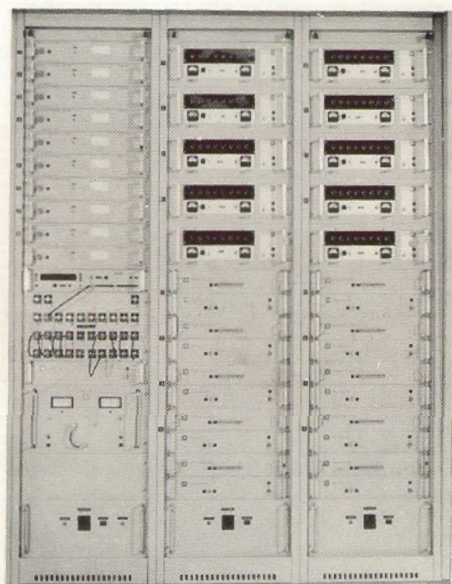


Fig. 1 Baies de pilotage « ISSOUDUN » O. R. T. F.

Cet ensemble permet le pilotage de 10 émetteurs dont le principe d'exploitation d'une voie est illustré par la figure 2.

Le pilote type 922 délivre à chaque synthétiseur une fréquence d'asservissement de 5 MHz. De la sorte, les fréquences délivrées par les 10 synthétiseurs sont toutes synchrones.

Par ailleurs, chaque 6203 reçoit l'un des 8 codes de programmation en provenance d'une mémoire (programmeur 212 T). Pour chaque programmeur, le passage

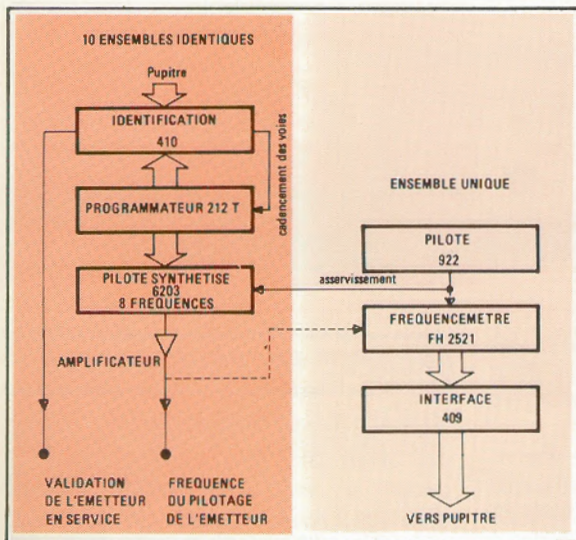


Fig. 2. Principe d'exploitation d'une voie

d'une voie à l'autre s'effectue soit en mode LOCAL directement à partir du 212 T, soit en mode DISTANCE/LOCAL à partir du pupitre, soit en mode DISTANCE / AUTOMATIQUE également à partir du pupitre. Dans ce dernier mode de fonctionnement, un système de scrutation

(tiroir identification), effectue une corrélation entre les codes issus du pupitre et ceux mis en mémoire par le programmeur. Dès qu'il y a corrélation entre les deux codes, la scrutation est interrompue et l'émetteur correspondant est validé.

D'autre part, le fréquencesmètre per-

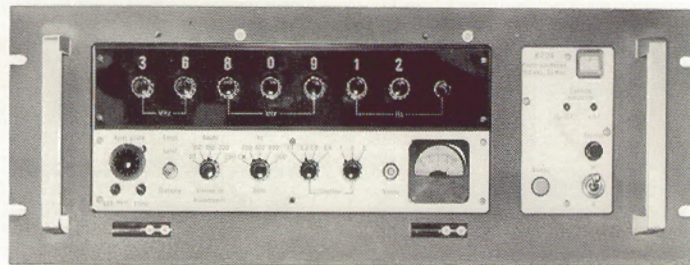
met à tout moment, soit le contrôle des fréquences d'asservissement (5 MHz), soit le contrôle des fréquences de pilotage directement ou par l'intermédiaire d'un commutateur coaxial télécommandé à partir du pupitre.

Le code DCB correspondant à chaque fréquence mesurée est, par l'intermédiaire du tiroir « interface », renvoyé sur le pupitre.

Il est à noter que l'équipement comprend 10 ensembles de pilotage pour 8 émetteurs. Il y a donc 2 ensembles de secours. L'aiguillage s'effectuant à partir d'une platine de commutation située sur l'armoire dite de commutation. Chacun des 8 émetteurs peut donc être piloté par 8 fréquences au choix, mises en mémoire à partir du 212 T et ceci dans la gamme de 100 kHz à 32 MHz. Il est à noter qu'à partir de la platine de commutation l'entrée d'un amplificateur correspondant à un émetteur donné, peut être commutée à l'un des 10 synthétiseurs, ce qui accroît notablement les combinaisons possibles.

6204

PILOTAGE D'EMETTEURS EN MODE F1



Traditionnellement, ce genre d'émetteur est équipé par des pilotes de conception analogique. En fait, il en existe deux types, le pilote à gamme continue et le pilote à quartz.

Le pilote à gamme continue a pour lui l'avantage de la souplesse d'utilisation, mais il est incapable d'assurer une stabilité et une précision de fréquence compatibles avec une exploitation rationnelle des liaisons radioélectriques modernes. Il est donc de plus en plus remplacé par le pilote à quartz qui procure la précision et la stabilité requises. Chaque changement de fréquence nécessite alors l'approvisionnement d'un nouveau quartz et souvent le retour du pilote en usine, ce qui entraîne généralement une immobilisation assez prolongée. De

plus, sur ces pilotes, le réglage de la valeur du SHIFT (décalage) est délicat et doit être fréquemment contrôlé et ajusté.

Pour répondre à ces exigences, ADRET Electronique a spécialement étudié et développé le modèle 6204 qui allie l'avantage du pilote à gamme continue (souplesse des changements de fréquence), à celui du pilote à quartz (grande précision et stabilité). En y ajoutant la précision du SHIFT qui est élaboré numériquement avec la précision du maître oscillateur incorporé, la distorsion télégraphique (définie par la réglementation du CCIR) est donc réduite au minimum.

Le 6204 permet également le pilo-

tage de 4 émetteurs par l'intermédiaire de 4 sorties commutées.

L'affichage du SHIFT comprend 4 positions mais toutes les valeurs comprises entre 100 Hz et 1000 Hz au pas de 100 Hz sont possibles, simplement par déplacement de diodes sur une matrice (voir figure 1).

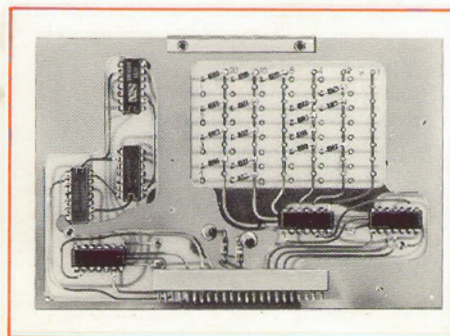


Fig. 1

En outre, la programmation numérique de la fréquence, du taux de division de la fréquence, du choix de l'émetteur et de l'arrêt/marche, confèrent à cet appareil une souplesse d'utilisation inconnue jusqu'à ce jour.

Enfin, le code télégraphique déterminant les fréquences « haute » et « basse » du SHIFT, est traité par un circuit opto-électronique garantissant une isolation parfaite entre le synthétiseur et la ligne télégraphique.

CARACTERISTIQUES TECHNIQUES

Fréquence

Gamme : 100 kHz à 32 MHz

Résolution : 10 Hz

Affichage : numérique par 7 commutateurs décimaux, l'affichage de la fréquence sur le panneau avant correspond à la « pseudo-fréquence » quel que soit le SHIFT choisi.

Shift :

- **4 valeurs de Shift**, de 100 Hz à 1000 Hz, au pas de 100 Hz peuvent être déterminées par un programme inclus dans l'appareil (matrice à diodes). Une 5ème position permet le fonctionnement en CW.

- **Temps de transition**, de la fréquence basse à la fréquence haute, réglable en fonction de la vitesse de transmission, (de 50 à 250 bauds), de façon à délivrer un spectre de fréquence conforme aux réglementations du CCIR.

- **Entrée télégraphique :** entrée flottante 48 V (+ 10 %, - 25 %), compatible « simple et double courant ». L'isolement entre l'appareil et la ligne est assuré par un coupleur opto-électronique, ce qui garantit un isolement de + 500 volts. Impédance d'entrée 2.400 Ω (20 mA sur 48 V).

- **Distorsion télégraphique**, n'excède pas 5 % à la vitesse maximum de manipulation.

Stabilité en fréquence

- $2.10^{-8}/24$ h après 72 h de fonctionnement
- $5.10^{-9}/24$ h après 3 mois de fonctionnement ininterrompu.

- **asservissement extérieur :** un comparateur de phase incorporé permet d'asservir le maître oscillateur sur une fréquence étalon extérieure de $5 \text{ MHz} \pm 3.10^{-7}$. Niveau 200 mV à 1 V eff. sur charge 50 Ω.

Niveau de sortie

Visualisé par galvanomètre : Un voyant s'allume pour $U \geq 900$ mV eff. sur charge adaptée :

Sortie « 1 » variable de 0,5 V à 1,5 V eff. sur charge adaptée de 50 Ω.

Sortie « 2 » variable de 30 à 100 mV eff. sur charge adaptée de 50 Ω.

Sortie « 3 » vers les 4 émetteurs avec possibilité de division de la fréquence par 2 ou 3, sur charge adaptée de 50 ou 75 Ω.

Réponse amplitude/fréquence

$\pm 0,8$ dB, de 100 kHz à 32 MHz sur la sortie « 1 »

$\pm 1,5$ dB, de 100 kHz à 32 MHz sur les sorties E1, E2, E3 et E4 (sorties 2 et 3).

Pureté spectrale

Bruit de phase mesuré dans une bande de 1 Hz,

à 100 Hz de la porteuse ≤ -100 dB

à 1 kHz de la porteuse ≤ -110 dB

Bruit de phase TBF : $\theta = f(t)$.

écart de phase max. $\leq \pm 0,1^\circ$

Composantes non harmoniques :

≤ -70 dB

Composantes harmoniques : ≤ -34 dB

Programmation numérique

● de la fréquence

7 chiffres codés DCB 1-2-4-8
niveau logique « 0 » - 1 V à +0,1 V
niveau logique « 1 » + 2,5 V à +7,5 V

impédance : 4,7 kΩ ± 20 %

temps d'acquisition : 5 ms

● du taux de division de l'émetteur

division par 1

division par 2

division par 3

● du choix de l'émetteur

émetteur 1

émetteur 2

émetteur 3

émetteur 4

Télécommande de l'arrêt/marche

Marche : Niveau 0 ou non raccordé

Arrêt : Niveau 1

Alimentation

Tension réseau

115 V - 127 V et 220 V ± 10 %

Tension convertisseur à signaux carrés :

155 V crête

fréquence : 50 Hz à 400 Hz

Consommation : 40 VA

Batterie 12 V

Uniquement pour le pilote pôle négatif à la masse. Consommation 300 mA environ.

Compteur horaire

Indication jusqu'à 50 000 heures

Fiabilité : MTBF > 16 000 heures

Dimensions hors tout

Encombrement : 4 U Standard 19"

Hauteur : 195 mm

Largeur : 480 mm

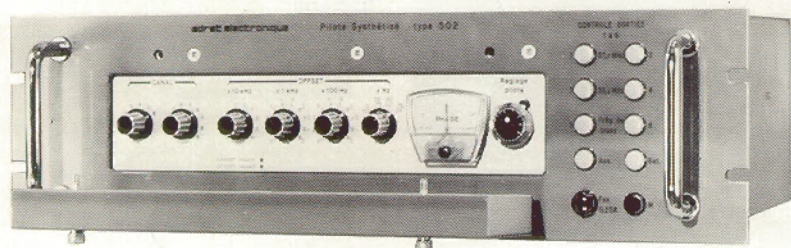
Profondeur hors tout : 430 mm

Masse : 12 kg environ

Environnement

Fonctionnement 0 à 50°C

Stockage - 20°C à + 70°C



502-503

PILOTAGE D'EMETTEURS TELEVISION

Généralités

Avec la mise en service des émetteurs de télévision de la troisième chaîne en bande IV et V, les problèmes de stabilité de fréquence sont devenus cruciaux. De plus, il faut prévoir systématiquement la possibilité d'effectuer des décalages

de ligne et, souvent même, des décalages de trame. Ce n'est qu'à ce prix que les brouillages entre émetteurs peuvent être réduits.

Les pilotes à quartz utilisés jusqu'à présent pour le pilotage des émetteurs manquent évidemment de souplesse pour effectuer de tels décalages. Les générateurs synthétiseurs de fréquence étant largement utilisés dans les réseaux à titre de

dépannage, (remplacement d'un pilote déficient), les promoteurs de la 3ème chaîne ont tout naturellement pensé à équiper les nouveaux émetteurs de pilotes synthétisés intégrés aux émetteurs.

La structure d'un tel émetteur est indiquée par la figure 1 où l'on voit que le neuvième de la fréquence de transposition, après multiplication par 9, est mélangée aux fréquences intermédiaires son et

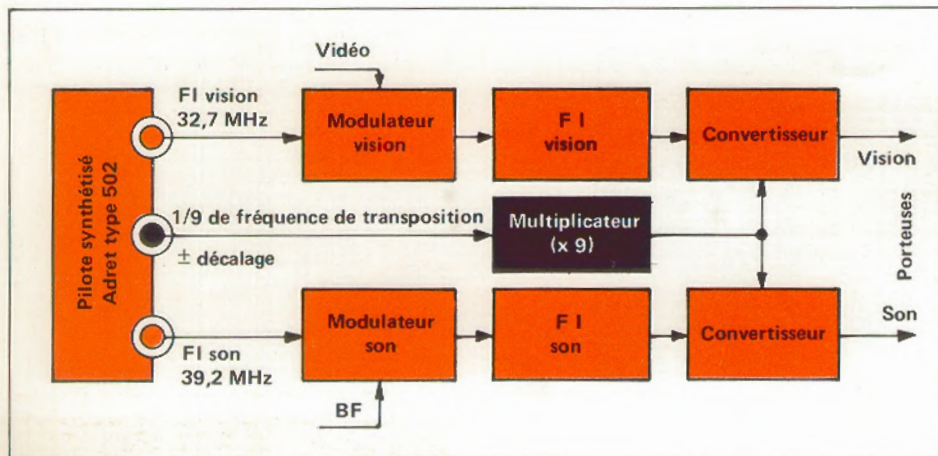


Fig. 1 Structure des émetteurs de la 3ème chaîne de télévision

image, de façon à délivrer les fréquences d'émission du canal considéré, (porteuses son et image : $F_{\text{son}} = F_{\text{I}}(\text{son}) + F_{\text{transposition}}$, de même $F(\text{vision}) = F_{\text{I}}(\text{vision}) + F_{\text{transposition}}$).

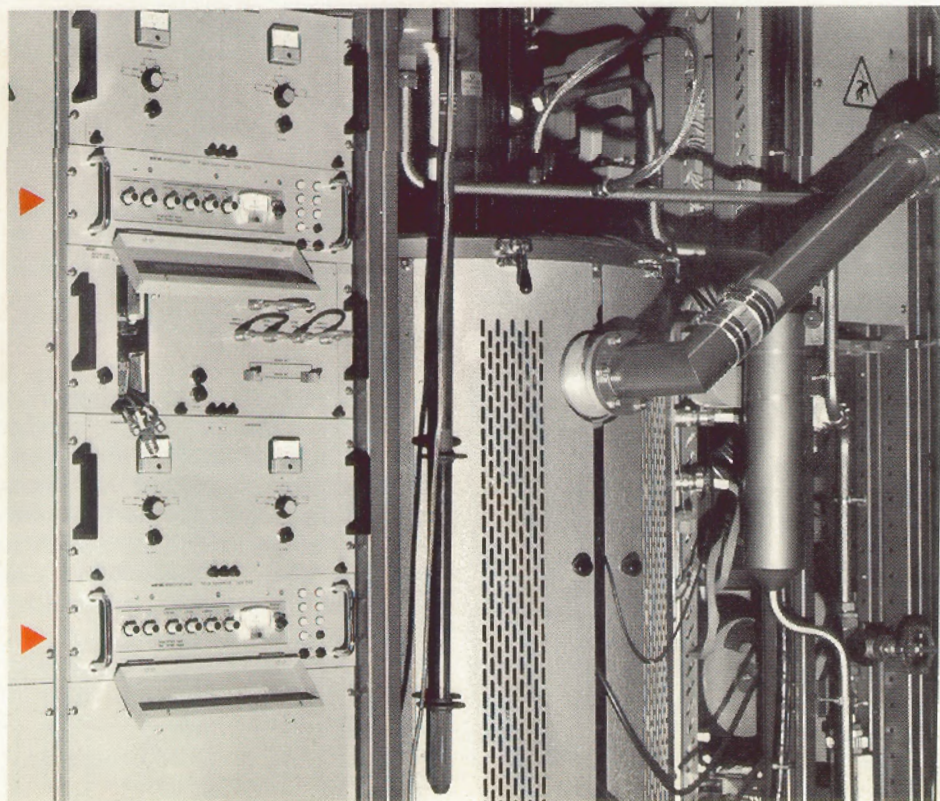
Décalage (offset)

Le décalage de ligne consiste à ajouter aux deux porteuses son et image « n » fois un douzième de la fréquence de ligne avec $-20 \leq n \leq 20$, ce qui correspond à 41 pas d'environ 1,3 kHz puisque la fréquence de ligne est de 15 625 Hz

($\frac{1}{26} \text{ MHz}$). De façon à améliorer encore les qualités des images perturbées, on peut utiliser le **décalage de trame** dont la valeur incrémentale correspond à la fréquence tramée soit 25 Hz. Dans ce dernier cas, le synthétiseur est verrouillé à partir d'un étalon extérieur très stable (oscillateur au rubidium par exemple).

En effectuant le décalage par variation de la fréquence de transposition, le décalage des porteuses son et image est identique.

Fig. 2 Synthétiseurs Adret type 502 intégrés aux émetteurs 3ème chaîne télévision



La solution : le pilote synthétisé ADRET TYPE 502

Pour répondre à ces besoins ADRET ELECTRONIQUE a spécialement étudié et développé le pilote synthétisé type **502** qui délivre 3 fréquences :

- La fréquence intermédiaire son de 39,2 MHz
- La fréquence intermédiaire vision de 32,7 MHz
- et, le neuvième de la fréquence de transposition correspondant aux canaux 21 à 69, affecté d'un décalage de fréquence au pas de 25 Hz.

Ces trois fréquences sont toutes cohérentes puisque issues d'une source étalon unique qui est constituée, comme dans tous les synthétiseurs, par un maître oscillateur à quartz en enceinte thermorégulée.

CARACTERISTIQUES TECHNIQUES

Fréquences délivrées :

- Fréquence intermédiaire son 39,2 MHz
- Fréquence intermédiaire vision 32,7 MHz
- Fréquence de transposition divisée par $9 \pm$ fréquence de décalage.

Canaux :

affichage numérique de 21 à 69

Décalage :

au pas de 25 Hz déterminés par 4 commutateurs numériques :
décalage positif 1999 pas, (soit + 49,975 kHz).
décalage négatif 2000 pas, (soit - 49,975 kHz).

Stabilité des 3 fréquences délivrées

Pilote interne

$5 \cdot 10^{-9}$ / 24 h après 3 mois de fonctionnement
 $2 \cdot 10^{-8}$ / 24 h après 72 h de fonctionnement
 $1 \cdot 10^{-7}$ pour 3 mois de fonctionnement
Stabilité sur 1 ms : $3 \cdot 10^{-9}$

Asservissement du pilote interne

Sur étalon extérieur de :
fréquence 5 MHz
niveau 200 mV à 1 V eff. sur charge de 50Ω
Plage d'asservissement : $\pm 3 \cdot 10^{-7}$

Mise en phase

par potentiomètre 10 tours et visualisation du déphasage sur galvanomètre.

Temps d'acquisition de l'asservissement : 0,3 s environ

En cas de coupure, la stabilité est recouvrée en moins de :

- 8 mn lorsque le pilote est alimenté par le secteur
- 3 s lorsque le pilote est alimenté par batterie.

Pureté spectrale

Composantes harmoniques ≤ -20 dB

Composantes non harmoniques ≤ -70 dB

Bruit de phase mesuré dans une bande de 30 kHz autour de la porteuse et à partir de ± 1 Hz

Bruit d'amplitude ≤ -70 dB

Niveau de sortie

- **pour les 3 fréquences synthétisées**, 0,9 V à 1,2 V eff. sur charge de 50Ω
Chaque fréquence est disponible sur 2 voies, et à chacune des voies correspond un voyant de contrôle allumé pour un niveau $\geq 0,9$ V eff.

- **fréquence 5 MHz de base de temps** : 500 mV eff. sur 50Ω

Alimentation

Tension : secteur 220 V ± 10 %

Fréquence : 50 à 60 Hz

Consommation : 35 VA

Batterie : 12 V ± 1 V, extérieure :

Uniquement pour le pilote, pôle négatif à la masse (consommation : 350 mA).

Dimensions

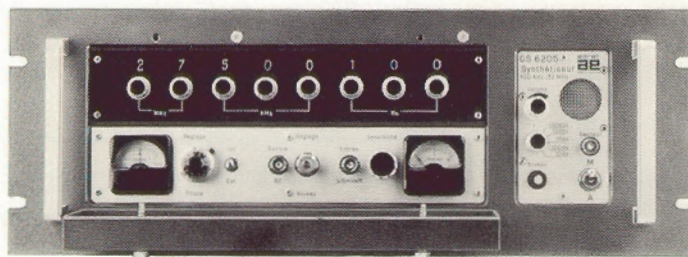
Hauteur : 133 mm (3U)

Largeur : 483 mm

Profondeur : 340 mm

Masse : 12,5 kg.

En ce qui concerne les émetteurs existants, de la 2ème chaîne, modulés directement sur les porteuses Son et Vision, ADRET ELECTRONIQUE a développé le modèle 503 qui délivre le douzième de la porteuse image affecté d'une fréquence de décalage de ± 50 kHz au pas de 25 Hz et le douzième de la porteuse son, affecté du même décalage.



6205

**FRÉQUENCEMÈTRE
 HÉTÉRODYNE**

L'appareil comporte essentiellement un synthétiseur de fréquence, un générateur d'harmoniques et un mélangeur dont la sortie est connectée simultanément à un galvanomètre et à un amplificateur BF suivi d'un haut parleur.

Ainsi, le battement résultant du mélange entre la fréquence à mesurer et la fréquence de référence fournie par le synthétiseur est d'abord mis en évidence par le haut parleur, puis visualisé sur le galvanomètre.

Jusqu'à 32 MHz, la fréquence de référence est affichée en direct avec la résolution du Hertz. Au-delà, on utilise les harmoniques de 2 à 6 suivant la valeur de la fréquence à mesurer.

La métallisation des quartz constitue un exemple type de l'utilisation de cet appareil. La fréquence nominale du quartz à obtenir est affichée sur le synthétiseur et au fur et à mesure de la métallisation, la hauteur du son fourni par le haut par-

leur diminue et lorsqu'il descend à une vingtaine de Hertz, l'aiguille du galvanomètre prend le relais du haut parleur jusqu'à l'annulation du battement.

En outre, le 6205 peut être utilisé comme un synthétiseur de fréquence puisque seule la fonction fréquence-mètre hétérodyne le différencie du 6203 dont il possède par ailleurs toutes les caractéristiques et performances.



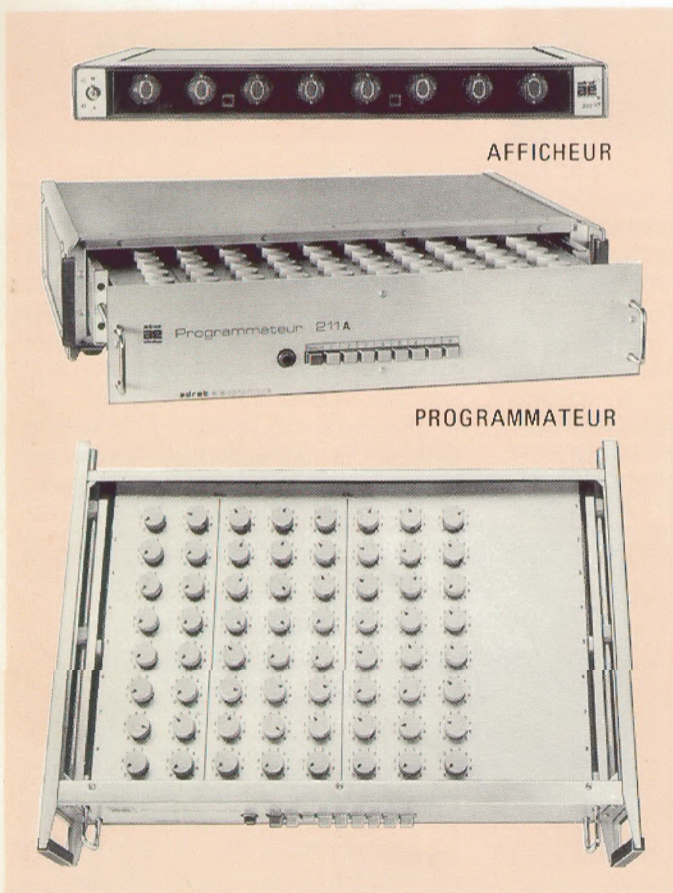
PERIPHERIQUES & ACCESSOIRES



Les périphériques et accessoires apportent à l'utilisateur des solutions simples mais efficaces à bien des problèmes particuliers de mesures, de test, de contrôle et d'exploitation.

PROGRAMMATEURS & AFFICHEURS STANDARD

Une caractéristique commune à tous les instruments de cette gamme est leur possibilité de «PROGRAMMATION».



AFFICHEUR

PROGRAMMATEUR

En vue d'offrir à tous les utilisateurs les possibilités d'exploiter cette vertu intrinsèque des générateurs-synthétiseurs ADRET, dans des conditions particulièrement économiques, des ensembles «programmeur + afficheur», adaptés à chaque instrument de base, ont été conçus.

Synthétiseurs	302 B	302	201	201 SB	6203	6204
Programmateurs	311	311	211 211A	211 211A	212	214
Afficheurs	321	321	221	221	222	222

Ci-dessus, tableau de correspondance entre ces instruments et équipements périphériques.

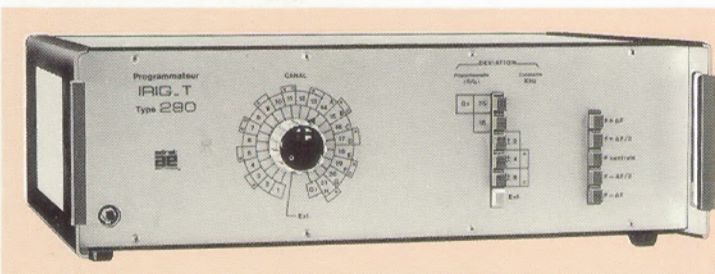
Les programmeurs type A (211 A, 212 A...) permettent la double programmation, pour chaque signal, de la fréquence et du niveau en association avec un atténuateur programmé tel que par exemple l'AP 401 (Voir page 35).

PROGRAMMATEURS SPÉCIFIQUES

Répondant aux besoins particuliers des constructeurs et exploitants d'équipements aux standards de télémesure IRIG, 2 programmeurs compatibles avec les générateurs-synthétiseurs 201 ou 201 SB ont été réalisés, ainsi qu'un programmeur compatible avec le pilote synthétisé modulable en mode F1, 6204.

Modèle 290 (T), pour télémesures F.M.

Délivre, par simple sélection par boutons poussoirs les codes de programmation de toutes les fréquences



Largement exploitée dans les ensembles de tests automatiques, dispositifs de télécommande, calcul, etc... cette vertu n'en demeure pas moins fort utile dans de nombreuses applications scientifiques et techniques (mesures de laboratoire) ou industrielles (contrôles de production) et, plus généralement, chaque fois que certaines valeurs de fréquence, de tension, de phase, ... sont utilisées de façon répétitive ou périodique.

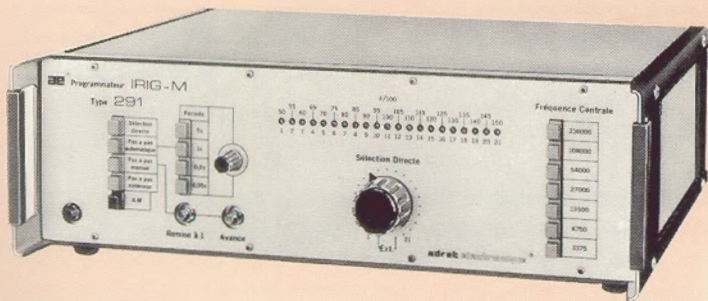
Il serait illusoire de ne voir qu'une simple manifestation de «goût du confort» là où le souci d'efficacité se traduit sous deux aspects essentiels :

34 Le gain de temps et l'élimination des risques d'erreurs.

nécessaires au contrôle et à l'étalonnage des canaux du standard «IRIG-Télémesure FM», soit, au total, 259 fréquences discrètes.

Modèle 291 (M), pour enregistrement magnétique

Délivre, par simple sélection manuelle ou automatiquement à l'aide d'un dispositif de cadencement interne, réglable, les codes de programmation de toutes

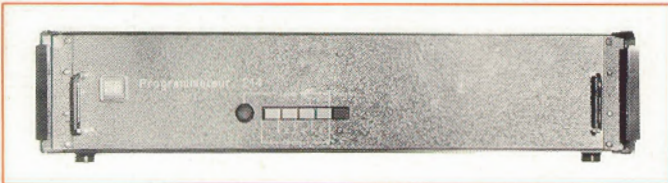


les fréquences nécessaires au contrôle et à l'étalonnage des instruments utilisant le standard IRIG concernant les enregistrements sur bandes magnétiques, soit au total 147 fréquences discrètes.

(Ces deux programmeurs peuvent, eux-mêmes, être télécommandés et être incorporés dans des ensembles de tests automatiques ou de télésures).

Modèle 214, pour pilote synthétisé, modulable en mode F1 (type 6204)

Permet la sélection de 4 canaux de fréquence par simple manoeuvre de bouton poussoir, ou par contact extérieur. Ce programmeur est également prévu pour



programmer le taux de division de la fréquence de sortie du 6204, (lequel correspond au taux de multiplication de l'émetteur en service). (Voir page 30).

FORMEUR D'IMPULSIONS - 293

Compatible avec les instruments 301, 201 et 201 SB, il transforme ces appareils en générateurs de signaux carrés et d'impulsions. Délivrant deux signaux complémentaires, il trouve une de ses principales applications dans le test des circuits logiques (permet d'attaquer 4 charges standard DTL ou TTL).

COMPARATEUR DE PHASE - 295

Cet accessoire est compatible avec le modèle 201.

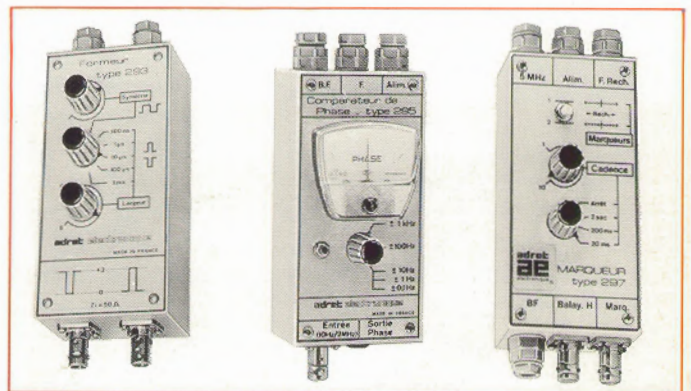
Il délivre une tension directement proportionnelle au déphasage existant entre le Générateur-Synthétiseur et une source de fréquence extérieure.

Cette tension, affichée sur un galvanomètre incorporé, peut alors être utilisée pour asservir les 2 sources de fréquence l'une par rapport à l'autre.

La fréquence du générateur comprenant un sous-multiple d'un signal nécessaire au procédé de synthèse, cet accessoire trouve de très intéressantes applications en tant que «fréquencemètre actif» «multiplicateur de dérive». (Voir applications page 48).

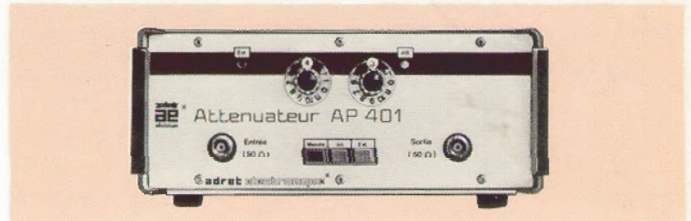
WOBULATEUR MARQUEUR 297

Permet, d'une part, de wobuler linéairement le 201 utilisé en fonction RECHERCHE, le transformant ainsi en wobulateur et, d'autre part, de générer des signaux de marquage. L'emplacement des marqueurs correspond à 20 % ou 100 % de la demi-déviaton de fréquence correspondant à la touche RECHERCHE enfoncée. (Voir applications page 47).



ATTÉNUATEUR PROGRAMMÉ - 401

Cet accessoire est compatible avec tous les Générateurs Synthétiseurs. Couvrant la gamme 0 à 60 MHz (utilisable jusqu'à 100MHz), il permet d'atténuer l'amplitude du signal délivré de 0 à 99 dB, par pas de 1 dB



Il peut être commandé en mode manuel à l'aide de deux commutateurs numériques ou programmé à distance par des signaux numériques en code DCB. Il s'insère naturellement dans des ensembles automatiques où l'ensemble des paramètres électriques (tension, fréquence, phase, ...) doivent être programmés. (Voir applications page 46).

CADENCEUR AUTOMATIQUE 402

Accessoire des programmeurs standard 311, 211, 211 A, 212, 112, il permet la sélection manuelle (avance pas à pas) ou automatique (cycle à cadence réglable de 0,15 s à 5 s par pas) de 8 valeurs de fréquence et/ou de tension prédéterminées.





QU'EST-CE QU'UN GENERATEUR DE FREQUENCE

Un générateur de fréquence c'est, avant tout, un oscillateur aussi stable que possible pouvant délivrer un grand nombre de fréquences. Or, en matière d'oscillateur, celui qui offre le plus de garantie tant en précision qu'en stabilité, c'est l'oscillateur à quartz, mais, en contre partie de sa grande stabilité, ce type d'oscillateur ne peut résonner que sur une seule fréquence : d'où la nécessité, pour couvrir une certaine gamme, en conservant les qualités de cet oscillateur, de concevoir des instruments qui, à partir de cette fréquence de référence, seront capables de générer toute valeur désirée à l'intérieur de la dite gamme. Ces instruments, qui procèdent par simples fonctions arithmétiques (addition, soustraction, multiplication et division) de signaux issus de la référence unique, permettent de régler et d'afficher la valeur des fréquences ainsi synthétisées, en clair (numérique décimal) et avec autant de chiffres significatifs que l'on désire, compatibles avec la stabilité de l'oscillateur de référence.

et pourquoi
un
synthetiseur

De tels instruments sont dénommés «Générateurs-synthétiseurs» ou, plus communément, «synthétiseurs».

Conséquence directe des procédés numériques utilisés, les synthétiseurs sont programmables par signaux DCB 1 - 2 - 4 - 8.

De même, l'unité d'affichage (résolution) peut être aussi petite qu'on le désire (couramment de 0,001 Hz à 10 Hz) offrant ainsi une précision de mesure maximale de la T.B.F. aux U.H.F.

A tout moment, et pour toute valeur, la précision et la stabilité

sont celles de l'oscillateur de référence*.

De plus, pour certaines utilisations, il est nécessaire de disposer de signaux de forme complexe (carrés, impulsions etc...) qui sont parfaitement réalisables par un synthétiseur.

Enfin, les techniques de synthèse permettent de réaliser aisément toutes les fonctions nécessaires aux générateurs (modulations AM, FM; wobulation, atténuation,...) et les caractéristiques spectrales des synthétiseurs modernes sont celles des oscillateurs les plus performants.

Différents principes de synthèse de fréquence

Bien qu'il existe un grand nombre de procédés pour obtenir par synthèse une fréquence définie par un certain nombre de chiffres significatifs, la grande majorité, pour ne pas dire la totalité des synthétiseurs de fréquence, utilise, pour la génération de chacun des chiffres, une source de fréquence commutable comportant un certain nombre de valeurs discrètes, dix par exemple.

Ces dix valeurs en progression arithmétique, sont égales à une constante

(fréquence porteuse) majorée de 0, 1, 2...9 fois une autre valeur appelée «pas incrémental».

Deux grands procédés permettent de générer de telles valeurs discrètes de fréquence :

La synthèse directe

La synthèse indirecte

Synthèse directe

La fig. 1 représente à titre d'exemple un générateur à synthèse directe

*A noter qu'il est également toujours possible de substituer à l'oscillateur à quartz incorporé, et pour certaines applications, un standard de fréquence extérieur à très hautes performances (précision et stabilité de 10^{-10} à 10^{-12}).

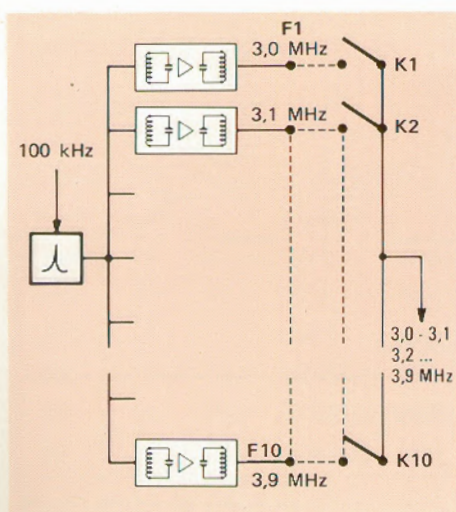


Fig. 1 Principe de la synthèse directe

fournissant dix valeurs discrètes égales à 3 - 3,1 - 3,2...3,9 MHz.

Il est composé essentiellement d'un générateur d'harmoniques fournissant un spectre aussi régulier que possible, comprenant les harmoniques 30 à 39 d'une fréquence de référence 100 kHz, suivi de 10 filtres/amplificateurs, chargés chacun de choisir dans ce spectre l'harmonique correspondant à la fréquence désirée.

Chaque unité d'insertion décimale ou «décade» va ensuite elle-même, par commutation, sélectionner celle des dix fréquences qui correspondra à l'incrément qu'elle doit produire.

Il est aisé de voir qu'une telle structure correspond à un nombre

important de composants, chaque filtre devant comporter au moins 5 à 7 circuits accordés et un ou plusieurs transistors ou circuits intégrés. En outre, les commutateurs statiques devant sélectionner pour chaque décade une des dix fréquences doivent présenter des impédances d'isolement considérables vis-à-vis des neuf autres, posant ainsi des problèmes de technologie et de topologie délicats.

Synthèse indirecte A boucle de phase numérique

La figure 2 représente le principe de la boucle de phase numérique qui constitue le circuit de base des unités d'insertion décimale, ou «décades», utilisées dans les synthétiseurs ADRET.

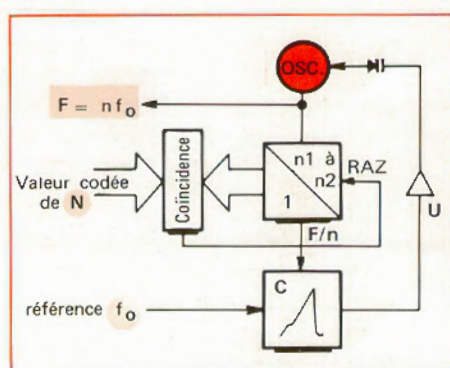


Fig. 2 Boucle de phase numérique

Fig. 3 Principe de la synthèse itérative (génération d'une fréquence entre 0,1 Hz et 99 999,9 Hz par pas de 0,1 Hz)

Un oscillateur OSC délivre une fréquence variable F , cette fréquence est divisée par un compteur dont le taux de division (programmable de n_1 à n_2) est rendu variable par l'introduction de la valeur codée N correspondant au chiffre à «synthétiser».

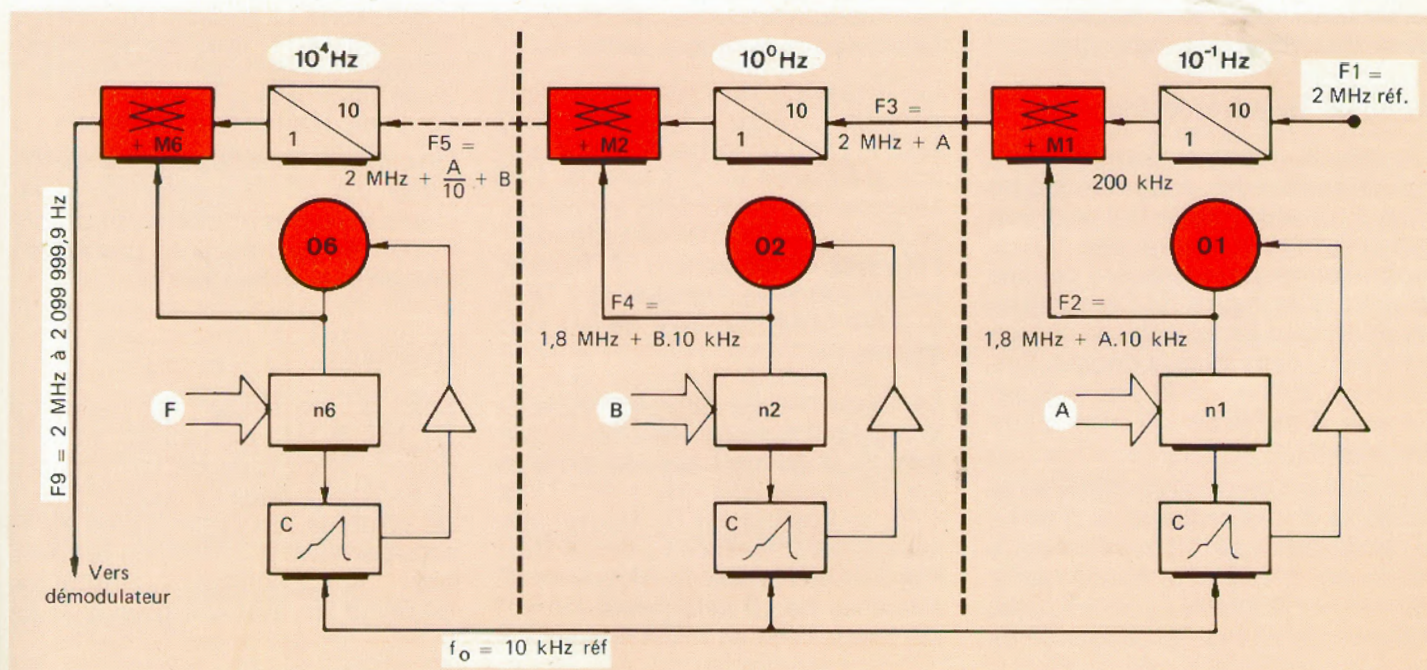
Les états de ce compteur sont comparés par un circuit de coïncidence à la valeur codée en DCB du chiffre N . Dès que le comptage atteint la valeur programmée N , le circuit de coïncidence effectue une remise à zéro du compteur et la fréquence de sortie est bien F/n .

La fréquence F/n ainsi obtenue est comparée à une fréquence de référence f_0 délivrée par la base de temps et la sortie du comparateur délivre alors une tension de commande U qui modifie la fréquence de l'oscillateur de façon à satisfaire l'égalité $F = n f_0$, dans laquelle F possède bien les qualités de précision et de stabilité de l'oscillateur à quartz.

Les avantages d'une telle structure sont évidents car il ne peut y avoir ni ambiguïté sur le rang d'harmonique choisi, ni dérèglement.

Par contre, les impératifs technologiques sont excessivement sévères en ce qui concerne le bruit de phase de la boucle et les résidus de fréquences porteuses présents à la sortie du comparateur de phase.

L'utilisation d'un comparateur de



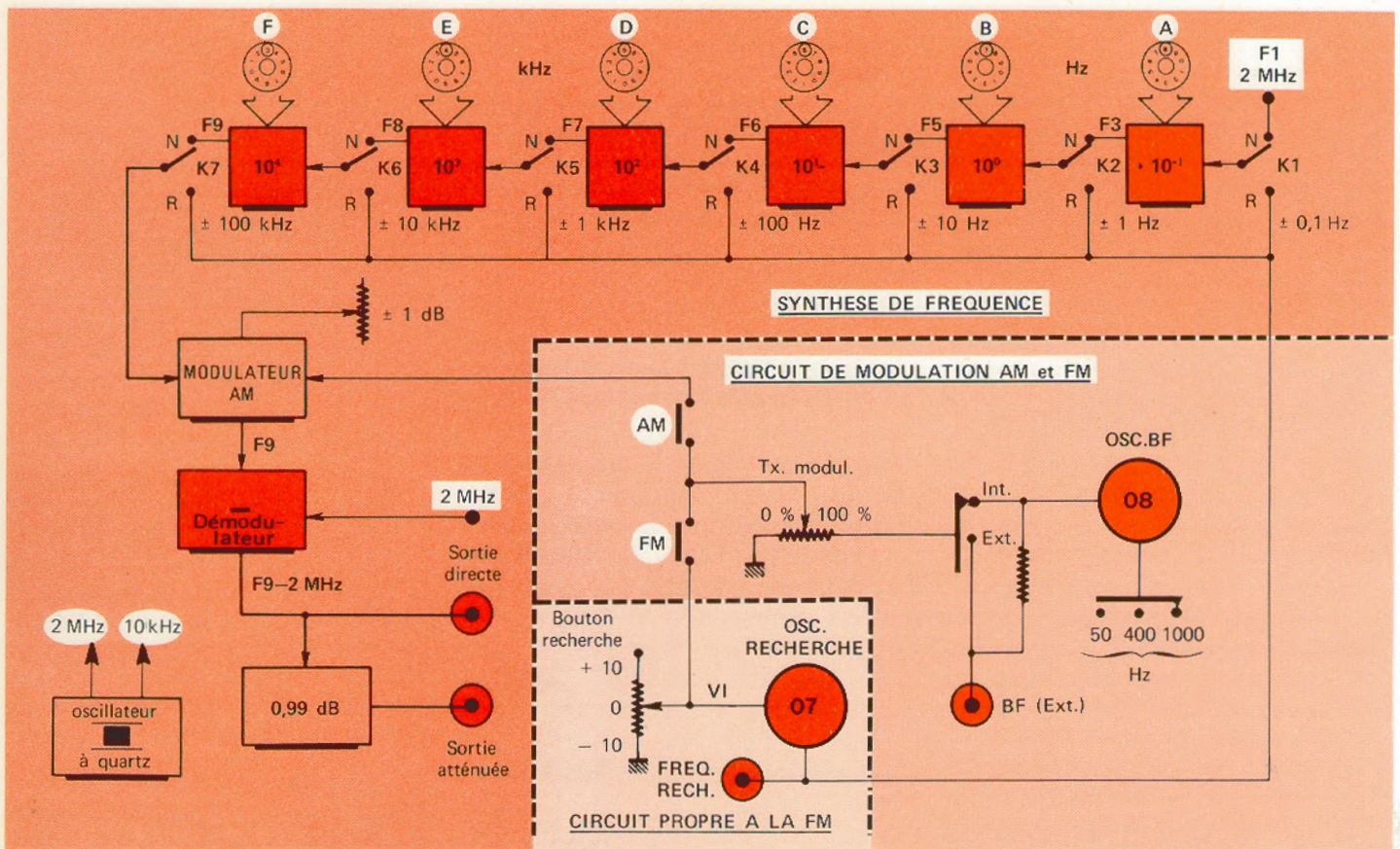


Fig. 4 Synoptique général du générateur synthétiseur

phase «à rampe interrompue» a permis de maîtriser la première difficulté, la seconde ayant trouvé sa solution dans un filtrage parfait de la tension d'alimentation des circuits intégrés et dans la structure des circuits de mise en forme des signaux. Le taux de division d'un tel diviseur peut être par exemple 30 à 39, 180 à 189, etc...

Synthèse itérative de fréquence

Un certain nombre d'unités d'insertion ou décades, sont montées les unes à la suite des autres selon un procédé itératif et chacune d'elles insère son propre incrément comme le montre la figure 3. Cette figure représente un tel assemblage où l'on reconnaît, dans chaque décade, l'oscillateur asservi de la figure 2, un diviseur d'entrée par 10 ainsi qu'un mélangeur.

La base de temps produit une sous-porteuse F_1 , de fréquence 2 MHz, et le diviseur par 10 ramène cette fréquence à 200 kHz. L'oscillateur délivre une fréquence F_2 de 1,8 MHz, majorée de N fois la fréquence de

référence ($f_0 = 10$ kHz), N étant fonction du code correspondant au chiffre à synthétiser A. (Notons, ici, que les chiffres à synthétiser ont été appelés A, puis B...F, leur désignation générale restant N pour le principe de l'opération ; ils sont introduits, par exemple manuellement, par l'opérateur qui les affiche sur la face avant du synthétiseur*.)

La fréquence de l'oscillateur varie donc de 1,8 MHz à 1,8 MHz + A.10 kHz, A étant un entier de 0 à 9, soit une fréquence de 1,8 MHz à 1,89 MHz par pas de 10 kHz. Le mélangeur M_1 , effectue la somme : 200 kHz + 1,8 MHz + A.10 kHz, ce qui donne F_3 , variable de 2 MHz à 2,09 MHz par pas de 10 kHz également.

La fréquence F_3 ainsi élaborée attaque la deuxième décade, constituée de la même façon. La division par 10 donne 200 kHz + (A 10 kHz / 10), et l'oscillateur O_2 fournit également une fréquence F_4 de 1,8 MHz majorée de N_2 fois la fréquence de référence de 10 kHz ; mais n_2 est, ici, fonction du chiffre à synthétiser

représenté par B ; donc O_2 délivre : $F_4 = 1,8$ MHz + B.10 kHz, avec B toujours compris entre 0 et 9. Le mélangeur M_2 effectue la somme $F_4 + 200$ kHz + (A.kHz) = F_5 , soit $F_5 = (200$ kHz + A.kHz) + (1,8 MHz + B.10 kHz). On trouve donc que $F_5 = (2$ MHz + (A.kHz) + B.10 kHz) est variable de 2 MHz à 2,099 MHz, en fonction des valeurs codées correspondant aux chiffres à synthétiser A et B.

On constate alors que chaque décade divise par 10 la somme des incréments incidents et insère son propre incrément de fréquence par l'intermédiaire du mélangeur.

Exemple :

Soit à synthétiser la fréquence 34 567,8 Hz. Le tableau suivant, donne l'expression de la fréquence de sortie au niveau de chaque circuit de synthèse. En éliminant de F_5 la sous-porteuse à 2 MHz, on retrouve bien la fréquence synthétisée 34,567,8 Hz, avec une résolution de 0,1Hz, c'est-à-dire que ce synthé-

tiseur possède une gamme de fréquence s'étendant de 0,1 Hz à 99 999,9 Hz, par pas de 0,1 Hz soit 1 000 000 de fréquences discrètes.

Synthèse de la fréquence 34 567,8 Hz			
Décade	Chiffre	Fréquence	
10^{-1}	8	$F_3 = 2,08$	MHz
10^0	7	$F_5 = 2,078$	MHz
10^1	6	$F_6 = 2,0678$	MHz
10^2	5	$F_7 = 2,05678$	MHz
10^3	4	$F_8 = 2,045678$	MHz
10^4	3	$F_9 = 2,0345678$	MHz

Modulation de fréquence wobulation

Les fréquences délivrées par un synthétiseur étant par définition très stables, la modulation de fréquence (ou la wobulation), du fait même de cette stabilité, ne paraît pas évidente à réaliser. En fait, la modulation de fréquence peut s'effectuer, par exemple, en faisant varier la fréquence d'entrée de l'une des décades, et l'on voit tout de suite que l'excursion maximale sera fonction du rang de la décade où aura lieu cette variation de fréquence, comme le montre la figure 4.

L'entrée de chacune des 6 unités d'insertion reçoit par commutation, soit la fréquence issue de la décade précédente (position N des 7 inverseurs dits de «recherche»), soit le signal délivré par un oscillateur d'interpolation 07 (position R de ces mêmes inverseurs), dont la fréquence peut varier de 1,9 MHz à 2,1 MHz en fonction d'une tension analogique de commande V_1 . De cette façon, la fréquence synthétisée varie en fonction de l'unité attaquée par l'oscillateur 07, comme le montre l'exemple ci-dessous.

Exemple

En positionnant l'inverseur K4 sur R, l'entrée de la décade 10^2 Hz ne reçoit plus la sortie de l'unité d'insertion précédente (10^1 Hz, c'est-à-dire F_6) mais elle reçoit la fréquence de l'oscillateur 07 ; ce qui signifie que la fréquence synthétisée dépend à la fois de l'affichage des commutateurs décimaux 10^4 , 10^3 et 10^2 Hz et de la fréquence délivrée par 07.

Oscillateur d'interpolation (de recherche)

La commande en fréquence de l'oscillateur d'interpolation 07 peut

s'effectuer par l'intermédiaire d'un potentiomètre dit de «recherche», gradué de - 10 à + 10, et la variation de cette fréquence, en fonction du potentiomètre, est celle indiquée par la figure 5.

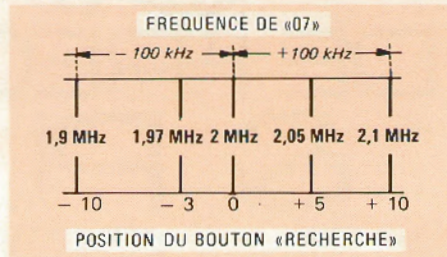


Fig. 5 Variation, en fonction du potentiomètre, de la fréquence qui commande l'oscillateur d'interpolation

Si le potentiomètre est sur une graduation négative, par exemple - 3, la fréquence de l'oscillateur d'interpolation devient 1,97 MHz et la différence $2 \text{ MHz} - 1,97 \text{ MHz} = 30 \text{ kHz}$ concourt à diminuer la fréquence en sortie de l'appareil après avoir été divisé par 1000 (diviseur d'entrée des décades 10^2 Hz, 10^3 Hz et 10^4 Hz). En conséquence, la fréquence synthétisée devient dans ce cas-là :

$$34,5 \text{ kHz} - 30 \text{ kHz}/10^3 = 34,47 \text{ kHz}$$

En conclusion, le rang de l'unité d'insertion attaquée par l'oscillateur d'interpolation détermine une certaine excursion de fréquence possible autour de la fréquence affichée. Cette excursion dépend ensuite de la fréquence de l'oscillateur d'interpolation qui, comme nous l'avons vu plus haut, est commandée par un potentiomètre gradué mais peut également être fonction d'une tension analogique interne (oscillateur BF) ou de tous signaux extérieurs, comme le montre la figure 4.

Cette illustration montre que la tension BF interne (oscillateur 08) ou externe est tout d'abord dosée par un potentiomètre gradué de 0 à 100 % (Tx modulation), qui définit ainsi la déviation maximum de fréquence, autorisée à l'intérieur de chacune des bandes de fréquence dépendant de chaque décade et sélectionnée par les inverseurs K1 à K7.

En reprenant l'exemple précédent :

- Fréquence affichée : 34,5678 kHz
- Inverseur K4 sur R
- Potentiomètre «recherche» sur + 5 (ce qui détermine une fréquence centrale de 34,55 kHz).

Si le bouton Tx modulation est sur 40 %, la variation de fréquence sera de $\pm 40 \text{ Hz}$, c'est-à-dire $\pm 40 \%$ de l'excursion affichée, qui est ici de 100 Hz ; cette variation s'effectuera, soit à la vitesse de l'une des fréquences de l'oscillateur BF interne, soit par l'intermédiaire d'un signal extérieur, délivré par exemple, par la rampe de l'accessoire type 297 qui permet également la superposition de marqueurs. (Voir applications page 40).

De plus, la fréquence recherche étant disponible à l'arrière du synthétiseur, sa mesure au fréquence-mètre permet de reconstituer exactement la fréquence centrale affichée, c'est-à-dire d'ajouter les incréments éliminés par la manœuvre de K4 sur R, ce qui s'obtient en positionnant le bouton RECHERCHE entre 6 et 7 jusqu'à lire une fréquence de 2,0678 MHz par exemple.

La connaissance de la fréquence de l'oscillateur d'interpolation conduit également à des applications très intéressantes dont certaines sont décrites au chapitre Applications page 41.

- Multiplicateur d'erreur
- Expanseur de dérive
- Résolution portée au millième de Hertz.

Modulation d'amplitude

Pour effectuer une modulation d'amplitude, il suffit de faire varier l'amplitude du signal HF au rythme d'un signal basse fréquence. Sur un générateur synthétiseur, cette modulation d'amplitude s'effectue très simplement en faisant passer la fréquence issue de la dernière décade à travers un modulateur qui reçoit, par ailleurs, la tension BF de modulation. Le principe de cette fonction est illustré par la figure 4 qui reproduit le synoptique général du générateur synthétiseur décrit dans ce chapitre.

Sur cette figure, on voit que les circuits de modulation d'amplitude sont les mêmes que dans le cas de la modulation de fréquence puisqu'il suffit d'enclencher la touche AM et que, de ce fait, la tension de modulation appliquée au modulateur AM est issue du potentiomètre «Tx modulation».



STABILITE DE FREQUENCE & PURETE SPECTRALE

Deux catégories de perturbation de nature différente dégradent la qualité d'un signal synthétisé :

1) Les modulations aléatoires d'amplitude et de phase, qui ont pour origine les sources de bruit électrique présentes dans l'appareil.

2) Les raies cohérentes parasites qui sont créées au cours du processus de synthèse et qui apparaissent à la sortie.

En ce qui concerne le bruit, il est indispensable d'avoir une description mathématique précise de ses paramètres caractéristiques et de savoir mesurer les plus importants d'entre eux.

En ce qui concerne les raies parasites, il est nécessaire de connaître leur origine physique et de savoir mesurer leur amplitude.

BRUIT ALEATOIRE DE PHASE

Les sources de bruit aléatoire présentes dans tout dispositif électronique créent, dans les générateurs-synthétiseurs, une modulation aléatoire de l'amplitude et une modulation aléatoire de la phase du signal synthétisé, appelées communément «bruit d'amplitude» et «bruit de phase». Généralement, seul ce dernier est à prendre en considération et le signal synthétisé de fréquence f_s , peut être représenté par l'expression [1] :

$$v(t) = A_0 \cos [2\pi f_s t + \phi_S(t)] \quad (1)$$

$\phi_S(t)$ est une fonction aléatoire de moyenne nulle, variant lentement par rapport à $\cos 2\pi f_s t$, représentant le bruit de phase.

Les paramètres susceptibles de caractériser la qualité d'un tel signal peuvent être regroupés en deux catégories relatives respectivement à :

- a) son instabilité de fréquence à court terme,
- b) sa pureté spectrale.

INSTABILITE DE FREQUENCE

Le signal $v(t)$ possède une fréquence instantanée définie par :

$$f_s(t) = \frac{1}{2\pi} \frac{d}{dt} (2\pi f_s t + \phi_S(t)) = f_s + \frac{1}{2\pi} \frac{d\phi_S(t)}{dt} \quad (2)$$

$$f_s(t) = f_s + \dot{\phi}_S(t)$$

La fonction aléatoire $\dot{\phi}_S(t)$ de moyenne nulle représente les fluctuations aléatoires de fréquence autour de la valeur f_s .

Domaine fréquence

L'instabilité de fréquence peut être caractérisée dans le «Domaine fréquence» par la densité spectrale de puissance* $S_{\dot{\phi}_S}(f)$ de la fonction aléatoire $\dot{\phi}_S(t)$.

* La densité spectrale de puissance d'une fonction aléatoire est la transformée de Fourier de sa fonction d'autocorrélation [2].

On peut définir également la d.s.p. du bruit de phase (fig. 1) $S_{\phi_S}(f)$, liée à $S_{\dot{\phi}_S}(f)$ par relation :

$$S_{\dot{\phi}_S}(f) = f^2 S_{\phi_S}(f) \quad (3)$$

En définissant la fluctuation de fréquence relative

$$y_S(t) = \frac{\dot{\phi}_S(t)}{f_S}$$

on peut également définir $S_{y_S}(f)$:

$$S_{y_S}(f) = \frac{1}{f_S^2} S_{\dot{\phi}_S}(f) = \left(\frac{f}{f_S}\right)^2 S_{\phi_S}(f) \quad (4)$$

La d.s.p. $S_x(f)$ d'une grandeur $x(t)$ a pour dimension : [dimension de x]²/Hz, c'est-à-dire que :

$S_{\dot{\phi}_S}(f)$ s'exprime en Hz²/Hz, soit en Hz

$S_{\phi_S}(f)$ s'exprime en rd²/Hz

$S_{y_S}(f)$ s'exprime en 1/Hz (y_S est sans dimension)

Domaine temps

Les fréquencemètres numériques permettent de mesurer la fréquence d'un générateur pendant une durée réglable τ . Pour une valeur donnée de τ , le bruit de fréquence entraîne une dispersion autour de la moyenne f_S des résultats obtenus au cours d'un ensemble de mesures successives.

L'instabilité de fréquence relative à court terme est alors caractérisée dans le domaine temps par le rapport ci-dessous :

$$I(\tau) = \frac{\sigma[\langle f_S(t) \rangle \tau]}{f_S} \quad (\text{Voir fig. 2})$$

où le numérateur représente l'écart type* des résultats de mesure. L'écart type est une mesure de la dispersion de ces résultats. Les diverses méthodes utilisables pour estimer expérimentalement $I(\tau)$ ont été étudiées en détail dans la référence [3].

PURETE SPECTRALE

Le signal synthétisé peut être caractérisé également dans le domaine fréquence par sa propre densité spectrale de puissance, $S_V(f)$. Généralement dénommé « spectre de radio-fréquence » (spectre R.F.), ce spectre est centré sur la fréquence f_S et possède des bandes latérales de bruit autour de la porteuse (fig. 3). Lorsque la seule perturbation est le bruit de

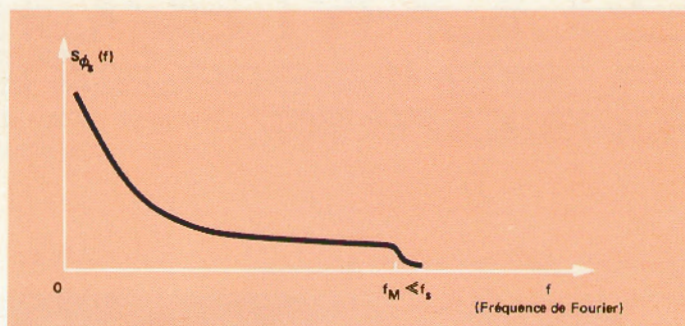


Fig. 1 allure de $S_{\phi_S}(f)$

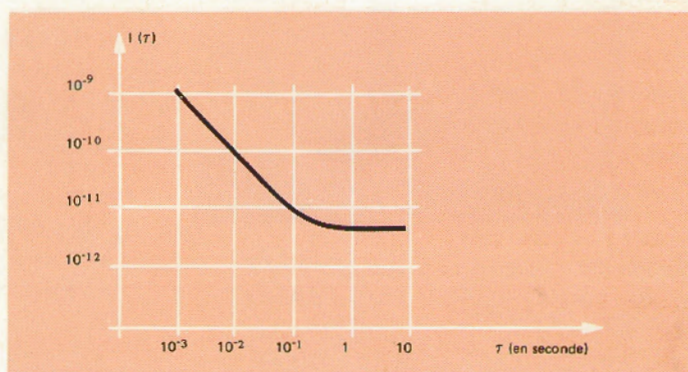


Fig. 2 allure de $I(\tau)$

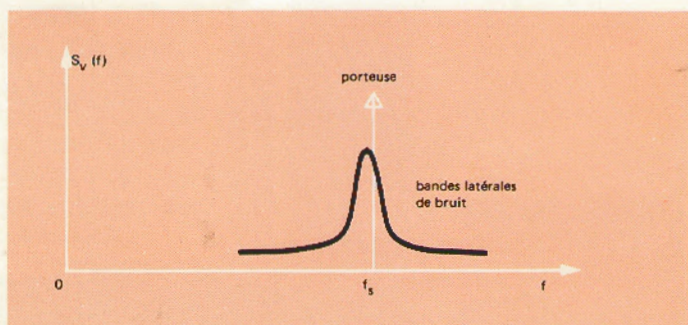
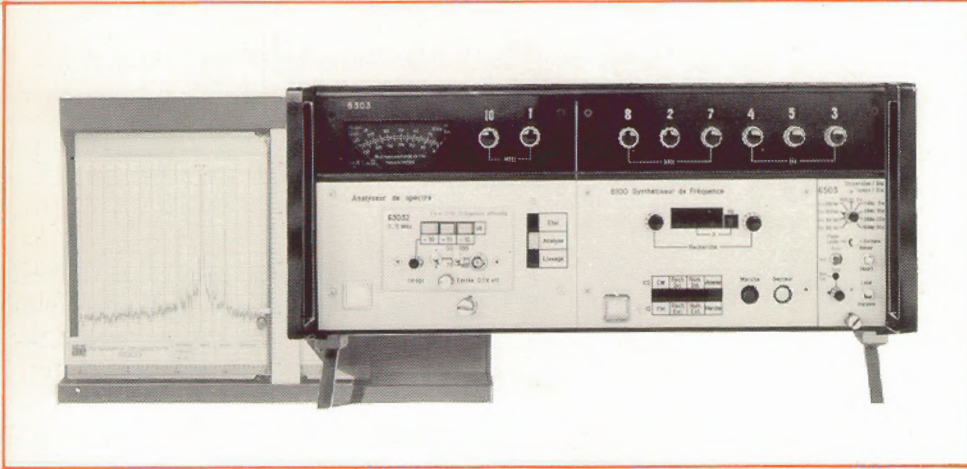


Fig. 3 allure du spectre R.F.

* L'écart type d'une variable aléatoire x est défini par $x = \sqrt{x^2 - (\bar{x})^2}$ ou la barre désigne une opération de moyenne [2].

phase, le spectre RF est lié à $S_{\phi_S}(f)$ par une relation simple. Par contre, pour la caractérisation d'un appareil réel, le spectre RF donne une information plus complète que $S_{\phi_S}(f)$ puisqu'il a également pour origine le bruit d'amplitude et qu'il comprend aussi les raies parasites dont nous parlerons plus loin.



analyseur de spectre

ADRET ELECTRONIQUE a ainsi été amenée à développer un analyseur de spectre à grande dynamique (meilleure que 120 dB dans une bande de 10 Hz, voir pages 16 à 23) qui permet le relevé du spectre R.F.

RAIES PARASITES COHERENTES

Outre les problèmes de bruit, un autre problème délicat dans la conception d'un synthétiseur est la génération de raies parasites cohérentes qui sont de plusieurs types :

- 1) Des raies harmoniques de la fréquence synthétisée,
- 2) Des raies non harmoniques qui peuvent apparaître au-dessus ou en dessous de la fréquence synthétisée par paires ou isolées, à fréquence fixe ou bien variable avec la fréquence synthétisée. Le comportement d'une raie parasite particulière dépend de son origine physique : une raie de fréquence fixe résulte généralement d'une fréquence fixe générée dans l'instrument pour les besoins de la synthèse ; les raies mobiles résultent, soit de produits d'ordre élevé dans les mélangeurs, soit d'une modulation d'amplitude ou de phase du signal synthétisé par une fréquence fixe de base de temps ou par la fréquence du secteur. Seule l'analyse spectrale du signal peut donner une information complète sur ces raies parasites. Par exemple, les spécifications relatives au synthétiseur à tiroir 6100 sont les suivantes :

raies harmoniques (à + 7 dBm de niveau de sortie)	- 40 dB
raies non harmoniques fixes	- 80 dB
raies non harmoniques mobiles (latérales)	- 80 dB

BIBLIOGRAPHIE

- [1] L.S. CUTLER C.L. SEARLE
 «Some aspects of the theory and measurement of frequency fluctuations in frequency standards»
 Proc. IEEE Vol. 54 n° 2, Février 1966
- [2] J. STERN J. de BARBEYRAC R. POGGI
 «Méthodes pratiques d'étude des fonctions aléatoires»
 Dunod
- [3] J. RUTMAN
 «Instabilité de fréquence des oscillateurs»
 L'onde Electrique, Décembre 1972, numéro spécial consacré aux oscillateurs ultra stables et à leurs applications.



QUELQUES APPLICATIONS TYPIQUES DES GENERATEURS-SYNTHETISEURS DE FREQUENCE

contrôle automatique de filtres

Une « position de contrôle »* de filtre, non synthétisée, comporte entre autre un générateur analogique (RC ou LC), associé à un fréquencemètre. Chaque changement de fréquence nécessite un ajustage plus ou moins délicat de cette dernière, ce qui conduit à des temps de contrôle longs et coûteux. Une position synthétisée permet de les réduire considérablement, tout en augmentant la qualité du travail effectué, du fait de la précision et de la fidélité des synthétiseurs programmables.

intervalles de temps indéterminés du fait de l'affichage sous forme numérique de chaque fréquence.

Avec les générateurs-synthétiseurs ADRET, il est possible de passer à un stade encore plus évolué d'automatisme où l'intervention humaine se limite à l'observation de l'aiguille d'un galvanomètre se déplaçant dans une zone déterminée, comme le montre la figure 1.

Dans ce cas, la programmation de chaque voie s'effectue non seulement en fréquence mais également en niveau grâce à l'atténuateur programmé AP. 401. Si la programmation, en niveau de chacune des voies correspond à la courbe de réponse **inverse** du filtre, la tension lue sur le voltmètre doit être constante à la tolérance près, qui peut être matérialisée par une zone hachurée. De cette façon, l'intervention de l'opérateur se résume à rejeter tout filtre faisant dévier l'aiguille du voltmètre en dehors de la zone d'acceptance (système GO / NO - GO).

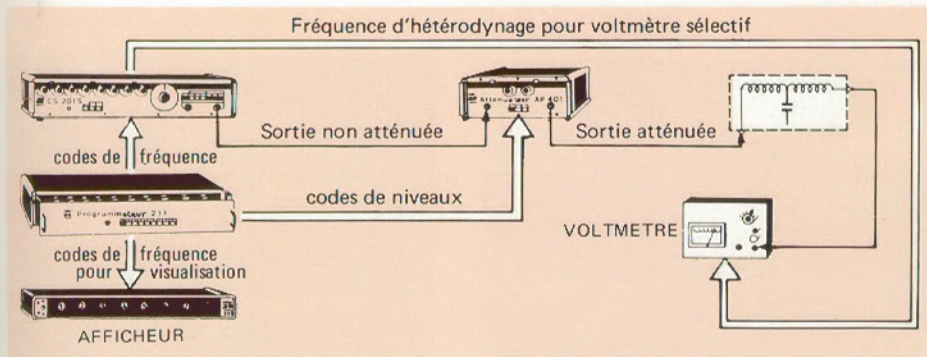
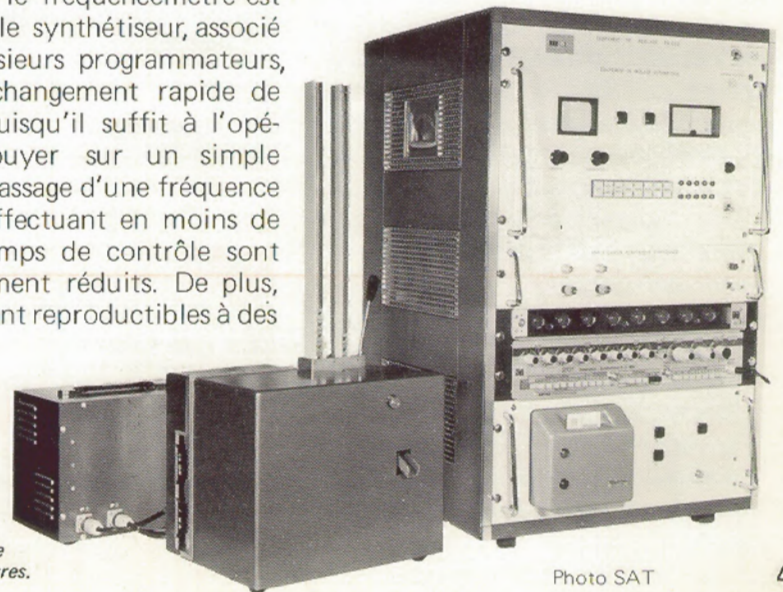


Fig. 1 - Double programmation niveau/fréquence et pilotage d'un voltmètre sélectif.

UTILISATION D'UN SYNTHETISEUR

Dans ce cas, le fréquencemètre est supprimé et le synthétiseur, associé à un ou plusieurs programmeurs, permet un changement rapide de fréquence, puisqu'il suffit à l'opérateur d'appuyer sur un simple bouton. Le passage d'une fréquence à l'autre s'effectuant en moins de 5 ms, les temps de contrôle sont considérablement réduits. De plus, les mesures sont reproductibles à des



Banc automatique de contrôle de filtres.

Le dispositif décrit ci-dessus permet donc le contrôle d'un filtre avec 8 points de mesure et jusqu'à une atténuation de 50 à 60 dB (voltmètre/décibelmètre à large bande), ou 120 dB (voltmètre/décibelmètre sélectif). Le voltmètre sélectif, di-

rectement piloté en fréquence par le générateur, réduit la bande de mesure à ± 50 Hz, ce qui permet de s'affranchir du bruit, des fréquences indésirables et des parasites éventuels. Dans ce dernier cas, le générateur-synthétiseur type 201 SB est parti-

culièrement bien adapté puisque, en plus de chacune des 8 fréquences programmées, il peut délivrer sur option une fréquence d'hétérodyne destinée au changement de la fréquence d'accord du voltmètre sélectif. (Voir pages 10 et 14).

wobulateur avec marqueur

La wobulation permet d'obtenir directement sur oscilloscope le tracé de la bande passante de filtres ou d'amplificateurs. Un wobulateur est donc un générateur pouvant être balayé en fréquence par une rampe à récurrence variable ; de plus, la superposition de marqueurs facilite l'interprétation des courbes.

Les générateurs synthétiseurs ADRET type 201 et 202, utilisés conjointement avec l'accessoire type 297 (Voir page 35), constituent d'excellents wobulateurs, puisque la rampe symétrique les wobulant, possède une linéarité meilleure que 0,5 % et une récurrence variable de 20 ms à 20 s. Le procédé d'élaboration des marqueurs les rend utilisables pour les plus petites excursions de fréquence (touche $\pm 0,1$ Hz, marqueurs tous les 0,02 Hz), et la précision de leur emplacement est celle du maître oscillateur incorporé au synthétiseur utilisé.

L'interconnexion à réaliser est indiquée par la fig. 1.

L'oscillogramme de la figure 2 donne un exemple de wobulation d'un filtre large bande centré sur 1 MHz avec marqueurs à 1 MHz et à 1,1 MHz soit une bande passante de 100 kHz.

L'oscillogramme de la figure 3 représente la wobulation d'un filtre à quartz centré sur 250 kHz avec un marqueur central à 250 kHz et des marqueurs intermédiaires tous les 20 Hz.

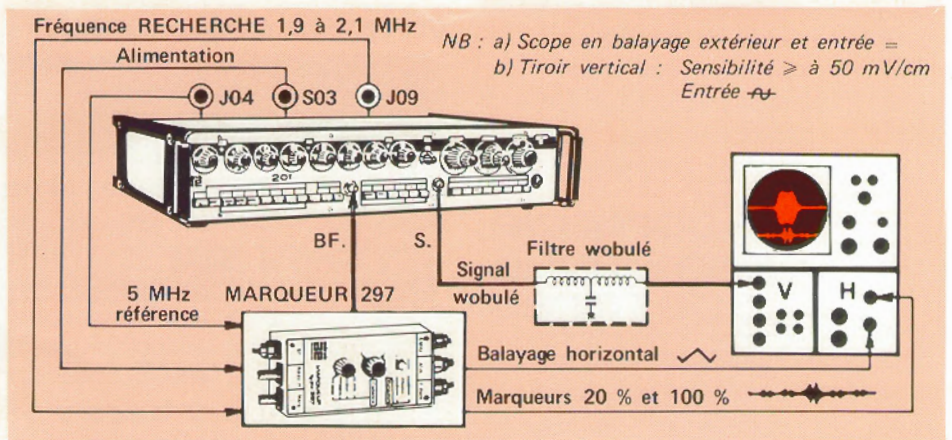


Fig. 1 - Inter connexion entre le 297 et synthétiseur wobulé.

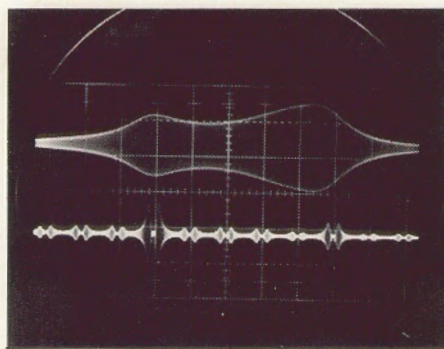


Fig. 2 - WOBULATION D'UN FILTRE PASSE BANDE 1 MHz à 1,1 MHz

Fréquence affichée	: 1 MHz
Touche RECHERCHE	: ± 100 kHz
Bouton RECHERCHE	: à +4
Bouton Tx MOD	: à 100 %
Balayage	: 20 ms
Grands marqueurs	: à 1 MHz et 1,1 MHz
Petits marqueurs	: tous les 20 kHz

Fig. 4 - Bouton Recherche décalé

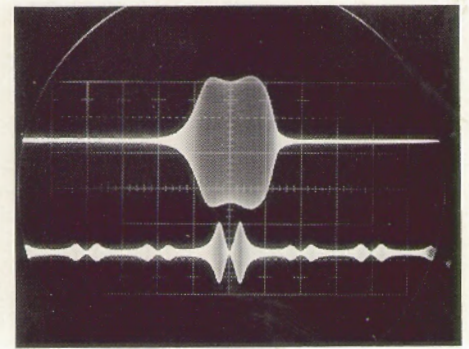
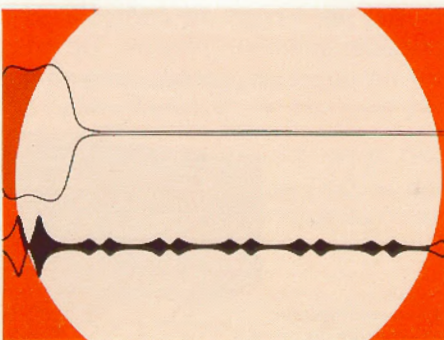
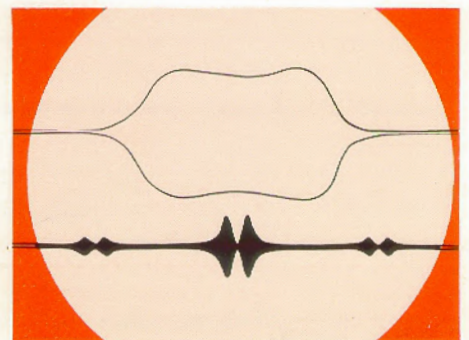


Fig. 3 - WOBULATION D'UN FILTRE A QUARTZ 250 kHz

Fréquence affichée	: 250 kHz
Touche RECHERCHE	: ± 100 Hz
Bouton RECHERCHE	: à 0
Bouton Tx MOD	: à 60 %
Balayage	: 20 s
Grands marqueurs	: à 250 kHz
Petits marqueurs	: tous les 20 Hz

Fig. 5 - Taux de Modulation < 100 %



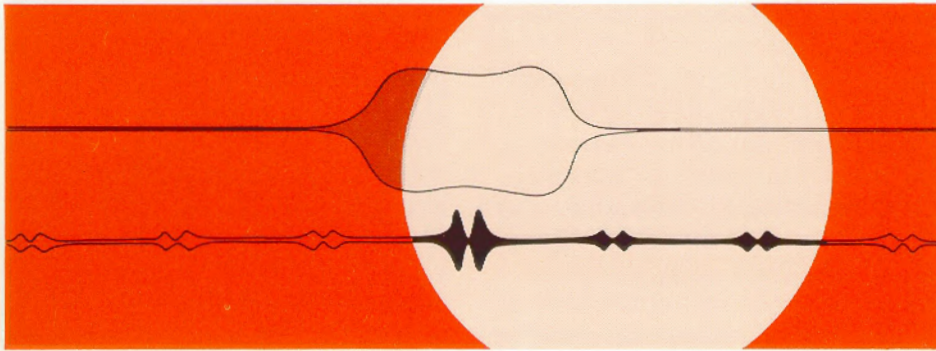


Fig. 6 - Bouton Recherche décalé et taux de modulation < 100 %

bouton RECHERCHE autorise le décalage de la courbe, ce qui permet d'observer d'éventuelles anomalies au delà ou en deçà, de la fréquence de coupure du dispositif soumis à la wobulation (voir fig. 4). Par ailleurs il est possible de dilater l'oscillogramme en affichant un taux de modulation inférieur à 100 % (voir fig. 5). Bien entendu, la manœuvre des boutons RECHERCHE et Tx MOD. peut être conjugué comme l'indique la figure 6.

fréquencemètre actif

MESURE RAPIDE
A HAUTE RESOLUTION

Considérons le montage illustré par la figure 1, sur lequel on voit qu'une fréquence extérieure $F_x \pm \epsilon$ est comparée à la fréquence F_x délivrée par le 201, utilisé en fonction «Recherche»*, dans le comparateur de phase 295**. La tension analogique issue du 295 commande l'oscillateur d'interpolation du 201 et le système se comporte comme une boucle d'asservissement en phase.

La fréquence F_x est ainsi maintenue rigoureusement égale à celle du signal extérieur. Mais seuls les chiffres des décades 10^4 à 10^1 Hz sont connus et affichés. Aux chiffres supplémentaires de droite est maintenant substitué le signal de l'oscillateur «Recherche».

Supposons que la valeur exacte soit de 34 567,891 Hz, ceci impose que la fréquence de l'oscillateur «Recherche» soit de 2 078 910 Hz.

En effet, si l'on se reporte au tableau de la page 39, on voit que le signal à appliquer à l'entrée de la decade 10^1 Hz doit se présenter sous cette forme.

Une mesure précise, à l'aide d'un fréquencemètre numérique, de la fréquence de l'oscillateur «Recher-

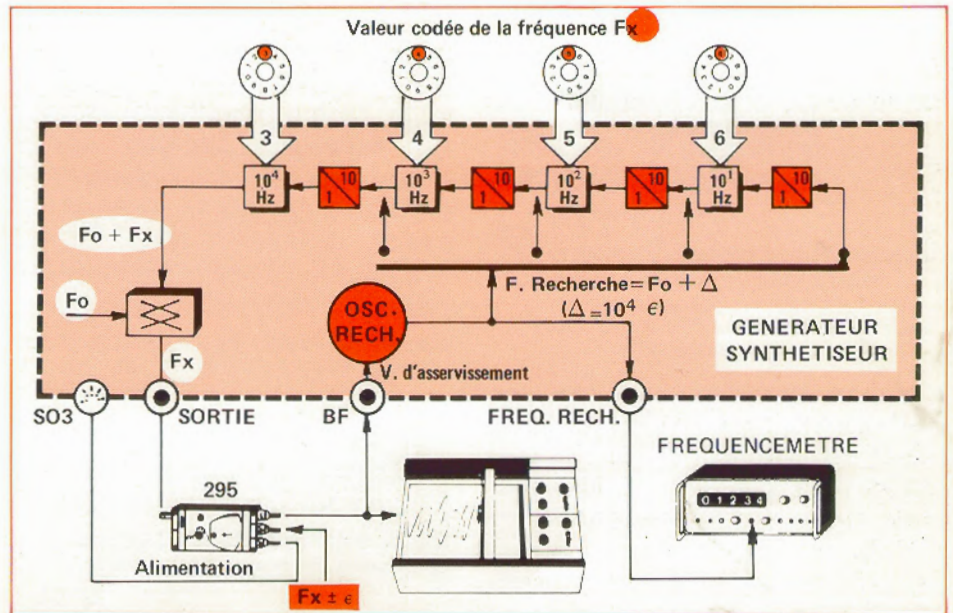


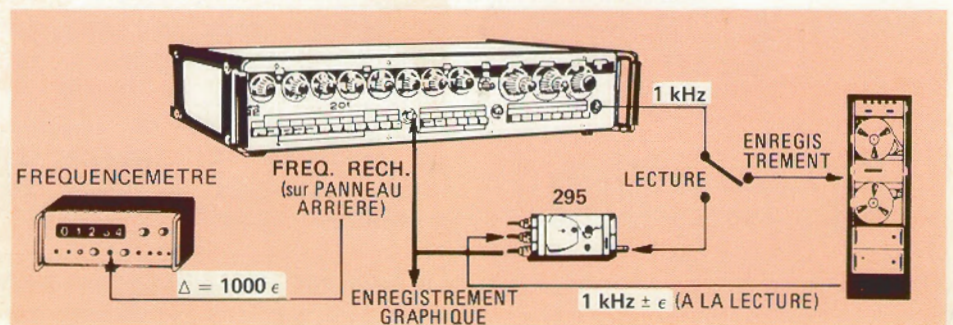
Fig. 1 - Réaction de l'oscillateur d'interpolation (RECHERCHE) sur la chaîne de synthèse itérative de fréquence

che» nous donne sur 1/100 s de temps de comptage, le nombre : 20 789 dont les trois derniers chiffres de droite expriment le complément de ceux affichés.

On a donc finalement mesuré en 1/100 s la fréquence extérieure, avec une résolution de 0,01 Hz.

Si les conditions de stabilité le permettent, une mesure effectuée dans les mêmes conditions, mais en ayant préalablement sélectionné la decade des 10^0 Hz et affiché un chiffre supplémentaire, soit 34 567, donnera au fréquencemètre la valeur de 20 891 ; le dernier chiffre corres-

Fig. 2 - Principe de la mesure du pleurage avec un générateur synthétiseur



* Voir page 36 le principe de fonctionnement du "générateur synthétiseur"

** Voir page 35, la description du 295.

pendant alors à une résolution de 0,001Hz.

EXPANSEUR DE DERIVE

Soit la fréquence F_x affichée sur le 201 et la fréquence $F_x \pm \epsilon$ dont on désire mesurer l'évolution ϵ . D'après ce qui vient d'être exposé, la sortie du 295 agit sur l'oscillateur d'interpolation qui introduit au niveau de la décade 10^1 Hz un incrément Δ tel que la fréquence de sortie du 201 devient elle aussi égale à $F_x \pm \epsilon$.

En se reportant à la figure 1, on voit que $\Delta = 10^4 \epsilon$, en raison des 4 divi-

sions par 10 contenues dans chaque décade (ici décades 10^1 , 10^2 , 10^3 et 10^4 Hz), ce qui conduit à une multiplication de l'erreur par 10 000.

L'expansion de dérive permet en particulier, la mesure et l'enregistrement des écarts de fréquence : par exemple le contrôle et le réglage de la fréquence d'un oscillateur à quartz, ainsi que l'enregistrement de la dérive et la mesure du pleurage lent des enregistreurs magnétiques.

Mesure du pleurage (Voir Fig. 2)

Il s'agit, par exemple, de la mesure

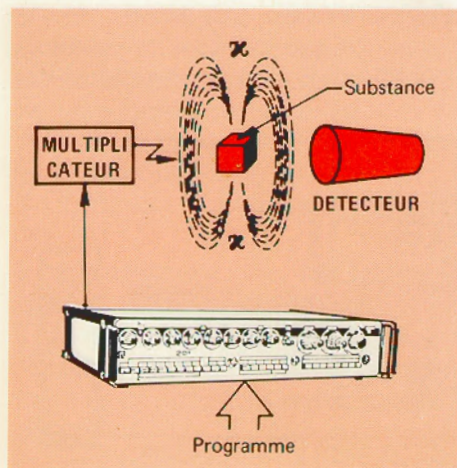
du pleurage (hum, flutter), des enregistreurs magnétiques FM ou dispositifs analogues. Une bande, pré-enregistrée par une fréquence de test F_t précise, est lue éventuellement à une vitesse différente. La fréquence de lecture, égale à $K(F_t + \Delta F_t)$, sert à asservir un synthétiseur dont la gamme de dispersion est choisie pour réduire la constante de temps à une valeur suffisamment faible. La tension de sortie du comparateur de phase permet alors l'enregistrement de ΔF_t .

résonance magnétique nucléaire (rmn)

L'analyse spectroscopique par résonance magnétique nucléaire, est l'une des spectroscopies les plus exigeantes en **pouvoir de résolution** et en **stabilité**. Elle est très utilisée par les laboratoires de chimie, de biologie, et de pharmacie pour l'étude des composés chimiques.

Le principe, illustré par la fig. 1, consiste à observer l'absorption, par le corps à étudier, d'un signal élec-

Fig. 1
Principe d'une analyse spectroscopique.



trique sur une longueur d'onde déterminée, lorsque ce corps est soumis à un champ magnétique variable mais homogène. On met ainsi en évidence des raies d'absorption dont la position relative, la forme et l'intensité, permettent d'obtenir des renseignements sur la structure des molécules organiques, la symétrie des cristaux et les distances inter-atomes.

Quand la fréquence de l'onde électrique est égale à la fréquence de rotation des moments magnétiques (spin), il y a résonance et l'on obtient un signal d'absorption.

Traditionnellement, il est utilisé un oscillateur à quartz pour le champ électrique, le champ magnétique étant réglable par ailleurs mais, grâce au développement des synthétiseurs, il est possible de mettre en œuvre un champ magnétique fixe, stabilisé éventuellement sur une raie de résonance, le champ électrique étant alors variable et délivré par un synthétiseur.

On obtient donc un balayage quantifié, avec un réglage du pas suffisamment fin, de l'ordre de 0,1 Hz, chaque valeur de fréquence possédant la stabilité du maître oscillateur à quartz du synthétiseur, ($2 \cdot 10^{-9}$).

Le balayage du synthétiseur peut s'effectuer par une commande nu-

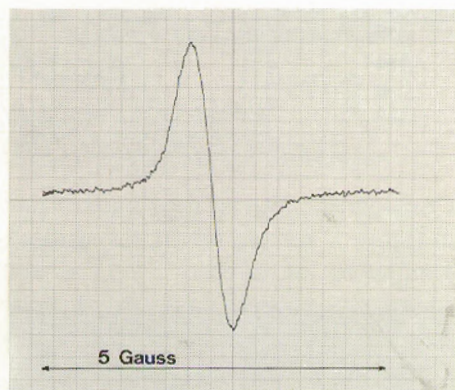


Fig.2 Raie d'absorption du noyau ^{11}B (spin 3/2) d'une solution d'acide borique. (Fréquence 14 997 MHz).

mérique, issue du système de balayage du spectromètre.

Découplage du spin

Par suite de couplage entre les différents noyaux constituant la molécule, le spectre RMN peut être d'interprétation difficile. Le découplage du spin peut donc s'effectuer par l'intermédiaire d'un synthétiseur basse fréquence, en irradiant avec suffisamment de puissance tel multiplet par la modulation du champ magnétique ou du champ électrique.

Par exemple, l'observation des méthyles du triméthylphosphate à 250 MHz, conduit à deux raies : l'irradiation de l'échantillon à la fréquence de 101, 216 425 MHz sature la résonance du phosphore et annule l'effet du couplage proton-phosphore, le spectre des protons devient alors un singulet.



DOCUMENTATION

Chaque produit élémentaire ou ensemble «instrument + périphérique + accessoires» est normalement livré avec un manuel d'utilisation, donnant toutes informations et instructions utiles sur le fonctionnement, les conditions d'emploi, les schémas électriques, la composition et les conditions de maintenance et d'entretien courants.

Outre ce présent catalogue et les manuels d'instruction, ADRET ELECTRONIQUE dispose de diverses documentations techniques référencées ci-dessous.

- 1 Fiche technique détaillée pour chacun des appareils décrits dans ce catalogue.
- 11 Le générateur-synthétiseur de fréquence, version moderne des générateurs.
(Extrait des numéros 134 et 154 de la revue «Electronique et microélectronique industrielles» par JC. REGHINOT).

- 12 Asservissement d'un pilote à quartz sur une référence perturbée.
(Extrait de la conférence faite par M. CHARBONNIER à la SEE, le 31 MAI 1972).
- 21 Le synthétiseur dans les télécommunications.
(Extrait du numéro 376 de la revue «Toute l'électronique» par J. LEROY).
- 22 L'utilisation des synthétiseurs de fréquence pour la synchronisation des réseaux de diffusion et le pilotage des émetteurs T.V.
(Extrait de la conférence faite par M. LEROY au 8ème Symposium de T.V. à MONTREUX (Suisse), le 21 MAI 1973).
- 23 Synthétiseur de fréquence pour les émetteurs de la 3ème chaîne de Télévision Française.
(Extrait de la Revue O.R.T.F. n° 26 de 1972 par JC. REGHINOT).
- 24 Un problème important dans les Télécommunications : le pilotage des émetteurs.
(Extrait de la revue «l'Onde Electrique», vol. 55, n° 4 d'Avril 1975 par JC. REGHINOT).
- 31 Instabilité de fréquence des oscillateurs.
(Extrait de la Revue «l'Onde Electrique», vol. 52, fasc. 11, Décembre 1972 par J. RUTMAN).
- 32 Nouvelles possibilités en analyse spectrale.
(Conférence ADRET, Septembre 1973 par J. REMY).
- 34 Stabilité de fréquence et pureté spectrale des générateurs synthétiseurs de fréquence.
(Extrait de la revue Electronique Actualités n° 317 par J. RUTMAN et R. CHARBONNIER).
- 35 Mesure directe de la pureté spectrale des oscillateurs stables.
(Extrait de la revue «l'Onde Electrique», vol. 55, n° 2 de Février 1975 par J. REMY).
- 36 Evolution des concepts pour l'analyse des oscillateurs.
(Extrait de la revue «l'Onde Electrique», vol. 55, n° 2 de Février 1975 par J. RUTMAN).
- 37 Application de la synthèse de fréquence à l'analyse spectrale.
(Extrait de la revue Electronique et Microélectronique Industrielles n°199 de Février 1975 par J. RUTMAN et R. CHARBONNIER).
- 41 Propriétés et applications du synthétiseur itératif à oscillateur d'extrapolation.
(Extrait de la revue «l'Onde Electrique», vol. 52, fasc. 11, Décembre 1972 par R. CHARBONNIER).

Si vous désirez recevoir une ou plusieurs de ces documentations, veuillez compléter et nous retourner la «correspondance réponse» ci-dessous :

Je désire la visite d'un ingénieur* : OUI NON

Je désire recevoir une documentation complémentaire
REFERENCES :

Indiquer le, ou les appareils, pour la référence 1

NOM :

ENTREPRISE :

SERVICE :

TELEPHONE : Poste :

ADRESSE :

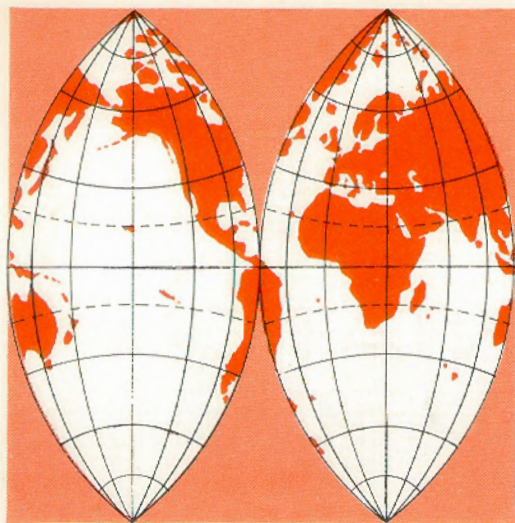
Mes besoins spécifiques correspondent aux définitions ci-dessous :

Application éventuelle :

Gamme de fréquence :

Autres spécifications :

* Rayer la mention inutile



FILIALES & AGENTS EN FRANCE & A L'ETRANGER



FRANCE

Société BASCOUL-ELECTRONIQUE
83100 TOULON - 35, rue Luchet
Tél. : 48.99.29

Société DIMEL Immeuble «LE MARINO»
83100 TOULON - Avenue Claude Farrère
Tél. : (94) 41.49.63 Téléc. : 43093 F

Société ELIC 38 38700 LA TRONCHE
8-10, avenue du Grand Sablon
Adresse postale :
Cedex 294, Grenoble Centre de tri
38044 GRENOBLE CEDEX
Tél. : (76)87.67.71 Téléc. : Barisien 32.739/f

Société SOREDIA CHATILLON SUR SEICHE
B.P. 1413 35015 RENNES CEDEX
Tél. : (99) 50.50.29 Téléc. : 73004 OGETEL
Réf. 187

EUROPE C.E.E.

Allemagne

DMV - ADRET
Langenhornner Chaussée 96 A
2 HAMBOURG 62
Tél. : 19.49.40.50.11.67 Téléc. : 2174 368 DMV

Belgique et Luxembourg

SAIT ELECTRONICS B-1190 BRUXELLES
66, Chaussée de Ruisbroek
Tél. : 02 376.20.30 Téléc. : 21601 SAIT BB
Teleg. : WIRELESS - BRUSSELS

Grande-Bretagne

RACAL INSTRUMENT Ltd.
WINDSOR Berkshire SL4 1SB Duke Street
Tél. : (075.35)69811 Téléc.847013 Racal Windsor

Hollande

SAIT ELECTRONICS NEDERLAND
ROTTERDAM 3021 Strevelsweg 700/507
Tél. : 010.81.4644/010.81.4841
Téléc. : 24315 Téleg. : WIRELESS

Italie

TECHNITRON S.R.L.
● 00196 ROMA Via Flaminia 443/A
Tél. : 396.58.38 Ad. Téléc. : TECHNITRON
Téléc. : 68171 TECHRO
● 20144 MILANO Via California, 12
Tél. : 469.03.12 Ad. Téléc. : TECHNITRON
Téléc. : 39252 TECMI

EUROPE

Espagne

HISPANO ELECTRONICA S.A.
MADRID 20 Comandante Zorita, 8
Tél. : 233 31 00 / 233 16 01 Téléc. 22404 elec-
Ad. Téléc. : HISPATRONICA

Portugal

ALBERTO MARIA BRAVO & FILHOS
Praça de Londres 3, 3° D, LISBONNE 1
Tél. : 72 81 45/46/47 Téléc. : 1295 BEBRA P
Téléc. : BEBRA-LISBOA

Norvège

HENACO A/S OSLO 5 Okern Torgvei 13
Box 248 Okern - OSLO 5
Tél. : 47 2 15 75 50 Téléc. : 16716 HENAC N
Téléc. : HENACO

Suisse

INTERTEST 3011 BERNE, Spitalgasse, 40
Tél. : 031/22.44.81 Téléc. : 33172
Téléc. : INTERTEST

EUROPE CENTRALE

SEMIRA 92100 BOULOGNE 40, rue des Tilleuls
Tél. : 603.66.40 Téléc. : 29827 FILAGETO PARIS

MOYEN - ORIENT

Iran

FARATEL Co
Kandovan Alley P.O.Box 11/1682 TEHERAN
Tél. : 667030 & 665036
Téléc. : Iranfaradeh

EXTREME - ORIENT

Japon

MATSUSHITA ELECTRIC TRADING
● TOKYO World Trade Center Bldg.
No. 4-1 Hamamatsu-Cho, 2-Chome Minato-Ku
P.O. Box 18, Trade Center Tél. : (03) 435.4558
Téléc. : J2 4647 MATSUELE
● OSAKA Kawaramachi Bldg.
71-5 Chome, Kawaramachi, Higashi-Ku
Tél. : (06) 202 1221
Téléc. : J 63 380 MATSUELE

AMERIQUE LATINE

Argentine

RAYO ELECTRONICA Belgrano 990 - 6° P
BUENOS AIRES Ad. Téléc. : Rayotronica
Tél. : 381779 Téléc. : 0122153 AR RAYOX
Téléc. : Rayotronica BS.AS

AMERIQUE DU NORD

Canada

ROR ASSOCIATES Limited
21, Rolark Drive
SCARBOROUGH Ontario M1R 2S7
Tél. : 416-291-7121 Téléc. : 610-492 2712
Téléc. : RORENG

U.S.A.

ADRET CORPORATION
1887 Litzitz Pike LANCASTER Penna.17601
Tél. : (717) 569 7059 Téléc. : 5106574434

OCEANIE

Australie

AMALGAMATED WIRELESS (AUSTRALASIA)
Engineering Products Division
422 Lane Cove Road, NORTH RYDE
NSW AUSTRALIA
PO Box 96, NORTH RYDE - NSW 2113
Tél. : 888 8111 Télégram. «Wireless» SYDNEY
Téléc. : AA 20623

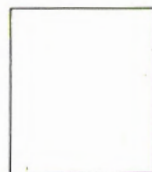
Nouvelle Zelande

A.W.A. Commerce House 126 Wakefield Street
WELLINGTON PO Box 830 Tél. : 58 979

ADRET-ELECTRONIQUE

12, 14, AVENUE VLADIMIR KOMAROV

78190 TRAPPES B. P. 33





adret électronique

12 et 14 Avenue Vladimir Komarov • 78190 TRAPPES • BP 33
Téléphone : 051-29-72 • Télex : ADREL TRAPS, N° 60821