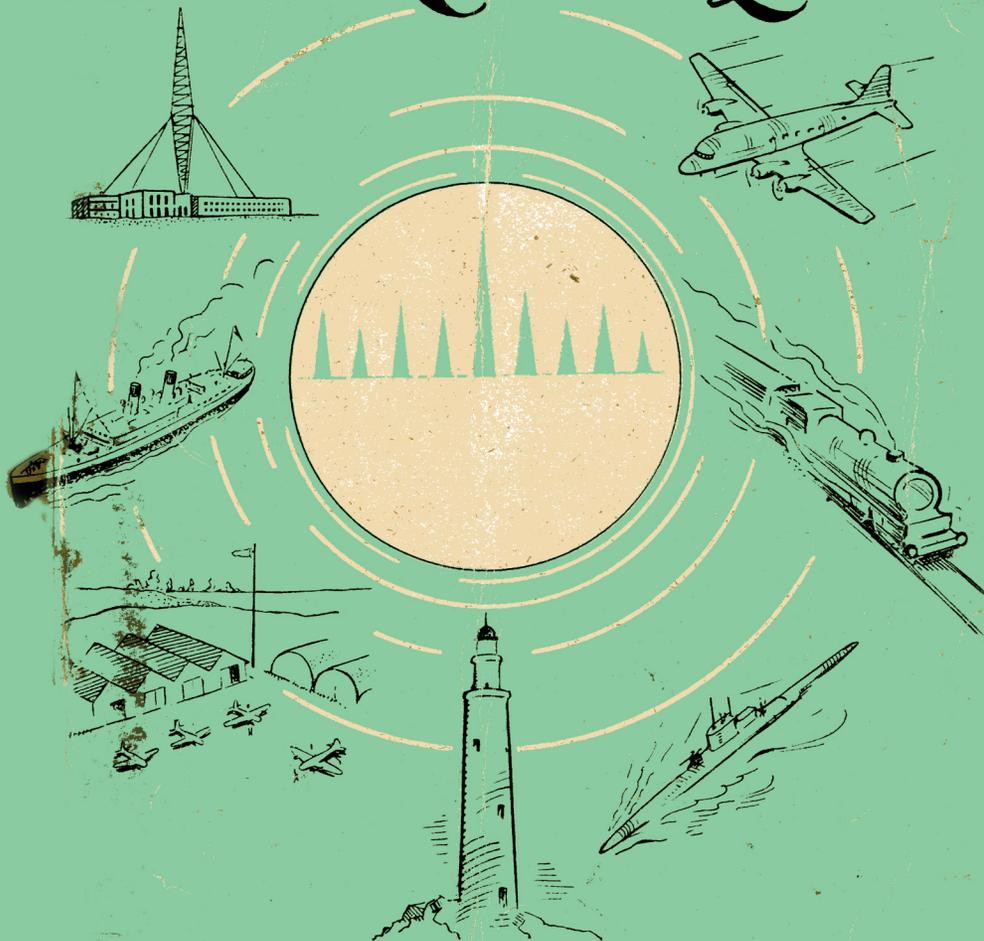


ROBERT ASCHEN
ET
ROLAND GOSMAND

LA RÉCEPTION PANORAMIQUE



ET SES APPLICATIONS

183

Toutes les applications du **QUARTZ**

HAUTE ET BASSE

FRÉQUENCE

PRÉCISION

STABILITÉ



TOUS LES QUARTZ

DE



Types B, BF, BL

4 kilocycles
à

30 mégacycles
SUR FONDAMENTALE

Nombreux modèles
pour
Émission - Réception

Documentation sur demande



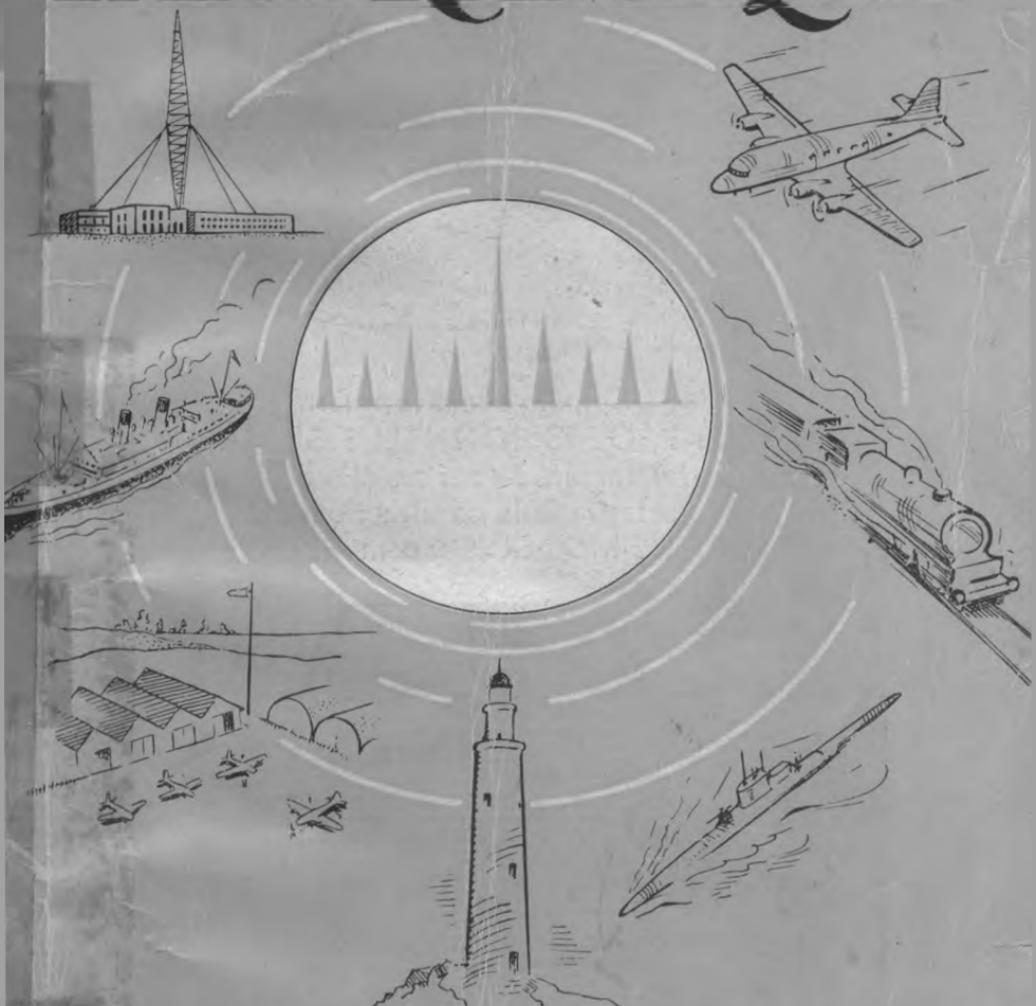
Types E, EG, EM,
ES, ESS

LABORATOIRE DE PIEZO ELECTRICITÉ, 17^{bis}, Rue Rivoy, LEVALLOIS (Seine)
Agent Général pour l'ALGÉRIE : LABORATOIRE RADIO-ELECTRIC, 13, Rue Rovigo, ALGER

LA RECEPTION PANORAMIQUE
E. TROUEN & C. (USCMA)

ROBERT ASCHEN
ET
ROLAND GOSMAND

LA RÉCEPTION PANORAMIQUE



T SES APPLICATIONS



Comme avant la guerre... et SEULE
L'ÉCOLE PROFESSIONNELLE SUPÉRIEURE
fournit *gratuitement*, à tous ses élèves, le matériel
complet nécessaire à la construction d'un SUPER-
HETERODYNE MODERNE y compris LES LAMPES
et le HAUT-PARLEUR.

Ainsi les COURS TECHNIQUES par correspon-
dance sont complétés par des
TRAVAUX PRATIQUES

Vous-même, dirigé par votre professeur Géo
Mousseron, construirez un poste de T.S.F.

CE POSTE, TERMINÉ, RESTERA VOTRE
PROPRIÉTÉ.

Enseignement sur place et par correspondance.

Sur simple demande vous recevrez gratuitement tous renseignements
utiles ainsi que notre documentation affranchis philatéliquement.

ÉCOLE PROFESSIONNELLE SUPÉRIEURE

9, Avenue de Villars - PARIS-VII



**TUBES
A RAYONS CATHODIQUES**

Miniwatt

TÉLÉVISION

MW 22-5 Diamètre 22 cm.
 MW 31-6 Diamètre 31 cm.
 DÉVIATION MAGNÉTIQUE - ÉCRAN BLANC

MESURES

DG 7-2	Diamètre	7 cm.
DG 9-3	Diamètre	9 cm.
DN 7-2	Diamètre	7 cm.
DN 9-3	Ecran à persistance	
	Diamètre	9 cm.
	Ecran à persistance	

Tubes de réception normalisés, cellules photoélectriques, tubes spéciaux, etc... Pour constructeurs professionnels, laboratoires et Industries diverses.

GIORGI

25

**C^{IE} G^{LE} DES TUBES
ELECTRONIQUES**

82, RUE MANIN, PARIS. 19^e BOT. 31-19 et 31-26



LA RECEPTION PANORAMIQUE

PAR

ROBERT ASCHEN

Ingénieur-Docteur
Chef de Laboratoire d'Applications électroniques

ET

ROLAND GOSMAND

Agent technique

PRÉFACE DE

E. AISBERG

Directeur de la Revue " *TOUTE LA RADIO* "

TECHNIQUE ET VULGARISATION

5, rue Sophie-Germain, Paris 14^e.

1948

Tous droits réservés
Copyright 1948 by "Technique et Vulgarisation"

PRÉFACE

Les instruments de mesure classiques permettent de déterminer, à tout instant, la valeur d'une grandeur variable. Ainsi, un volt-mètre permet de mesurer la tension existant à un moment donné entre deux points d'un circuit. Un thermomètre permet, au même titre, de déterminer la température d'un corps ou d'un milieu à un instant de temps.

L'introduction du tube cathodique dans la technique des mesures a apporté une véritable révolution. L'écran du tube étant une surface à deux dimensions, il est devenu possible de donner simultanément la représentation de deux variables. C'est ainsi que l'emploi de l'oscillographe permet de visualiser les variations d'une grandeur variable en fonction d'une autre, cette dernière n'étant pas forcément le temps.

On sait, par exemple, avec quelle facilité il est possible de relever sur l'écran d'un tube la variation du courant anodique d'un tube en fonction de sa tension de grille ou bien encore, la tension de sortie d'un amplificateur en fonction de la fréquence des signaux appliqués à l'entrée.

Bien mieux, dans certains cas, il est possible d'introduire un troisième paramètre qui permet de visualiser toute une famille de courbes représentant graphiquement une équation à trois variables.

On n'a pas, je crois, mis jusqu'à présent, l'accent nécessaire sur l'importance de cette nouvelle technique qui entraîne une considérable économie de temps et offre aux techniciens un instrument d'investigation absolument incomparable. On n'a pas non plus su en tirer un parti suffisant dans tous les domaines.

Il en existe du moins un, où les possibilités de l'oscillographe ont été exploitées avec un rare bonheur. C'est celui de l'analyseur panoramique. Le mouvement du spot dans le sens horizontal étant lié à la variation de la fréquence des signaux, son mouvement, dans le sens vertical représente la valeur des tensions résultant des transformations effectuées dans tel ou tel but précis. Tel est, sous sa forme la plus générale le principe de l'analyseur panoramique.

Il en découle les applications les plus variées et les plus remarquables par leur valeur pratique.

Nul n'était plus autorisé pour offrir aux techniciens une vision synoptique résumant ces applications variées, après avoir décrit le principe de l'analyseur panoramique, que mon ami Robert Aschen. Depuis des années, il a concentré ses facultés créatrices sur l'étude et le développement des montages basés sur le principe du panoramique. Il m'a été donné de participer activement à ces études et j'ai pu constater, à cette occasion, avec quelle déconcertante facilité Aschen parvenait à résoudre les problèmes les plus ardues, à surmonter les difficultés en apparence les moins surmontables.

Le mérite de l'inventeur ne consiste pas uniquement à trouver la solution du problème. C'est surtout poser clairement un problème qui est souvent le plus difficile. Or, Aschen a su accorder son esprit avec les domaines les plus divers de la technique, sachant parfaitement, à chaque occasion, définir clairement l'objectif vers lequel devaient tendre ses efforts et qu'ils sont toujours parvenus à atteindre.

Ceux qui ont pu approcher Aschen, connaissent sa grande modestie. Ils se doutent bien qu'il a fallu pas mal de persuasion de la part de tous ses amis, pour lui forcer la main, — c'est bien le mot, — afin de l'obliger à exposer, à l'intention des autres techniciens, les résultats féconds de ses travaux dans ce domaine.

Le présent ouvrage les résume avec cette clarté qui caractérise tous ses écrits. Il n'a pas besoin d'autre recommandation que le nom de son auteur. Mais, puisque l'éditeur a bien voulu me demander cette préface, je suis heureux de saisir cette occasion pour y dire tout le bien que je pense de mon ami et de son excellent travail.

E. AISBERG.

INTRODUCTION

Pendant les années de l'occupation, retiré dans une petite ville de province, j'ai réussi à réunir autour de moi un groupe de techniciens avec lesquels j'ai pu me livrer à toute une série de travaux de radio qui ont principalement porté sur le récepteur panoramique et ses diverses applications.

Dois-je dire que tout a été mis en œuvre pour que ces travaux fussent exécutés à l'abri des oreilles et des yeux indiscrets de ceux que l'on appelait à l'époque, trop pompeusement, « les autorités occupantes » et qui n'étaient, en réalité, qu'une bande de gangsters qui volaient non seulement les biens matériels de notre pays, mais également les idées des techniciens, savants et inventeurs.

Je suis ainsi parvenu à mettre sur pied un certain nombre de montages perfectionnés de l'analyseur panoramique et à lui trouver de nombreuses applications, dont une bonne partie étaient inédites.

La plupart de ces idées, après une étude théorique, ont été expérimentées et ont, ainsi, reçu la suprême consécration de l'expérience.

Je tiens à dire ici toute ma reconnaissance pour mon ami Aisberg, directeur de *Toute la Radio* qui, à l'époque, a activement participé à mon travail et qui l'a enrichi d'un grand nombre d'excellentes idées que nous avons pu développer en commun.

Jusqu'à présent, les résultats de mes recherches ont fait l'objet d'un certain nombre d'études disparates, publiées dans

la presse technique. Pressé par mes amis, je me suis décidé à les réunir dans le présent volume qui offre ainsi aux lecteurs un ensemble complet et ordonné de documentation relative à l'analyseur panoramique et à ses multiples applications.

Si la lecture de cet ouvrage suscite de nouveaux développements dans ce domaine, je m'estimerai largement récompensé du travail que j'avais entrepris pour le rédiger.

R. ASCHEN.

LA RÉCEPTION PANORAMIQUE

CHAPITRE PREMIER

Le spectre d'une bande. — Nombreux sont les domaines dans lesquels il est utile de pouvoir surveiller l'état de l'éther dans une bande donnée de fréquences. Tel est, par exemple, le cas des installations radioélectriques employées par la police pour le dépistage des émetteurs clandestins où toute la gamme des ondes courtes doit être constamment parcourue à la recherche des signaux émis par les « noirs ». Dans les postes de marine, l'écoute permanente exige également la surveillance de certaines bandes réservées au trafic maritime dans toute leur largeur. Enfin, les dispositifs d'infrastructure de l'aviation sont également, dans bien des cas, appelés à exercer leur surveillance sur des bandes entières de fréquences.

Le processus normal, jusqu'à présent employé dans ces différents cas, consistait à balayer toute la largeur des bandes en question par la manœuvre manuelle du condensateur variable du récepteur. On conçoit aisément ce que pareille méthode comporte de fastidieux.

Une fois de plus, l'automatisme peut avantageusement remplacer les imperfections du travail humain en rendant le balayage des bandes non seulement indépendant de l'opérateur, mais en outre suffisamment rapide pour qu'il soit possible de projeter sur un écran des images lumineuses correspondant aux différents émetteurs fonctionnant dans la bande étudiée. Nous avons, en effet, pu établir des procédés qui permettent de mettre en évidence, simultanément, tous les émetteurs d'une bande avec leurs caractéristiques essentielles, et cela en s'adressant au plus précis de nos sens, celui de la vision. Grâce aux dispositifs mis

au point à cet effet, on peut observer non seulement la répartition des émetteurs dans la bande, mais encore la forme exacte de leurs bandes latérales de modulation, les interférences qui peuvent éventuellement se produire entre deux émissions par trop rapprochées, les fluctuations de leurs champs magnétiques respectifs au point de la réception, etc.

En résumé, notre contrôleur de bandes, en mettant en évidence tout le spectre d'une bande, permet de faire, pour tout un ensemble d'émetteurs, les constatations que l'œil magique, d'une façon beaucoup plus rudimentaire et très incomplète, permet de faire pour une seule émission.

Le principe de la méthode. — On devine que, pour rendre

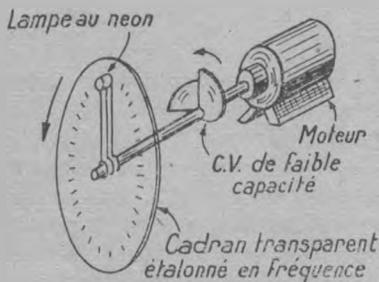


FIG. I-1.

visible l'ensemble des émetteurs fonctionnant dans une bande donnée, nous devons faire appel au phénomène de la persistance des impressions lumineuses et, de ce fait, balayer la bande un nombre de fois suffisamment élevé par seconde, quinze au minimum. Ce balayage d'une bande de fréquences ne constitue point un problème nouveau pour le radio-technicien, puisqu'on se heurte au même problème

dans les dispositifs servant au relevé des courbes de résonance sur l'écran d'un tube cathodique. On se sert, à cet effet, de modulateurs de fréquence désignés par le terme barbare de « wobulateurs ».

Quelle que soit la réalisation du dispositif, le principe est toujours le même : en dérivation sur le circuit d'accord est branchée une capacité (ou une self-induction) de faible valeur périodiquement variable, en sorte que la fréquence du circuit est elle-même rendue variable à la même cadence. Dans les réalisations mécaniques, on utilise un condensateur variable de faible capacité placé sur l'axe d'un moteur électrique.

Notre première idée était précisément de nous servir d'un tel dispositif en rendant ainsi périodiquement variable l'accord d'un récepteur, de manière à balayer une bande plus ou moins large de fréquences.

Sur l'axe même du moteur (fig. I-1) devait être également

placée une tige portant à son bout une minuscule lampe au néon branchée à la sortie du récepteur et réglée de telle manière que les signaux en provoquent l'allumage. On comprend aisément que, dans ces conditions, la lampe s'allume à certains points de son passage, correspondant aux fréquences des émetteurs reçus. On peut disposer, devant la lampe au néon, un cadran transparent dont l'échelle circulaire est étalonnée en fréquences. Si la rotation s'effectue avec une vitesse suffisante, l'œil perçoit une lumière continue dans tous les points qui correspondent aux émetteurs en fonctionnement, et l'on en a ainsi un spectre lumineux complet.

La méthode électronique. — Si le dispositif décrit ci-dessus a pour lui l'avantage d'une grande simplicité de réalisation, il manque, par contre, d'élégance au siècle de l'électronique. Aussi, avons-nous songé à substituer au grossier dispositif mécanique un montage électronique permettant d'obtenir des résultats plus précis avec infiniment plus de souplesse.

Là encore, nous nous sommes basés sur des solutions déjà connues, puisque nous avons eu, il y a plusieurs années, l'occasion d'appliquer la « wobulation » électronique au « sélectographe », nom dont nous avons baptisé un ensemble destiné au relevé oscillographique des courbes de résonance. Il s'agit là d'une application particulière de l'effet Miller qui, comme on le sait, est également utilisé dans les correcteurs automatiques de fréquence.

Rappelons que l'effet Miller consiste dans le fait qu'entre la cathode et la grille d'une lampe il existe une capacité fictive qui est égale au produit de la capacité grille-plaque par l'amplification de la lampe augmentée de 1. Comme l'amplification, c'est-à-dire le rapport de la tension de sortie à la tension d'entrée, dépend à son tour de la pente du tube, il en résulte que la capacité fictive d'entrée est fonction de la polarisation de la lampe.

C'est là un phénomène qui, dans bien des cas, est fort ennuyeux, puisque c'est lui qui détermine cette dérive de fréquence, particulièrement gênante dans la réception des ondes courtes, qui a donné aux techniciens tant de « sans-fil à retordre ». Tel est le revers de la médaille. Mais, dans notre cas, l'effet Miller constitue une opportunité vraiment providentielle, puisqu'il nous offre un moyen fort simple de remplacer le petit condensateur rotatif du dispositif mécanique par la capacité d'entrée d'une lampe dont la grille est soumise à une tension alternative. Ainsi montée, une

lampe sera baptisée « lampe de glissement ». Son entrée étant branchée en dérivation sur un circuit oscillant, l'accord de ce dernier sera donc rendu variable à la cadence de la tension alternative appliquée à la lampe de glissement.

En se basant sur un tel montage, l'idée vient immédiatement d'un premier dispositif de contrôleur des bandes schématisé dans la *figure I-2*. En dérivation sur le circuit d'accord de l'oscillateur d'une changeuse de fréquence est branchée une lampe de glissement dont la grille est soumise à une tension alternative du secteur. De cette manière, à chaque alternance, soit cent fois par seconde, un balayage est produit autour d'une fréquence

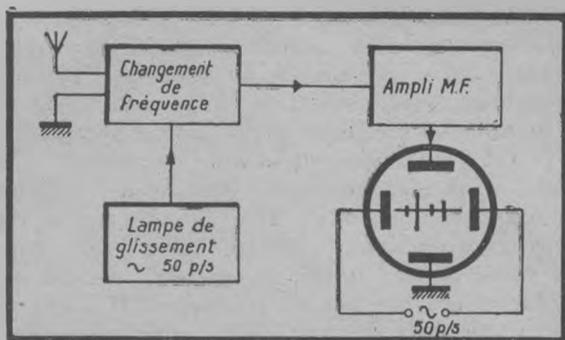


FIG. I-2.

d'accord moyenne. Après amplification par une lampe M. F., la tension est appliquée aux plaques de déflexion verticale d'un tube cathodique.

La même tension alternative du secteur est, par ailleurs, appliquée aux plaques de déflexion horizontale du tube. De cette manière, le balayage des fréquences du récepteur se trouve synchronisé avec le balayage horizontal du tube. Chaque signal perçu par le récepteur au cours du balayage déterminera, sur l'écran du tube, une déviation verticale du spot. Cette déviation se produira à un endroit du parcours toujours le même, pour un émetteur donné et qui dépend de sa fréquence. De la sorte, tous les émetteurs de la bande analysée se trouvent répartis aux points correspondant du parcours horizontal du spot. Nous verrons donc, sur l'écran, en plus de la ligne horizontale produite par le balayage, plusieurs barres verticales dont les positions

dépendent des fréquences des émetteurs et dont les hauteurs sont fonction de la valeur du champ émetteur à la réception.

Pour être exact, il faut se souvenir qu'un émetteur de radiophonie occupe toute une bande de fréquences (bandes de modulation), en sorte que ce n'est pas un trait, mais toute une enveloppe lumineuse qui en constituera l'image. Cette enveloppe, généralement symétrique, peut être considérée comme la courbe de résonance du récepteur.

La bonne solution. — Tel qu'il est décrit ci-dessus, le contrôleur des bandes remplit parfaitement son office dans le cas où, seule, une bande déterminée de fréquences doit être analysée. Cela peut avoir lieu pour certains usages spéciaux.

Cependant, dans la majorité des cas, nous voudrions pouvoir étudier des bandes disposées à des fréquences d'accord variées. Autrement dit, nous voulons pouvoir accorder notre récepteur par le moyen habituel du condensateur variable et, éventuellement de commutation de bobinages, et pouvoir, à chaque fréquence d'accord, étudier la bande se trouvant, par exemple, à une centaine de kilohertz de part et d'autre de cette fréquence.

Or, notre lampe de glissement produit toujours la même variation de capacité, ce qui déterminera des variations de fréquences d'une largeur qui sera très différente pour des fréquences d'accord variées. En effet, la fréquence d'un circuit d'accord étant égale à :

$$f = \frac{1}{2 \pi \sqrt{L C}}$$

la variation de la fréquence en fonction de la capacité s'exprime par la dérivée de la fonction ci-dessus :

$$\frac{df}{dc} = \frac{L}{4 \pi \sqrt{L C^3}} = - 2 \pi^2 L f^3$$

On voit que la largeur de la bande de balayage est proportionnelle au cube de la fréquence d'accord. Ainsi, par exemple, si nous balayons de 100 kilohertz de part et d'autre une fréquence de 10 mégahertz, le même glissement de fréquence nous donnera à 20 mégahertz une bande de 800 kilohertz de part et d'autre.

C'est là un inconvénient prohibitif. Pour l'éviter, nous avons

cherché à réaliser un dispositif à largeur des bandes balayées constante et y sommes parvenus au prix d'une certaine complication.

Il nous a fallu, en effet, faire appel au principe du double changement de fréquence, de manière à faire agir la lampe de glissement sur un circuit à accord constant.

Comme le montre la partie supérieure du « schéma schématisé »

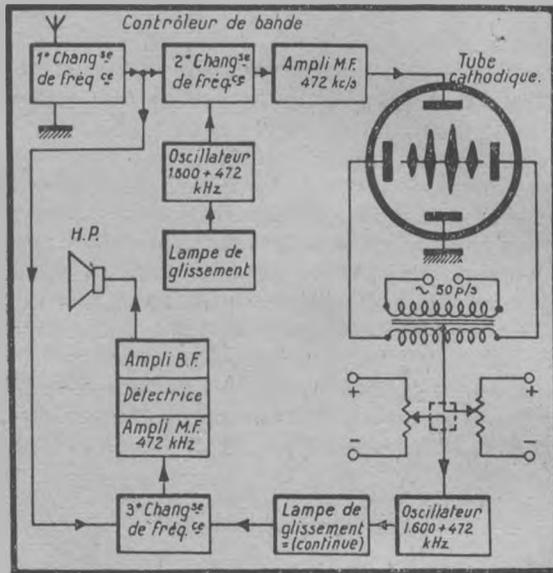


FIG. I-3.

de la figure I-3, le signal subit un premier changement de fréquence destiné à le ramener à 1.600 kHz. Par un circuit de liaison très amorti accordé sur cette fréquence, la tension est appliquée à la grille de modulation d'une deuxième changeuse de fréquence dont l'oscillateur est accordé sur 1 600 + 472 kHz. C'est en dérivation sur ce circuit de l'oscillateur qu'est branchée la lampe de glissement dont la grille est soumise à la tension alternative du secteur. Après le deuxième changement de fréquence ainsi produit, le signal est amplifié à la moyenne fréquence de 472 kHz et appliqué aux plaques de déflection verticale du tube cathodique.

Ici le glissement de fréquence est appliqué à un oscillateur

toujours accordé sur la même fréquence. De la sorte, la bande balayée demeure d'une largeur rigoureusement constante quelles que soient les fréquences sur lesquelles le récepteur est accordé à son entrée. Nous évitons donc parfaitement le défaut dont était affligé le dispositif de la *figure I-2*.

Nous obtenons ainsi, d'une manière parfaite, le spectre de toutes les bandes que nous pouvons d'ailleurs faire défiler en manœuvrant le condensateur d'accord du récepteur. Un cadran étalonné en fréquences et constitué par une longue bande se déroule devant l'écran fluorescent en synchronisme avec l'accord, en sorte qu'on peut déterminer la fréquence de chacun des émetteurs dont les images défilent sur l'écran.

Le récepteur du son. — Le but final d'une réception radio-phonique est, cependant, de rendre audibles les émissions que l'on reçoit. Dans le cas du contrôleur de bandes, on ne peut pas songer à appliquer au haut-parleur l'ensemble des signaux reçus au cours du balayage. Autant la vision simultanée de toutes les émissions de la bande présente d'intérêt, autant leur audition simultanée serait dénuée de tout agrément... Aussi, parallèlement au dispositif décrit du contrôleur de bandes, avons-nous prévu un récepteur de trafic de composition analogue. Il est schématisé dans la partie inférieure de la *figure I-3*.

Utilisant la même première changeuse de fréquence que le contrôleur de bandes, il comporte sa deuxième changeuse de fréquence autonome dont l'oscillateur est également accordé sur $1\ 600 + 472$ kHz. Nous trouvons ensuite l'amplificateur MF accordé sur 472 kHz, la détectrice et l'amplificateur BF débitant sur le haut-parleur.

Là encore, une lampe de glissement est branchée en dérivation sur l'oscillateur de la deuxième changeuse de fréquence. Mais, cette fois-ci la tension appliquée à la grille de la lampe de glissement est une tension continue réglable à l'aide d'un potentiomètre. De cette manière, en réglant ledit potentiomètre, nous pouvons déterminer une légère variation de la fréquence de l'émission reçue. Ce potentiomètre permet donc un véritable étalement de bandes autour d'une position d'accord déterminée par le condensateur variable.

D'autre part, un autre potentiomètre sert à appliquer une tension continue et réglable de déviation aux plaques de déflexion horizontale, en plus de la tension du secteur qui y est appliquée. Cette tension de déviation permet de déplacer le spectre

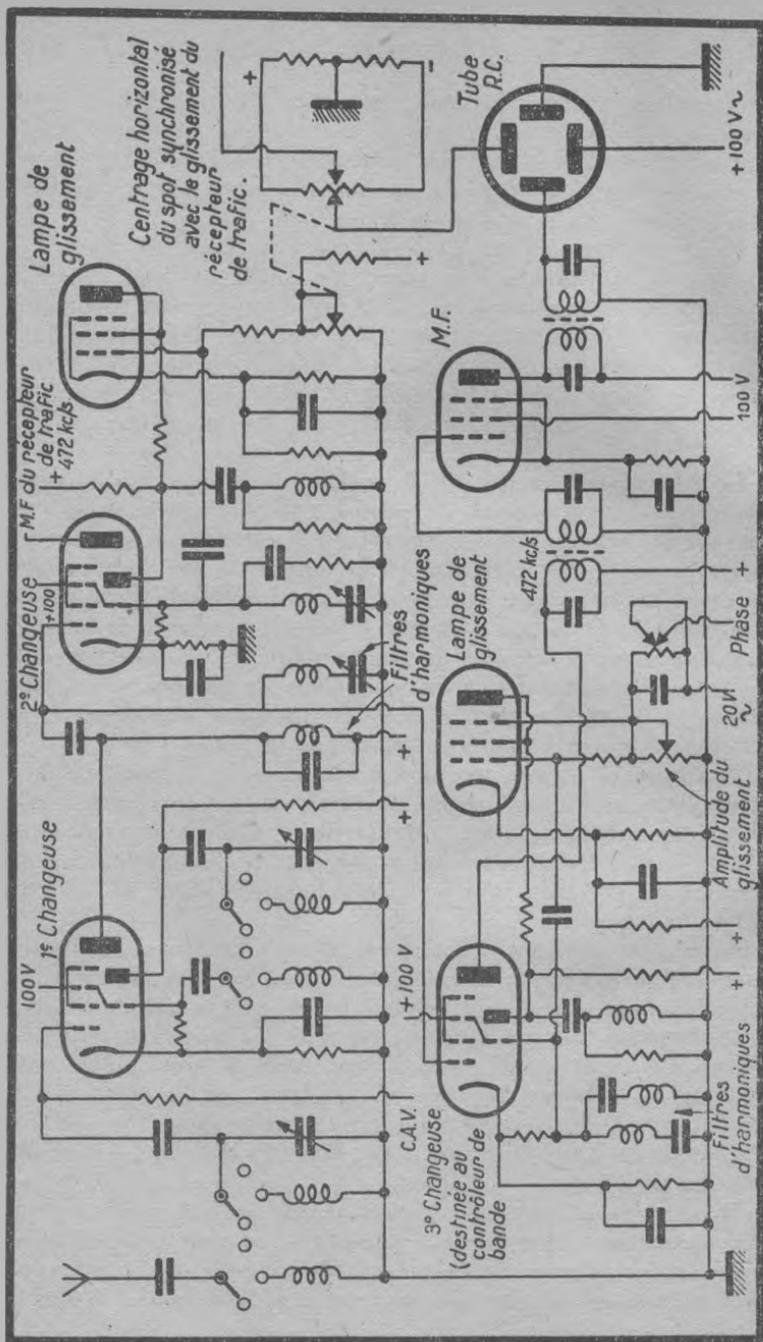


Fig. 1-4.

de la bande à droite ou à gauche dans une certaine étendue.

Or, les deux potentiomètres sont commandés par un seul bouton et sont disposés de telle manière que l'émission, qui devient audible grâce à la manœuvre du premier, correspond à celle dont l'image apparaît au centre de l'écran cathodique. Ce centre est, d'ailleurs, marqué par un repère fixe. Grâce à cette synchronisation, nous entendons donc, à chaque instant, l'émission dont l'image apparaît au centre de l'écran.

Ainsi, lorsque nous observons une bande de fréquences et que nous voulons, parmi elles, en écouter une déterminée, il suffit de manœuvrer le bouton commandant les deux potentiomètres pour amener, au centre de l'écran, l'image en question.

Les récepteurs complets. — Dans la *figure I-4*, nous présentons le schéma de principe quelque peu simplifié d'un des récepteurs à contrôleur de bandes réalisé suivant les principes exposés par l'auteur. Ce schéma correspond à celui de la *figure I-3*. On voit, cependant, que certaines précautions spéciales ont été imposées, notamment par la nécessité de filtrer la fréquence de 472 kHz.

Plusieurs modèles de récepteurs à contrôleur de bandes ont été réalisés. Certains modèles spéciaux sont prévus uniquement pour la réception de quelques bandes étalées d'ondes courtes. Ces récepteurs sont donc caractérisés par l'absence totale de tout condensateur variable. D'autres modèles sont, au contraire, prévus pour la réception des gammes très étendues. Dans de tels appareils, le réglage par potentiomètre offre, à toutes les fréquences, l'appréciable possibilité de l'étalement des bandes.

La photographie de la *figure I-5* (voir à la fin du volume) représente l'oscillogramme d'une bande (bande de 49 m de radio-diffusion) tel qu'il apparaît sur l'écran fluorescent.

Les stations stables, bien pilotées et officielles, sont : *a b h c d e*. L'émission *i* est une station clandestine qui interfère visiblement avec *h*.

La nébulosité *g* est due à un poste de brouillage destiné à étouffer l'émission *b*, ce à quoi il ne parvient pas, du reste, car il est mal réglé (en première approximation à 15 kHz au-dessus de *b*).

Quantité d'autres renseignements sont fournis par la photo : ainsi l'émission *b* était affectée de fading rapide ; on le voit aux zones d'ombre et de lumière disposées horizontalement qui correspondent aux amplitudes successives de la porteuse durant la pose (4 secondes environ).

L'émission *c*, au contraire, était affectée de fading lent que l'on voit à la traînée blanchâtre due à une pointe survenue pendant la pose.

Les émissions *a* et *d*, au contraire, étaient d'une stabilité parfaite.

Avant de terminer, notons que, nous basant sur le même principe, nous avons pu développer des ensembles de réception destinés à des usages spéciaux tels que le radio-compass, par exemple. Ne mentionnons que pour mémoire les autres applications du glissement de fréquences à la réalisation des appareils de mesure tels que générateurs HF ou BF modulés en fréquence, par exemple, ou encore les dispositifs servant au relevé instantané des courbes de réponse BF, des courbes de sélectivité, etc...

CHAPITRE II

1° **Généralités sur la réception panoramique.** — Les premières études concernant la réception cinématique semblent remonter vers 1930 où la Marine Nationale commençait une série d'essais en vue de recevoir simultanément et visuellement plusieurs émissions sur l'écran d'un tube à rayons cathodiques. A cette époque, la stabilité des émetteurs laissait beaucoup à désirer et il était difficile de faire une « Veille » dans ces conditions. Le principe d'un récepteur panoramique est resté le même jusqu'à nos jours. Il est basé sur la variation périodique de la fréquence de l'oscillateur local du récepteur, variation synchronisée avec le balayage horizontal du spot lumineux. Pour obtenir une variation constante de la fréquence, on est obligé de passer par le double changement de fréquence où la variation s'effectue sur le deuxième oscillateur local. Dans ces conditions, on obtient un balayage de fréquence constant quelle que soit la fréquence reçue par le récepteur. Si le deuxième oscillateur est sur F_2 et si la variation est ΔF , le balayage de fréquence appelé couramment le « swing » reste toujours égal à ΔF pour n'importe quelle fréquence reçue. Le schéma de principe est celui de la *figure II-1* où l'on trouve un étage HF suivi d'une première changeuse de fréquence, ensuite un premier étage MF suivi d'une deuxième changeuse de fréquence dont l'oscillateur local glisse en fréquence autour de sa fréquence nominale. La tension alternative qui provoque ce glissement produit en même temps le balayage horizontal du spot lumineux. Après la deuxième chan-

geuse de fréquence, nous trouvons une deuxième MF reliée avec les plaques de déviation verticale du tube. Si les bandes passantes de l'étage HF et de la première moyenne fréquence sont suffi-

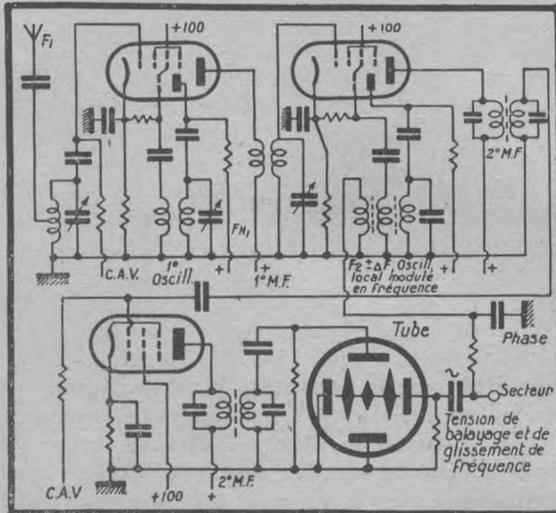


FIG. II-1.

samment larges, la réception simultanée de plusieurs émissions devient possible, on obtient un oscillogramme qui peut être celui de la figure II-2. Cette dernière montre la réception de toutes

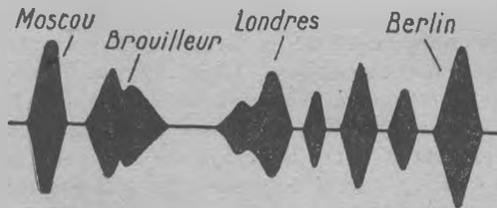


FIG. II-2.

les émissions de la bande des 49 m y compris les stations de brouillage qui sont d'ailleurs très mal réglées comme le montrent leurs tracés.

La variation de fréquence peut être obtenue par solution méca-

nique ou par dispositif électronique. Comme solution mécanique on peut employer un condensateur tournant ou tout autre système qui fait varier la fréquence de l'oscillateur local. Comme solution électronique on peut employer soit une lampe de glissement montée en dérivation sur l'oscillateur local et travaillant par variation de capacité dynamique, soit une lampe d'inductance travaillant par variation de self.

Nous employons aujourd'hui un nouveau dispositif de glissement, dû à M. Bernhardt dont la simplicité et la sécurité sont remarquables. Ce dispositif fera l'objet d'un exposé spécial. Il s'applique spécialement aux récepteurs panoramiques.

La construction d'un récepteur panoramique s'est trouvée tellement simplifiée grâce à ce nouveau dispositif, que l'on peut envisager dès maintenant un lancement sur une grande échelle pour la période-d'après guerre. Son utilisation ne sera pas seulement réservée pour les centres d'écoute et d'observation, elle entrera bientôt dans la technique des récepteurs de radiodiffusion où un tube à rayons cathodiques de petit diamètre, travaillant comme explorateur de bandes, remplacera très avantageusement l'œil magique qui n'a aucune utilité. L'emploi d'un petit tube dans ces nouvelles conditions ne demande qu'une augmentation minime du prix de revient du récepteur. Le dispositif de M. Bernhardt présente donc un intérêt considérable et fait honneur à la technique française déjà à l'origine de la réception panoramique.

2° Les nouvelles applications de la réception panoramique. — L'appareil que nous présentons aujourd'hui a été conçu spécialement pour la mesure des tensions et des fréquences. La mesure par l'observation panoramique présente des avantages incontestables. Elle permet de vérifier visuellement la composition de la tension ou de la fréquence à mesurer. Ceci simplifie considérablement le procédé de mesures et évite bien des erreurs. L'appareil se compose d'un récepteur comparable à celui de la *figure II-1*. Le récepteur est étalonné en tension et en fréquence. Pour un réglage donné, une certaine déviation sur l'écran du tube correspond à une certaine tension à l'entrée du récepteur. Par exemple, pour 1 microvolt à l'entrée du récepteur, on obtient une déviation de 5 mm sur l'écran du tube à 10 Mc/s. L'oscillogramme est celui de la *figure II-3*. Pour chaque fréquence, la sensibilité a été mesurée et se trouve inscrite sur le cadran. Dans ces conditions, il est très aisé de mesurer une tension HF

quelconque comprise entre 1 microvolt et 1 volt. Il suffit de connecter le récepteur avec la source de tension et de régler sa sensibilité pour obtenir une déviation appréciable du spot. La sensibilité varie par décades, le maximum de sensibilité étant inscrit sur le cadran. On commence par lire ce chiffre, on le divise par la décade en service et on le multiplie ensuite par le rapport

$$\frac{X}{5,0}$$

X étant la déviation du spot en millimètres. Au lieu de mesurer avec un tube à rayons cathodiques, on pourrait insérer un micro-ampèremètre dans le circuit de détection, ce qui donnerait une précision plus grande. Nous nous sommes contentés de la première solution. Ce récepteur de mesures constitue un excellent voltmètre HF et on s'imagine facilement le nombre d'applications que l'on peut trouver pour lui. Chaque fois qu'il s'agit de mesurer une tension, soit aux bornes d'un générateur, soit à l'entrée d'un récepteur, soit aux bornes d'un circuit, l'appareil peut servir utilement. La précision est suffisante pour toutes les mesures courantes.

L'impédance d'entrée est très grande pour ne pas introduire des erreurs analogues à celles du voltmètre à lampes dont l'impédance d'entrée est toujours faible en HF. Tel qu'il est décrit jusqu'à présent, ce récepteur pourrait effectuer les mêmes mesures sans que l'oscillateur local soit modulé en fréquence. Dans le cas où il s'agit de tensions pures, ce raisonnement est exact, mais aussitôt que l'on se trouve en présence d'une tension provenant de plusieurs signaux, l'observation panoramique facilite l'étude. Chaque signal se traduit par une nouvelle enveloppe lumineuse sur l'écran du tube. Par exemple, trois signaux peuvent se traduire comme l'oscillogramme de la *figure II-4*. Si l'on effectue une mesure dans le circuit anodique d'une changeuse de fréquence, il arrive souvent que l'on soit en présence de plusieurs signaux provenant de l'oscillateur ou d'une fréquence image. Grâce à la réception panoramique, on peut distinguer chaque signal, identifier son origine et régler le récepteur de telle manière que l'on soit en présence d'un seul signal.

Passons maintenant à une application pratique. Devant nous un récepteur en panne. Il s'agit de localiser la panne et d'effectuer ensuite une série de mesures.

Nous connectons notre appareil panoramique à l'antenne du

récepteur à dépanner. Accordons les deux sur le signal d'un générateur ou, à défaut, sur une émission. Lorsque l'accord est fait, le récepteur panoramique indique une enveloppe lumineuse. Plaçons maintenant l'entrée de ce dernier avec la grille de la lampe HF du récepteur en panne. Si le bobinage d'entrée n'est pas coupé, nous trouverons une enveloppe lumineuse plus haute. Le rapport entre les hauteurs de la nouvelle enveloppe et celle



FIG. II-3.



FIG. II-4.

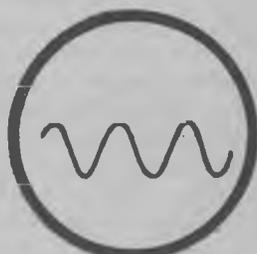


FIG. II-5.

de l'ancienne indique la surtension du circuit. Allons plus loin et connectons le récepteur panoramique avec la plaque de la lampe HF. L'enveloppe sera encore plus haute ; on trouve ainsi le gain de la lampe. Passons à la grille de la lampe changeuse, l'enveloppe lumineuse indique que la panne n'est pas là. Touchons au circuit d'oscillateur et accordons le récepteur panoramique sur une fréquence plus élevée de 472 Kc/s. L'écran du tube ne montre aucune image provenant de l'oscillateur local. Ce dernier est en panne. Nous avons mis trois minutes pour trouver la panne.

Après réparation du circuit oscillateur, nous continuons nos mesures sur la plaque de la changeuse de fréquence après avoir changé de gamme sur le récepteur panoramique, en passant sur « MF » et après avoir changé le cordon HF contre un cordon MF à connecter avec la douille marquée « MF ». On aperçoit de nouveau un oscillogramme qui rappelle les précédents. Après la plaque de la changeuse, relierons le récepteur à la grille de la lampe amplificatrice MF et mesurons la nouvelle hauteur de l'enveloppe lumineuse. On peut ainsi continuer jusqu'à la diode et mesurer chaque fois le gain d'un étage. On peut encore aller plus loin en passant sur la gamme « BF » du récepteur panora-

mique et en changeant le cordon de raccordement entre le récepteur à mesurer et le récepteur panoramique contre un cordon BF à relier avec la douille marquée « BF ». Ce dernier ne fonctionne plus comme récepteur mais comme amplificateur BF, car le dernier étage MF fonctionne également en BF. L'écran du tube à rayons cathodiques nous montrera la modulation du générateur HF (fig. II-5), ou la modulation de l'émetteur (fig. II-6). Commencant encore par la grille de la première BF, l'oscillogramme montre un fonctionnement normal. Passons le cordon à la grille de la lampe finale. Si le fonctionnement semble normal, relierons le cordon avec la plaque et ensuite avec la bobine mobile. Comme en MF ou en HF nous pouvons faire en BF des mesures de gain.

L'appareil nous a donc permis d'analyser un récepteur depuis l'antenne jusqu'à la bobine mobile. Le nombre de mesures que l'on peut effectuer sur les tensions et gains est considérable. Le couplage entre le récepteur panoramique et le récepteur à vérifier est tellement faible qu'il n'introduit aucun amortissement sur les circuits. Le cordon HF est muni d'une touche comportant un condensateur de tête de 5 picofarads. Le cordon MF est muni d'un condensateur de tête de 15 picofarads et le cordon BF d'un condensateur de 10 000 picofarads.

3° La mesure des fréquences. — Supposons que la fréquence du signal d'entrée soit F_1 . L'oscillogramme nous montrera une enveloppe lumineuse que nous placerons dans le centre de l'écran à l'aide de l'accord du récepteur. Si l'oscillateur de la première changeuse fonctionne sur FH_1 , nous pouvons écrire :

$$FH_1 - F_1 = FM_1$$

où FM_1 est la première MF. Désaccordons maintenant légèrement le récepteur. Si le désaccord est $+ \Delta F$, nous avons :

$$FH_1 + \Delta F - F_1 = FM_1 + \Delta F$$

Du fait d'avoir dérégulé légèrement l'appareil en passant de FH_1 à $FH_1 + \Delta F$, nous changeons la fréquence du signal de la première MF qui passe de FM_1 à $FM_1 + \Delta F$. Quand l'oscillateur de la deuxième changeuse passe sur $FH_2 + \Delta F$, le signal traverse la deuxième MF, car :

$$FH_2 + \Delta F - (FM_1 + \Delta F) = FM_2$$

Comme l'oscillateur se trouve, à ce moment, sur $FH_2 + \Delta F$, l'image ne se trouve plus au centre de l'écran, mais légèrement à

droite par exemple car ΔF correspond à une certaine tension de glissement, donc également à une certaine tension de balayage horizontal.

Par contre, lorsque le premier oscillateur se trouvait sur F_{H_1} , la première MF se trouvait sur F_{M_1} et le deuxième oscillateur sur F_{H_2} . L'image était au centre. Chaque déplacement de la fréquence se traduit donc par un déplacement horizontal de l'image. En désaccordant le récepteur de $+\Delta F$, l'image se

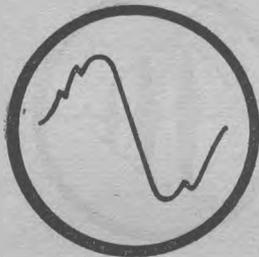


FIG. II-6.

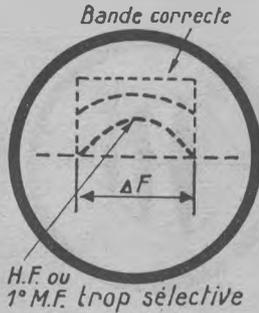


FIG. II-7.

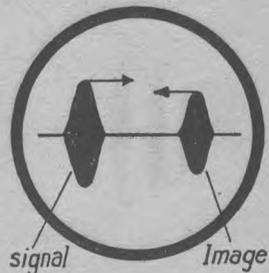


FIG. II-8.

déplace de gauche à droite. Si l'on veut obtenir une amplitude constante de la hauteur de l'image pendant un déplacement entier sur l'écran, il faut que la bande passante de l'étage HF ainsi que celle de l'étage MF soient aussi larges que le ΔF correspondant au déplacement complet sur l'écran (fig. II-7).

Au lieu de recevoir le signal F_1 , supposons un instant recevoir la fréquence image d'un signal très puissant F_2 . Nous écrivons :

$$F_2 - FH_1 = FM_1$$

L'image se trouve au centre. Désaccordons le récepteur légèrement comme précédemment sur $F_{H_1} + \Delta F$. Nous trouvons :

$$F_2 - (FH_1 + \Delta F) = FM_1 - \Delta F$$

La première MF est passée de FM_1 à $FM_1 - \Delta F$. L'image qui en résulte correspond à une fréquence du deuxième oscillateur de $F_{H_2} - \Delta F$, car :

$$FH_2 - \Delta F - (FM_1 - \Delta F) = FM_2$$

Le deuxième oscillateur provoque donc une image lorsqu'il passe sur $FH_2 - \Delta F$. La tension de glissement et la tension de balayage se trouvent sur des valeurs inférieures à celles correspondant à l'exemple précédent.

En résumé : les fréquences images défilent de droite à gauche et les fréquences fondamentales de gauche à droite (fig. II-8).

En connectant la première MF de l'appareil avec la plaque d'une changeuse de fréquence d'un récepteur à examiner dont la MF est sensiblement la même, on peut vérifier très rapidement la



FIG. II-9.

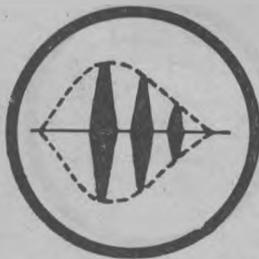


FIG. II-10.



FIG. II-11.

présélection du récepteur par le défilé des fréquences images pour différentes tensions HF à l'entrée. On peut également vérifier la commande unique dans le cas où l'on reçoit suffisamment d'émissions. Une commande unique bien réglée donne l'oscillogramme de la figure II-9. Une commande dérégulée ou mal réglée donne celui de la figure II-10 ou de la figure II-11.

Nous commençons à nous rendre compte des possibilités précieuses que nous offre la réception panoramique.

L'une des plus belles applications est la mesure des fréquences. Elle nécessite un générateur d'harmoniques piloté par un quartz. Nous trouvons ainsi des harmoniques tous les 10 Kc/s. Relions un tel générateur avec l'entrée HF de l'appareil. On verra une image tous les 10 Kc/s, quelle que soit la fréquence du récepteur. Si nous voulons mesurer la fréquence du générateur, il faut qu'il soit également relié avec l'entrée de l'appareil.

Accordons ce dernier sur la fréquence du générateur en arrêtant provisoirement le générateur d'harmoniques. Une fois l'image trouvée, nous lisons la fréquence du signal sur le cadran

du récepteur panoramique en nous contentant d'une précision s'arrêtant aux centaines de Kc/s. Il faut maintenant trouver les dizaines de Kc/s. En mettant en service le générateur d'harmoniques, nous commencerons par l'émission des harmoniques multiples de 100 Kc/s. Nous trouvons au moins une image sur l'écran provenant d'un tel harmonique. La figure II-12 montre en A le signal du générateur et en B l'harmonique, multiple de 100, le plus proche du signal. Si l'harmonique se trouve à droite de A sa fréquence est supérieure à celle du signal. A gauche, elle

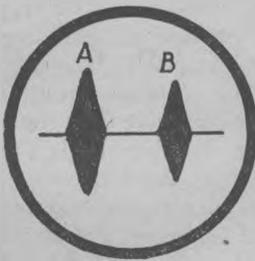


FIG. II-12.

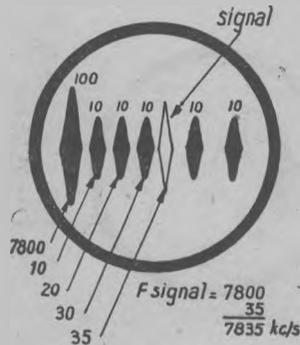


FIG. II-13.

est inférieure. La fréquence lue sur le cadran et indiquée en centaines de Kc/s sera supérieure à celle du signal si l'harmonique se trouve à droite ou inférieure à celle du signal si l'harmonique se trouve à gauche par rapport à l'image du signal. Nous connaissons ainsi rapidement la fréquence à quelques dizaines de Kc/s près. Pour finir cette mesure nous faisons appel aux harmoniques de 10 Kc/s. Il suffit de mettre en service le multivibrateur du générateur d'harmoniques pour trouver une image tous les 10 Kc/s. En partant de l'image correspondant aux 100 Kc/s, on compte le nombre d'images correspondant à 10 Kc/s pour arriver à l'image de la fréquence à mesurer.

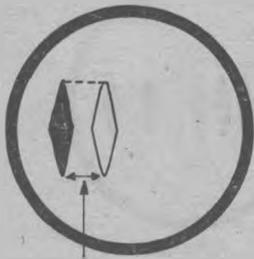
Un exemple : l'oscillogramme de la figure II-13 montre le signal d'une fréquence A à mesurer. Envoyons les harmoniques de 100 Kc/s. Le plus proche étant à gauche, il faut donc lire le chiffre le plus bas en centaines de Kc/s inscrit au cadran, soit : 7 800 Kc/s. Envoyons maintenant les 10 Kc/s, on trouve trois images et l'intervalle correspondant à une demi-image. Ceci

correspond à 35 Kc/s. La fréquence exacte est : $7\ 800 + 35 = 7\ 835$ Kc/s.

Avec un peu d'habitude, il faut quelques minutes pour effectuer une mesure à 1 000 cycles près.

L'intérêt de ce système est sa grande stabilité qui dépend uniquement du pilote, c'est-à-dire du quartz. La dérive provenant du récepteur panoramique n'a aucune importance car c'est l'image entière qui dérive. L'intervalle entre le signal et l'image d'un harmonique quelconque reste le même.

Si l'intervalle change, c'est la fréquence du générateur qui dérive. Nous sommes donc en présence d'un dérivoscope de grande précision qui peut nous rendre beaucoup de services. Nous pouvons mesurer la fréquence ou la dérive de n'importe quel oscillateur. Ceci permet la vérification des bobinages, des lampes oscillatrices ou de tout autre matériel susceptible de provoquer un glissement de fréquence. Le seul appareil complémentaire est un générateur d'harmoniques piloté par quartz. Nous utilisons le type C. R. C. G. B. 25.



ΔF Glissement de fréquence

FIG. II-14.

En dehors de ces mesures, nous pouvons encore citer une foule d'applications nouvelles concernant la réception panoramique. Ne parlons que des principales :

4° Mesure de la modulation de fréquence. — Il est souvent intéressant de connaître les qualités d'un générateur HF. Nous avons déjà assisté aux mesures des tensions HF. Notre appareil peut rendre des services appréciables dans l'établissement d'un atténuateur. Il suffit de le connecter avec la sortie de l'atténuateur pour pouvoir effectuer des mesures de tensions. On peut ainsi vérifier si l'atténuation est décimale à toutes les fréquences.

Accordons le récepteur panoramique sur la fréquence du générateur. L'oscillogramme sera toujours le même. Supprimons la modulation B. F. du générateur. L'image reste immobile. En augmentant ensuite le taux de modulation l'image se déplace horizontalement avec la fréquence de modulation, et ce déplacement augmente avec le taux de modulation et avec la fréquence du signal (fig. II-14). Il sera à peine visible à 6 Mc/s mais il prend

une amplitude de quelques millimètres à 20 Mc/s. Si le générateur est parfait, il n'y a aucun glissement même à 20 Mc/s.

Il est intéressant de pouvoir chiffrer cette modulation de fréquence. Rien n'est plus facile, faisons encore une fois appel au générateur d'harmoniques qui va nous placer une petite image tous les 10 Kc/s. En réglant la fréquence du signal pour qu'il tombe au mieux entre les harmoniques, on peut apprécier immédiatement le glissement de fréquence. On connaît ainsi le swing et la dérive de la modulation en fréquence :

$$\frac{\Delta F}{F_0}$$

On peut également mesurer la profondeur de la modulation en

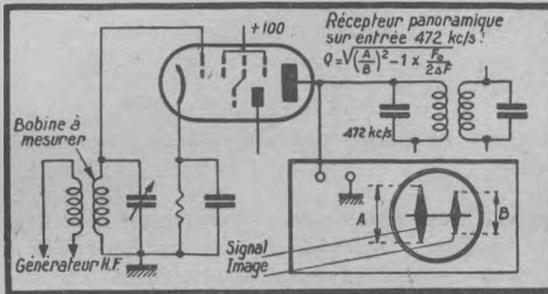


FIG. II-15.

amplitude, en mesurant la hauteur de l'image provenant du signal sans modulation et ensuite la hauteur de l'image avec modulation. Cette mesure est surtout intéressante en ondes courtes où la majorité des générateurs sont mal étalonnés en ce qui concerne le taux de modulation.

Ces quelques mesures montrent l'intérêt de la réception panoramique pour la vérification des générateurs HF.

5° Mesure de la surtension d'un bobinage. — Nous avons vu, au début de l'exposé, comment on peut vérifier l'alignement d'un récepteur en HF, comment on peut mesurer les fréquences images, les harmoniques d'entrée ou d'oscillateur local, la saturation en HF, le pouvoir séparateur entre deux stations et d'autres phénomènes concernant la HF.

On peut également mesurer le Q d'un bobinage HF en fonctionnement dynamique en couplant le générateur au bobinage (fig. II-15) et en mesurant l'amplitude de l'image. Le branche-

ment du récepteur panoramique se fera sur l'entrée de son étage MF. La hauteur de l'image correspondant au signal du générateur a été mesurée, on cherche sur le récepteur comportant le bobinage à examiner la fréquence image qui défilera dans le sens contraire de la première. On mesure à nouveau la hauteur de l'image. Si la première mesure donnait 50 mm et la seconde 5 mm et si le signal fonctionne sur 5 Mc/s le Q du bobinage est donné par

$$A = \sqrt{\left(Q \times \frac{2 \Delta F}{F_0}\right)^2 + 1}$$

Dans notre exemple $A = 50 : 5 = 10$.

$$2 \times \Delta F = 4 \times 472 = 1\,888 \text{ Kc/s et}$$

$$F_0 = 5\,000 \text{ Kc/s. On trouve ainsi } Q$$

$$Q = \sqrt{(A_2 - 1)} \times \frac{F_0}{2 \Delta F} = \frac{10 \times 5\,000}{1\,888} = 26,5$$

Cette mesure ne donne pas une valeur absolue, car ΔF est trop élevée.

6° Mesure d'une sélectivité. — Pour tracer la courbe de sélectivité d'un récepteur injectons d'abord un signal HF à l'entrée du récepteur à examiner. Lorsque le récepteur se trouve accordé sur ce signal, l'image aura sa hauteur maxima. Désaccordons un peu le récepteur, l'image se déplacera et sa hauteur tombera. Il suffit de mesurer cette hauteur pour chaque fréquence pour pouvoir tracer la courbe de sélectivité HF et MF. Le branchement à effectuer est celui du tableau final. On peut également tracer la courbe MF seule en injectant un signal MF et en procédant de la même manière. Cette méthode donne une très grande précision et ne demande pas beaucoup de temps lorsque le déplacement horizontal est étalonné en Kc/s. Si l'on veut aller encore plus vite, il suffit d'utiliser un multivibrateur envoyant un signal tous les 1 000 cycles (générateur Cartex) et de regarder l'enveloppe lumineuse ainsi obtenue. Ce n'est plus la méthode point par point, mais l'observation simultanée de toutes les amplitudes, donc la courbe de sélectivité.

7° Réalisation pratique du récepteur de mesures. — Le schéma général du récepteur de mesure du type panoramique est indiqué dans la *figure II-16*. Nous voyons d'abord une lampe HF (EF9) suivie d'une première changeuse de fréquence (ECH3).

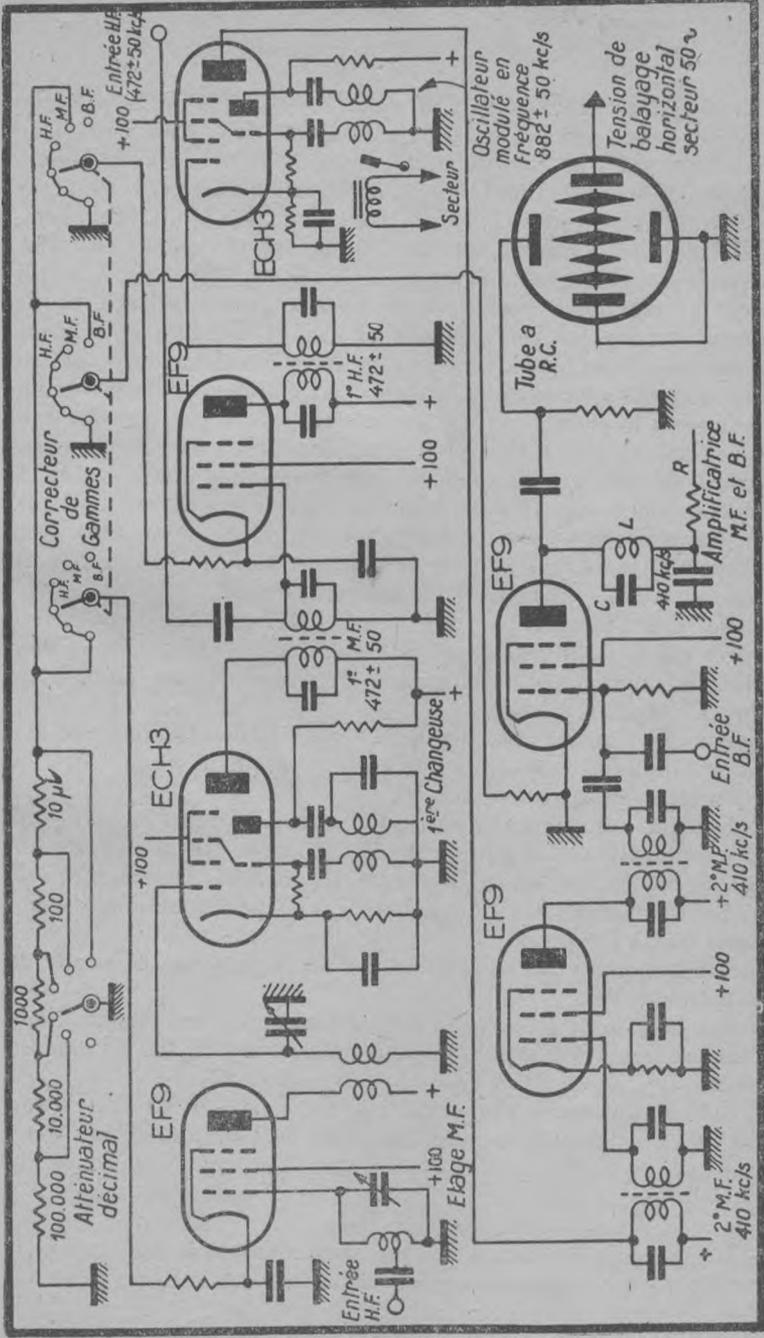


FIG. II-16

La plaque de cette lampe est reliée avec l'étage de la première MF réglée sur 472 Kc/s. L'étage comporte deux transformateurs accordés sur 472 Kc/s couplés à l'aide d'une EF9. La bande passante de la première MF est suffisamment large pour pouvoir effectuer les mesures décrites plus haut. La lampe changeuse (ECH3) dont l'oscillateur est modulé en fréquence est reliée avec le deuxième amplificateur MF réglé sur 410 Kc/s. L'amplificateur comporte deux lampes EF9 à grande sélectivité. La dernière est reliée aux plaques de déviation verticale du tube à rayons cathodiques. Le balayage horizontal est assuré par un enroulement spécial du transformateur d'alimentation. L'oscillateur local modulé en fréquence est du type à variation de self. La variation de self est obtenue par le procédé Bernhardt nécessitant un courant d'impulsions que l'on prend sur la valve de redressement. Le panneau avant comporte un cadran étalonné en fréquences et en microvolts, un bouton de commande pour obtenir l'accord, un bouton de commutation de gammes et un bouton commandant l'atténuateur à décades.

Lorsque l'on effectue une mesure HF, on relie l'appareil à vérifier à la douille marquée HF par l'intermédiaire du cordon HF. On choisit ensuite la gamme de fréquences sur laquelle on doit effectuer les mesures.

Lorsque l'on travaille en MF on relie la douille marquée MF avec l'amplificateur à mesurer en intercalant le cordon MF. Le commutateur se trouve sur MF.

Lorsque l'on vérifie la partie BF d'un récepteur, on passe sur la gamme BF et on relie la douille marquée BF avec l'amplificateur à examiner en intercalant cette fois-ci le cordon BF.

Sur les gammes HF, l'atténuateur à décades fonctionne seulement sur la lampe HF.

Sur la gamme MF, l'atténuateur fonctionne sur la lampe de la première MF.

Sur la gamme BF, l'atténuateur fonctionne seulement sur la dernière lampe EF9. Celle-ci peut fonctionner en MF à l'aide du circuit L-C ou en BF à l'aide de la résistance R.

Si l'on veut tracer une enveloppe de sélectivité MF sur l'écran du tube, on place le commutateur sur la bande MF, position : courbes.

* * *

L'appareil ainsi conçu est un instrument universel qui peut rendre les plus grands services, dans un laboratoire, dans un

service de contrôle ou dans une station-service moderne. Employé comme appareil complémentaire avec un récepteur déjà en service, il peut fonctionner comme « veille visuelle ». Si la MF du récepteur se trouve exactement sur 472 Kc/s, l'image placée au centre de l'écran est celle que l'on écoute. Dans ces conditions de fonctionnement, il faut relier la prise marquée « MF »

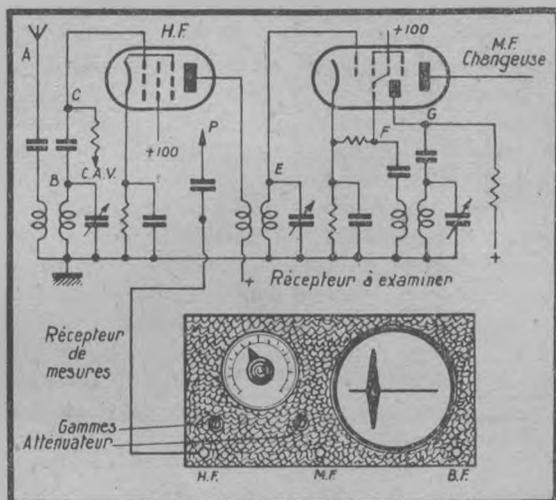


FIG. II-17.

du récepteur de mesures avec la plaque de la changeuse du récepteur en service.

Pour terminer notre exposé nous donnons ci-dessous, un tableau complet montrant toutes les possibilités courantes de l'appareil présenté.

Tableau résumant les possibilités du récepteur panoramique.

1° *Vérification de la partie HF d'un récepteur.* — Emploi en voltmètre à lampes HF (fig. II-17).

Toucher avec la pointe P à A, B, C, D, E, F et G, après avoir mis le commutateur du récepteur de mesures sur la gamme correspondant à la fréquence du récepteur à examiner et après accord exact. Mesure des gains, fréquences, etc.

2° *Vérification de la partie MF d'un récepteur (fig. II-18).* — Mettre le commutateur sur MF. Passer la pointe de touche sur A, B, C, D, E et F. Mesure des gains, fréquences, etc.

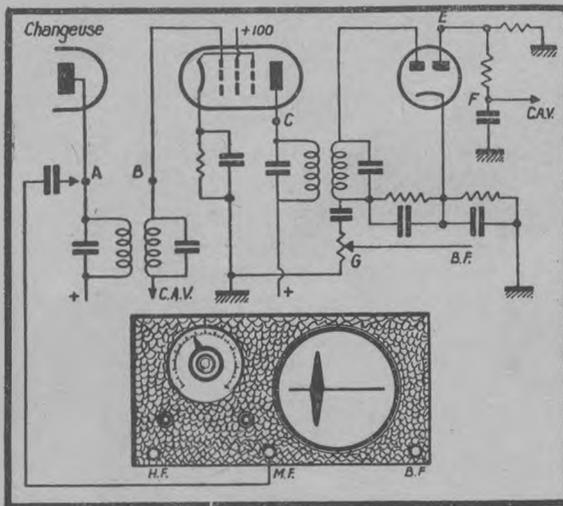


FIG. II-18.

3° *Alignement des étages HF.* — Procéder comme au numéro 2 en vérifiant le défilé des émissions et la symétrie de l'image (fig. II-9). Connecter avec le point A.

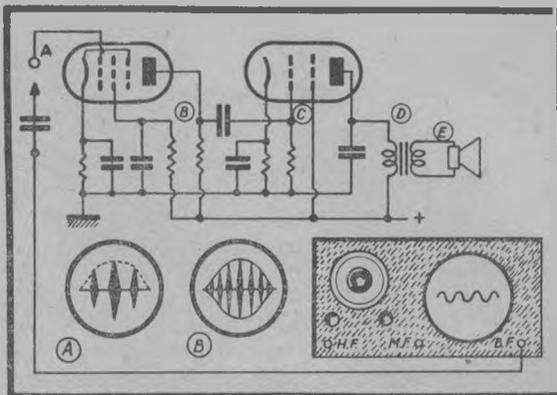


FIG. 19 et 20.

4° *Relevé des courbes MF* (fig. II-19). — Faire défiler l'image et tracer la courbe : Procéder comme au numéro 2. Promener le cordon sur tous les transfos MF et faire la mesure chaque fois. Pour obtenir une observation instantanée, injecter les harmoniques d'un multivibrateur. On verra l'image B qui se compose d'une foule d'harmoniques.

5° *Vérification en BF* (fig. II-20). — Mettre le commutateur sur « BF ». Toucher à A, B, C, D et E. Vérifier les gains et la forme des tensions à transmettre. Prendre de préférence le signal d'un générateur BF. Varier la sensibilité à l'aide de l'atténuateur à décades.

6° *Fonctionnement comme récepteur panoramique* (fig. II-21). — Brancher l'antenne et accorder le récepteur sur une gamme à

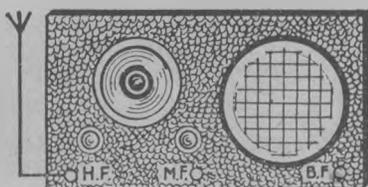


FIG. II-21.

explorer. Faire fonctionner parallèlement un récepteur de son. Synchroniser les deux.

7° *Fonctionnement en veille visuelle*. — Faire le branchement comme au numéro 2, en connectant la pointe de touche en A. Mettre le commutateur sur MF. Faire le centrage de telle manière que l'émission du centre soit celle que l'on écoute sur l'autre récepteur.

8° *Mesure du Q d'un bobinage* (fig. II-22). — Accorder la changeuse de fréquence sur le signal du générateur. Mesurer la hauteur de l'image A. Chercher ensuite la fréquence image et mesurer encore la hauteur de l'image B. On trouve ainsi la surtension approximative :

$$Q = \sqrt{\left(\frac{A}{B}\right)^2 - 1} \cdot \frac{F_0}{2 \Delta F}$$

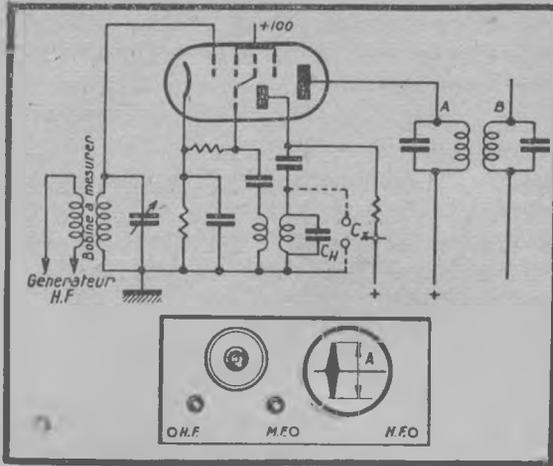


FIG. II-22.

9° *Mesure d'une fréquence* (fig. II-23). — Injecter d'abord les harmoniques de 100. Lire la fréquence F_1 à 100 Kc/s près sur le cadran du récepteur de mesures. Injecter ensuite les 10 Kc/s et augmenter ou diminuer la valeur lue de la fréquence F_1 du nombre d'images séparant celle du 100 Kc/s et celle du signal.

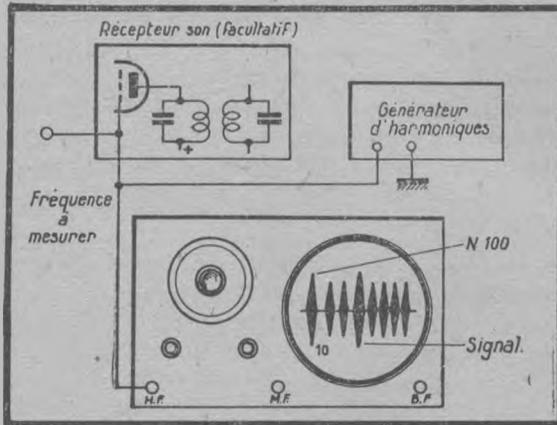


FIG. II-23.

10° *Mesure d'une dérive.* — Procéder comme au numéro 9 en mesurant le déplacement de l'image provenant du générateur ou de l'oscillateur à vérifier par rapport à l'image provenant de l'harmonique le plus proche.

11° *Mesure des condensateurs de faible valeur.* — Procéder comme au numéro 8 en connectant le condensateur CX en parallèle avec CH. Si CH est étalonné en pF on peut lire directement la valeur de CX.

Pour vérifier des condensateurs rapidement, on place l'image au centre pour le condensateur étalon et l'on regarde le déplacement de l'image pour chaque condensateur à vérifier. Ce déplacement peut être étalonné en %.

12° *Mesure des transformateurs MF.* — Procéder comme au numéro 8 en connectant le récepteur de mesures avec B. Injecter les harmoniques d'un multivibrateur et placer l'image au centre pour la fréquence exacte. Remplacer ensuite le transformateur étalon par le transformateur à mesurer et placer l'enveloppe au centre en accordant le transfo. Vérifier le gain par l'amplitude verticale.

13° *Vérification des lampes HF ou MF.* — Relier le récepteur de mesures avec la diode d'un récepteur à examiner (Position MF). Mesurer l'amplitude verticale avec des lampes étalons. Remplacer ces lampes par des lampes à vérifier et mesurer chaque fois l'amplitude verticale qui indique le gain total. On peut construire un récepteur spécial comportant un canal avec des lampes étalons et un autre avec des lampes à examiner. Chaque étage comporte un commutateur permettant de passer, soit sur l'étalon, soit sur la lampe à vérifier. On peut effectuer les mêmes mesures en BF en mesurant le gain (verticalement) et la distorsion par l'oscillogramme. Un tel lampemètre dynamique peut rendre des services très appréciables. Il peut être complété par des appareils de mesures destinés à la mesure des courants et des tensions des différentes électrodes.

14° *Mesure du couplage d'antenne.* — Procéder comme au numéro 2 en connectant le récepteur de mesures avec A. Position : MF ; vérifier ensuite si le gain est constant sur toute la gamme. Vérifier les points de résonance. Changer le couplage d'antenne et l'impédance du bobinage d'antenne pour obtenir un gain constant. Chercher la fréquence-image et vérifier l'efficacité de la présélection.

15° *Vérification de la détection.* — Procéder comme au numéro 2 en connectant le récepteur de mesures sur D (Position MF) et ensuite sur G (Position BF). Tracer la courbe MF-BF en commençant par des tensions faibles et en augmentant la tension à chaque nouvelle mesure.

16° *Mesure de l'antifading.* — Connecter le récepteur de mesures avec D comme précédemment. Augmenter le signal HF et mesurer l'augmentation correspondante du signal MF. Tracer la courbe HF (à l'entrée) et MF (à la sortie) sans moduler le signal.

17° *Mesure d'un atténuateur HF.* — Connecter l'atténuateur à l'entrée du récepteur de mesures et vérifier l'atténuation par la variation de l'amplitude verticale de l'image.

18° *Mesure d'un bobinage oscillateur.* — Chaque changeuse de fréquence nécessite une tension d'oscillation locale bien définie correspondant à la pente maximum de la lampe.

Pour vérifier le bobinage oscillateur, connecter le récepteur de mesures comme au numéro 2 avec A et varier le couplage du bobinage oscillateur pour obtenir la plus grande déviation verticale de l'image. Supprimer la commande unique pendant ces essais.

19° *Mesure des sifflements sur le double de la MF.* — Faire le récepteur de mesures avec A. Accorder le récepteur à examiner sur le double de la MF et vérifier les sifflements par le défilé des images fantômes ne correspondant pas aux signaux d'entrée.

20° *Mesure du rayonnement.* — Connecter le récepteur de mesures avec l'antenne du récepteur à examiner et accorder le premier sur la fréquence de l'oscillateur local du deuxième. L'image obtenue correspond au signal de l'oscillateur local rayonné par l'antenne. Mesurer la tension en microvolts par le procédé habituel. Le rayonnement d'un bon récepteur professionnel ne doit pas dépasser 20 microvolts.

21° *Mesure des résistances en HF.* — Insérer la résistance à mesurer dans la cathode de la lampe HF. Court-circuiter la résistance, mesurer le gain. Ouvrir ensuite le circuit et mesurer à nouveau le gain. Faire ces mesures sur différentes fréquences.

Ce procédé s'applique aux résistances de faible valeur.

Pour des valeurs élevées, connecter la résistance en parallèle avec le circuit oscillant et mesurer le gain avec et sans la résistance.

CHAPITRE III

QUELQUES APPLICATIONS NOUVELLES DE L'ANALYSE CINÉMATIQUE

Block-système pour trafic ferroviaire. — L'un des brevets les plus récents à base de la modulation de fréquence apporte au problème de la sécurité du trafic ferroviaire une solution complète et simple. En voici les grandes lignes (comme c'est le cas de la dire...).

Chaque train est équipé d'un émetteur dont la fréquence varie continûment pendant la marche. La chose est aisément réalisable au compteur kilométrique qui peut être conjugué avec un potentiomètre procurant à la grille d'une lampe de glissement les tensions nécessaires à cette fin. De cette manière, à chaque point de la voie, ou plus précisément, à chaque point d'une section de la voie correspond une fréquence déterminée et vice-versa (comme dans le système du phare tournant décrit plus loin, une fréquence correspondra à chaque azimut).

Le mécanicien a devant lui l'écran du tube cathodique d'un récepteur à contrôleur de gammes. Il y voit un trait correspondant à son train A et se déplaçant avec lui, comme le montre la figure III-1 a). La distance parcourue par le train est proportionnelle à celle parcourue par le trait, en sorte qu'une échelle étalonnée en kilomètres peut être placée devant l'écran du tube.

Si un train B se trouve devant le nôtre, étant équipé de la même manière, il émet un signal de la fréquence correspondant à sa position sur la voie. Et notre mécanicien le voit sous la forme d'un trait « devant » son train (fig. III-1 b). De même, un

train *C* situé derrière le nôtre donnera un trait derrière celui de notre train (*fig. III-1 c*).

Comme ceci est fait sur la plupart des réseaux, la voie est divisée en un certain nombre de sections où deux trains ne doivent pas se trouver simultanément. Chaque section est équipée de son émetteur de blocage, réglé sur la fréquence du départ de la section. Si celle-ci est libre, l'émetteur est éteint. Mais si la section doit être fermée, l'émetteur est mis en fonctionnement. A ce moment, un train approchant la section voit, comme dans

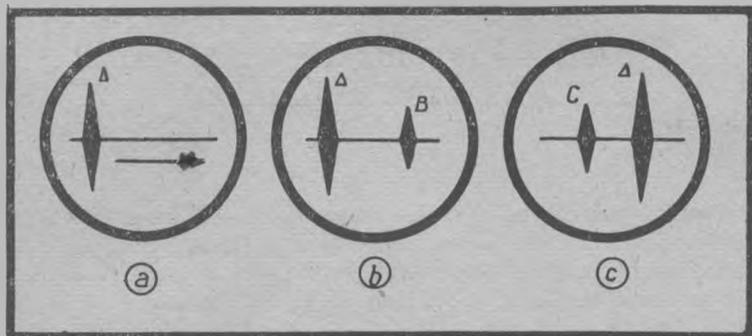


FIG. III-1.

la *figure III-1 b*, un trait *B* devant son train et est, de ce fait, obligé de stopper jusqu'au moment où la disparition du trait de blocage indique que la voie est libre. Lorsque son train entre dans la section, par l'intermédiaire d'un « crocodile » il remet en marche l'émetteur de blocage et en est, d'ailleurs, assuré par l'apparition, « derrière lui » du trait correspondant *C* (*fig. III-1 c*).

Le système est, on le voit, à *double sécurité*. Même si un émetteur de blocage tombe en panne, le mal n'est pas très grave. Car, alors même que deux trains pourront se trouver, dans ces conditions, sur la même section, le risque de collision est écarté, du fait que chaque mécanicien « voit » sur l'écran fluorescent les positions respectives des deux trains.

On peut allouer à chaque section de la voie une bande de fréquences déterminée. On peut distinguer les trains de la voie montante de ceux de la voie descendante par la manipulation automatique de leurs signaux à des cadences différentes. On peut munir les locomotives des gares de triage d'émetteurs à fréquence

fixe correspondant à la position de la gare dans la section. On peut, au poste de *dispatching*, sur un tube cathodique de grand diamètre, suivre simultanément la marche de tous les trains du réseau. On peut moduler en fréquence les émetteurs des convois de marchandises très longs, de manière à conférer à leur image la largeur correspondante.

Que ne peut-on pas obtenir avec un système aussi souple qui se prêtera aisément à toutes les exigences de l'exploitation ?

Dispositif pour l'étalonnage rapide et précis des générateurs H. F. et B. F. — Dans toutes les récentes inventions que nous venons d'examiner, le contrôleur de gammes joue — on a déjà dû le constater — le rôle de *fréquence-mètre* instantané et précis. En effet, un signal H. F., appliqué à son entrée, donne lieu à l'apparition, sur l'écran fluorescent d'un trait lumineux dont la position sur le diamètre horizontal renseigne aussitôt sur la fréquence du signal.

Il était donc tout naturel qu'on cherchât à appliquer cette propriété essentielle du contrôleur des gammes à la mesure des fréquences de générateurs, en vue de leur étalonnage.

Les procédés habituels d'étalonnage des générateurs H. F. nécessitent l'emploi d'un générateur étalon et d'un dispositif détecteur à battements qui, en indiquant le « battement zéro » entre les oscillations du générateur à étalonner et du générateur étalon, en montre l'égalité des fréquences.

L'opération requiert, pour chaque point d'étalonnage, trois réglages d'accord distincts :

1. L'accord du générateur à étalonner.
2. L'accord du dispositif détecteur.
3. L'accord du générateur étalon.

L'emploi du contrôleur de gammes permet de substituer à ce processus fastidieux une opération on ne peut plus simple, puisque toutes les fréquences produites par le générateur à étalonner sont instantanément et directement lues sur l'échelle transparente placée devant l'écran du tube cathodique. L'étalonnage d'un générateur H. F. devient ainsi aussi facile que celui d'un voltmètre à cadre.

Le contrôleur de gammes utilisé pour l'étalonnage se distingue par certaines particularités. Notamment il comporte, dans l'amplificateur M. F. un filtre à quartz piézo-électrique en sorte que, grâce à l'extrême sélectivité ainsi obtenue, le tracé du spot

se réduit à un trait vertical aussi fin que la concentration du spot le permet. Or, dans les tubes de modèles récents, il a été possible de réduire le diamètre du spot à quelques microns seulement. C'est dire la précision de lecture que le procédé décrit permet d'obtenir. Cette précision peut, d'ailleurs, être grandement augmentée grâce à l'emploi de « l'expandeur d'échelles » décrit ci-après.

La figure III-2 montre l'un des modes possibles de réalisation

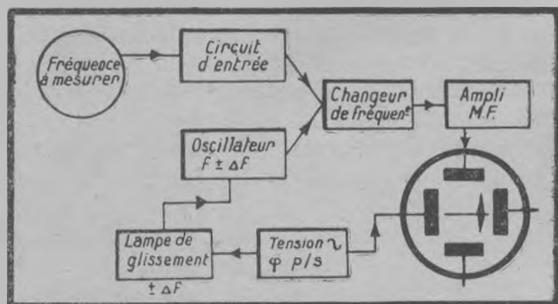


FIG. III-2.

de l'étalonneur. Le dessin se passe de commentaires. Notons toutefois que le circuit d'entrée doit être apériodique ou très peu sélectif, de manière à admettre sans atténuation excessive toutes les fréquences comprises dans la bande de largeur $2 \Delta f$. Si l'étalonnage doit porter une gamme de fréquences plus étendue, il convient de la partager en plusieurs bandes. Si la lampe de glissement est montée en « self-induction », l'erreur relative de mesures demeure constante pour toutes les bandes.

(Le brevet prévoit également un montage permettant de maintenir constante l'erreur absolue pour différentes bandes ; ce problème présente moins d'intérêt, aussi ne faisons-nous que mentionner cette possibilité.)

Le même dispositif s'applique, avec autant de facilité, à l'étalonnage des générateurs B. F. à battements, seuls utilisés de nos jours. Alors que les procédés anciens de leur étalonnage conduisaient à un ensemble d'opérations fort laborieuses, avec le contrôleur de gammes le travail devient très simple : on applique les deux tensions composantes H. F. qui font apparaître simul-

tanément deux traits sur l'écran du tube. La différence entre les valeurs lues, des fréquences H. F. correspondantes, donne instantanément la valeur de la B. F. cherchée.

Analyseur d'harmoniques. — Une oscillation périodique non sinusoïdale de fréquence F peut être considérée comme la somme de plusieurs oscillations sinusoïdales de fréquences multiples de F . La valeur instantanée de l'oscillation peut donc être exprimée comme la somme de la forme

$$I_n \sin(2\pi n F t + \varphi_n)$$

où I_n est l'amplitude de chaque oscillation composante dite *harmonique*,

n est son rang (c'est toujours un nombre entier).

φ_n est la phase.

Analyser une oscillation, c'est déterminer les valeurs relatives des amplitudes de ses différentes harmoniques, y compris celle du premier rang que l'on appelle oscillation *fondamentale*.

Pareille analyse est plus spécialement intéressante en vue de déterminer la composition des courants BF souvent très complexes et dont les oscillations composantes se situent dans le domaine généralement compris entre 50 et 15 000 p/s.

Les analyseurs d'harmoniques existants ne permettent d'étudier de tels courants qu'en parcourant ce domaine progressivement et en relevant ainsi l'une après l'autre les valeurs des différentes harmoniques. Or, il peut être très souhaitable de pouvoir examiner simultanément toutes les harmoniques constituant le spectre sonore d'un son complexe. Cela devient même indispensable lorsqu'il s'agit d'étudier une matière sonore qui varie sans cesse, comme c'est le cas des courants microphoniques d'un poste d'émission par exemple. Ici, le spectre sonore doit être, sans aucune inertie, visualisé dans sa totalité. Et seul le tube cathodique permet de parvenir à cette fin.

On serait tenté d'appliquer, là encore, le principe du contrôleur de gammes qui, nous l'avons vu, est un excellent fréquence-mètre à lecture directe. Malheureusement, étant donné le rapport élevé entre les fréquences extrêmes du domaine à examiner (15 000 : 50 = 300) il aurait fallu varier la capacité ou la self-induction du circuit oscillant dans un rapport de $300^2 = 90\,000$ pour en effectuer le balayage complet, ce qui, pratiquement, ne saurait être réalisé.

La solution préconisée est représentée dans la *figure III-3*. L'oscillation F à analyser est superposée aux oscillations d'un générateur H. F. wobbulé dont la fréquence oscille entre 85 000 et 155 000 p/s, à la cadence de φ p/s.

A cette tension H. F. wobbulée, on superpose, dans un détecteur la tension B. F. à analyser. Les tensions résultant des battements sont appliquées aux électrodes de déflexion verticale du tube cathodique, après avoir traversé un filtre à bande passante très étroite accordé sur 100 000 p/s. Comme d'habitude, la ten-

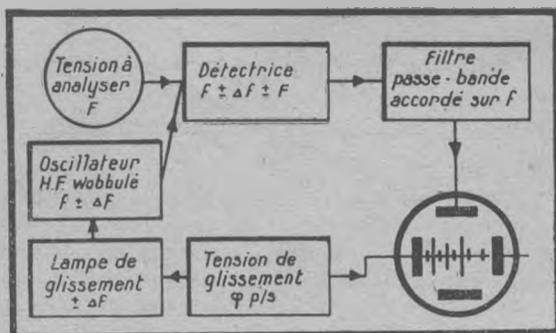


FIG III-3.

sion de modulation de fréquence φ est appliquée aux électrodes de déflexion horizontale.

Que se passe-t-il alors ? Une composante de fréquence F de la tension B. F. donnera, par battements avec la tension H. F. wobbulée, une fréquence résultante de 100 000 p/s chaque fois que la H. F. passera par les valeurs de 100 000 — F et de 100 000 + F . Par exemple, une composante de 6 000 p/s donnera, en superposant à la H. F., la fréquence de 100 000 lorsque la H. F. passera par 94 000 p/s et par 106 000 p/s. Ainsi le filtre accordé sur 100 000 p/s ne laissera passer des tensions aux électrodes de déflexion verticale qu'aux instants où la H. F. est écartée de la valeur de F de part et d'autre de la fréquence moyenne de 100 000. Il en résulte que deux traits apparaîtront sur l'écran du tube cathodique symétriquement disposés autour d'un trait central correspondant au passage de la H. F. par la valeur de 100 000 p/s.

Pour utiliser toute la largeur de l'écran, une tension continue

appliquée aux électrodes de déflexion horizontale permet de décentrer le trait correspondant à 100 000 à l'extrémité gauche du tube. De la sorte, chaque fréquence composante de la tension B. F. analysée, ne sera caractérisée que par un seul trait. Le diamètre horizontal de l'écran est étalonné en fréquences allant de 0 à 15 000, le zéro de l'échelle correspondant au trait de 100 000 produit par la H. F. Quant au diamètre vertical, il peut être étalonné en décibels.

Le graphique de la *figure III-4* met en évidence la fonction-

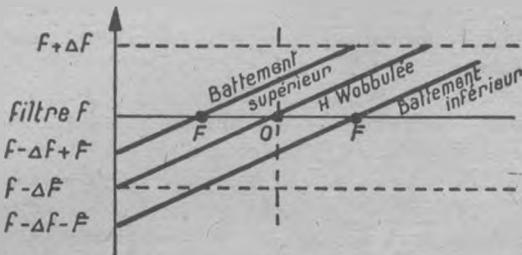


FIG. III-4.

nement du dispositif. La droite oblique en gros trait représente la variation de la fréquence de l'oscillateur H. F. ; les deux droites qui lui sont parallèles, disposées de part et d'autre, et qui en sont écartées verticalement de + ou - F, sont les fréquences résultant de battements de la H. F. wobbulée avec la B. F. de fréquence F. On voit que ces trois lignes rencontrent la droite horizontale qui correspond à l'accord du filtre sur 100 000 p/s en trois points : ceux qui correspondent au passage de la H. F. par 100 000 - F, par 100 000 et par 100 000 + F. Chacun de ces points de coïncidence correspond à un trait sur l'écran. Mais le premier est éliminé par le fait que toute la surface grisée représente la zone déportée hors de l'écran du fait du décentrage du spot par une tension continue.

Le graphique permet également de constater qu'il existe un autre moyen, plus simple que l'application d'une tension continue de décentrage, pour éliminer la fréquence-image déterminant l'apparition d'un deuxième trait. Il consiste à wobbuler la H. F. en ne ouvrant que l'intervalle de $f + \Delta f$ (en l'occurrence, 100 000 à 115 000 p/s). Dans ce cas, seule subsiste la partie non grisée

du graphique et n'apparaissent sur l'écran que les images résultant de la soustraction de la H. F. de la fréquence analysée.

Le filtre à bande passante très étroite (une dizaine de périodes), accordé sur 100 000 p/s est constitué par un amplificateur à liaison par circuits oscillants et par transformateurs à quartz. Ces derniers pourront éventuellement être remplacés par des diapasons en forme de barres.

L'invention prévoit diverses possibilités intéressantes telles que l'extension à volonté de la gamme de fréquences analysées, de même que son parcours par bandes étroites étalées.

Ici encore, la précision de lecture peut être considérablement accrue grâce à l'application du principe de l'expandeur d'échelle décrit ci-dessous.

Expandeur d'échelles. — La plupart des dispositifs décrits conduisent à la lecture de la position d'un trait lumineux sur la ligne horizontale tracée par le balayage du spot sous l'action d'une tension périodique de fréquence φ . Cette trace horizontale du spot est l'échelle de lecture des dispositifs décrits. Or, sa longueur est souvent insuffisante pour assurer une satisfaisante précision de lecture. Ainsi, sur un tube de 16 cm de diamètre, même en utilisant toute la largeur de l'écran, l'analyseur d'harmoniques décrit ci-dessus aura une échelle d'environ 100 périodes par millimètre.

Or, il est facile d'accroître la longueur de l'échelle dans un rapport désiré n . Il suffit pour cela que, pendant la durée de chaque période de modulation de fréquence, le spot effectue non pas un seul balayage, comme cela a été pratiqué jusqu'à présent, mais n balayages. Et pour que les tracés correspondants ne se superposent pas, ils doivent être décalés les uns par rapport aux autres, à l'aide d'une tension périodique appliquée aux électrodes de déflexion verticale.

Le schéma de la *figure III-5* permet de réaliser cet ensemble de conditions. Nous y voyons une base de temps procurant des oscillations en dents de scie de fréquence φ dont la tension agit d'une part sur la lampe de glissement et, d'autre part, sur les électrodes de déflexion *verticale*. De plus, la tension de cette même base de temps sert à synchroniser une deuxième base de temps à thyatron accordée sur la fréquence multiple $n \times \varphi$ de la première et dont le rôle se borne à procurer au tube cathodique la tension de balayage horizontal.

On voit que, dans ces conditions, le spot décrira sur l'écran

n lignes horizontales pour chaque période de la base φ , en sorte que l'échelle de lecture bénéficiera d'une expansion de n fois.

En adoptant $n = 4$ et en disposant les 4 tronçons d'échelle en carré, nous pouvons, sur un tube de 16 cm de diamètre, utiliser une longueur totale de l'échelle de $16 \times \sqrt{2/2}$ soit

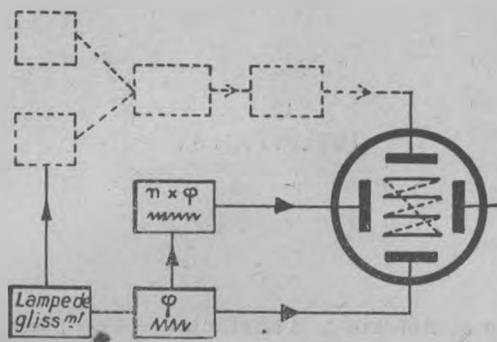


FIG. III-5.

environ 11 cm. Cela nous donnera une longueur totale de l'échelle de $11 \times 4 = 44$ cm.

Dans l'analyseur d'harmoniques, cela correspond à environ 34 périodes par millimètre.

L'expansur d'échelles décrit s'applique à tous les dispositifs où un tube cathodique est utilisé avec une échelle de lecture horizontale.

CHAPITRE IV

Altimètre et détecteur d'obstacles. — Le problème de la mesure de l'altitude à bord des avions est d'une importance capitale et, cependant, jusqu'à présent, aucune solution satisfaisante ne lui a été donnée.

Les altimètres barométriques sont sujets à toutes les variations de la pression atmosphérique, leur précision dépend des indications de la météo. De plus, ils n'indiquent que l'altitude absolue (au-dessus du niveau de la mer) sans tenir compte des accidents du sol ; et leur précision est tout à fait insuffisante aux faibles altitudes, en sorte qu'ils ne sont d'aucun secours dans les cas de bombardements en piqué ou d'atterrissage sans visibilité. Et, pourtant, ce sont, faute de mieux, à peu près les seuls utilisés à bord des avions.

On a bien suggéré l'emploi des altimètres basés sur la variation de la capacité par rapport au sol. Mais ils ne fonctionnent qu'aux très faibles altitudes. Quant aux altimètres basés sur le temps de la réflexion des ondes hertziennes, ils ne peuvent indiquer que des altitudes relativement élevées où ce temps devient mesurable.

Ici encore, la modulation de fréquence permet d'apporter une solution à la fois élégante et radicale. Le principe en a été indiqué dès 1938 par des techniciens japonais et américains, et la *Western El. Co* est même parvenue à réaliser des altimètres à modulation de fréquence.

Cependant, seule l'application du récepteur à contrôleur de

gammes a récemment permis de concevoir un dispositif offrant toutes garanties de sécurité, d'une précision élevée pour toutes les altitudes et capable d'être appliqué dans des cas très variés. En fait, il constitue un véritable *télémetre électro-magnétique* qui, outre son emploi comme altimètre, peut servir à la détection des obstacles, assurant notamment la sécurité de la navigation maritime, où il signale d'autres navires, des épaves, des icebergs ; il peut être monté à bord des locomotives ; il pourra peut-être servir au repérage des avions. *A priori*, rien ne semble devoir limiter le champ de ses applications.

Le principe est très simple. Un émetteur modulé en fréquence installé à bord de l'avion émet des ondes qui, après réflexion du sol, sont reçues sur un récepteur également placé sur l'avion. On conçoit qu'à l'instant où l'onde réfléchie est revenue, l'émetteur émet une onde de fréquence déjà différente. Et c'est la *différence des fréquences* entre l'onde reçue directement par l'antenne d'émission tout à fait voisine et celle de l'onde réfléchie, qui détermine l'altitude de l'avion au-dessus du sol.

Comment mesurer cette différence de fréquence ? Tout le problème est là. Comme, le plus souvent, l'écart entre les deux n'est pas très élevé, la différence est du domaine des basses fréquences. La plupart des méthodes préconisent la mise en évidence de cette basse fréquence par la superposition et la détection des deux oscillations H. F. Pour mesurer la basse fréquence, on peut faire appel à des phénomènes de résonance mécanique ou électrique ou encore, comme le fait la *Western*, après avoir ramené toutes les amplitudes à un niveau constant, intégrer les oscillations en chargeant un condensateur dont le courant de décharge sera, de toute évidence, proportionnel à la fréquence. On peut également, après avoir nivelé les amplitudes, faire passer la tension B. F. dans un amplificateur ayant une courbe de réponse telle que la tension de sortie varie très nettement en fonction de la fréquence. Toutes ces solutions témoignent de beaucoup d'ingéniosité de la part de leurs auteurs, mais ne se prêtent guère à des réalisations offrant le coefficient de sécurité requis.

Une fois de plus, le contrôleur de gammes permettra de résoudre le problème, grâce à son aptitude à mesurer instantanément et automatiquement les fréquences. En fait, pour une altitude donnée, la différence entre les fréquences de l'onde directe et de l'onde réfléchie est constante et les deux ondes donneront lieu, sur l'écran du tube cathodique, à deux traits dont l'écart est constant. Malheureusement, ce duo des traits se promènera

sur l'écran à une vitesse folle, en sorte qu'aucune observation ne sera possible du fait que les deux ondes changent constamment de fréquence.

On peut toutefois très aisément stabiliser la double image sur

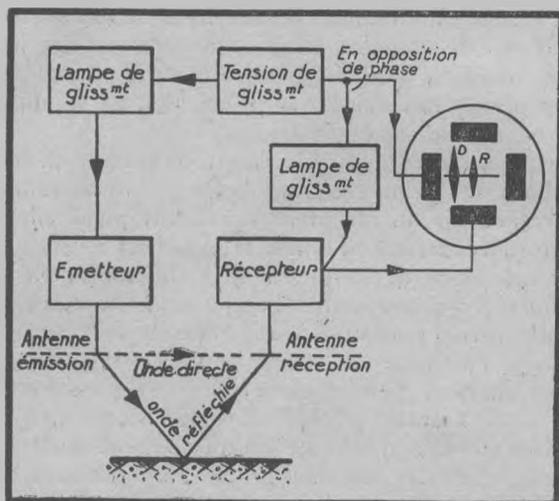


FIG. IV-1.

l'écran. A cette fin, il suffit d'utiliser, comme tension de modulation du récepteur, la tension de modulation de l'émetteur, mais appliquée en *opposition de phase*. Que se produit-il alors? (fig. IV-1).

La figure IV-2 permet d'analyser le déroulement des phéno-

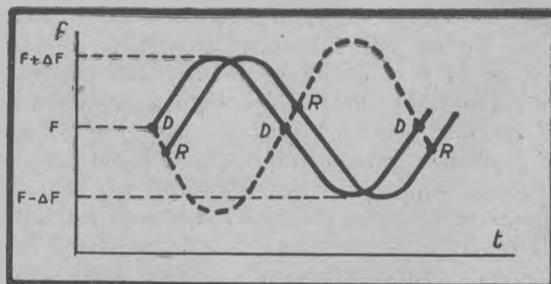


FIG. IV-2.

mènes. Elle représente, en fonction du temps, la variation de la fréquence de l'onde directe (gros trait), de l'onde réfléchie (trait fin) et de l'accord du récepteur (pointillé). Si la fréquence moyenne de l'émetteur est F et l'amplitude de la modulation ΔF , l'onde directe et l'onde réfléchie oscillent entre $F - \Delta F$ et $F + \Delta F$. (Quant au récepteur, il couvre une bande de fréquence légèrement supérieure.) Les sinusôides représentatives des ondes directe et réfléchie sont décalées l'une par rapport à l'autre, du fait du retard de l'onde réfléchie sur l'onde directe.

Nous voyons qu'à chaque période de la modulation, le récepteur reçoit pendant deux instants l'onde directe (en D), lorsque sa fréquence passe par la valeur moyenne F ; et pendant deux autres instants, il reçoit l'onde réfléchie (en R). De ce fait, on verra apparaître au centre de l'écran un trait correspondant à la fréquence moyenne F flanqué des deux côtés de traits symétriques représentant l'onde réfléchie et d'autant plus écartés du trait central que la différence des fréquences est, par conséquent, l'altitude est plus grande (fig. IV-3 a).

Mais nous pouvons fort bien nous contenter d'un seul des traits latéraux; à cet effet, en appliquant aux électrodes de déflexion horizontale une tension continue appropriée, nous décentrons le spot de manière que le trait correspondant à la fréquence F se trouve à l'une des extrémités de l'écran.

A ce moment, tout le diamètre disponible sera alloué à la bande de fréquences allant de F à $F + \Delta F$, ce qui doublera la précision de lecture (fig. IV-3 b). Bien entendu, une échelle transparente, étalonnée directement en mètres d'altitude, sera placée devant l'écran.

L'émission faite généralement sur ondes métriques ou même décimétriques, peut être effectuée en ondes dirigées ou non, selon qu'on veut connaître la distance dans une direction donnée ou qu'on désire être renseigné sur la distance de l'objet le plus proche. Car si l'avion survole un sol accidenté ou même une mer houleuse, il y aura des réflexions à des hauteurs différentes, en sorte que sur l'écran, on verra apparaître plusieurs traits. C'est celui qui se trouvera le plus près du trait F qui indiquera l'objet

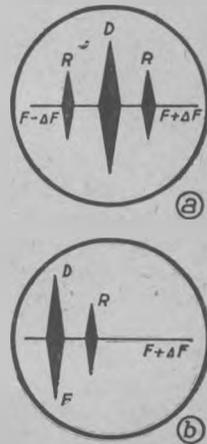


FIG. IV-3.

le plus proche. De surcroît, les hauteurs relatives des traits permettront d'évaluer *grosso modo* les surfaces relatives des masses réfléchissantes situées aux niveaux correspondants.

Un calcul élémentaire montre que l'erreur absolue du dispositif est inversement proportionnelle à la fréquence de modulation. Aussi, pour maintenir l'erreur relative constante à toutes les altitudes, peut-on utiliser plusieurs fréquences de modulation, en les accroissant à mesure que l'altitude diminue.

CHAPITRE V

◆

Radio-goniométrie à modulation de fréquence. — Le nouveau système de gonio procure au navigateur des indications *visuelles* et *automatiques* ne nécessitant de sa part aucune manœuvre (orientation d'un cadre, accord d'un récepteur ou similaire). La valeur d'un azimut ou le tracé d'une route balisée apparaissent sur un cadran étalonné avec le même degré d'automatisme que les indications de niveau d'essence, de vitesse, etc., données par les différents instruments du bord.

Par rapport aux anciennes méthodes basées sur la réception directive, le nouveau système offre l'avantage d'être à *l'abri de toutes les erreurs dues à la variation du plan de polarisation des ondes*. Ainsi est-il insensible à l'action de « l'effet de nuit » et à celle des masses métalliques se trouvant à bord des navires et des aéronefs et déterminant la déviation quadrantale. On conçoit combien l'élimination de ces causes d'erreurs contribue à la précision des résultats obtenus.

L'émetteur fixe est constitué par un radiophare tournant dont la fréquence varie continûment entre deux valeurs extrêmes à chaque tour ou fraction de tour de phare. De la sorte, à *chaque direction du faisceau émis, correspond une fréquence déterminée, et vice-versa*.

Un récepteur ordinaire, équipé d'un collecteur d'ondes quelconque, ne recevra les signaux du phare qu'à la condition d'être accordé sur la fréquence correspondant à l'azimut du phare par rapport au récepteur. On pourrait donc, connaissant la fréquence

d'accord, en déduire l'azimut correspondant ou même étalonner le cadran d'accord pour la lecture directe des azimuts.

Cependant, pareille façon de procéder requiert une manœuvre (recherche de l'accord) et, de plus, nécessite l'écoute des signaux. Aussi, sans en négliger la possibilité dans les installations rudimentaires, est-il préférable d'assurer l'automatisme intégral du système en faisant appel à cet excellent fréquencemètre qu'est — nous allons le voir — le récepteur à contrôleur des gammes.

A chaque passage du faisceau, un trait vertical apparaît sur l'écran fluorescent du tube cathodique à l'endroit qui corres-

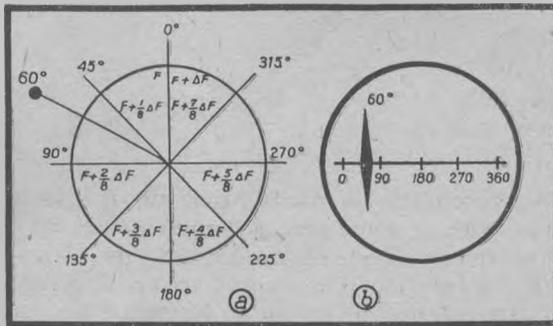


FIG. V-1.

pond à la fréquence du signal. Or, celle-ci est fonction de l'azimut. En sorte que l'axe horizontal de l'écran peut être directement étalonné en azimuts (fig. V-1).

Bien entendu, il faut que la fréquence de la rotation du faisceau soit suffisamment élevée pour que les traits apparaissant sur l'écran à chaque passage donnent une sensation visuelle continue. Cependant, point n'est besoin d'atteindre des fréquences de rotation élevées, puisque la durée de la persistance physiologique des sensations visuelles (0,1 s environ) peut être opportunément prolongée par l'emploi de tubes cathodiques à luminescence remanente.

Nous sommes donc en présence d'un *goniomètre procurant automatiquement une lecture directe de l'azimut*. Partant de ce système de base on peut prévoir plusieurs variantes et applications particulières dont voici quelques-unes :

« Top » de tarage. — On peut prévoir, à l'émission, un « top » produit par un signal plus fort et non directif au passage du

faisceau par une direction déterminée (Nord-Sud, par exemple) et servant, au besoin, à réajuster le réglage du récepteur. Cet ajustage aura pour but d'amener le trait produit par le « top » sur l'écran en coïncidence avec l'azimut correspondant de l'échelle.

Tube à champ tournant. — Au lieu d'utiliser un balayage

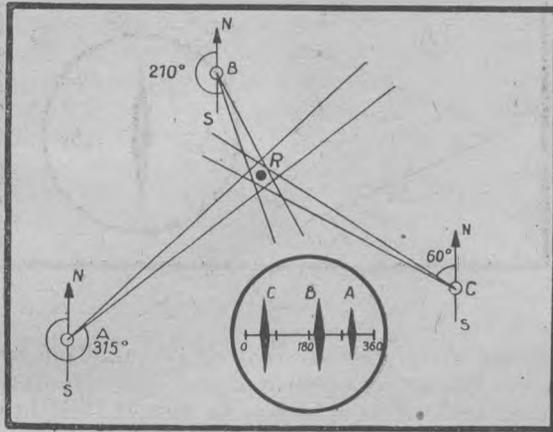


FIG. V-2.

horizontal du tube cathodique, on peut utiliser un balayage circulaire en appliquant aux deux paires d'électrodes de déflexion des tensions sinusoïdales déphasées de 90° . Dans ce cas, la tension du signal doit être appliquée au Wehnelt.

Détermination d'un gisement. — Pour déterminer le gisement d'un mobile, il faut relever au moins deux azimuts, trois dans le cas général. On doit donc prévoir un réseau de trois radiophares fonctionnant sur la même bande de fréquences, sans qu'il soit nécessaire de synchroniser ou seulement d'isochroniser leurs rotations respectives *figure V-2*. Leurs émissions donneront lieu sur l'écran du récepteur à trois traits lumineux. Pour les identifier, on peut manipuler leurs émissions, par exemple à la cadence des signaux Morse, en attribuant à chacun une lettre caractéristique.

Balisage des routes. — Lorsqu'il s'agit de baliser une route, il est inutile que le phare effectue une rotation complète de 360° . On utilisera un angle de déplacement plus ou moins réduit dont

la bissectrice indiquera la route balisée. La fréquence du faisceau au passage de cette bissectrice devra, sur le récepteur, correspondre au milieu du cadran qui sera repéré par un index *figure V-3*.

Dès lors, le pilote se bornera à maintenir un trait lumineux

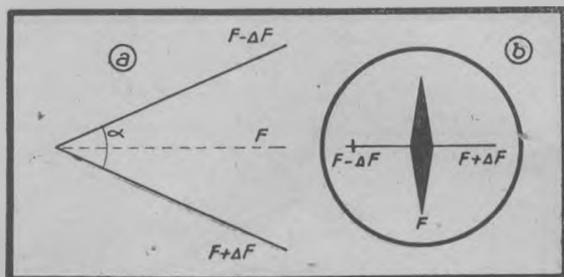


FIG. V-3.

en coïncidence avec l'index médian de l'écran. Tout écart de la route balisée est immédiatement signalé par une déviation du trait hors de la position médiane. Le sens et l'amplitude de ce déplacement permettent d'évaluer le sens et l'importance de la dérive du poste mobile.

On peut encore, à l'aide de plusieurs phares, baliser des trajets composés d'autant de tronçons droits, par exemple pour assurer la navigation dans des chenaux étroits, parmi les récifs ou dans les entrées de ports particulièrement difficiles *figure V-4*.

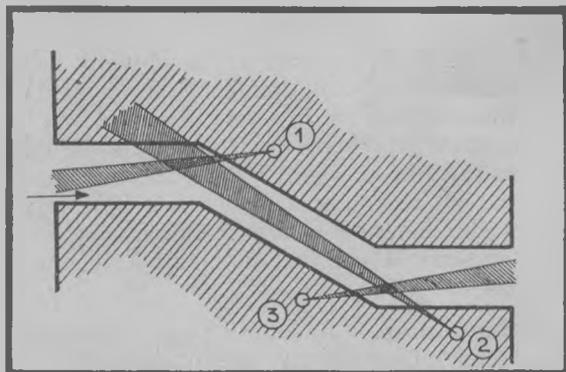


FIG. V-4.

Pilotage automatique. — Utopie d'hier, possibilité technique d'aujourd'hui, demain le pilotage automatique pourra entrer dans le domaine de la réalité. Non pour se substituer au pilote, mais pour le relayer en cas de besoin.

Or, sur une route balisée par le procédé indiqué, le pilotage automatique peut être aisément assuré. Deux cellules photoélectriques, montées en pont (fig. V-5), sont placées devant l'écran du tube cathodique symétriquement par rapport au milieu. Tant que l'avion suit la route balisée, le trait lumineux demeure au milieu, les deux cellules reçoivent les mêmes quantités de lumière et le pont reste en équilibre. Mais si l'avion dérive de la route, la déviation du trait lumineux rompra l'équilibre du pont et les relais électroniques, puis les électromagnétiques insérés dans la diagonale déclencheront l'action d'un servomoteur qui, agissant sur les organes de direction, corrigera dans le sens voulu la direction de l'avion pour le ramener sur la route balisée.

D'autres applications non moins intéressantes peuvent être envisagées pour le radiophare à modulation de fréquence.

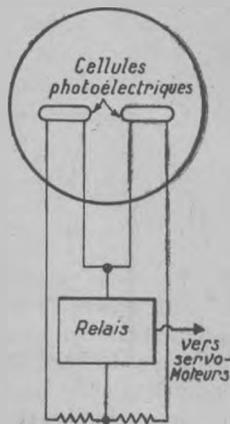


FIG. V-5.

CHAPITRE VI

Une nouvelle méthode de vérification des récepteurs. — La nouvelle méthode de vérification est basée en H. F. sur le principe du contrôleur de gammes, en M. F. sur le principe du modulateur de fréquence et en B. F. sur le principe de la transmission des signaux rectangulaires.

Cette méthode n'utilise que le fonctionnement dynamique de chaque organe de récepteur. Toutes les vérifications et mesures se font à l'oscillographe à l'aide d'images vivantes qui donnent suffisamment de précision pour les mesures courantes. C'est une méthode cinématique qui n'a rien de commun avec les procédés actuels, même avec celui du Signal-Tracing.

Analyseur H. F. — Le principe est le suivant : pour vérifier un étage H. F. ou changeur de fréquence, il suffit de regarder la forme des tensions H. F. transmises par l'étage à étudier. L'analyse se fait d'une manière inédite ; pendant que l'on écoute une émission, l'oscillographe nous montre l'émission désirée et toute une série d'émissions voisines gênant plus ou moins celle que l'on écoute. Pour obtenir ce résultat, nous connectons à la plaque de la changeuse un 2^e récepteur dont l'entrée est toujours accordée sur 472 Kc/s (*fig. VI-1*). La M. F. du 2^e récepteur est accordée sur 420 Kc/s. La sortie M. F. se trouve reliée avec la déviation verticale du tube à rayons cathodiques.

Lorsque l'on passe sur une émission, l'écran du tube montrera un trait vertical. La hauteur du trait indiquera la puissance de l'émission, ou, si cette dernière est celle d'un générateur H. F. à tension étalonnée, la sensibilité du récepteur en H. F. Ce résultat est déjà intéressant ; mais nous voulons voir en même temps la sélectivité en H. F.

Il suffirait de désaccorder périodiquement le 2^e récepteur en augmentant et en diminuant régulièrement la fréquence de son oscillatrice pour obtenir un trait dont la hauteur indiquerait à chaque instant et pour chaque désaccord la tension H. F. correspondant à chaque émetteur voisin. Un désaccord de + 9 Kc/s donnera un trait correspondant au poste émetteur situé à 9 Kc/s

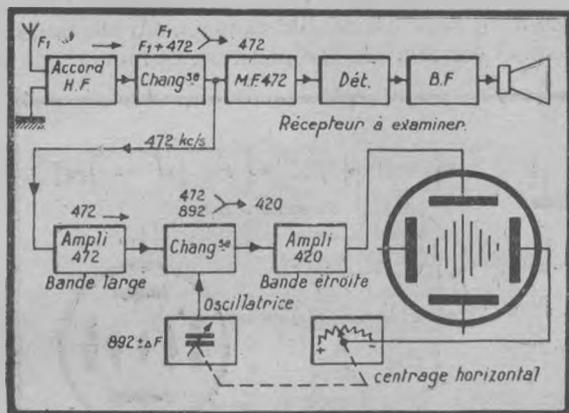


FIG. VI-1.

du poste que l'on écoute avec le premier récepteur. Un désaccord de + 27 Kc/s donnera probablement un trait assez court, correspondant à une émission située à + 27 Kc/s de la station désirée. Une sélectivité H. F. très grande donnera des traits de plus en plus petits lorsque l'on désaccorde le 2^e récepteur. La figure VI-2 montre les traits lumineux d'un récepteur sans étage H. F.

Nous avons déplacé chaque fois le trait à l'aide du centrage horizontal pour mieux situer l'émission. Nous supposons que



FIG. VI-2.

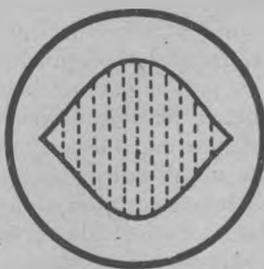


FIG. VI-3.

toutes les émissions sont de puissance égale. Le déplacement entre chaque trait correspond à 9 Kc/s. Si nous relions ensemble les sommets de tous les traits nous obtenons la courbe de sélectivité H. F. de l'étage changeur de fréquence. La *figure VI-3* montre une courbe de sélectivité H. F. ainsi obtenue. Pour que cette courbe soit exacte il faut que la sélectivité du circuit d'entrée du 2^e récepteur soit aussi faible que possible. Nous sommes en présence d'un super à double changement de fréquence. Le 1^{er} changement est celui du récepteur à examiner, et le 2^e chan-

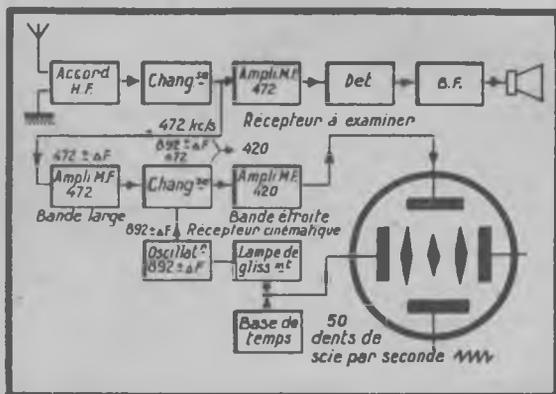


FIG. VI-4.

gement de fréquence est celui du récepteur oscillographique connecté à la plaque de la changeuse. Comme nous réglons seulement l'hétérodyne du 2^e récepteur pour passer d'une émission à une autre, c'est-à-dire d'un trait lumineux à un autre, la sélectivité d'entrée du 2^e récepteur doit être aussi faible que possible.

Depuis l'invention du récepteur cinématique nous pouvons obtenir une synchronisation parfaite entre les déplacements horizontaux et les amplitudes verticales. Il suffit d'utiliser la tension de balayage horizontal en même temps pour le glissement de fréquence de l'oscillatrice du 2^e changement de fréquence. Nous obtenons ainsi le schéma de la *figure VI-4*. Le glissement de fréquence d'une lampe oscillatrice est chose aisée. Nous donnerons le schéma complet concernant une oscillatrice dont la fréquence peut varier de ± 100 Kc/s en parfaite synchronisation avec le balayage horizontal.

Si nous équipons maintenant le 2^e récepteur avec une oscilla-

trice dont la fréquence glisse avec la tension de balayage horizontal, l'oscillogramme ne sera plus celui de la *figure VI-2*, mais celui de la *figure VI-5*. En supposant qu'il y a une émission tous les 9 Kc/s, autour de l'émission que l'on écoute, nous trouverons une enveloppe lumineuse tous les 9 Kc/s. La hauteur de chaque enveloppe correspond au champ de chaque émission et à la sélectivité des circuits H. F. Relions le récepteur avec un générateur H. F. et accordons ce dernier progressivement sur toutes les fréquences voisines à celle que l'on écoutait. Nous verrons une belle enveloppe lumineuse se promenant de gauche à droite ou inversement. Comme le signal H. F. est à tension constante, le contour des sommets des différentes enveloppes montre la courbe de sélectivité H. F. La *figure VI-6* nous montre une telle courbe.

Jusqu'à présent nous avons vu qu'il était possible de voir à l'oscillographe l'allure de la sélectivité H. F. d'un récepteur. En dehors de cette courbe, il y a encore bien d'autres observations à faire. On peut par exemple regarder toutes les émissions fonctionnant dans l'intérieur de la courbe de sélectivité, on a

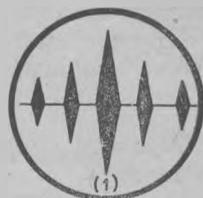


FIG. VI-5.

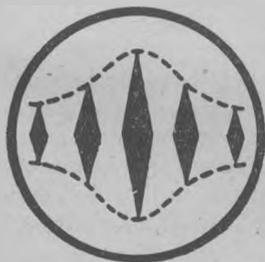


FIG. VI-6.

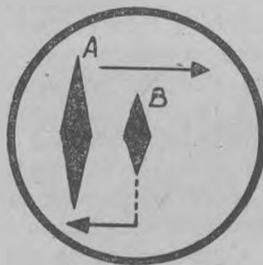


FIG. VI-7.

ainsi une « vieille visuelle » de grande précision. On peut également observer la propagation, distorsion de modulation, glissement du récepteur, parasites, brouillages, etc. On peut aussi faire des mesures très précises sur l'efficacité des antennes, voyant l'émission et les parasites. La *figure VI-7* montre une photo des émissions de la bande de 49 m. Si l'on fait défiler dans un certain sens les images provenant des émissions de gauche

à droite en tournant les C. V. du 1^{er} récepteur, on verra de temps en temps une image défilant de droite à gauche (fig. VI-7). Cette image ne provient pas d'une émission correspondant à l'accord du récepteur, mais d'une fréquence image d'une autre émission située à 2×472 Kc/s.

Supposons que le 1^{er} récepteur soit accordé sur F_{s_1} . L'hétérodyne sera donc sur FH. Nous avons déjà vu ce cas où

$$FH - F_{s_1} = 472.$$

Désaccordons maintenant le 1^{er} récepteur de $+\Delta F$. Nous trouvons :

$$FH + \Delta F - F_{s_1} = 472 + \Delta F.$$

Le récepteur oscillographique montrait d'abord une image sur 472 Kc/s. Elle se déplaçait ensuite sur $472 + \Delta F$. Le déplacement sur le tube cathodique s'effectue de gauche à droite.

Supposons une fréquence image située sur F_{s_1} . Cette fréquence image provient d'une émission F_{s_2} . Nous pouvons écrire :

$$F_{s_2} - FH = 472.$$

Comme nous avons varié FH de $+\Delta F$, nous obtenons :

$$F_{s_2} - (FH + \Delta F) = 472 - \Delta F.$$

Le deuxième récepteur montrait d'abord la fréquence image sur 472 Kc/s. Elle se déplaçait ensuite sur $472 - \Delta F$. Le déplacement sur le tube cathodique s'effectue cette fois-ci de droite à gauche.

En résumé : les fréquences images défilent dans le sens contraire. A l'aide d'un générateur il est donc facile de chercher et de mesurer l'amplitude d'un signal en mesurant la hauteur de l'enveloppe E_1 placée dans le milieu de l'écran. On cherche ensuite la fréquence image pour la placer dans le milieu de l'écran et l'on mesure à nouveau la hauteur du trait E_2 . Le rapport des deux valeurs indique la protection H. F. qui est

$$20 \log E_1/E_2$$

Si l'on veut beaucoup de précision, il faut que la M. F. du 2^e récepteur soit très sélective. Les enveloppes seront d'autant plus étroites que la sélectivité M. F. est grande dans le récepteur oscillographique.

En ajoutant à n'importe quel récepteur notre petit appareil supplémentaire avec son système de glissement et son tube cathodique, nous obtenons un appareil inédit capable de nous montrer tous les phénomènes provenant aussi bien des étages

H. F. et changeur de fréquence que de l'extérieur. Utilisé avec un petit générateur H. F. nous pouvons mesurer les gains de chaque étage H. F. ou changeur, la sélectivité H. F., la fréquence image, la commande unique, le couplage d'antenne, le couplage de l'oscillateur, la polarisation des lampes, la stabilité de l'oscillateur, le couplage entre étage, le rayonnement H. F., le blocage de l'oscillateur, le souffle des lampes et circuits et une foule d'autres phénomènes. L'appareil peut rendre les mêmes services pour le dépannage. Il suffit de relier l'antenne ou le

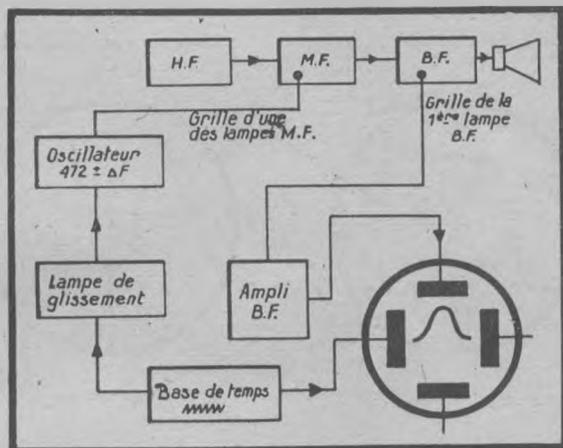


FIG. VI-8.

générateur à la grille de commande de chaque étage pour trouver la panne en H. F.

Le revendeur possède ainsi un moyen puissant pour savoir si l'appareil qu'on lui présente est vraiment en avance par rapport aux appareils qu'il a en stock.

Jusqu'à présent nous avons seulement parlé des possibilités de cette nouvelle invention en H. F. Signalons tout de suite que l'appareil fonctionne également en M. F. En effet, il est prévu pour le réglage des transformateurs M. F. et les mesures concernant la M. F. en générale. Pour utiliser l'appareil en M. F. on fait fonctionner l'oscillateur sur 472 Kc/s. Comme précédemment l'oscillateur glisse en fréquence et ce glissement est synchronisé avec le balayage horizontal. La tension sortant de l'oscillateur sera appliquée à chaque grille des lampes M. F. en commençant par le dernier étage. On réglera ainsi chaque transformateur (fig. VI-8).

On regardera ensuite la sélectivité de l'ensemble M. F. Pour effectuer une mesure de sélectivité, il suffit de déplacer la courbe M. F. par rapport à l'axe de l'écran. Lorsque la courbe sera tombée de 50 % (6 db) on lira le nombre de Kc/s sur le vernier de l'appareil, étalonné de 0 à ± 30 Kc/s. On trouve ainsi la sélectivité à 6 db (*fig. VI-9*). Bien entendu il faut partir avec une courbe placée bien dans l'axe du mica étalonné. Si l'on cherche la sélectivité à la base, déplacer la courbe jusqu'au zéro de l'amplitude verticale et lire à nouveau la sélectivité sur le vernier (*fig. VI-10*).

Pour faire ces mesures, le tube cathodique est relié à la sortie

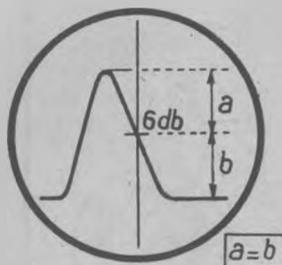


FIG. VI-9.



FIG. VI-10.

d'une lampe de couplage dont la grille sera connectée avec la sortie BF. de l'étage détecteur. La *figure VI-8* montre le branchement et la *figure VI-11* le schéma de principe de l'appareil complet.

En H. F. l'appareil fonctionne comme un récepteur avec une oscillatrice modulée en fréquence et synchronisée avec le balayage horizontal. Le récepteur fonctionne avec des circuits d'entrée de $472 \text{ Kc/s} \pm 20 \text{ Kc/s}$. Il peut donc servir à l'examen de tous les récepteurs comportant une M. F. de 472 Kc/s . On relie l'entrée du récepteur oscillographique avec la plaque de la lampe changeuse de fréquence à travers un condensateur de 10 picofarads. Ce dernier sera toujours placé très près de la plaque de la changeuse. Le récepteur cinématique est prêt à fonctionner après avoir réuni ensemble les masses de chaque appareil.

Quittons maintenant la M. F. pour nous occuper de la vérification en B. F.

Analyseur B. F. — Pour vérifier un amplificateur B. F. en fonctionnement dynamique les méthodes actuelles manquent souvent de précision et ne correspondent pas à la réalité.

Si l'on veut vraiment connaître la *distorsion d'un récepteur* équipé avec un haut-parleur, il faut mesurer et observer le courant traversant la bobine mobile. Pour cela il faut un oscillographe ne produisant lui-même aucune distorsion. En insérant une résistance très faible dans le circuit de la bobine mobile et

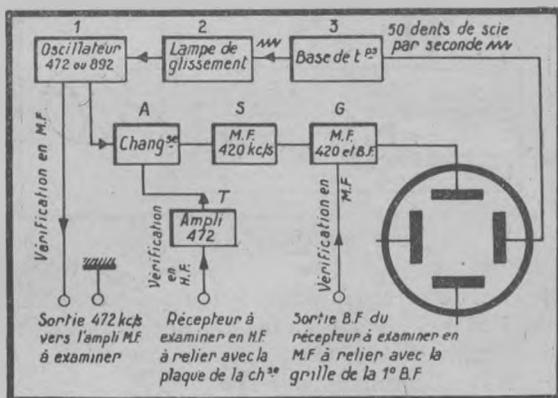


FIG. VI-11.

en connectant l'oscillographe aux bornes de cette résistance, on peut voir un oscillogramme qui correspond à la réalité, car on observe le courant qui traverse la bobine mobile et non la tension aux bornes de celle-ci, c'est le courant seul qui nous intéresse car c'est lui qui déplace la bobine mobile.

Pour faciliter ces mesures nous avons construit un oscillographe spécial à couplage direct étalonné en watts de sortie. La lecture de la puissance de sortie s'effectue à l'aide d'un voltmètre à lampes incorporé dans l'oscillographe. Le même voltmètre indique également la tension injectée à l'entrée de l'amplificateur B. F. Un générateur B. F. à 10 fréquences fixes produit la tension d'injection destinée à l'amplificateur. Le générateur B. F. produit des signaux sinusoïdaux ou des signaux à front raide. Une base de temps permet une synchronisation facile entre le signal à amplifier et le balayage horizontal.

Supposons que nous voulons faire une mesure de gain. Nous

connectons le générateur B. F. avec l'entrée de l'amplificateur à examiner et l'oscillographe avec la sortie en insérant au préalable une résistance en série avec la bobine mobile (fig. VII-12).

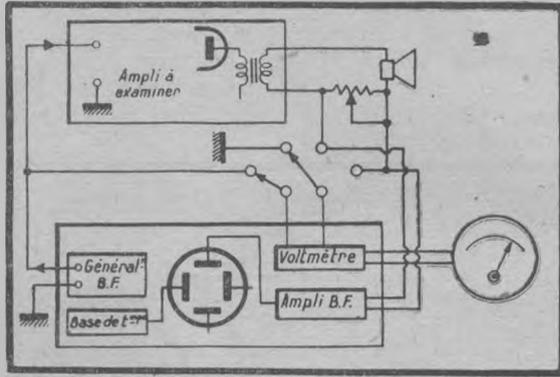


FIG. VI-12.

C'est aux bornes de cette résistance que nous connectons l'oscillographe. Si l'on applique maintenant une certaine tension à l'entrée de l'amplificateur nous verrons sur l'écran du tube cathodique un oscillogramme que l'on cherche à immobiliser à l'aide de la base de temps. On obtiendra par exemple l'oscillogramme de la figure VI-13 correspondant à une fréquence B. F. de

400 cycles /S.

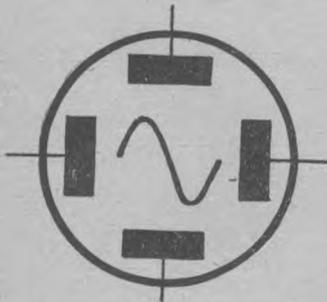


FIG. VI-13.

Augmentons la tension d'injection jusqu'à l'apparition d'une trace de distorsion. Il suffit maintenant de mesurer la tension aux bornes de l'enroulement secondaire du transformateur de sortie pour connaître la puissance de sortie, car nous connaissons la tension U_s lue au voltmètre à lampes et l'impédance de la bobine mobile. Dans le cas où l'on ne connaît pas cette dernière, débrancher la bobine mobile et la remplacer par une résistance variable de 10 ohms. Chercher la valeur sur la résistance variable qui donne la même tension de sortie. A l'aide de la même résistance on peut également vérifier si l'im-

trait pas cette dernière, débrancher la bobine mobile et la remplacer par une résistance variable de 10 ohms. Chercher la valeur sur la résistance variable qui donne la même tension de sortie. A l'aide de la même résistance on peut également vérifier si l'im-

pédance est bien adaptée au transformateur. Il suffit de varier la résistance pour voir si l'on ne trouve pas une valeur donnant une tension de sortie plus élevée à distorsion égale. Cette nouvelle valeur correspondrait à l'impédance optima.

Jusqu'à présent nous avons mesuré la puissance de sortie dans la bobine mobile. En branchant le voltmètre avec l'entrée de l'amplificateur nous pouvons mesurer la tension injectée et le gain de l'amplificateur en watts pour 1/10 de volt d'entrée.

On peut connecter le générateur B. F. d'abord avec la grille

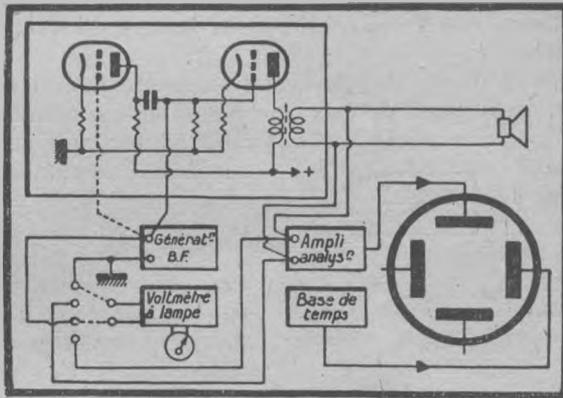


FIG. VI-14.

de la lampe finale, ensuite avec la grille de la lampe d'entrée pour s'assurer si le gain de l'étage est correct. Pour éviter de connecter chaque fois le voltmètre à lampes, ce dernier passe par un commutateur que l'on place sur « Entrée » ou sur « Sortie ». La « Sortie » comporte deux fils que l'on branche aux bornes de la bobine mobile. « L'entrée » est connectée en permanence avec le générateur B. F. On a ainsi une lecture directe de la tension de sortie de celui-ci. Avec ce nouveau procédé il est aisé de faire une vérification ou un dépannage de l'amplificateur en commençant toujours par brancher l'oscillographe avec la résistance insérée dans la bobine mobile et en connectant le générateur B. F. avec l'une des grilles des lampes utilisées dans l'amplificateur. Pour faire du dépannage rapide, il suffit de connecter l'oscillographe avec la bobine mobile pour obtenir un oscillogramme en promenant le générateur B. F. sur toutes les électrodes des lampes B. F. La figure VI-14 montre un tel « Signal-Tracing ».

Pour faire des mesures précises de la puissance de sortie, il faut connecter l'oscillographe aux bornes de la résistance et mesurer ensuite la tension correspondant à un oscillogramme sans distorsion à 1 000 cycles/s.

Courbe de réponse. — Mesurer la tension B. F. injectée et tourner le commutateur pour obtenir toutes les autres fréquences. La tension de sortie du générateur étant fixe quelle que soit sa fréquence, on obtiendra ainsi rapidement la courbe de réponse de l'amplificateur pour toutes les fréquences B. F. du générateur. On peut aussi relever la courbe de réponse pour d'autres puissances de sortie.

Ce procédé donne une précision suffisante pour les mesures courantes ne demandant pas une précision comparable à celle d'un pont de distorsion. En tout cas il permet une vérification rapide de l'amplificateur B. F. et un relevé assez correct de la courbe de réponse.

Si l'on veut faire des mesures plus précises, il faut un équipement d'une très grande précision se composant d'un générateur B. F. sans distor-

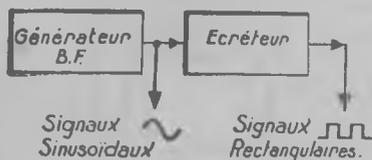


FIG. VI-15.

sion, d'un wattmètre et d'un pont de distorsion.

En transformant les signaux sinusoïdaux en signaux rectangulaires nous obtenons la même précision avec l'appareillage décrit plus haut. Il suffit de transformer les signaux sinusoïdaux du générateur B. F. en signaux rectangulaires pour pouvoir déceler la moindre distorsion à l'oscillogramme.

Pour obtenir ce résultat nous appliquons la tension de sortie du générateur B. F. à l'entrée d'un amplificateur utilisant 2 pentodes écrêteuses. La tension de sortie de l'amplificateur écrêteur donne des signaux rectangulaires représentés par la figure VI-15. Notre analyseur B. F. est équipé avec un tel écrêteur. Il est donc possible de passer soit des signaux sinusoïdaux, soit des signaux rectangulaires. Ces derniers nous permettront de déceler la distorsion d'amplitude, la distorsion de fréquence et la distorsion de phase. Cette dernière ne produit pas d'effet bien gênant.

Il n'en est pas de même de la distorsion de fréquence. On peut déjà relever celle-ci en traçant la courbe de réponse en signaux sinusoïdaux comme nous l'avons montré récemment. En appli-

quant à l'entrée de l'amplificateur des signaux rectangulaires, on voit sur un même oscillogramme la fondamentale et toute une série de fréquences. Nous sommes ainsi dans le fonctionnement dynamique où plusieurs fréquences sont simultanément transmises par l'amplificateur.

Si l'on cherche la distorsion d'amplitude, il suffira d'augmenter progressivement la tension des signaux rectangulaires. On verra ainsi les signaux sur l'oscillographe se transformer progressivement. Les fronts raides primitifs feront place à des droites plus ou moins inclinées ou même à des ondulations dues à la création d'harmoniques par l'amplificateur. On s'apercevra qu'à partir d'une certaine amplitude du signal d'entrée toute augmentation nouvelle de ce signal n'agrandira plus l'image sur l'écran du tube cathodique.

Pour que l'on puisse faire des mesures précises il faut que l'amplificateur de l'oscillographe soit lui-même absolument par fait. Nous avons réalisé un amplificateur à couplage direct. Il suffit d'appliquer les signaux rectangulaires à l'entrée de l'oscillographe pour se rendre compte que ce dernier est sans défaut.

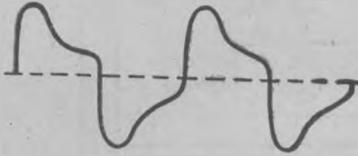


FIG. VI-16.

On appliquera ensuite les signaux rectangulaires à l'entrée de l'amplificateur à vérifier en reliant la sortie, de ce dernier à l'amplificateur du tube pour se rendre compte de la distorsion de l'amplificateur à examiner. Avec un peu d'habitude on peut déceler des distorsions d'amplitude inférieures à 1 %. Dans le cas d'un signal sinusoïdal, l'oscillogramme montre seulement une distorsion supérieure à 5 %. On voit ainsi l'avantage des signaux rectangulaires. Un autre avantage est de voir simultanément la distorsion d'amplitude et la distorsion de fréquence.

Regardons l'oscillogramme de la figure VI-16. Il montre l'image d'un signal de 50 cycles/s. On voit que les fréquences 50 et 150 passent mal pendant que les autres harmoniques passent très bien.

Nous avons suffisamment montré tous les avantages des signaux rectangulaires pour revenir maintenant à notre analyseur B. F. Ce dernier peut fournir 10 fréquences fixes soit sinusoïdales ou rectangulaires à tension de sortie constante. On peut ainsi tracer une courbe de réponse en très peu de temps. Il suffit de lire chaque fois l'amplitude verticale pour chaque fréquence, pour

obtenir la courbe de réponse. L'amplitude verticale est donnée par la hauteur de l'oscillogramme. Il faut bien regarder la distorsion pour chaque fréquence. Si la distorsion est trop grande pour certaines fréquences la courbe de réponse est faussée et il faut la reprendre. Toutes les fréquences doivent passer sans que la distorsion soit gênante sur l'une d'elles. On peut ainsi tracer les courbes de réponse en signaux sinusoidaux et en signaux rectangulaires.

L'analyseur B. F. comporte un générateur B. F. à 10 fréquences

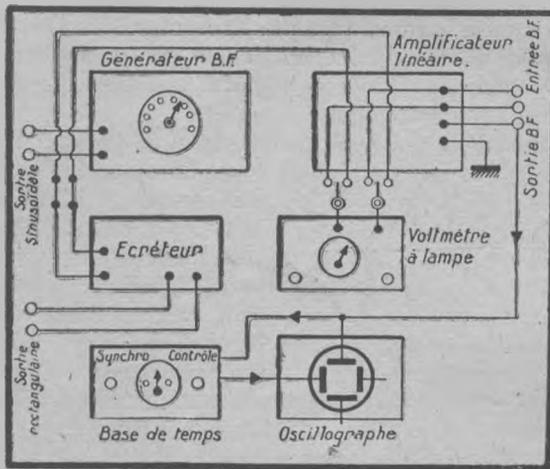


FIG. VI-17.

fixes pouvant fonctionner avec ou sans écréteur. On obtient ainsi des signaux sinusoidaux ou rectangulaires. L'analyseur B. F. comporte ensuite une base de temps balayant 50 à 10 000 dents de scie par seconde. La synchronisation s'effectue à l'aide d'un potentiomètre appliquant une certaine partie de la tension à observer sur la grille du thyatron. L'amplificateur du tube cathodique est constitué par un étage équipé avec une lampe de puissance EL3N couplé directement aux plaques de déviation verticale. La figure VI-17 montre le schéma de principe de l'analyseur B. F.

Si l'on veut connaître à fond un amplificateur B. F. seuls les signaux rectangulaires peuvent donner des renseignements précis.

Si l'amplificateur B. F, comporte une sortie pour casques ou ligne P. T. T., l'analyseur B. F. peut également rendre de grands services. Il suffit de connecter l'oscillographe aux bornes du casque ou aux bornes de la ligne P. T. T. Le voltmètre à lampes indiquera la tension et l'oscillogramme la distorsion.

Les avantages de la vérification par la méthode cinématique sont la précision et la rapidité. On peut aujourd'hui vérifier en très peu de temps un amplificateur H. F. ou M. F. On peut également mettre au point un amplificateur B. F. en se servant seulement de notre analyseur B. F. Ces nouvelles méthodes sont très précises et peuvent être appliquées par des techniciens peu expérimentés.

CHAPITRE VII

Réalisation d'un analyseur-générateur. — La publication du premier analyseur nous a valu un volumineux courrier, si volumineux même qu'il me fut impossible de répondre en détails à toutes les lettres. Je m'en excuse et je vais profiter de l'occasion que l'on m'offre aujourd'hui pour décrire avec beaucoup plus de précisions tous les détails de réalisation.

L'analyseur-générateur est basé sur le même principe que notre première réalisation qui a donné entière satisfaction. Nous avons apporté quelques simplifications de construction mais aussi quelques perfectionnements qui ont été suggérés par nos lecteurs. L'ensemble est devenu une véritable station-service permettant un dépannage sûr et rapide.

Caractéristiques du nouvel analyseur cinématique. — Il se compose toujours de 3 parties :

- 1° Analyseur H. F.
- 2° Analyseur M. F.
- 3° Analyseur B. F.

Contrairement à l'analyse dynamique nous commençons le dépannage en H. F. pour le terminer en B. F.

Le dépannage en H. F. s'effectue en connectant l'analyseur avec la plaque de la changeuse de fréquence. Chaque fois que le récepteur capte un signal H. F. nous verrons ce dernier défilier

sur l'écran du tube lorsque l'accord passe sur la fréquence du signal ou aux environs de la fréquence du même signal. Si la différence entre le signal provenant de l'antenne et le signal provenant de l'oscillateur est égale à 472 Kc/s, l'image se trouve dans le centre du tube. Un signal d'antenne de fréquence plus élevée se place à gauche et un signal à fréquence plus basse à droite. L'analyseur se comporte donc comme un microvoltmètre mesurant verticalement l'amplitude de la tension M. F. et comme un fréquencemètre mesurant horizontalement la fréquence du signal. Pour faciliter l'alignement aux points « trimmer » et « padding » nous avons ajouté dans l'analyseur un petit géné-

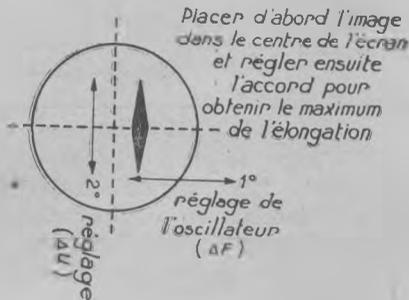


FIG. VII-1.

rateur H. F. qui donne 6 fréquences fixes : deux en O. C., deux en P. O. et une en G. O. La sixième est celle du 472 Kc/s. Ceci nous a permis de faire des alignements très rapides, car il suffit de régler le cadran du récepteur sur une fréquence d'alignement (fréquence « trimmer » par exemple) pour voir apparaître sur l'écran une image. Réglons maintenant le trimmer de l'oscillateur pour placer l'image dans le centre. Réglons ensuite le trimmer du circuit accord pour obtenir une hauteur aussi élevée que possible de l'image. En résumé :

Déplacement horizontal de l'image = réglage de l'oscillateur (*fig. VII-1*).

Déplacement vertical de l'image = réglage de l'accord (*fig. VII-1*).

Le récepteur est alors aligné. Voilà l'avantage de la méthode cinématique comportant des fréquences d'alignement pré-réglées.

Le dépannage en M. F. — Comme précédemment, nous relierons l'analyseur avec la plaque de la changeuse, grille de la M. F., plaque de la M. F. et diodes de détection et C. A. V. Si la M. F. n'est pas en panne on doit apercevoir chaque fois une image (fig. VII-2).

Ensuite nous injectons le 472 Kc/s wobbulé dans la grille

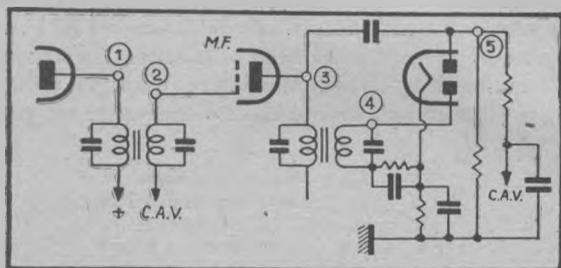


FIG. VII-2.

M. F. et nous regardons la courbe de sélectivité sur l'écran du tube, l'analyseur fonctionnant en oscillographe. Régler le transformateur au mieux pour obtenir une belle courbe dans le centre du tube. Une fois le deuxième transformateur réglé nous procéderons de la même manière pour le premier transformateur en injectant la M. F. dans la grille de la changeuse (fig. VII-3).

La partie M. F. se trouve ainsi alignée.

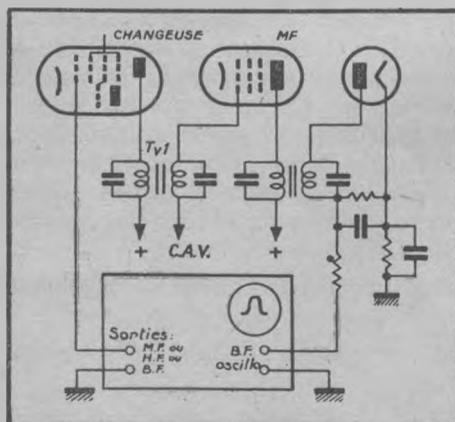


FIG. VII-3.

Le dépannage en B. F. — Le balayage horizontal s'effectue sans thyatron; mais il reste néanmoins linéaire et la tension appliquée horizontalement a la forme d'une dent de scie. Elle est produite par la tension de ronflement à la sortie de la valve biplaque, ce qui nous a permis de faire un beau balayage avec 50 dents de scie par seconde. Cette même tension produit la modulation de fréquence, d'où suppression des dispositifs de déphasage (correcteur de phase).

La tension d'oscillation d'un générateur du type R-C, de

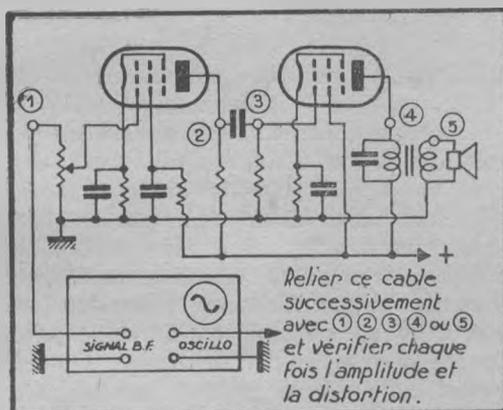


FIG. VII-4.

forme sinusoïdale, a été générée et amplifiée par une ECF1 et nous utilisons ce signal pour le dépannage B. F. L'analyseur fonctionne comme oscillographe que l'on peut relier avec la plaque de la 1^{re} lampe B. F., grille de la 2^e lampe B. F., plaque de celle-ci ou bobine mobile. Le signal B. F. disponible dans l'analyseur à la borne « Signal B. F. » sera injecté dans l'entrée de la partie basse fréquence du récepteur. On peut ainsi vérifier très rapidement le fonctionnement du récepteur sur 4 00 p/s. Le balayage se trouve synchronisé automatiquement, il n'y a donc aucune autre manœuvre à effectuer que celle du dosage du signal B. F. et du dosage de l'amplification verticale de l'oscillographe. La *figure VII-4* montre la méthode de vérification B. F.

Il suffit de tourner le commutateur pour passer de H. F. en M. F. ou de M. F. en B. F. et de régler chaque fois l'amplitude du signal injecté et l'amplitude de l'image correspondante.

Possibilités de l'analyseur-générateur. — L'appareil ainsi conçu peut fonctionner comme :

- 1° Oscillateur H. F. avec oscillographe d'alignement.
- 2° Microvoltmètre M. F.
- 3° Fréquencemètre.
- 4° Modulateur de fréquence M. F.
- 5° Oscillateur B. F. avec oscillographe.

Ces 5 possibilités se prêtent merveilleusement bien au dépannage précis et très rapide.

Construction de l'analyseur-générateur. — Nous consacrerons un article spécial à la réalisation de l'appareil. Pour aujourd'hui nous nous contentons du schéma de principe dont l'étude approfondie doit être indispensable avant de commencer la construction. Nous avons effectué quelques modifications, la plupart ont été suggérées ou demandées par nos lecteurs.

D'abord, nous avons remplacé le tube cathodique de 7 cm par un petit tube de 3 cm, d'où réduction considérable du poids de l'appareil et du volume. L'ensemble actuel a les dimensions d'un voltmètre à lampe, soit : 32 cm 20 et 20. L'alimentation s'effectue à partir d'un seul transformateur, d'où réduction du poids. L'appareil est portable grâce à une poignée. Le poids de l'analyseur-générateur est de 4 kg. L'appareil se prête ainsi très bien aux déplacements et permet le dépannage et la vérification à domicile. L'emploi d'un tube de 3 cm n'empêche pas de faire des observations visuelles correctes étant donné la finesse du spot ainsi que la bonne luminosité. Un petit « cache » protège l'écran de la lumière du jour et rend plus agréable les observations en été. Le schéma d'alimentation a été mis au point par M. Pol Mayer. Etant donné les difficultés d'approvisionnement en vibreurs-modulateurs du type Bernhardt, nous avons utilisé une lampe de glissement. Les bobinages H. F. et M. F. ainsi que le transformateur sont en vente au Centre d'Etudes G. A. G. L'ensemble du matériel est donc disponible. Ce qui constituait notre principal souci était de construire avec des pièces courantes. L'analyseur « SORAL » comporte encore quelques perfectionnements qui seront exposés dans une autre étude par M. Gansel. L'appareil que nous présentons aujourd'hui fonctionne suivant le schéma de principe de la *figure VII-5*. Sur le panneau avant nous trouvons l'écran du tube cathodique, le commutateur

HF, MF et BF à 12 directions permettant de sélectionner l'une des fréquences nécessaires à l'analyse, une sortie H. F.-M. F., une sortie B. F., une entrée H. F.-M. F. et une entrée B. F., ces deux dernières étant destinées à l'analyse oscillographique des tensions à vérifier.

L'analyseur M. F. comme l'analyseur B. F. comportent chacun un potentiomètre de sensibilité étalonné ce qui facilite la mesure des gains d'amplification dans chaque étage. Les sorties H. F., M. F. et B. F. comportent également au bout de leur câble un potentiomètre permettant de régler le niveau d'injection.

La réception panoramique peut être effectuée comme précédemment en connectant l'analyseur avec la plaque de la lampe changeuse de fréquence. Nous pouvons ainsi vérifier la qualité de l'antenne, le niveau des parasites et l'amplitude des signaux provenant des différents émetteurs.

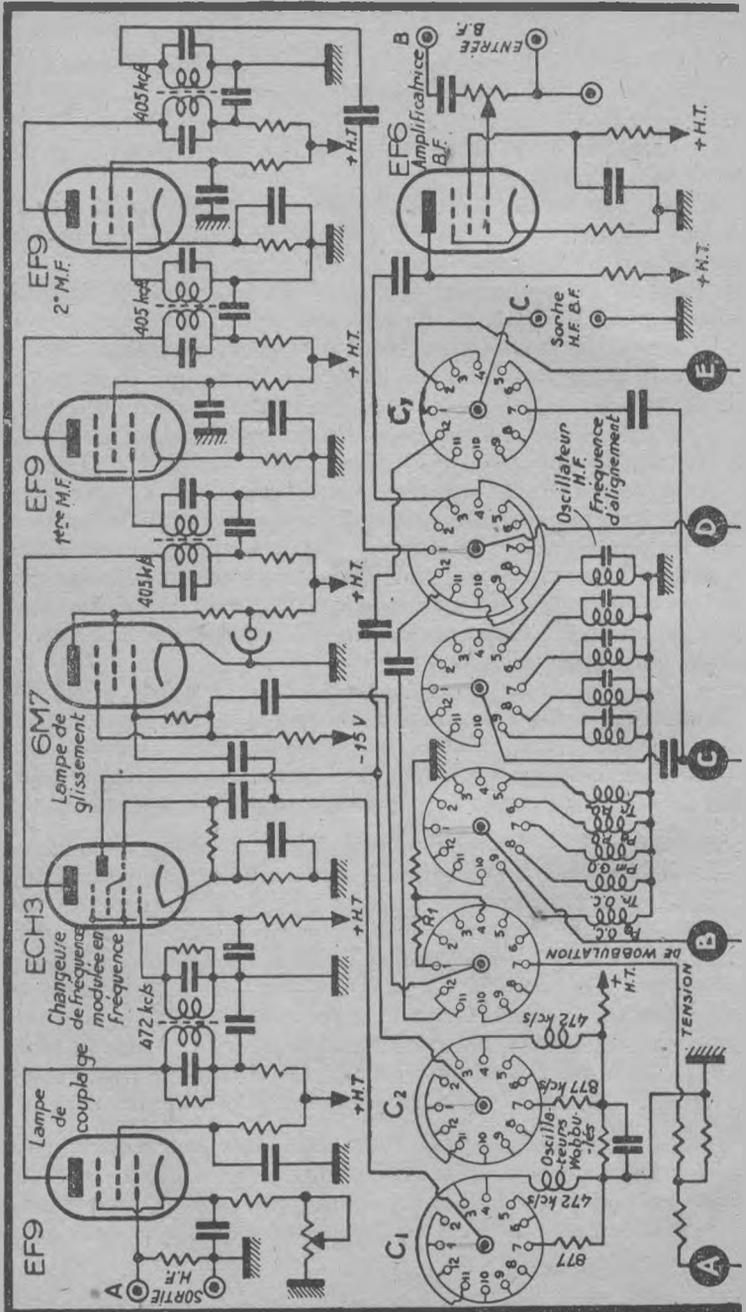
Pour terminer cette première partie signalons que nous avons étudié à fond la partie mécanique de l'appareil comme le montrent les photographies. L'appareil étant destiné à l'exportation et devant être transportable, il était nécessaire de l'étudier non seulement du côté électrique mais également du côté mécanique et ce travail a été remarquablement exécuté par un jeune technicien qui s'appelle M. Guillaume.

Description du schéma de principe. — La figure VII-5 montre le schéma de principe de l'analyseur-générateur.

Pour bien comprendre le fonctionnement suivons chaque position du commutateur principal comportant les galettes C_1 à C_7 .

Position n° 1. — On relie la borne A avec la plaque de la changeuse de fréquence du récepteur à vérifier. Le couplage s'effectue à l'aide d'un petit condensateur (5 pF). L'oscillateur local de la changeuse de fréquence de l'analyseur fonctionne alors sur $472 + 405 = 877$ Kc/s wobblé à ± 50 Kc/s. Le bobinage grille passe par C_1 , le bobinage plaque par C_2 et la tension de wobulation par C_3 . Le tube cathodique se trouve relié avec l'enroulement secondaire du dernier transformateur M. F. en passant par C_4 . On obtient ainsi une réception panoramique permettant de vérifier l'antenne, le bobinage accord, l'oscillateur, etc.

Position n° 2. — Analyse B. F. Le petit générateur B. F. fournit un signal sur 400 p/s. L'oscillateur B. F. est constitué par l'élément penthode de la ECF1. Le signal passe par C_7 à la borne C et de là à la partie B. F. à vérifier. La sortie du récepteur sera



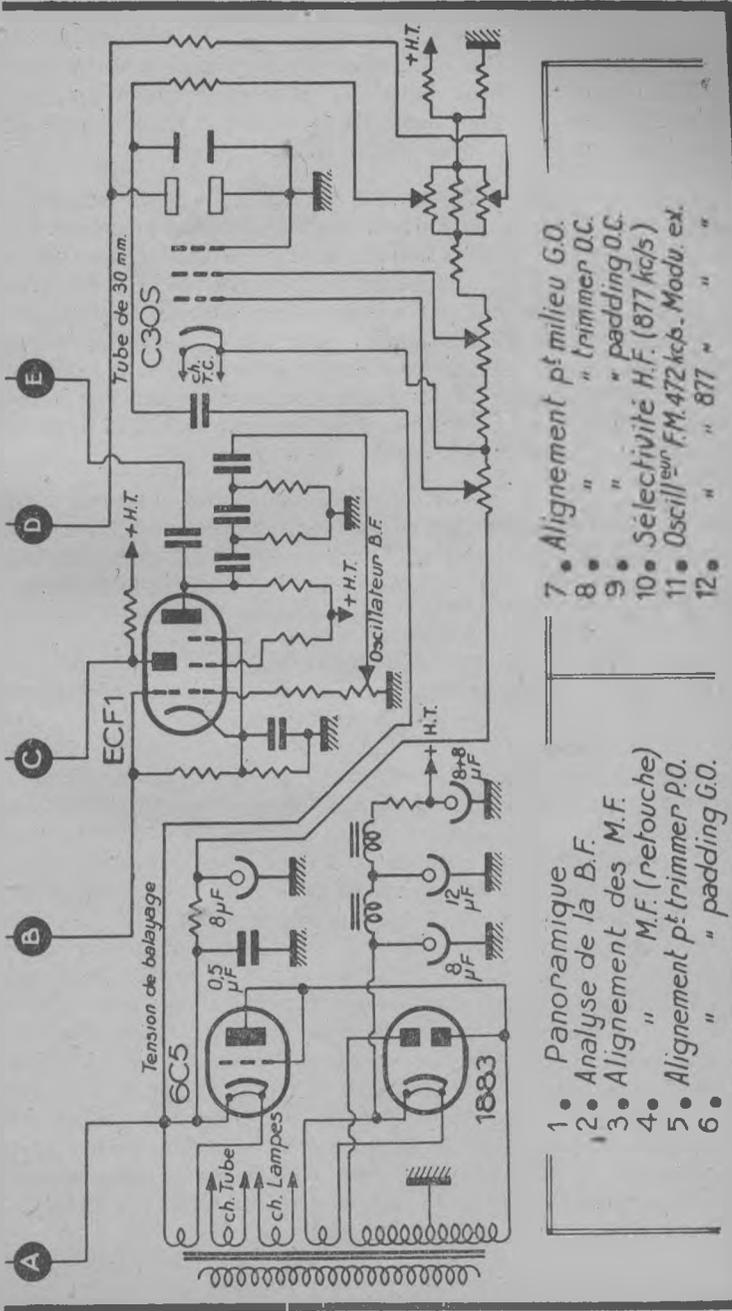


Fig. VII-5.

reliée à la borne B. L'amplification du signal à observer s'effectue par la lampe E F 6 et l'anode de celle-ci se trouve reliée à la plaque de déviation verticale en passant par C_6 . On peut ainsi effectuer toutes les vérifications B. F.

Position n° 3. — Alignement des M. F. L'oscillateur de l'élément triode de la ECH 3 de l'analyseur fonctionne sur $472 \text{ Kc/s} \pm 50 \text{ Kc/s}$. La commutation des bobinages oscillateurs s'effectue à l'aide de C_1 et de C_2 . La lampe de glissement (6 M 7) fonctionne comme précédemment par variation de capacité. La tension de wobulation appliquée à sa grille passe par C_3 . La sortie du signal H. F. passe par C_7 et se trouve appliquée à la borne C. Relions cette borne avec l'ampli M. F. du récepteur à vérifier et la résistance de détection de celui-ci avec la borne B. On obtient ainsi la courbe de sélectivité.

Position n° 4. — Même fonctionnement mais avec une tension de wobulation plus faible, ce qui facilite l'observation du sommet de la courbe de sélectivité. On réduit la tension de wobulation à l'aide d'un diviseur de tension R_1 - R_2 connecté avec la direction n° 4 de la galette C_3 .

Position n° 5 à 9. — Alignement du bloc H. F. du récepteur à vérifier. L'analyseur fonctionne en panoramique. L'oscillateur de changement de fréquence fonctionne sur $877 \pm 50 \text{ Kc/s}$ (voir la commutation de C_1 , C_2 et C_3). Nous relions la borne A avec la plaque de la changeuse du récepteur à vérifier. En même temps nous obtenons un signal H. F. à l'aide des bobinages reliés aux galettes C_4 et C_6 . L'élément triode de la ECF1 oscille. Ce signal passe par C_7 et arrive à la borne C. De là nous l'injectons dans la prise d'antenne du récepteur. Comme nous disposons ainsi de 5 fréquences d'alignement on peut régler le bloc du récepteur à l'aide de l'image électronique. Régler le récepteur sur chaque fréquence d'alignement à l'aide des points de repère marqués au cadran. Aligner l'oscillateur et placer ainsi l'image dans le centre de l'écran. Aligner l'accord en cherchant à obtenir une image aussi haute que possible. Répéter ce procédé sur chaque fréquence. Le bloc est alors aligné. Au lieu de capter le signal d'un générateur extérieur que l'on doit régler sur chaque fréquence d'alignement, nous avons ajouté dans cette nouvelle réalisation un oscillateur H. F. fournissant toutes les fréquences nécessaires à l'alignement. On gagne du temps et du matériel car l'analyseur est ainsi devenu un appareil complet.

Position n° 10. — On peut voir à l'oscillographe la courbe de sélectivité sur 877 Kc/s. Le signal H. F. modulé en fréquence passe par C_7 et arrive à la borne C. De là, il va dans le récepteur, revient comme signal B. F. par la résistance de détection vers B et se trouve appliqué à la plaque de déviation verticale en passant par C_6 .

Position n° 11. — On dispose d'un signal de 472 Kc/s modulé en fréquence par une modulation extérieure. Celle-ci doit être appliquée en B. Après amplification par la lampe EF6, le signal de modulation passe par C_6 , C_3 et arrive à la grille de la lampe de glissement. Le signal H. F. modulé en fréquence arrive par le bobinage plaque, va vers C_7 et est disponible au point C. Nous avons ainsi un petit oscillateur modulable en fréquence par un pick-up, microphone ou récepteur qui peut nous rendre quelques services lors de la mise au point d'un récepteur pour F. M.

Position n° 12. — Même fonctionnement que dans la position n° 11 sauf que le signal H. F. fonctionne sur 877 Kc/s. On peut utiliser la position 11 ou 12 en mélangeant le signal modulé en fréquence avec un autre signal non modulé. On obtient après battement un signal également modulé en fréquence mais dont la fréquence de l'onde porteuse est variable avec le 2^e signal.

La position 11 et la position 12 n'intéressent pas encore le technicien d'une station-service travaillant avec les récepteurs du type courant. Nous avons néanmoins ajouté ces deux positions en vue du matériel F. M.

Voilà donc en quelques mots le fonctionnement de l'analyseur cinématique comportant tous les éléments nécessaires au dépannage actuel.

CHAPITRE VIII

SECOND TYPE DE RÉALISATION D'UN RÉCEPTEUR PANORAMIQUE

L'appareil que nous allons décrire a été conçu spécialement pour la mise au point des récepteurs.

A cet effet on trouve incorporé dans l'appareil un générateur sur 472 Kc/s modulé en fréquence qui permet le relevé des courbes de réponse M. F. en simple et double trace.

Schéma de principe du récepteur panoramique (fig. VIII-

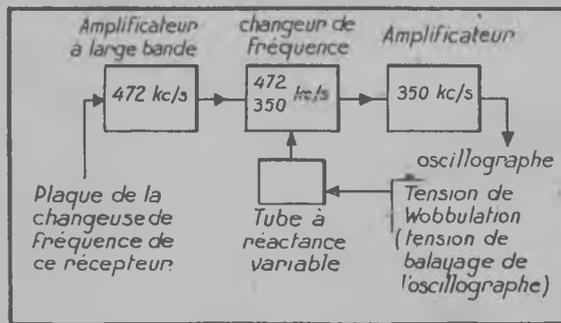


FIG. VIII-1.

1). — Le récepteur comprend un premier étage amplificateur à large bande passante. ($B = \pm 50$ Kc/s sans affaiblissement) accordé sur 472 Kc/s.

L'étage suivant convertit le 472 Kc/s en 350 Kc/s. L'oscillateur local de cet étage est modulé en fréquence de façon à réaliser la réception panoramique. L'oscillateur local est accordé sur 822 Kc/s ($350 + 472 = 822$ Kc/s).

La modulation de fréquence est réalisée par un tube à réactance variable qui est monté en parallèle sur le C. O. L'on agit ici par variation de capacité en mettant à profit l'effet Miller.

Ce montage est très couramment utilisé. L'emploi d'un tube à forte pente (R 219 ou EF 50) permet l'utilisation d'un circuit oscillant à assez forte capacité, l'exploration de fréquence maximum restant malgré cela suffisamment élevée. De ce fait le montage présente une grande stabilité. La déviation de fréquence est de ± 50 Kc/s.

Les deux étages suivants amplifiant la tension après changement de fréquence leurs circuits sont accordés sur 350 Kc/s et sont très sélectifs. De leur sélectivité dépend en effet le pouvoir séparateur d'où intérêt à la plus grande sélectivité possible.

Si l'on choisit une fréquence moyenne supérieure à 350 Kc/s, 400 Kc/s par exemple, une résiduelle de 472 Kc/s ± 50 Kc/s risque de fausser l'observation. Une fréquence moyenne de 350 Kc/s procure un affaiblissement considérable du 472 Kc/s ± 50 Kc/s qui ne gêne plus l'observation.

A la sortie du dernier étage l'on peut donc brancher un oscillographe pour faire l'observation en H. F. De façon à pouvoir utiliser les oscillographes B. F. un étage détecteur a été prévu et permet l'examen en B. F.

Wobulateur. — Le montage est identique à celui de l'oscillateur local dans le cas de la réception panoramique.

Une prise au dixième de la self du C. O. permet de sortir sur un atténuateur extérieur comportant une prise à l'unité et au dixième. La déviation maximum de fréquence est de ± 15 Kc/s et la tension de sortie égale à 1°_1 .

Tel qu'il est ce montage ne présente pas une stabilité assez élevée pour pouvoir servir d'étalon de fréquence. Aussi pour y remédier un oscillateur à quartz sur 472 Kc/s sert de terme de comparaison. C'est un oscillateur tout à fait classique.

Pour la vérification l'on injecte à l'entrée de la moyenne fréquence d'un récepteur les deux tensions, celle du wobulateur et celle du quartz simultanément. On règle la fréquence du wobulateur à l'aide du vernier V de façon à faire coïncider les deux fréquences et à observer le battement nul. Le réglage permet

d'obtenir une fréquence rigoureusement égale à 472 Kc/s.

Lorsque l'appareil est en fonctionnement depuis 1 heure, 3 réglages dans une journée suffisent, la déviation maximum de fréquence étant de 2 500 cycles.

Un second vernier V_2 étalonné en Kc/s permet la mesure de la sélectivité des circuits M. F.

Schéma général de l'appareil. — Le schéma général est donné *figure VIII-2*. L'oscillateur local wobblé et l'oscillateur sur 472 Kc/s également modulé en fréquence sont communs à la même ECH3 et R219. Les valeurs des tensions statiques sont indiquées sur le schéma.

Voici les caractéristiques des divers étages :

Gain de l'amplificateur 472 à large bande $G = 9$.

Gain de l'étage convertisseur = 5,5.

Gain 1^{er} étage 350 Kc/s = 8,5.

Gain 2^e étage 350 Kc/s = 3,6.

Sensibilité totale pour une hauteur d'image de 10 mm (oscillographe utilisé Philips) : 100 μ V.

Commutations et réglages. — Une première commutation sert à passer de la position réception panoramique à la position de wobulation (commutateur C_1).

A cet effet le circuit oscillant sur 822 Kc/s est remplacé par un circuit oscillant sur 472 Kc/s. La modulation de fréquence est réduite à ± 15 Kc/s, le rapport des capacités des circuits oscillants étant choisi d'environ 1,5.

Un second commutateur C_2 permet le passage de simple en double trace dans le cas de l'examen des courbes M. F. A cet effet la tension de balayage de l'oscillographe est remplacée par une tension sinusoïdale (qui est celle du chauffage des tubes), la fréquence de balayage de l'oscillographe doit alors être égale au double de la fréquence de wobulation, soit 100 p/s.

Dans le cas de la réception panoramique un commutateur (C^3) permet de brancher la diode de façon à permettre l'examen en B. F.

Le commutateur C_2 permet le réglage de la sensibilité qui s'effectue en variant le gain de l'étage 472 Kc/s.

Le couplage avec le récepteur à examiner se fera par une très faible capacité 2 à 5 pf sur la plaque de la changeuse de fréquence.

Mise au point. — L'on commencera la mise au point par

régler les étages M. F. sur 350 Kc/s et à mesurer les gains et leur sélectivité.

Régler ensuite la fréquence de l'oscillateur et son courant d'oscillation. Vérifier ensuite et régler la déviation de fréquence qui doit être de ± 50 Kc/s et vérifier la linéarité de cette modulation. Pour cela injecter sur la grille de l'ECH3 une tension dont

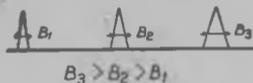


FIG. VIII-3.

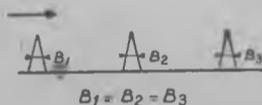


FIG. VIII-4.

on fait varier la fréquence entre 422 et 522 Kc/s et observer la tension de sortie à l'oscillographe.

Si les fréquences extrêmes n'apparaissent pas sur l'écran c'est que le « swing » est trop faible, il faut augmenter la tension de wobulation. Si, au contraire, ces fréquences n'apparaissent pas aux extrémités de l'écran mais avant celles-ci c'est que le « swing » est trop important et il faut diminuer la tension de wobulation.

Pour vérifier la linéarité du « swing » l'on vérifie la variation de la largeur de l'image. Si cette largeur varie il faut régler la polarisation de la R. 219.

La figure VIII-3 représente un réglage incorrect et la figure VIII-4 un réglage correct.

Il reste ensuite à régler le transformateur à large bande sur 472 Kc/s. Son réglage est assez délicat, de façon à obtenir une image qui ait

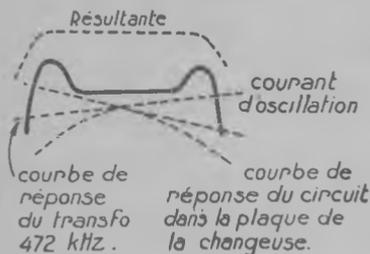


FIG. VIII-5.

constante une amplitude constante.

Les différents facteurs agissant sur la linéarité de la courbe sont :

1° Courbe de réponse combinée du transformateur 472 Kc/s et de celui du récepteur ;

2° Variation de la tension d'oscillation le long de la gamme.

Les différentes courbes sont représentées (fig. VIII-5). Il faut que la résultante soit linéaire, ce qui est réalisé.

Le wobulateur sur 472 Kc/s reste alors à régler. On ajuste sa fréquence par comparaison avec la fréquence de l'oscillateur à quartz et à l'aide d'un générateur on étalonne le vernier $V \Delta F$.

Utilisation. — Un tel appareil permet :

1° L'examen d'une partie de l'éther.

2° Alignement rapide de la H. F. des récepteurs et mesure de la sélectivité H. F. à l'aide d'un générateur auxiliaire et selon la méthode cinématique décrite plus haut.

3° Réglage de la partie moyenne fréquence et mesure de la sélectivité M. F.

4° Mesure des gains, l'appareil fonctionnant en millivoltmètre.

Ce récepteur panoramique convient donc particulièrement bien pour la mise au point rapide et précise des récepteurs en fin de chaîne car seule la méthode cinématique peut permettre un réglage aussi précis que rapide.

CHAPITRE IX

QUELQUES AUTRES APPLICATIONS DE LA RÉCEPTION PANORAMIQUE

1° Mesure de la microphonie. — Dans un circuit oscillant est inséré l'organe à étudier : lampe, C V, etc...

La tension est injectée à un récepteur panoramique. L'organe à étudier est fixé mécaniquement sur un montage vibrant. Sur le tube de l'oscillographe il apparaîtra une courbe d'autant plus large que l'effet microphonique sera grand. En faisant varier la fréquence de vibration l'on peut déterminer la fréquence de résonance de l'organe à étudier.

2° Etalonnage des chronomètres. — Il s'agit de comparer, pour les régler, des chronomètres à un chronomètre étalon.

Le chronomètre étalon est enfermé dans un boîtier où est placé un petit microphone. Le chronomètre à étalonner est placé devant un microphone. Les tensions provenant des deux micros sont mélangées et attaquent la lampe de glissement d'un oscillographe 472 Kc du type de celui inséré dans le récepteur panoramique décrit précédemment.

La tension wobblée est injectée à l'entrée d'un récepteur panoramique.

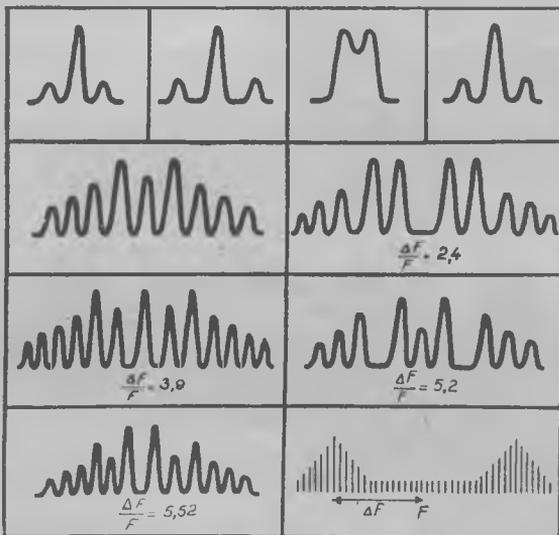
On voit alors sur l'oscillographe deux courbes qui se superposeront lorsque les chronomètres seront synchronisés.

3° Analyse du spectre d'une émission. — L'observation du spectre d'une émission et la mesure de la modulation de fréquence ont déjà été mentionnées particulièrement au paragraphe 4, chapitre 2.

Dans le cas d'une modulation d'amplitude parfaite on observera les figures IX-1 et 2 pour une fréquence de modulation de 7 000 c/s et 12 000 c/s. Dans le cas d'une modulation de fréquence parasite on observe une courbe analogue à la figure IX-3.

En modulation de fréquence le spectre est totalement différent. Voyons mathématiquement ce qui se passe dans les deux cas.

FIG. IX-1. FIG. IX-2. FIG. IX-3. FIG. IX-4.



En modulation d'amplitude :

- Soit F_3 la fréquence de modulation et $\omega_3 = 2 \pi F_3$
- Soit F_1 la fréquence de la porteuse et $\omega_1 = 2 \pi F_1$
- et F_2 la fréquence instantanée et $\omega_2 = 2 \pi F_2$
- et $m =$ taux de modulation ou indice de modulation.

Nous avons l'expression suivante :

$$E = E_0 (1 + m \cos \omega_3 t) \sin \omega_1 t$$

En développant il vient :

$$E = E_0 \sin \omega_1 t + 1/2 E_0 m \cos (\omega_3 + \omega_1) t - 1/2 m E_0 \cos (\omega_3 - \omega_1) t$$

Ce que l'on peut observer sur les oscillogrammes des figures IX1 et 2.

En modulation de fréquence l'expression de l'onde modulée est

$$E = E_0 \cos (\omega_1 t + m \sin \omega_3 t)$$

C'est la fréquence émise qui varie au rythme de la fréquence de modulation.

Si nous développons l'expression à l'aide des fonctions de Bessel nous obtenons la fonction suivante :

$$E = E_0 J_0(m) \cos \omega_1 t - E_0 J_1(m) [(\cos (\omega_1 - \omega_3) t - \cos (\omega_1 + \omega_3) t)] + E J_2(m) (\cos (\omega_1 - 2 \omega_3) t + \cos (\omega_1 + 2 \omega_3) t) - E J_3(m) [(\cos (\omega_1 - 3 \omega_3) t - \cos (\omega_1 + 3 \omega_3) t)] + \text{etc...}$$

Le spectre s'étend théoriquement jusqu'à l'infini mais est pratiquement assez limité.

Le taux m est défini comme étant le rapport :

$$m = \frac{\Delta \omega_1}{\omega_3}$$

Lorsque la déviation de fréquence $\Delta \omega$ est très faible c'est-à-dire $m \ll \ll 1$ on obtient l'expression suivante :

$E \cos \omega_1 t - 1/2 m E \cos (\omega_1 - \omega_3) t + 1/2 m E \cos (\omega_1 + \omega_3) t$ en tous points identique à la formule concernant la A. M. Les autres termes de la Bessel peuvent en effet être négligés.

Ceci est vérifié par l'oscillogramme de la figure IX-4 relevé au récepteur panoramique.

Si l'on continue à augmenter la déviation de fréquence les autres termes rentrent successivement en jeu (fig. IX-5).

Le premier terme en $J_1(m)$ s'annule pour $m = 2,4$ ensuite ; le second terme en $J_2(m)$ s'annule pour $m = 3,9$; puis c'est le troisième terme en $J_3(m)$ pour $m = 5,1$ et de nouveau le premier terme en $J_1(m)$ s'annule pour $m = 5,52$.

C'est ce que montrent les oscillogrammes (fig. IX-6-7-8-9).

Lorsque la déviation devient grande par rapport à la fréquence de modulation ($\Delta F_1 = 20 F_3$ par exemple) l'énergie tend à se concentrer sur les deux fréquences extrêmes (fig. IX-10) :

$$f_1 + \Delta f_1 \text{ et } f_1 - \Delta f_1$$

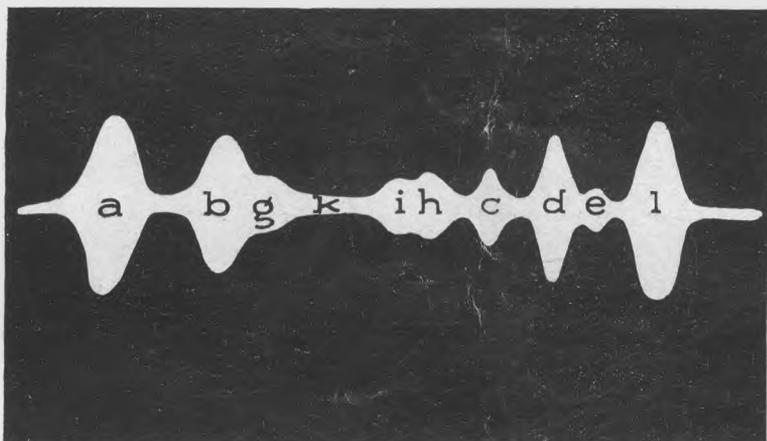
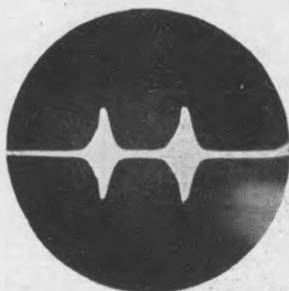
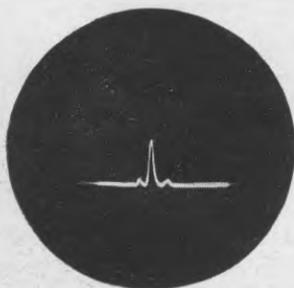


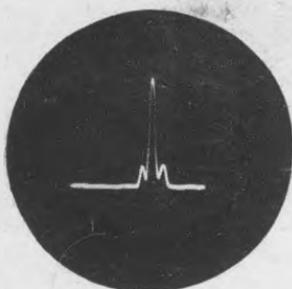
FIG. I-5. — Oscillogramme d'une bande (bande de 49 m de radiodiffusion tel qu'il apparaît sur l'écran fluorescent. Les stations stables, bien pilotées et officielles sont *a, b, h, c, d, e*. L'émission *i* est une station clandestine qui interfère visiblement avec *h*. (Voir page 9.)



Réception de deux signaux
à l'aide d'un récepteur
panoramique.



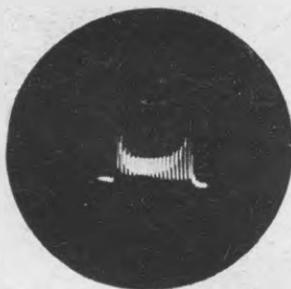
Spectre d'une
modulation d'amplitude.



Spectre d'une modulation
de fréquence.

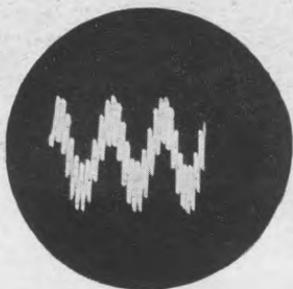
L'indice de modulation :

$$m = \frac{\Delta F}{F \text{ modulation}} \quad m \ll 1$$

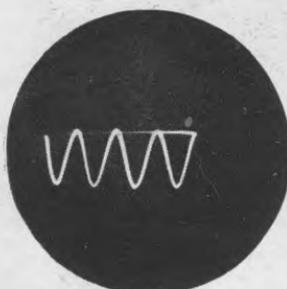


Spectre d'une
modulation de fréquence :

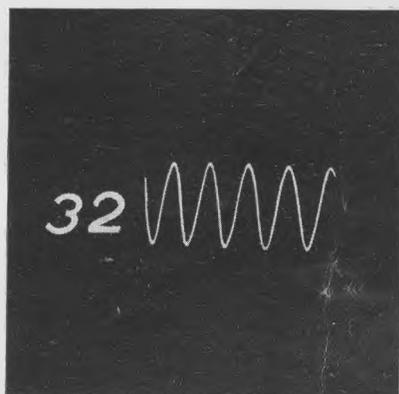
$$m \gg 1$$



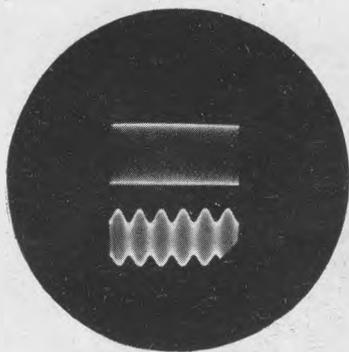
Réception d'un signal mo-
dulé en amplitude et
brouillé par un autre
signal.



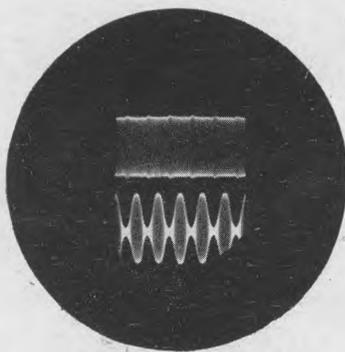
Réception du même signal
modulé en fréquence et
brouillé par un autre
signal.



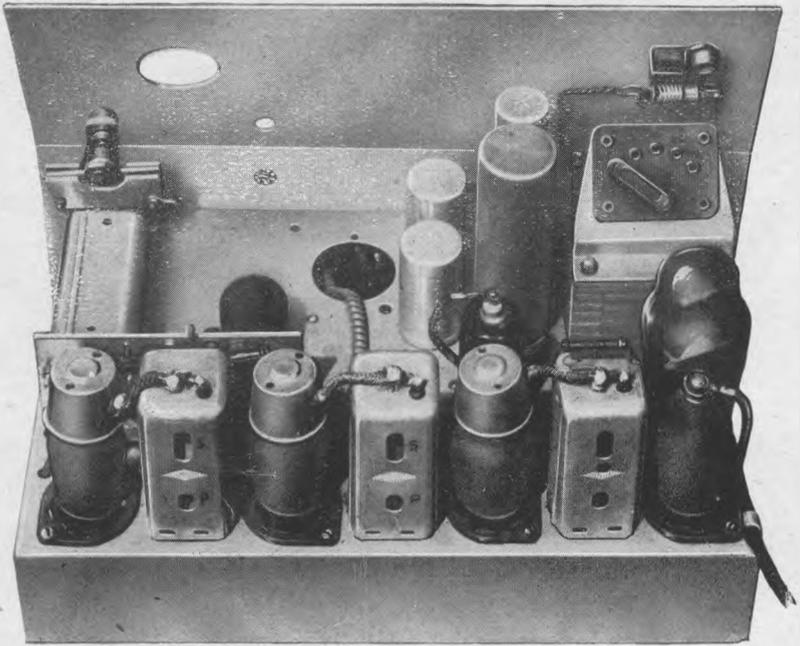
Réception d'un signal puissant module en fréquence et brouillé par trois autres signaux.



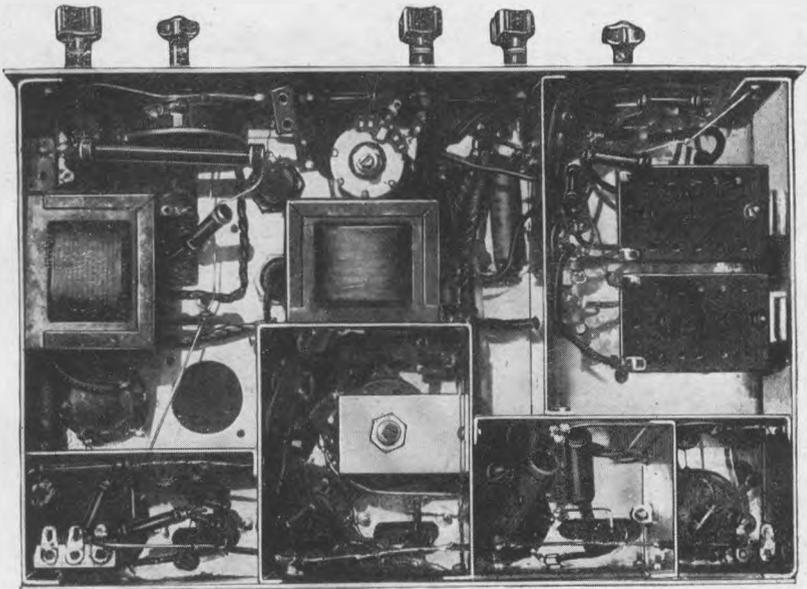
Le signal du bas de la figure est celui qui est appliqué à l'entrée du limiteur et le signal du haut est celui à la sortie du limiteur :
 $m = 30 \text{ 0/0}$



Même fonctionnement que celui de la figure 8. Le signal est modulé à 80 0/0.



Vue supérieure du récepteur panoramique.



Vue de l'intérieur du récepteur panoramique.

TABLE DES MATIÈRES

Préface	V
Introduction	VII

CHAPITRE PREMIER

Le spectre d'une bande	1
Le principe de la méthode	2
La méthode électronique	3
La bonne solution	5
Les récepteurs complets	9

CHAPITRE II

Généralités sur la réception panoramique	11
Les nouvelles applications de la réception panoramique	13
La mesure des fréquences	16
Mesure de la modulation de fréquence	20
Mesure de la surtension d'un bobinage	21
Mesure d'une sélectivité	22
Réalisation pratique du récepteur de mesures	22
Tableau résumant les possibilités du récepteur panoramique	25

CHAPITRE III

Quelques applications nouvelles de l'analyse cinématique.	
Block-système pour trafic ferroviaire	31
Dispositif pour l'étalonnage rapide et précis des générateurs H.F. et B.F.	33
Analyseur d'harmoniques	35
Expansur d'échelles	38

★ **UN LABORATOIRE** sur votre TABLE! ★

VOUS qui désirez améliorer votre situation, créer une affaire sans quitter vos occupations, confiez votre avenir à des ingénieurs spécialisés. — Certificat de fin d'études — Préparation aux carrières d'État.

- **RADIOTECHNICIEN** •
- **ÉLECTROTECHNICIEN** •

45 leçons modernes sur la Radio - la Télévision - le Cinéma - Dépannage et Construction, et 130 pièces contrôlées pour les montages pratiques.

45 leçons claires et simples sur les installations - Tous les calculs pratiques d'électricité et les 4 coffrets de montages des moteurs.

Demandez sans tarder et en joignant 10 frs, notre album
" LA RADIO et ses APPLICATIONS, MÉTIERS D'AVENIR "

INSTITUT ELECTRO-RADIO
6, RUE DE TÉHERAN, PARIS (8^e)

PUB. RAPY.

avec
80 SCHEMAS
modernes

RADIO.M.J.
NOUVEAU CATALOGUE
1947
52 PAGES
PRIX 15^F.

envoi de ce catalogue contre 15^F en timbres

RADIO.M.J.
19, RUE CLAUDE BERNARD (5^e)
OU 6, RUE BEAUGRENELLE (15^e) **PARIS**

CHAPITRE IV

Altimètre et détecteur d'obstacles 40

CHAPITRE V

Radio-goniométrie à modulation de fréquence..... 45
« Top » de tarage 46
Tube à champ tournant 47
Détermination d'un gisement 47
Balisage des routes 47

CHAPITRE VI

Une nouvelle méthode de vérification des récepteurs 50
Analyseur H.F. 50
Analyseur B.F. 57
Courbe de réponse 60

CHAPITRE VII

Réalisation d'un analyseur-générateur 64
Caractéristiques du nouvel analyseur cinématique 64
Possibilités de l'analyseur-générateur 68
Construction de l'analyseur-générateur..... 68
Description du schéma de principe 69

CHAPITRE VIII

Second type de réalisation d'un récepteur panoramique.
Schéma de principe 74
Wobulateur 75
Schéma général de l'appareil 76
Commutations et réglages 76
Mise au point 76
Utilisation 79

CHAPITRE IX

Quelques autres applications de la réception panoramique.
Mesure de la microphonie 80
Etalonnage des chronomètres 80
Analyse du spectre d'une émission 80

UNE DOCUMENTATION INÉDITE

LA NOMENCLATURE DES SPÉCIALITÉS RADIO

Édition générale Bleue

*800 spécialités classées alphabétiquement, avec le nom
de leurs fabricants ou fournisseurs (matières premières,
accessoires, appareils, façonnages, etc...)*

6.000 adresses de fabricants et marques. 12.000 reports.

286 pages.

L'ouvrage le plus pratique, le plus précis pour
l'ingénieur, le constructeur, le dépanneur, l'artisan,
le revendeur.

Prix : **675 fr.** — Franco recommandé : **690 fr.**



LIBRAIRIE
SCIENCES ET LOISIRS

17, avenue de la République — PARIS-XI^e

— Compte Chèque Postal : PARIS 3793.13 —

CE BANC DE MESURE

POLYBLOC

CONSTITUÉ PAR UN ENSEMBLE DE BLOCS ÉTALONNÉS POUVANT ÊTRE ACQUIS SÉPARÉMENT ET AYANT CHACUN UNE UTILISATION IMMÉDIATE, PEUT ÊTRE AINSI MONTÉ PROGRESSIVEMENT.

PONTOBLOC

Pont de mesures et de comparaison en % par rapport à des étalons extérieurs, des résistances, capacités et self-inductions.

DÉTECTOBLOC

- 1° Détecteur visuel pour le PONTOBLOC
- 2° Avec le Microampèremètre forme un Voltmètre électronique.

HÉTÉROBLOC

Générateur H. F. couvrant de 100 KHz à 32 MHz (3.000 à 9,35 m). Permet également la mesure des faibles capacités.

MICROBLOC

Microampèremètre de précision de 120 mm de diamètre. Son cadran comporte 6 échelles pour l'utilisation avec le MULTIBLOC et 3 échelles pour le DÉTECTOBLOC.



OSCILLOBLOC

Générateur B. F. à 6 fréquences fixes. Sert également pour alimenter le PONTOBLOC et moduler l'HÉTÉROBLOC.

ALIMENTABLOC

Alimentation régulée du BANC, servant également de survolteur-dévolteur et d'alimentation de secours pour maquette à l'étude.

MULTIBLOC

Forme avec le MICROBLOC un contrôleur universel à 40 sensibilités pour la mesure des tensions, intensités, résistances et capacités.

**COMPTOIR M. B.
RADIOPHONIQUE**

160, Rue Montmartre, Paris (2°)

Possibilités

Toutes les mesures de tensions et d'intensités, continues et alternatives; de résistances ohmiques et inductives; de capacités à air, au mica, au papier et électrochimiques; de self-inductions à air et à fer, de niveaux en décibels, de basses et hautes fréquences, etc. peuvent être rapidement et facilement effectuées avec une précision de l'ordre de 1%.
L'ensemble livré en blocs détachés étalonnés au complet sous forme de pupitre ou de valise.
Documentation abondante avec schémas pour montage et emplois contre 15 frs.

Toutes les applications du **QUARTZ**

HAUTE ET BASSE

FRÉQUENCE

PRÉCISION

STABILITÉ



TOUS LES QUARTZ

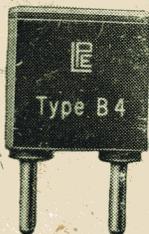
DE

4 kilocycles
à

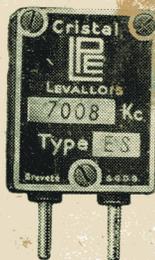
30 mégacycles
SUR FONDAMENTALE

Nombreux modèles
pour
Émission - Réception

Documentation sur demande



Types B, BF, BL



Types E, EG, EM,
ES, ESG

LABORATOIRE DE PIEZO ELECTRICITÉ, 17^{bis}, Rue Rivoy, LEVALLOIS (Seine)
Agent Général pour l'ALGÉRIE : LABORATOIRE RADIO-ELECTRIC, 13, Rue Rovigo, ALGER