

# L'ONDE ÉLECTRIQUE

36<sup>e</sup> ANNÉE - N° 349

AVRIL 1956

PRIX : 300 FRANCS

REVUE MENSUELLE DE LA SOCIÉTÉ DES RADIOÉLECTRICIENS  
ÉDITIONS CHIRON, 40, RUE DE SEINE, PARIS - 6<sup>e</sup>



Le  
SE 210 Caravelle,  
équipé d'antennes STAREC —  
Multicoupleur VHF STAREC, type  
HV 12 — Ligne de mesure STAREC,  
type LM 101

## DANS CE NUMÉRO

Tubes à onde progressive sur la longueur  
d'onde de 4 cm, A. BOBENRIETH et O. CAHEN —  
« Carcinocrons-O » : récents développements,  
P. PALLUEL — Radars à poursuite automa-  
tique, P. BOUVIER — Réseaux mobiles  
en ondes métriques, H. KÉNARD et  
M. BRULEY — Normalisation des  
équipements de télévision,  
A. CHIRON

# L'ONDE ÉLECTRIQUE

Revue Mensuelle publiée par la Société des Radioélectriciens  
avec le concours du Centre National de la Recherche Scientifique

Vol. XXXVI

AVRIL 1956

N° 349

ÉDITIONS CHIRON, 40, rue de Seine, PARIS-6<sup>e</sup>. — C.C.P. Paris 53-35

Abonnements 1 an : France : 3.000 F ; Étranger : 3.300 F — Prix de ce N° : 100 F

Exclusivité de la Publicité : M. R. DOMENACH, 161, bd Saint-Germain, PARIS-6<sup>e</sup>, Tél. LIT. 79-53

## SOMMAIRE

	Pages
Les tubes à onde progressive sur la longueur d'onde de 4 cm étudiés et réalisés au Centre National d'Études des Télécommunications.....	A. BOURNICHET et G. CAHEN, 307
Récents développements dans le domaine des tubes « Carcinotrons - O - ».....	P. PALLUEL, 318
Les radars à poursuite automatique .....	P. BOUVIER, 326
Quelques aspects particuliers des réseaux mobiles en ondes métriques.....	H. RENARD et M. DRULY, 348
La normalisation des équipements de télévision à la Radiodiffusion-Télévision Française.....	L. GOUSSOT, 352
A propos d'un film .....	R. BROCHET, 369
Congrès et Expositions .....	370
Documentation technique.....	372

*Sur notre couverture :*

- L'avion SE 210 Caravelle équipé d'antennes STAREC.
- Le multicoupleur VHF STAREC, MV 12, à cavités accordables entre 100 et 156 MHz, permet de connecter 12 émetteurs ou récepteurs sur la même antenne, sans brouillages, même pour un écart de fréquence de 200 kHz entre émetteurs.
- Ligne de mesure STAREC LM 101 couvrant la gamme de 100 à 3 300 MHz.

STAREC : Société Technique d'Application et de Recherche Électronique, 31, rue Hippolyte-Mûlin, Montrouge (Seine). Tél. : ALÉSIA 75-70.

Les opinions émises dans les articles ou comptes rendus publiés dans L'Onde Électrique n'engagent que leurs auteurs.

## SOCIÉTÉ DES RADIOÉLECTRICIENS

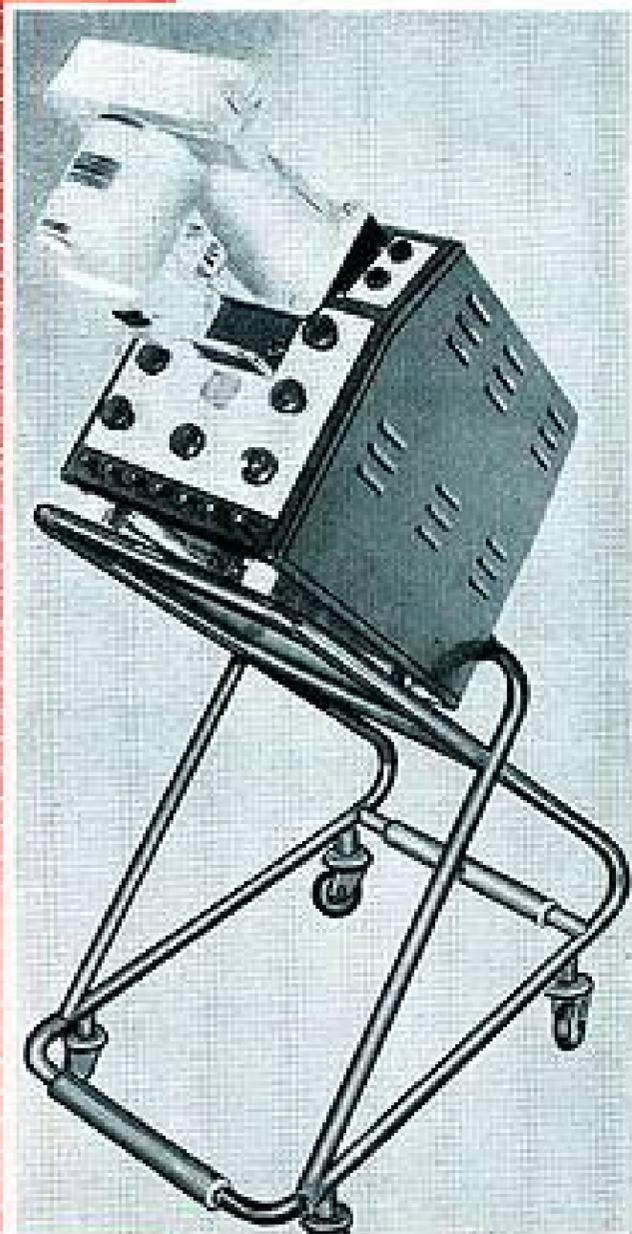
10, Avenue Pierre-Larousse, Malakoff (Seine). — Tél. ALÉSIA 04-16 — C.C.P. Paris 697-38

# COSSOR

# OSCILLOSCOPES "COSSOR"

TYPE	DEFLEXION VERTICALE			BALAYAGE HORIZONTAL			ETALON- NAGE		TUBE			Observations
	Bande passante	Sensibilité	T. de montée	Vit. maximum	Vit. minimum	Retard	X	Y	$\mu$	Ecran	P. D. A.	
1035	30 Hz - 7 MHz	0,01 V/cm		0,7 cm/ $\mu$ s	70 cm/s		oui	oui	10 cm	D, J, ou L (1)		2 faisceaux
1039M	25 Hz - 3,5 MHz	0,25 V/cm		2,5 mm/ $\mu$ s	70 cm/s		non	non	7 cm	D		1 faisceau
1049	0 - 100 KHz	33 mV/cm		0,6 mm/ $\mu$ s	6 cm/s		oui	oui	10 cm	D, J, ou L		2 faisceaux
1056	5 KHz - 80 MHz	0,2 V/cm	0,01 $\mu$ s	10 cm/0,1 $\mu$ s	10 cm/300 $\mu$ s	0,15 $\mu$ s	oui	oui	10 cm		4 ou 8 KV	1 fais. - Sonde 2 pF - 20 M $\Omega$
1058	0 - 4 MHz	0,25 V/cm	0,1 $\mu$ s	1,5 cm/ $\mu$ s	40 cm/s		oui	oui	10 cm	D	1,8 KV	1 faisceau amplificateur X
1059	5 Hz - 10 MHz	0,2 V/cm	0,04 $\mu$ s	10 cm/ $\mu$ s	50 cm/s	0,25 $\mu$ s	oui	oui	10 cm		3 KV	2 faisceaux identiques

1035



(1) D = écran vert,  
J = écran bleu (recommandé pour photographies),  
L = écran à remanence bleu-vert.

NOTA — Les appareils sont normalement livrés avec l'écran souligné dans le tableau.

1059

La camera modèle 1428 permet la photographie vue par vue des phénomènes observés sur l'écran; utilisée avec son moteur modèle 1431 (à vitesses comprises entre 0,12 et 62,5 cm/s) l'enregistrement continu des phénomènes devient possible.

Un chariot spécialement conçu permet le déplacement facile et silencieux de l'appareil.

1039 M



## Leland Radio Import Co.

M. BAUDET - 6, RUE MARBEUF - PARIS 8<sup>e</sup> - TÉL. ÉLY. + 11-25

# LES TUBES A ONDE PROGRESSIVE SUR LA LONGUEUR D'ONDES DE 4 cm ÉTUDIÉS ET RÉALISÉS AU CENTRE NATIONAL D'ÉTUDES DES TÉLÉCOMMUNICATIONS

PAR

A. BOBENRIETH et O. CAHEN

*Ingénieurs au C.N.E.T.*

## But de l'étude.

L'Administration des P.T.T. envisage actuellement d'utiliser la bande des 4 cm pour les faisceaux hertziens. Il a donc été demandé au Groupe « Tubes » du C.N.E.T. d'étudier un tube amplificateur pour cette bande. Les caractéristiques demandées sont les suivantes :

- Gain supérieur à 25 dB ;
- Puissance de sortie supérieure à 300 milliwatts ;
- Circuits d'entrée et de sortie réalisés de façon à permettre leur adaptation au guide standard dans une bande de 20 Mc/s autour de toute fréquence comprise entre 7 000 et 8 000 Mc/s avec un taux d'ondes stationnaires inférieur à 1,1 ;
- Tension d'alimentation comprise entre 1 000 et 1 500 volts.

## LE TUBE A ONDE PROGRESSIVE.

Ce tube est le mieux adapté, compte tenu de la technique actuelle, à la résolution de ce problème. Son fonctionnement est fondé sur l'interaction d'un faisceau d'électrons et d'une onde se propageant le long d'un même axe, à des vitesses sensiblement égales. Les électrons, en se groupant en paquets,

cèdent à l'onde une partie de leur énergie cinétique et amplifient l'onde.

Un tube à onde progressive se compose donc essentiellement d'un faisceau d'électrons et d'une ligne de transmission, support de l'onde. D'où trois problèmes :

- La production d'un faisceau d'électrons ;
- La réalisation d'une ligne de transmission adéquate ;
- l'excitation de la ligne par le signal à amplifier et le transfert du signal amplifié au circuit d'utilisation.

La tension d'alimentation du tube détermine la vitesse des électrons aux environs de  $\frac{1}{15}$  de la vitesse

de la lumière. La ligne de transmission doit donc être une ligne à retard et l'onde qu'elle supporte doit avoir son champ électrique dirigé suivant l'axe du faisceau. L'expérience acquise par des années d'études sur les tubes à onde progressive a conduit à choisir une hélice comme ligne à retard.

## Le tube CNET S-45.

La figure 1 montre une coupe du tube S-45. Dans la boîte A qui sert de blindage magnétique se trouve

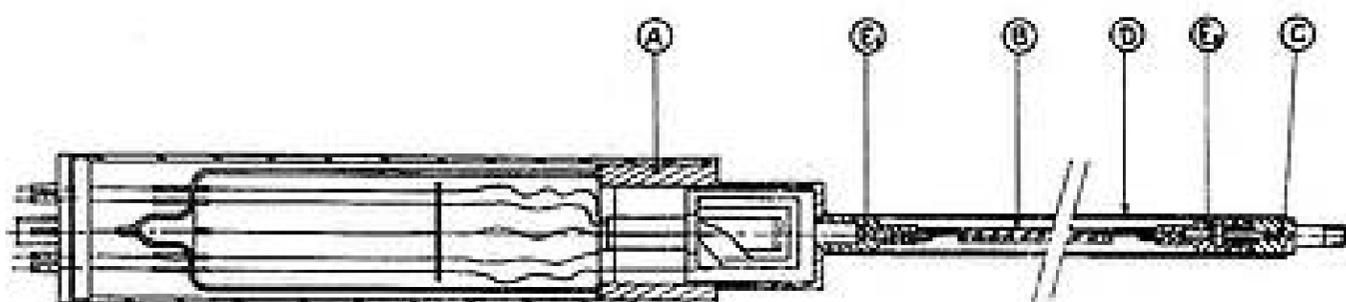


FIG. 1. — Coupe du tube S-45 terminé.

# les radiotéléphones S.F.R.

VHF à modulation de phase

## portatifs série M.F. 710

Pour postes portatifs.

Portée 2 à 15 km.

Alimentation par batterie rechargeable incorporée.

## mobiles série M.F. 760

Pour voitures légères ou poste fixe.

Portée 20 à 50 km.

Alimentation à partir d'une batterie 6, 12 volts ou à partir du secteur.

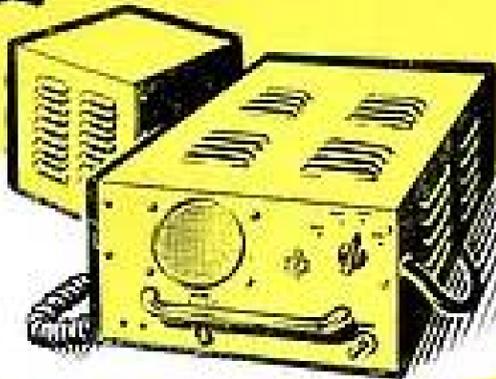
Possibilité de liaison au réseau téléphonique.

Poids et encombrement réduits.

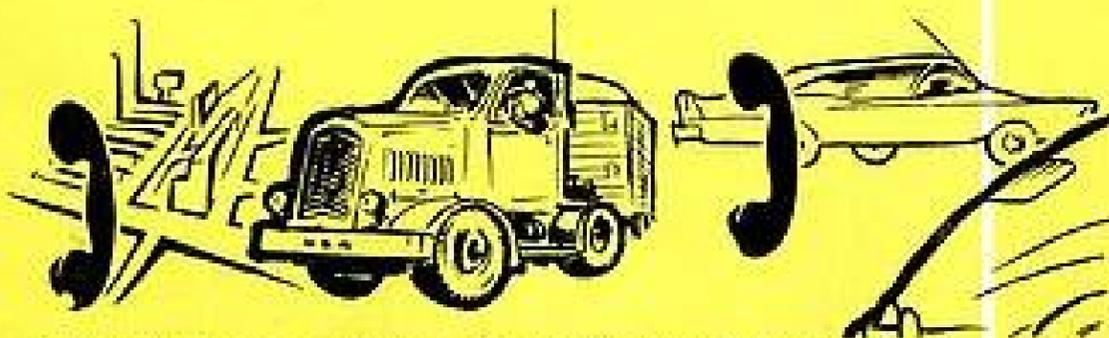
Faible consommation d'énergie.

Robustesse et simplicité d'exploitation.

Nombreux domaines d'applications.



M. F. 760 - Émetteur-récepteur : 35 x 19 x 13 cm.  
Alimentation : 28 x 16 x 13 cm.



APPLICATIONS - Usines - Chantiers - Police - Pompiers - Transports automobiles - Exploitations agricoles, forestières, minières, pétrolières - Chemins de fer - Reportages - Escorte de convois, etc.... etc.



**Société Française Radio-électrique**

79, Bd HAUSSMANN, PARIS VIII - ANJOU 84-60

PUBL. RAPPY

le canon à électrons qui produit un faisceau cylindrique de diamètre 0,6 mm. Ce faisceau traverse l'hélice B (diamètre 1 mm, longueur 120 mm). Après leur passage à travers l'hélice, les électrons sont recueillis par le collecteur C.

L'hélice est soudée sur les embouts  $E_1$  et  $E_2$  qui servent respectivement à exciter l'onde ralentie sur l'hélice et à transférer l'onde amplifiée au circuit d'utilisation. Le faisceau est stabilisé le long de l'axe de l'hélice par le champ magnétique d'une bobine de même axe que le tube.

#### Le faisceau d'électrons.

L'étude théorique du fonctionnement du tube montre que pour une haute tension comprise entre 1 000 et 1 500 volts, le courant transporté par le faisceau doit être de l'ordre de 10 mA, les essais du tube nécessitant de pouvoir le faire varier de 0 à 15 mA.

partout où la place réservée au faisceau est réduite à un cylindre de diamètre 1 mm : hélice et embouts d'entrée et de sortie, soit sur une longueur de 145 mm.

Des aimants, même en Ticonal G dont le champ coercitif est 580 oersteds, ne peuvent donner un champ suffisant, la longueur du tube empêchant d'utiliser un aimant en fer à cheval. Il a donc été ajouté à ces aimants une bobine donnant un champ de même sens, les aimants étant placés à l'extérieur de la bobine pour que le champ de celle-ci ne les désaimante pas.

Le champ magnétique sur la cathode est réduit à moins de 5 oersteds par l'enceinte du canon, en alliage Dilver P à haute perméabilité magnétique.

#### LE CANON A ÉLECTRONS (figure. 2)

Le canon réalisé comporte :

— Une cathode à oxydes concave, de rayon de courbure 7 mm, de diamètre 4 mm ;

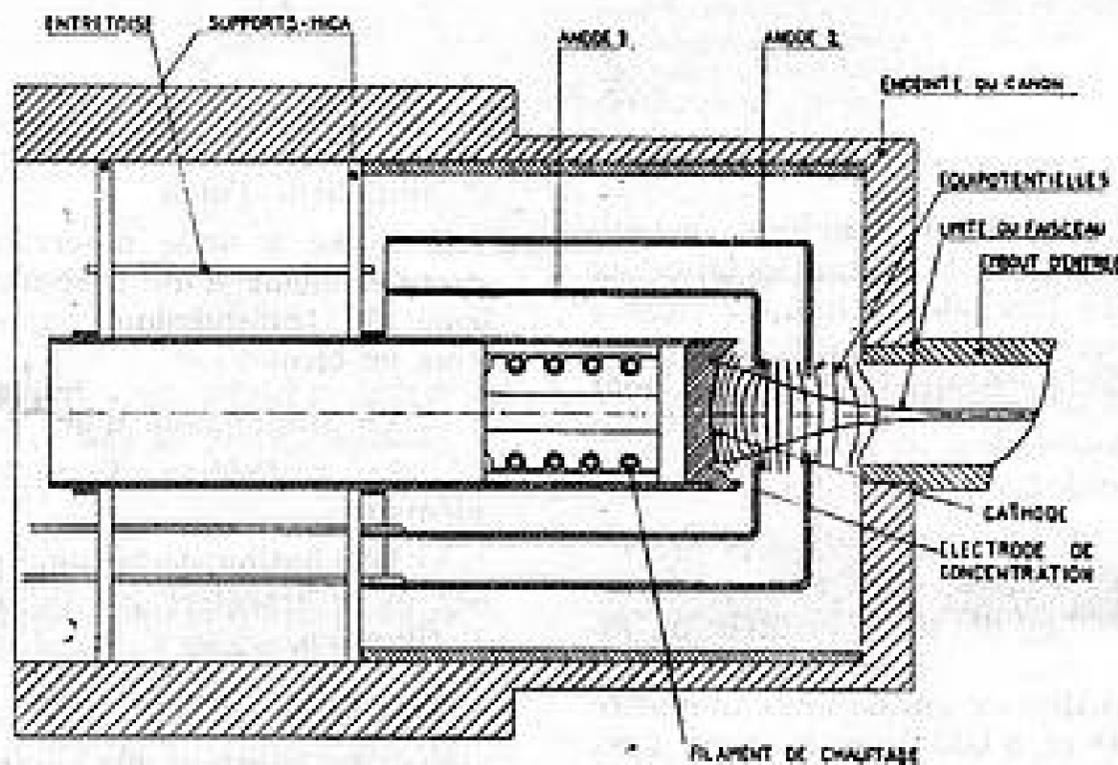


FIG. 2. — Coupe du canon S-402.

Le diamètre de la cathode a été fixé à 4 mm pour limiter la densité maximum d'émission à 0,1 ampère par  $\text{cm}^2$  et assurer ainsi au tube une durée de vie satisfaisante. L'hélice étant constituée par un fil très fin, donc très fragile, on ne peut tolérer aucune interception de courant par cette hélice. Comme son diamètre intérieur est égal à 1 mm, le diamètre du faisceau ne doit en aucun point dépasser 0,8 mm, sauf à l'intérieur du canon ou dans le collecteur.

Les difficultés de la focalisation viennent essentiellement de la grande différence entre les densités de courant exigées, d'une part à l'intérieur de l'hélice, d'autre part sur la cathode, ainsi que de la présence des guides de couplage qui limitent la longueur de la bobine de focalisation.

#### LES CIRCUITS MAGNÉTIQUES.

Le champ magnétique qui doit assurer la focalisation du faisceau doit être supérieur à 800 oersteds,

— Une électrode de concentration, soudée à la cathode, pour compenser la tendance du faisceau à diverger sous l'effet de la charge d'espace ;

— Une première anode, destinée à régler la focalisation ;

— Une deuxième anode permettant de régler l'intensité du faisceau sans altérer la qualité de la focalisation ;

— Une troisième anode constituée par l'enceinte en Dilver P, destinée à accélérer les électrons à la vitesse convenable.

#### L'ÉTUDE DES PROBLÈMES D'OPTIQUE ÉLECTRONIQUE.

Cette étude a pu être très rapidement effectuée, grâce aux méthodes spécialement mises au point au C.N.E.T.

La représentation exacte des champs électriques

# le condensateur DE HAUTE QUALITÉ

The advertisement features a central logo of a bell with the word "Standard" written across it. Surrounding this logo are several different types of capacitors: cylindrical electrolytic capacitors, rectangular electrolytic capacitors, and various types of paper capacitors. The background consists of horizontal orange and yellow stripes. A central white box contains the following text:

- Condensateurs électrolytiques conformes aux normes JAN C 62
- Condensateurs au papier conformes aux normes MIL C 25 A
- Condensateurs au papier métallisé

At the bottom of the advertisement, the text "est la spécialité" is written in a large, stylized, cursive font.

DE LA

**Standard Téléphone et Radio S.A.**

Zurich, Seestr. 395, Case postale Zurich 39, téléphone (051) 45 28 00 Succursale à Berne

1645

**L.M.T.**

AGENT EXCLUSIF POUR LA FRANCE

46, QUAI DE BOULOGNE - BOULOGNE-BILLANCOURT (SEINE) - TÉL.: + MOL. 50-00

dans le canon à électrons a été obtenue à l'aide d'une cuve électrolytique de haute précision (figures 3 et 4). Cette cuve électrolytique permet le tracé automatique des cartes complètes de potentiels

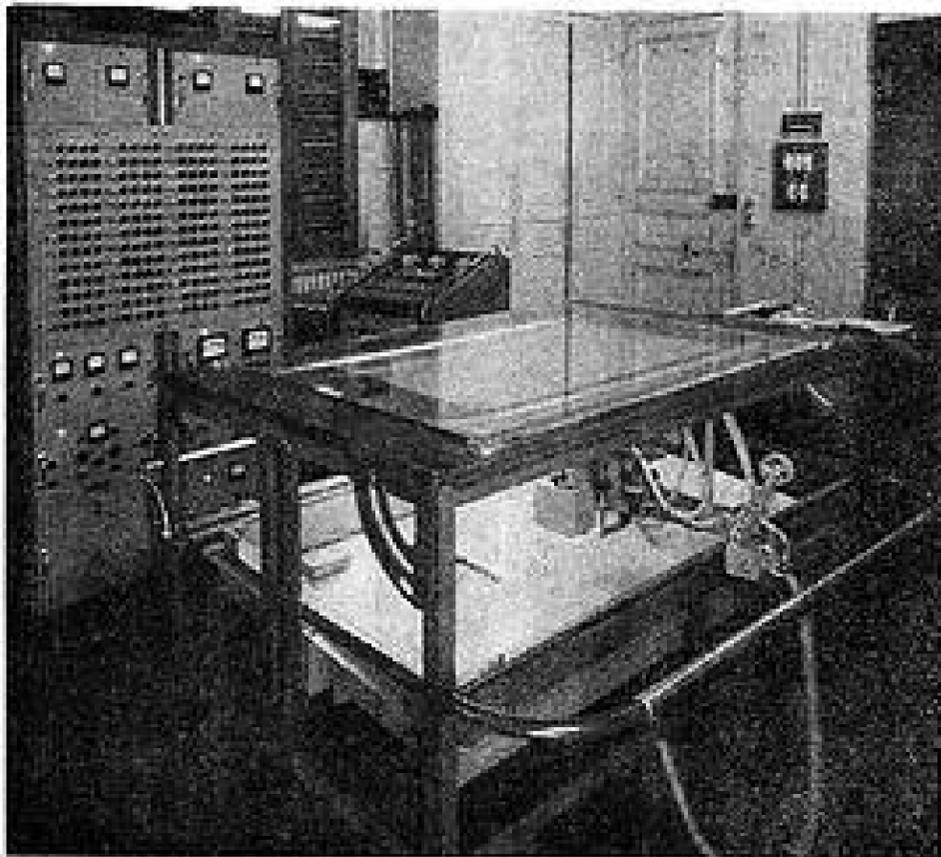


FIG. 3. — Vue d'ensemble de la cuve électrolytique automatique.

dans un espace présentant une symétrie de translation ou de révolution. Le tracé des équipotentielles s'effectue sans aucune intervention manuelle, à une vitesse de l'ordre de 5 mm par seconde, soit environ 20 minutes pour une carte complète. Les potentiels sont repérés avec une précision de l'ordre de  $10^{-4}$  et les erreurs de position ne dépassent pas 0,5 mm sur une surface utile d'un mètre carré.

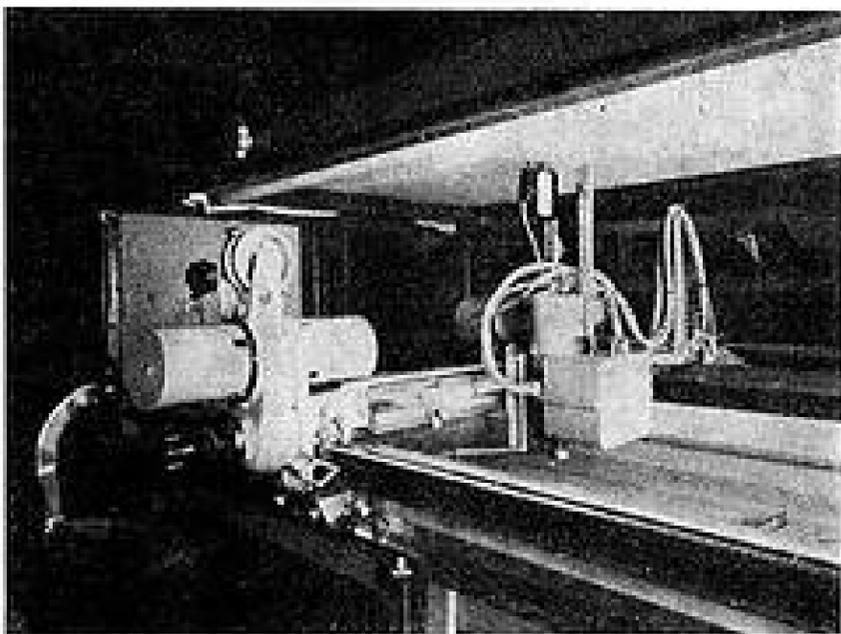


FIG. 4. — Détail du chariot porte-sonde de la cuve.

Cette représentation des champs dans le canon (figure 2) a servi, d'une part à déterminer la forme du faisceau, et, d'autre part, à calculer l'intensité du courant émis par la cathode en régime permanent, en fonction des tensions appliquées aux électrodes du canon.

Les trajectoires des électrons dans le canon ont été tracées en tenant compte des corrections les plus

importantes : existence d'un champ magnétique dans le canon, vitesses non nulles des électrons au moment où ils quittent la cathode, et surtout répulsion mutuelle des électrons formant le faisceau. Cette correction, dite de charge d'espace, a été calculée une fois pour toutes et peut facilement être appliquée à l'étude de n'importe quel problème d'optique électronique.

Le champ magnétique réalisé au moyen des aimants et des bobines a pu être mesuré directement, malgré les très faibles dimensions des éléments du tube, grâce au magnétomètre à turbine conçu et réalisé dans ce laboratoire.

La connaissance précise de la répartition du champ magnétique a permis de calculer numériquement les trajectoires complètes des électrons.

#### RÉSULTATS OBTENUS.

Le faisceau issu de ce canon, accéléré sous une tension de 1 300 volts, peut atteindre une intensité de 15 mA, dont plus de 90 % sont captés par le collecteur. Le canon à électrons calculé par les méthodes que nous venons d'indiquer a été utilisé sans retouches dans le tube réalisé.

#### L'hélice.

Trois conditions sont imposées à l'hélice :

— Une répartition convenable des champs pour amener un couplage correct entre l'onde et les électrons ;

— Une vitesse de phase de l'onde le long de l'axe égale à la vitesse des électrons ;

— Une atténuation suffisante pour éviter l'auto-oscillation du tube.

La répartition des champs est assurée par la forme et les dimensions de l'hélice. Elle dépend de la forme et de la nature du diélectrique nécessaire pour supporter l'hélice.

La vitesse de phase doit être la même sur toute la longueur du tube. Sa régularité dépend de la constance du pas au bobinage du fil qui constitue l'hélice. Cette vitesse de phase doit donc être mesurée avec une grande précision sur les hélices réalisées. Pour ce faire, on provoque la formation d'ondes stationnaires le long de l'hélice, en la fermant sur un court-circuit mobile. Ce court-circuit est constitué par une petite hélice bobinée en sens inverse autour de l'hélice à mesurer, et dont le fil a une longueur  $\frac{3\lambda}{4}$ . Une sonde fixe couplée au guide

d'onde qui alimente la ligne permet de mesurer l'amplitude des ondes stationnaires. Le déplacement du court-circuit entre deux points consécutifs de tension minimum sur la sonde mesure la demi-longueur d'onde sur l'hélice. On opère en fait sur un grand nombre de demi-longueurs d'onde. La

# ALIMENTATIONS

## Stabilisées

Agence PUBLITEC-DOMENACH



### ● ALIMENTATION POUR KLYSTRONS type SCF 200

A) Alimentation des klystrons à faible puissance et cavité incorporée (2 K 25, 2 K 29, VA 203, etc.).

- 1° Tension « cavité » : 300 volts - 50 mA - stabilité : 3 %
- 2° Tension « réflecteur » ajustable de 50 à 300 V - 200  $\mu$ A - stabilité : 3 % - ronflement : 5 mV.
- 3° Tension en signaux carrés à 1 000 Hz - 0 à 80 V (appliquée au réflecteur avec dispositif de « clamping »).
- 4° Tension en dents de scie (0 à 80 V) pour modulation de F.
- 5° Microampèremètre pour contrôle de la tension et du débit « cavité » et de la tension « réflecteur ».

B) Alimentation des oscillateurs Ferisol OS 301 (800 à 2 000 MHz) et OS 401 (2 000 à 4 000 MHz).

300 volts pour la cavité, 600 volts pour l'alimentation du réflecteur ; des tensions filaments pour les klystrons (5 836, 5 837) et les tubes de modulation ; une tension de modulation en signaux carrés ou dents de scie à 1 000 Hz (80 V).

Documentation et prix franco sur demande

● ALIMENTATION STABILISÉE type CF 101  
Tension continue stabilisée  $\pm 1\%$  (pour  $\pm 10\%$  secteur) de 0 à 100 mA de débit réglable de façon continue entre 170 et 300 V.  
Débit maximum : 120 mA.  
Tension de ronflement  $< 5$  mV.  
Borne (+) ou borne (-) à la masse.  
Tension alternative  $\approx 6,3$  V - 5 A. L'une ou l'autre des bornes extrêmes à la masse.  
Fusibles de sécurité.

● ALIMENTATION STABILISÉE type CF 301 C  
Tension continue stabilisée  $\pm 1\%$  (pour  $\pm 10\%$  secteur) de 0 à 100 mA de débit réglable de façon continue entre 30 V et 300 V.  
Tension de ronflement  $< 5$  mV.  
Borne (+) ou borne (-) à la masse.  
Tension alternative  $\approx 6,3$  V - 5 A. L'une ou l'autre des bornes extrêmes peut être mise à la masse.  
Un galvanomètre commutable permet la mesure de la tension ou de l'intensité continue. Possibilité de mise en parallèle de deux alimentations.



**ETS GEFROY & C<sup>IE</sup>**  
18, Avenue P. VAILLANT-COUTURIER

**FERISOL**

SOCIÉTÉ ANONYME CAPITAL 72.192.000 F.

TRAPPES (S. & O.) - MAN. 97-36 à 97-38

diminution de l'amplitude des ondes stationnaires en fonction de la position du court-circuit permet de connaître l'atténuation par centimètre d'hélice. Le court-circuit est entraîné le long de l'hélice par une vis, et un moteur, pendant que la sortie de l'amplificateur de sonde est relevée sur un enregistreur déroulant sa bande à une vitesse proportionnelle à celle du court-circuit. La photographie (figure 5) représente le dispositif d'enregistrement.

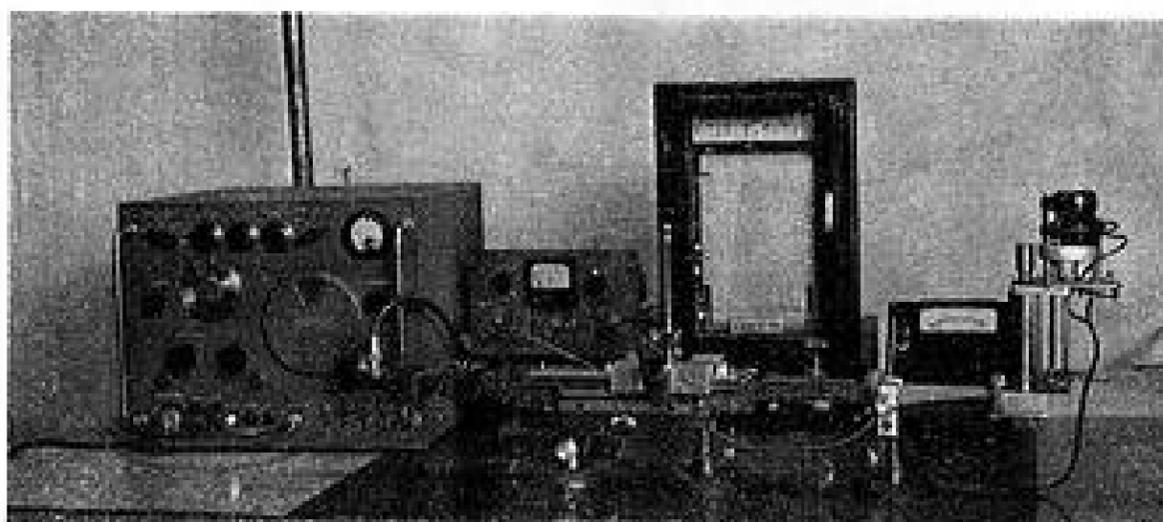


FIG. 5. — Dispositif d'enregistrement des caractéristiques de l'hélice.

Après de nombreux essais, on a été conduit, pour assurer la constance de l'atténuation et de la vitesse de phase en fonction de la fréquence, à utiliser une hélice contenue dans un tube de verre de section triangulaire.

Pour donner à l'atténuation le long de l'hélice une répartition convenable, on réalise les hélices en deux parties. La première partie est en fer (longueur 85 mm) l'autre est en molybdène (longueur 35 mm). Les deux fils de fer et de molybdène, de même diamètre, sont soudés bout à bout avant le bobinage de l'hélice. L'utilisation du molybdène du côté de la sortie a permis d'augmenter la puissance de saturation du tube d'une dizaine de décibels.

#### Adaptation.

Le problème est d'amener le signal à amplifier du guide d'entrée sur l'hélice (côté canon) puis de transférer le signal amplifié de l'hélice au circuit d'utilisation (côté collecteur).

Les buts recherchés sont les mêmes de chaque côté et le problème est posé de la même manière :

— adapter l'impédance d'entrée (ou de sortie) du tube à celle du guide standard pour que le tube soit vu du guide comme une terminaison adaptée ;

— transmettre la plus grande proportion possible de l'énergie H.F. du guide au tube (ou du tube au guide).

Ces deux buts sont confondus à condition que l'énergie H.F. qui ne passe pas du guide à l'hélice soit entièrement réfléchi. Il faut donc pour cela annuler les pertes d'énergie dues essentiellement à deux causes : l'absorption dans les matières

constituant la transition et les fuites vers l'espace extérieur.

L'absorption est réduite par le choix des matériaux peu atténuants : l'embout d'entrée, en particulier, est en molybdène, les pièces d'isolement sont en mica ou en téflon, matériaux qui absorbent peu.

Les fuites vers l'espace extérieur sont réduites

par l'utilisation de pièges qui ramènent une impédance nulle à la jonction entre le guide et le tube de verre par lequel des fuites pourraient se produire.

L'hélice étant considérée comme le conducteur intérieur d'une ligne coaxiale, est raccordée à une succession de tronçons de lignes coaxiales d'impédances variables formant transformateur d'impédance entre cette structure coaxiale et le guide d'ondes.

Il s'est révélé nécessaire d'utiliser un guide d'ondes aplati dont la largeur intérieure est de 3,6 mm, pour pouvoir rapprocher du canon les extrémités de la bobine de focalisation. Une transition progressive permet le passage du guide plat au guide standard sans réflexion importante. L'étude de la transition a été ramenée à une mesure des taux d'ondes stationnaires dans le guide, la charge adaptée après la transition étant formée par l'hélice elle-même. Cette mesure a été effectuée avec une ligne de mesure formée par un tronçon de guide plat fendu, suivie d'une maquette de transition permettant de faire varier facilement tous les paramètres au moyen d'un jeu de pièces interchangeables.

#### L'adaptateur (figure 6).

L'adaptateur rassemble le support mécanique du tube, de la bobine et des aimants de focalisation, et les guides plats. Ces guides sont reliés à un tube qui sert de logement pour le TOP. Ce tube est assez petit pour que les modes guidés non ralentis ne puissent pas s'y propager.

La bobine est mobile et son déplacement permet de compenser un léger décentrement éventuel des éléments du tube. Afin de pouvoir mesurer le courant qui tombe sur l'hélice, celle-ci, qui est au potentiel de la masse, en est cependant isolée.

# Simulateur DE PILE ATOMIQUE

## ATOMIC PILE SIMULATOR "DJINN"



DES LABORATOIRES  
RENÉ DERVEAUX

**Q**U'IL S'AGISSE DE  
 ★ NEUTRONIQUE  
 ★ CINÉTIQUE  
 ★ CONTRÔLE DE PILE  
 ★ ÉLECTRONIQUE  
 ★ SERVO-MÉCANISMES  
 ★ TABLEAUX DE COMMANDES

*tous* CES PROBLÈMES  
 SONT ENTIÈREMENT TRAITÉS PAR  
 LE SIMULATEUR DE PILE "DJINN"

ALL YOUR PROBLEMS  
 • ATOMIC PILE CONTROL  
 • NEUTRONICS • KINETICS  
 • ELECTRONICS • SERVO-  
 MECHANISMS • CONTROL-  
 BOARD... ARE ENTIRELY  
 DEALT WITH PILE-SIMULATOR  
 "DJINN"



LABORATOIRES R. DERVEAUX FRANC





# Téléphonie

PAR COURANT PORTEUR

SUR LIGNE AÉRIENNE

★ TURQUIE

★ NORVÈGE

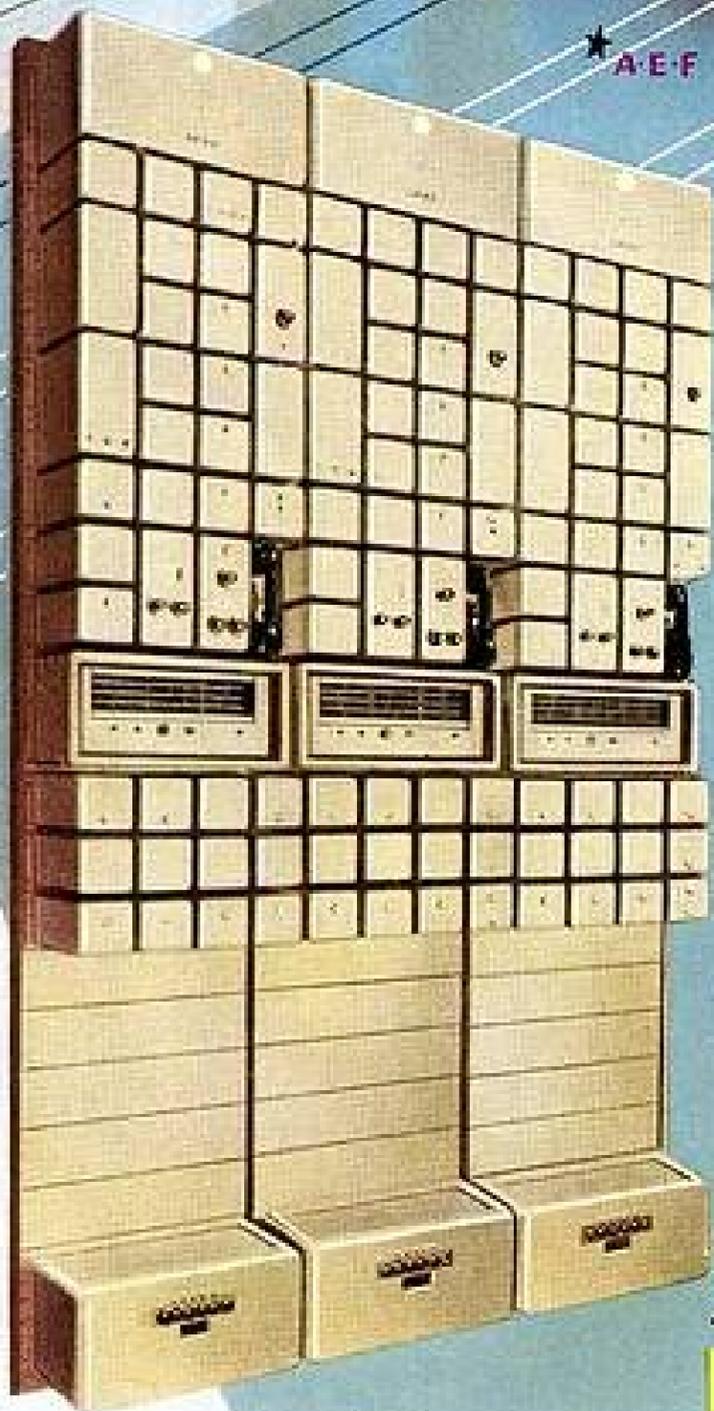
★ FINLANDE

★ GRÈCE

★ A-E-F

★ MADAGASCAR

★ A-O-F



★ *Madagascar*

STATION TERMINALE  
DE TANANARIVE  
*desservant*

- FIANARANTSOA
- TAMATAVE
- MAJUNGA

EN COURS  
D'ÉQUIPEMENT

TÉLÉCOMMUNICATIONS  
*Radioélectriques et Téléphoniques*

**TRT**

26 RUE BOYER — PARIS - XX<sup>e</sup> — TEL : MEN 62-94

on retire le mandrin après avoir cassé le verre en (10). Il sort facilement du fait que le coefficient de dilatation du mandrin (acier :  $130 \times 10^{-7}$ ) est plus élevé que celui du verre utilisé (verre Mo =  $50 \times 10^{-7}$ ) et que l'aquadag a évité le collage.

Le procédé est applicable à l'obtention de tubes cylindriques calibrés de tous diamètres même très petits ( $\varnothing 1$  mm) et également à celle de tubes de section polygonale, en particulier triangulaire. Toutefois, pour ces derniers on éprouve une certaine difficulté à sortir un mandrin en acier après l'opération. Il est préférable d'utiliser dans ce cas un profilé en laiton pour lequel l'écart de coefficient de dilatation avec le verre est encore plus grand et que l'on peut étirer facilement pour réduire sa section et en faciliter l'extraction.

Le réglage des 3 paramètres : Température du four, vitesse de translation du four, poids accroché au mandrin est fait empiriquement pour chaque diamètre ou forme de tube.

La fabrication du T.O.P. S-45 C.N.E.T. utilise deux types de tubes calibrés par le procédé ci-dessus :

1° un tube cylindrique de diamètre  $6 \text{ mm} \pm 0,02$  qui constitue la partie de l'enceinte qui relie l'embout d'entrée à celui de sortie ;

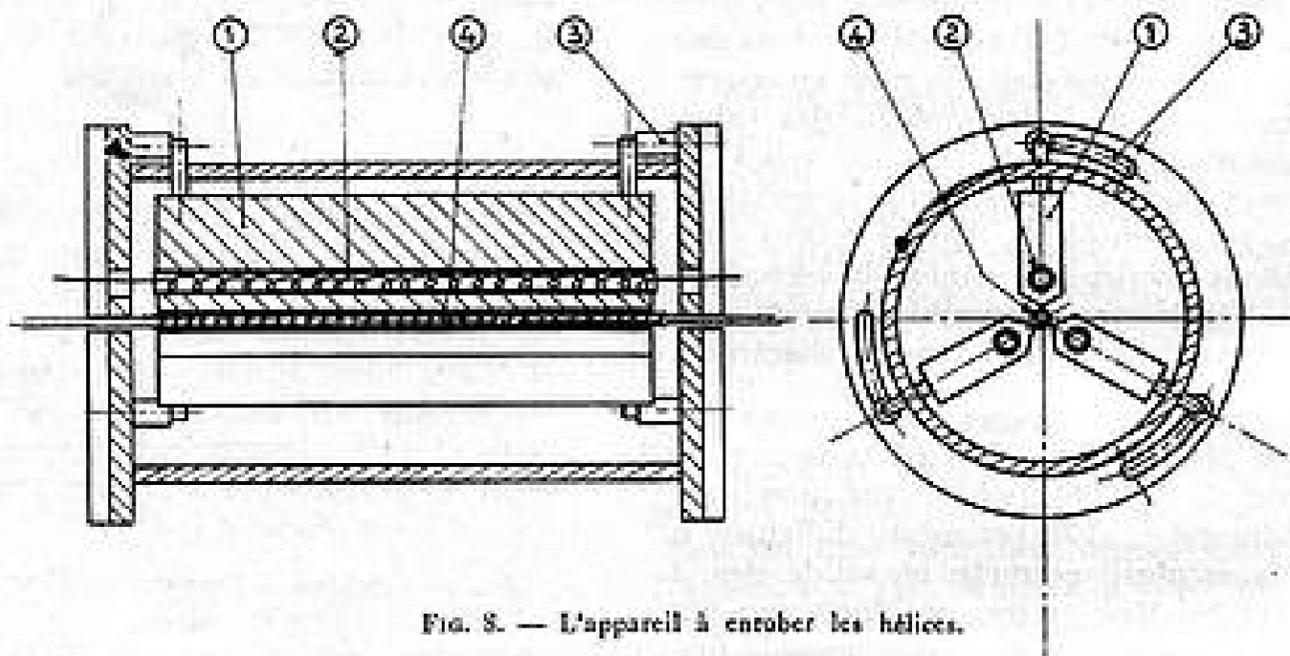


FIG. 8. — L'appareil à entuber les hélices.

2° un tube de section triangulaire équilatérale de 2,2 mm de côté qui permet d'entuber l'hélice suivant 3 génératrices à  $120^\circ$  à l'aide de l'appareil représenté fig. 8. Celui-ci comporte essentiellement 3 mors chauffants 1 (par résistance électrique 2), mobiles radialement simultanément à l'aide d'un système mécanique à rampes en spirale 3.

L'hélice 4 bobinée sur mandrin et entourée d'un tube triangulaire calibré est introduite au centre de l'appareil et chauffée également par effet Joule jusqu'à ce que le verre soit plastique. On serre alors les mors chauds de façon à entuber le fil d'hélice dans le verre du tube et ceci seulement sur 3 génératrices à  $120^\circ$ . L'opération se passe en atmosphère neutre (forming-gaz ou argon) pour éviter l'oxydation de l'hélice.

Après refroidissement on coupe l'hélice de longueur (120 mm) avec un fil chaud en platine et on retire l'âme en molybdène.

Les caractéristiques hyperfréquences de l'hélice (atténuation, vitesse de phase, dans le fer et dans le molybdène) sont alors enregistrées par l'appareil photographié fig. 5.

Enfin on soude 2 séries de 3 petites boules de verre à 20 mm des deux extrémités. Ces boules serviront à immobiliser l'hélice au cours de la fabrication du tube (voir plus loin).

L'hélice est mise sous vide dans un petit tube de verre et conservée ainsi jusqu'à son utilisation, ceci pour éviter l'oxydation du fil de fer constituant une partie de l'hélice.

2° ENCEINTE. — La recherche d'un rendement hyperfréquence maximum par limitation des fuites H.F. conduit à assurer la continuité électrique parfaite de toutes les surfaces parcourues par les courants hyperfréquences. De ce fait, la technologie du tube comporte un certain nombre de scellements verre-métal réalisés soit au chalumeau soit par chauffage haute-fréquence. Différents types de technologies ont été essayées avant d'aboutir à celle adoptée pour le T.O.P. S-45 qui est représenté fig. 1.

Les divers sous-ensembles de l'enceinte, qui sont assemblés sur le touret schématisé fig. 9 sont :

1° la boîte à canon A en Dilver P avec embout d'entrée  $E_1$  en molybdène doré brasé à l'or ;

2° l'ensemble embout de sortie  $E_2$ , en molybdène doré, espaceur en alumine, cible C en molybdène doré préalablement assemblés par collage à la poudre de verre fondue ;

3° la ligne à retard hélicoïdale B décrite plus haut ;

4° le tube de verre calibre D de 6 mm intérieur.

Toutes ces pièces sont alignées sur une broche F en tungstène de 1 mm de diamètre, la boîte à canon, et l'ensemble cible étant fixés chacun sur une des poupées synchrones du touret (fig. 9).

La soudure électrique d'une extrémité de l'hélice (molybdène) à l'embout de sortie a été faite avant mise en place sur le touret. La soudure électrique de

# LES GRANDES MARQUES

# *Américaines*

## RADIO CORP. OF AMERICA

VHF

TUBES RÉCEPTION et  
EMISSION toutes PUISSANCES



Magnétrons - Klystrons - Ignitrons  
Thyratrons à Hydrogène, Mercure  
etc...

## SIERRA ELECTRONIC CORP.

Contrôleur de puissance  
bidirectionnel

Modèle 164 - 25 à 1000 Mc



comporte 2 éléments de couplage pour  
fréquences de 25 à 250 Mc - 200 à 1000 Mc -  
mesure la puissance incidente et réfléchie  
par rotation du coupleur, jusqu'à 500 watts.  
Connecteurs Type N-50 ohms.

## Mc JONES ELECTRONICS Co

MICROMATCH série 610



MESUREUR DE PUISSANCE 50 à 1000 Mc

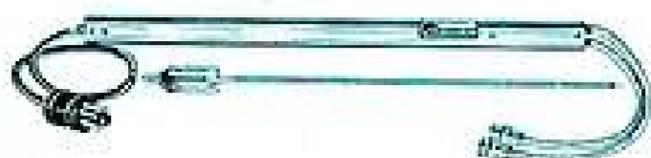
Les wattmètres à absorption de la Série  
610, permettent les mesures de puissance  
des émetteurs jusqu'à 1200 watts.

T.O.S. Max. : 1,1 — Précision  $\pm 5\%$  de  
l'échelle.

## HUGGINS LABORATORIES INC

TUBES à ondes progressives

Fréquences de 2000 à 14000 Mégacycles.



SOLENOÏDES

300 à 1000 GAUSS

DISTRIBUTEURS OFFICIELS FRANCE ET U. F.

# RADIO-EQUIPEMENTS

65, r. de Richelieu  
PARIS 2°  
RIC. 49-88

l'autre extrémité (fer) à l'embout d'entrée est faite après mise en place de toutes les pièces sur le touret, en faisant coulisser momentanément le tube de verre de 6 mm sur la gauche pour démasquer la zone de soudure.

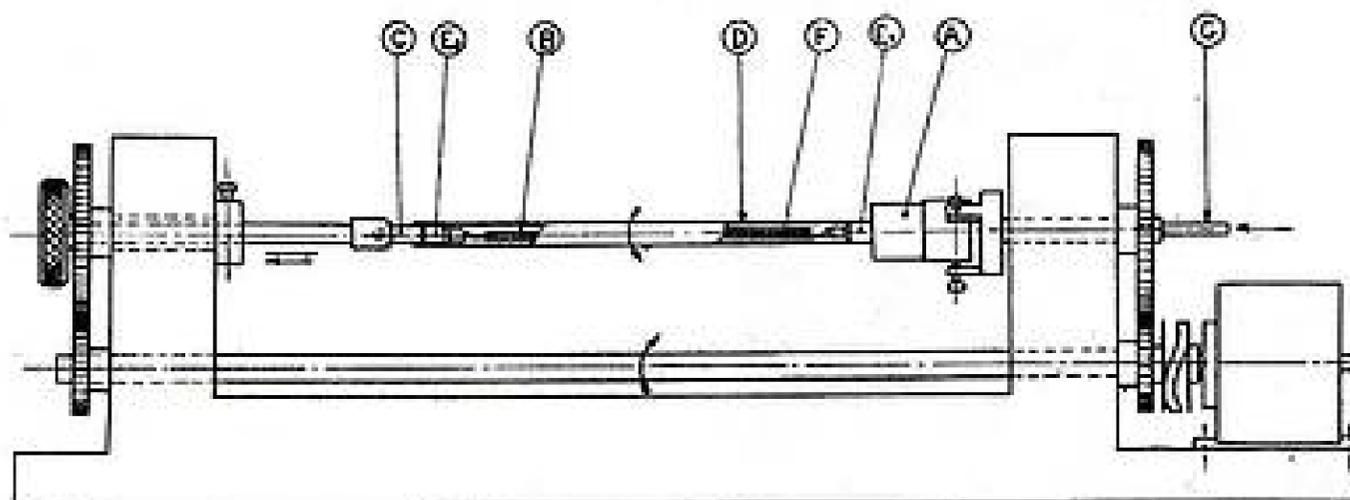


FIG. 9. — Montage de tube sur le touret.

Une arrivée d'argon G par l'axe de la pompée côté boîte à canon permet de limiter l'oxydation des surfaces métalliques intérieures à l'enceinte au cours de l'exécution des scelléments des embouts et de la cible avec le tube de 6 mm. Ces scelléments sont réalisés au chalumeau à main pendant que le touret tourne à environ 1/2 tour seconde. On procède au cours de la même opération à l'immobilisation de l'hélice en scellant sur le tube de 6 mm les 2 séries de 3 boules préalablement soudées au tube de verre triangulaire enrobant l'hélice. Ces scelléments sont soigneusement recuits en flamme molle pour éviter les fêlures ultérieures. Après refroidissement cette préenceinte est montée sur un support vertical avec le tube en verre de l'ampoule et on réalise le scellement de l'ampoule avec la boîte à canon en H.F. dans une atmosphère d'argon. L'ensemble du tube est recuit à 500° et refroidi lentement. La fig. 10 montre les diverses pièces détachées constituant l'enceinte.

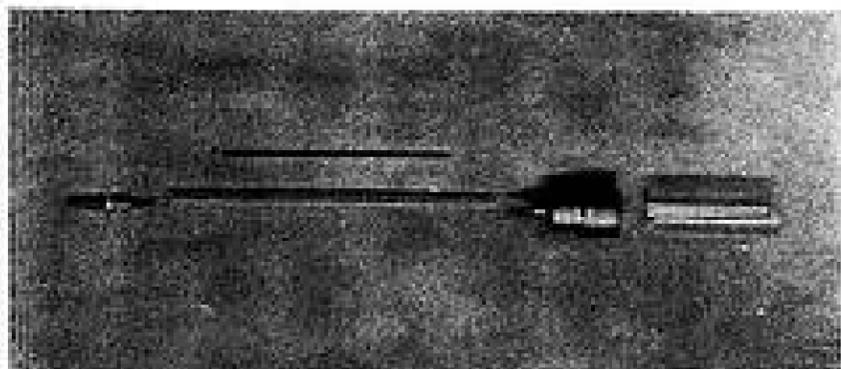


FIG. 10. — Pièces détachées de l'enceinte.

**3° CANON A ÉLECTRONS :** Ce canon du type tétrode schématisé fig. 2 est construit d'une façon classique en électronique. La cathode est constituée par un tube de nickel terminé par une pastille de nickel de forme concave sur laquelle est déposée la future couche émissive de carbonates alcalino-terreux. La chaufferette est un filament spiralé, bobiné en double hélice et isolé à l'alumine. Les deux anodes sont en nickel embouti. L'ensemble est monté sur deux mica circulaires entretoisés par

des tiges de molybdène et le centrage des deux anodes et de la cathode par rapport à l'axe du système est vérifié au microscope. Le décentrage admis n'excède pas 2/100 de mm. Toutes les pièces composant le canon sont bien entendu soigneusement

dégraissées et dégazées avant montage selon les rites bien connus du fabricant de tubes électroniques.

L'ensemble du canon est monté sur un pied en verre à 5 passages qui comporte également le queusot de pompage du tube. La figure 11 montre les pièces

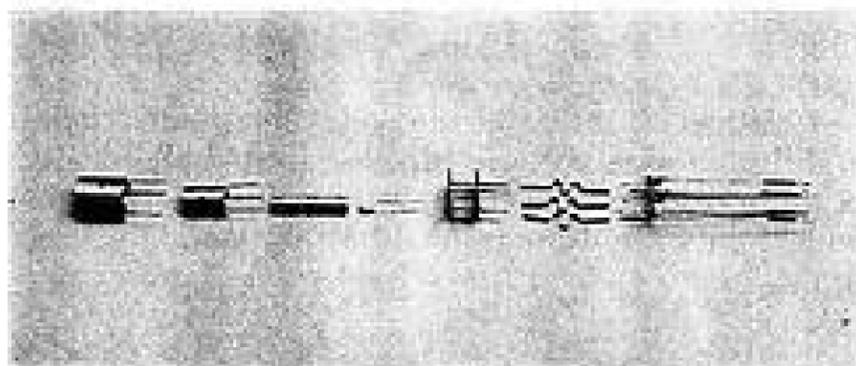


FIG. 11. — Pièces détachées du canon.

détachées entrant dans la constitution du canon à électrons. L'opération finale consiste à introduire le canon dans la boîte métallique de l'enceinte, ce qui assure le centrage parfait par rapport à l'hélice, et à raccorder au chalumeau le pied sur l'ampoule. On vérifie l'étanchéité de l'ensemble en y faisant un vide poussé. Après quoi le tube est prêt à être pompé.

## II. POMPAGE.

Le tube est soudé verticalement, canon en bas, sur la station de pompage représentée (fig. 12). Cette station comporte un groupe de pompage automatique classique (pompe primaire à palette, pompe secondaire à diffusion à vapeur d'huile et accessoires) dont le vide limite a été porté de  $10^{-6}$  à  $10^{-7}$  mm de Hg par l'adjonction d'un piège de vapeur d'huile à charbon actif. Ce vide est mesuré par une jauge de Penning dégazable (améliorée au C.N.E.T. : voir *Le Vide* n° 44, mars 1953). Un statif tripode reposant sur la table comportant un chariot à crémaillère et des supports à contrepoids pour

# RADIO-AIR

PUB. RAPHY



AUTOREGULATEUR  
3 KVA

- Emetteurs-Récepteurs de Bord
- Radio-Compas légers
- Autorégulateurs de Tension
- Variateurs de vitesse électroniques
- Télécommande, Téléniveaux avec ou sans asservissement
- Téléprojecteurs

## Applications Industrielles Radioélectriques

SOCIÉTÉ ANONYME AU CAPITAL DE 300.000.000 DE FR\$

72, rue Chauveau - Neuilly s/ SEINE - France



# M.B.M.

## LA PIÉZO ÉLECTRICITÉ DANS L'INDUSTRIE

6-8, Rue Jenner — SAVIGNY-SUR-ORGE

Tél. 144

- ★ QUARTZ OSCILLATEURS  
1 à 25 Mc/s
- ★ QUARTZ POUR ULTRA-  
SONS - 500 - 3000 Kcs
- ★ QUARTZ ÉTALONS  
STABILITÉ  $1 \times 10^{-7}$
- ★ QUARTZ SPÉCIAUX
- ★ MONTURES MINIATURES

DELAIS RÉDUITS

PARTOUT OÙ IL FAUT FAIRE VARIER LA TENSION

# VARIAC

AUTOTRANSFORMATEUR A  
RAPPORT DE TRANSFORMA-  
TION VARIABLE AVEC PISTE  
TRAITÉE "DURATRAC" (NOM DÉPOSÉ)

Fabriqués en France sous licence GR U.S.A.

- ★ LONGUE DURÉE.
- ★ POIDS ET DIMENSIONS  
RÉDUITS.
- ★ FAIBLES PERTES A VIDE.



V5G3  
TRIPHASE

V5M

V10M

Documentation VW  
sur demande

NOMBREUX  
MODELES  
Utilisables de  
50 à 400 PPS

AS INVENTÉ PAR RADIO-AIR



## ETS RADIOPHON

59, FAUBOURG POISSONNIERE — PARIS (102) — PRO. 33-01 04

l'étuve et la bobine de champ magnétique, permet d'effectuer les diverses opérations de pompage avec un maximum de sécurité, de précision et de commodité.

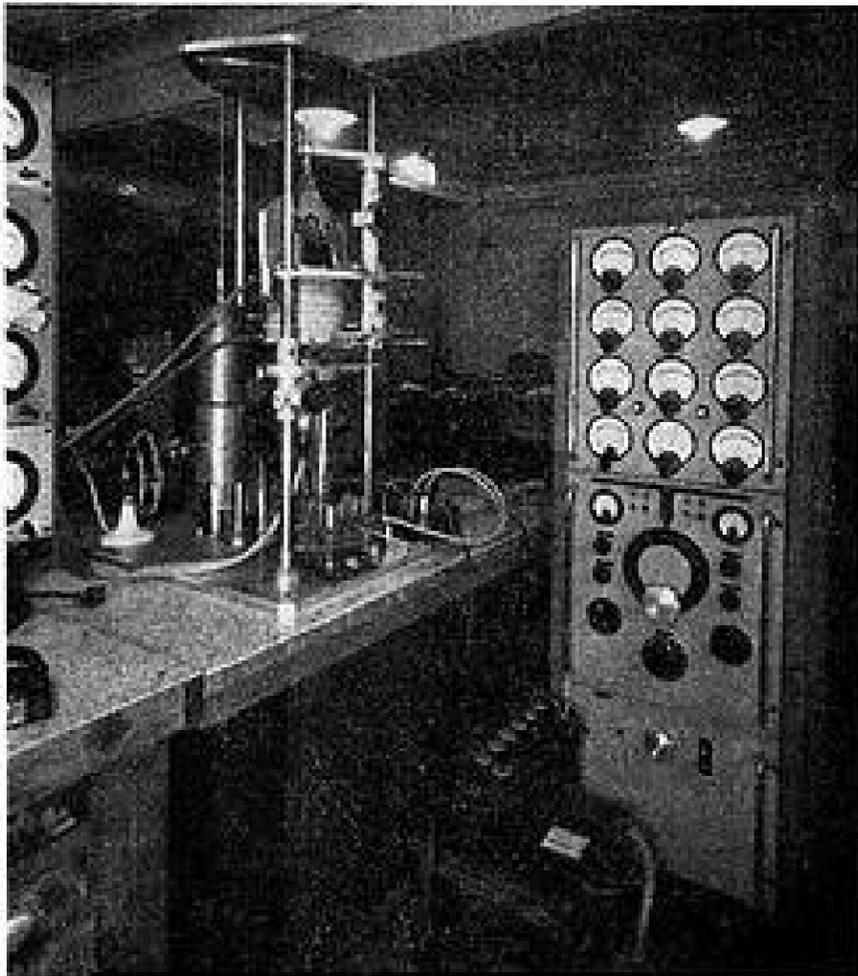


FIG. 12. — Le banc de pompage.

Lorsque l'installation de vide fonctionne (pompe à diffusion amorcée), le tube est tout d'abord étuvé à 150° pendant plusieurs heures jusqu'à ce que le vide tombe en-dessous de  $10^{-4}$  mm de Hg.]

Après refroidissement on procède à la formation de la cathode selon des normes à peu près classiques : Montée progressive en température jusqu'à 1 000° C (10 à 15 minutes). Mise en débit en diode et retour progressif à la température de fonctionnement normale 800° C. On laisse débiter environ 1 heure en diode (10 mA) pour former et stabiliser la cathode.

On coiffe alors le tube avec la bobine de champ magnétique dont l'orientation est réglable à l'aide de 4 têtes de palmer. Ces têtes agissent sur chacune des extrémités de la bobine dans deux plans orthogonaux, passant par l'axe du tube. Les diverses électrodes : cathode, anode 1, anode 2, boîte à canon ( $A_2$ ) et cible sont reliés à une chaîne potentiométrique aux bornes de laquelle on applique une tension continue réglée (tension entre  $K$  et  $A_2$ ) que l'on augmente progressivement. Au fur et à mesure on corrige les tensions de  $A_1$  et  $A_2$ . L'orientation de la bobine de champ magnétique et la valeur de ce champ de façon à ne jamais dépasser 2 mA dans  $A_2$  afin de ne pas risquer la destruction du fil d'hélice par bombardement électronique. Si le centrage du tube est correct on doit obtenir approximativement les valeurs suivantes :

$$U_{A_1} = 50 \text{ V} \quad U_{A_2} = 750 \text{ V} \quad U_{A_3} = U_{\text{cible}} = 1 500 \text{ V}$$

$$I_{A_1} < 100 \text{ } \mu\text{A} \quad I_{A_2} < 100 \text{ } \mu\text{A} \quad I_{A_3} = 1 \text{ à } 1,5 \text{ mA}$$

$$I_{\text{cible}} = 15 \text{ mA.}$$

Champ de l'ordre de 1 000 Oersteds.

On poursuit ce « bombardement » électronique pendant quelques heures de façon à bien dégazer

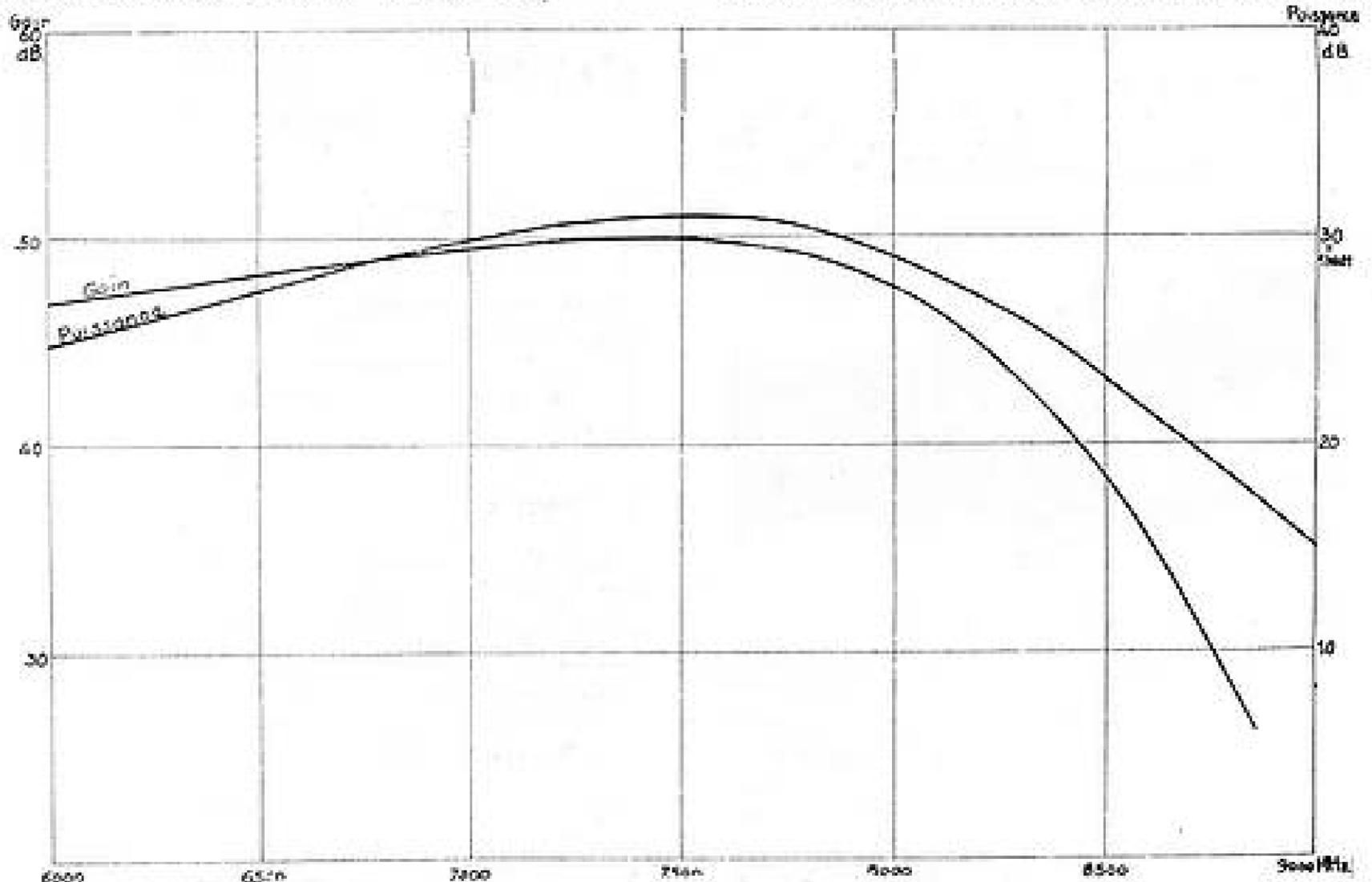
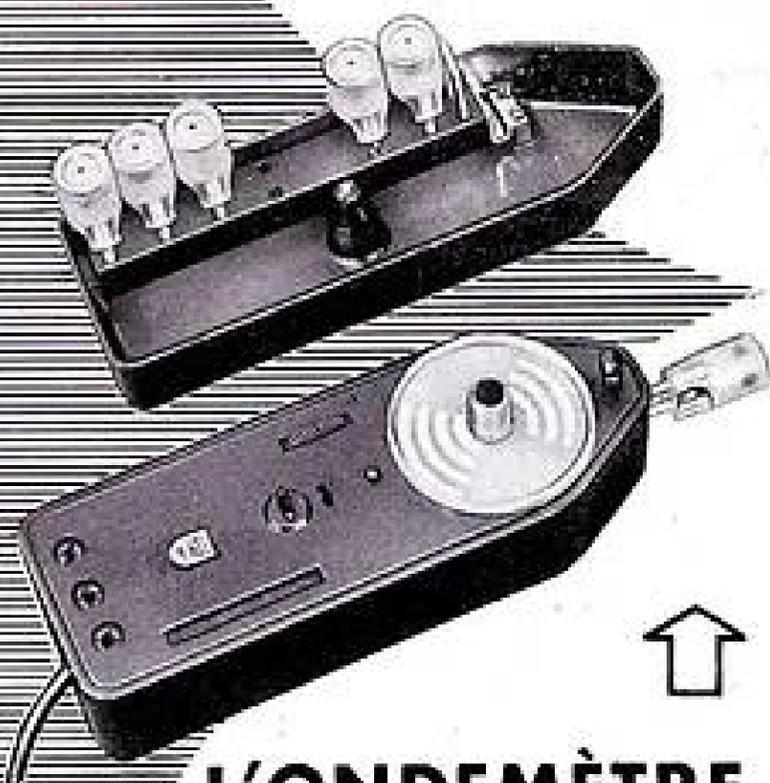


FIG. 11. — Gain et puissance en fonction de la fréquence.

# UN APPAREIL *utilisable*

- en
- Ondemètre à absorption
  - Oscillateur "grid-dip"
  - Oscillateur d'interférence
  - Détecteur
  - Générateur H. F.



## L'ONDEMÈTRE DYNAMIQUE PHILIPS

TYPE GM 3121

- 7 gammes de fréquence de 2,5 à 260 Mc/s
- Précision de fréquence : 2%
- Modulation en amplitude de la tension H. F. à 100 c/s.

Demandez notre documentation n° 599

### PHILIPS-INDUSTRIE

105, R. DE PARIS, BOBIGNY (Seine) - Tel. VILLETTE 28-55 (lignes groupées)



## M.C.B et VERITABLE ALTER

11 rue Pierre Lhomme - Courbevoie - Tel. Défense +20-90

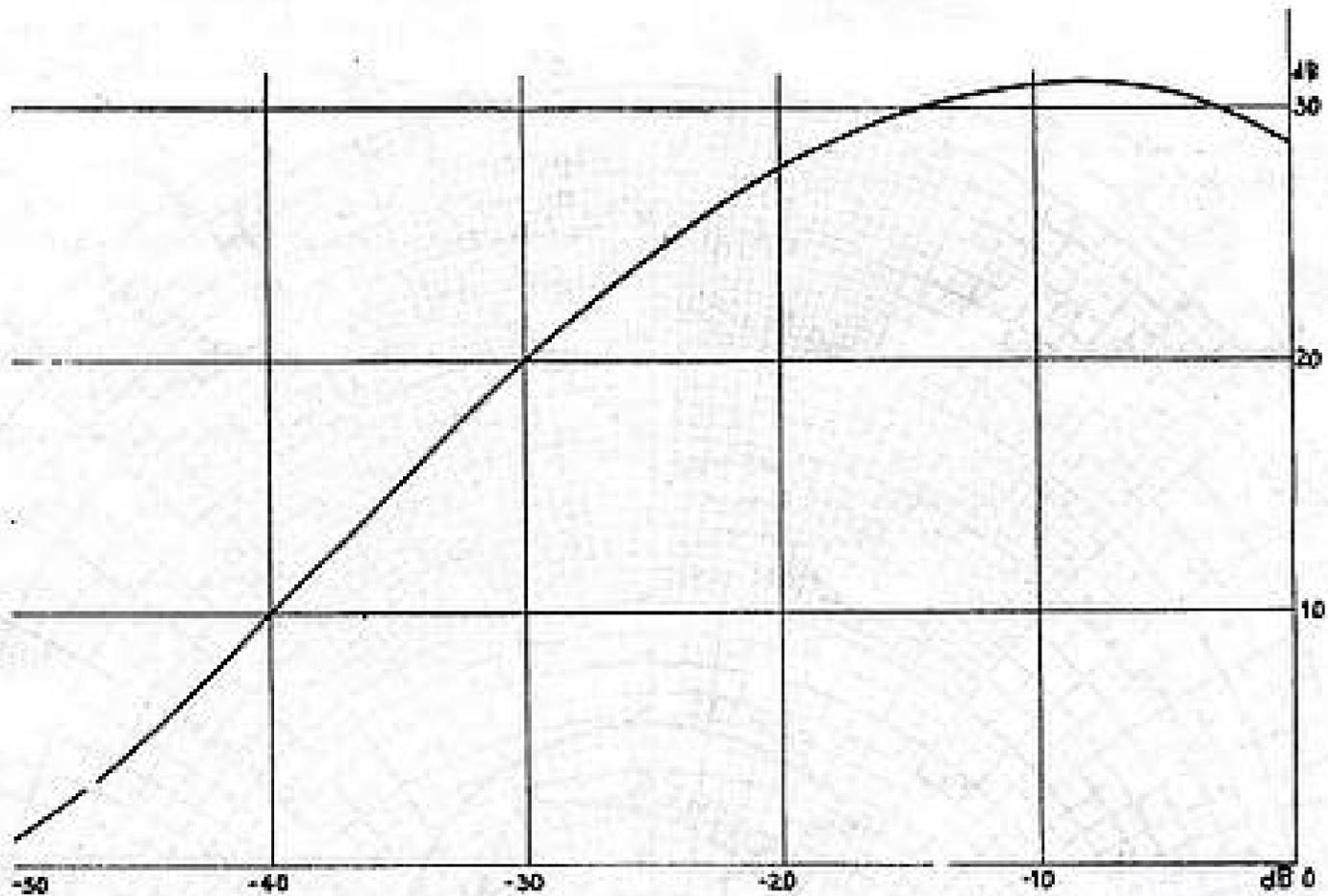


FIG. 14. — Puissance de sortie en fonction de la puissance d'entrée.

le tube. On « flashe » le getter en fin de pompage, le vide étant alors voisin de  $10^{-7}$  mm de Hg et enfin on scelle le tube au chalumeau. Le culot métallique terminé par une pastille octal est fixé sur la boîte de canon et le tube prêt à passer aux essais hyperfréquences.

Le tube est assez fragile étant donné sa grande longueur. Il est stocké dans une boîte spéciale réalisée au C.N.E.T. qui soutient le tube élastiquement et permet un transport sans risques.

Performances du tube S-45.

Le gain de ce tube est supérieur à 45 dB. Il varie peu avec la fréquence dans la bande 6 000 - 8 000 MHz avec cependant un maximum entre 7 000 et 7 500 MHz. Il varie rapidement avec l'intensité du courant cible, mais ce courant est pratiquement limité à 12 mA, si on veut éviter de faire chauffer la bobine de focalisation. Le courant cible en exploitation a été fixé à 10 mA.

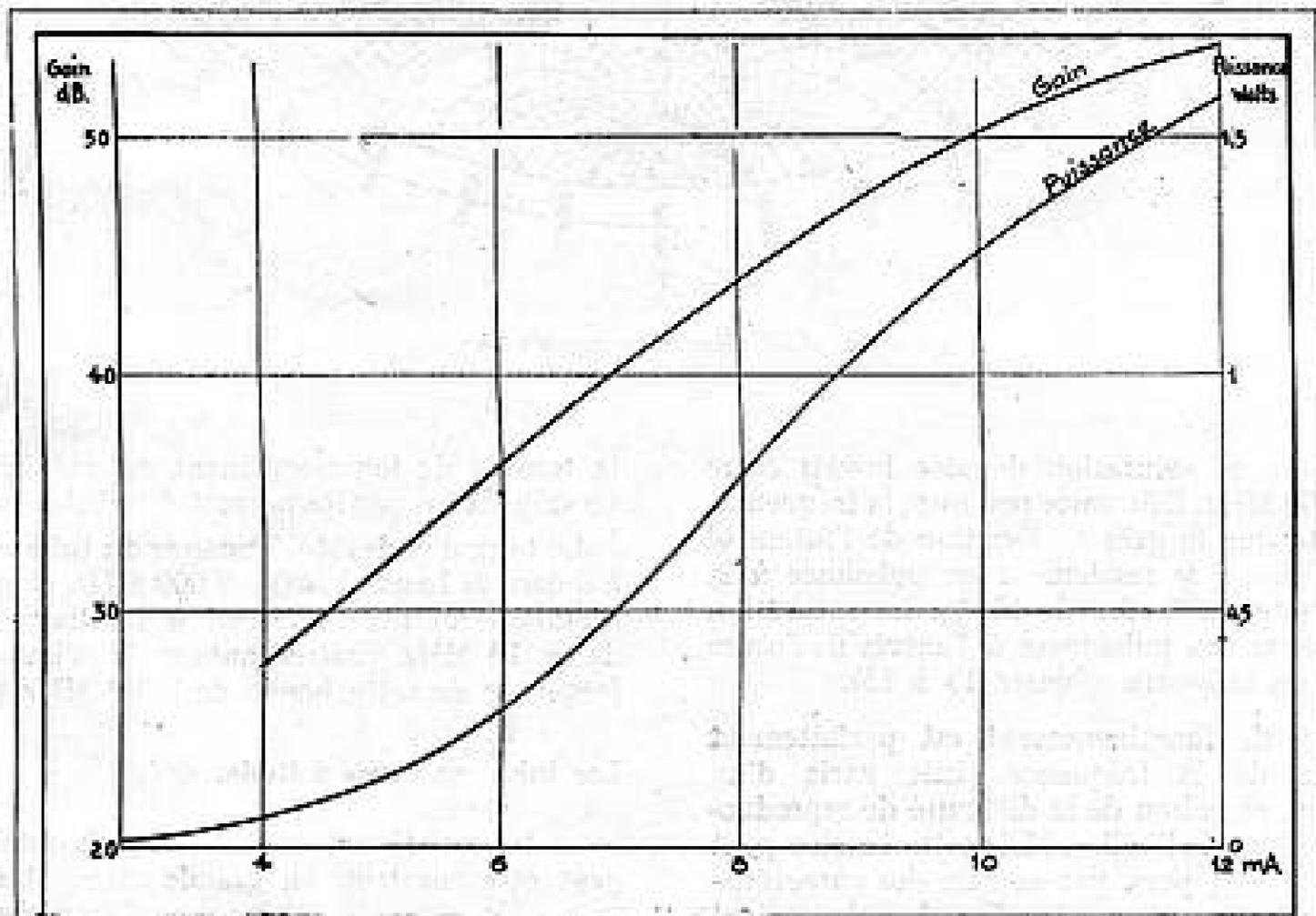
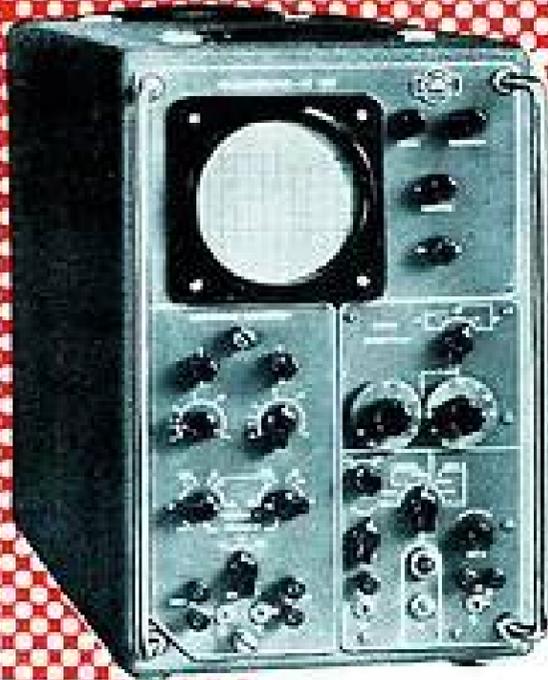


FIG. 15. — Gain et puissance en fonction du courant.

durée de balayage : 0,1 s/cm - 1  $\mu$ s/cm



PREMIÈRE RÉALISATION FRANÇAISE  
*d'Oscillographes  
à Blocs Fonctionnels Amovibles*  
**L'OSCILLOGRAPHÉ**



**OC. 410**

A AMPLIFICATEUR VERTICAL INTERCHANGEABLE

L'oscillographe OC 410 offre la possibilité d'adapter les caractéristiques de l'amplificateur vertical au signal à examiner par la substitution ou le remplacement instantané d'un élément de faible prix. Il peut être utilisé avec 3 tiroirs fonctionnels distincts répondant à des domaines d'application différents.

**TUBE** de 130 mm. à post-accélération.

**AMPLIFICATION VERTICALE** : Caractéristiques limites - Sensibilité : 2 mV eff/cm - Bande passante : 0-2 MHz à 3 db - Tiroir spécial à commutateur électronique.

**BASE DE TEMPS** : relaxée ou déclenchée sans retour préalable avec allumage automatique du spot. Durée totale de 1 s à 10  $\mu$ s

**AMPLIFICATION HORIZONTALE** : 0-500 kHz - Sensibilité : 0,2 V/cm.

★ NOTICE TECHNIQUE SUR DEMANDE



AJAX 108

BUREAUX A PARIS : 36, RUE DE LABORDE - VIII<sup>e</sup> - TÉLÉPHONE : LABorde 26-98

**CONSTRUCTIONS**

**RADIOÉLECTRIQUES ET ÉLECTRONIQUES DU CENTRE**

19, RUE DAGUERRE, SAINT-ÉTIENNE (LOIRE)  
TÉLÉPHONE : E 2 39 77 (3 lignes groupées)

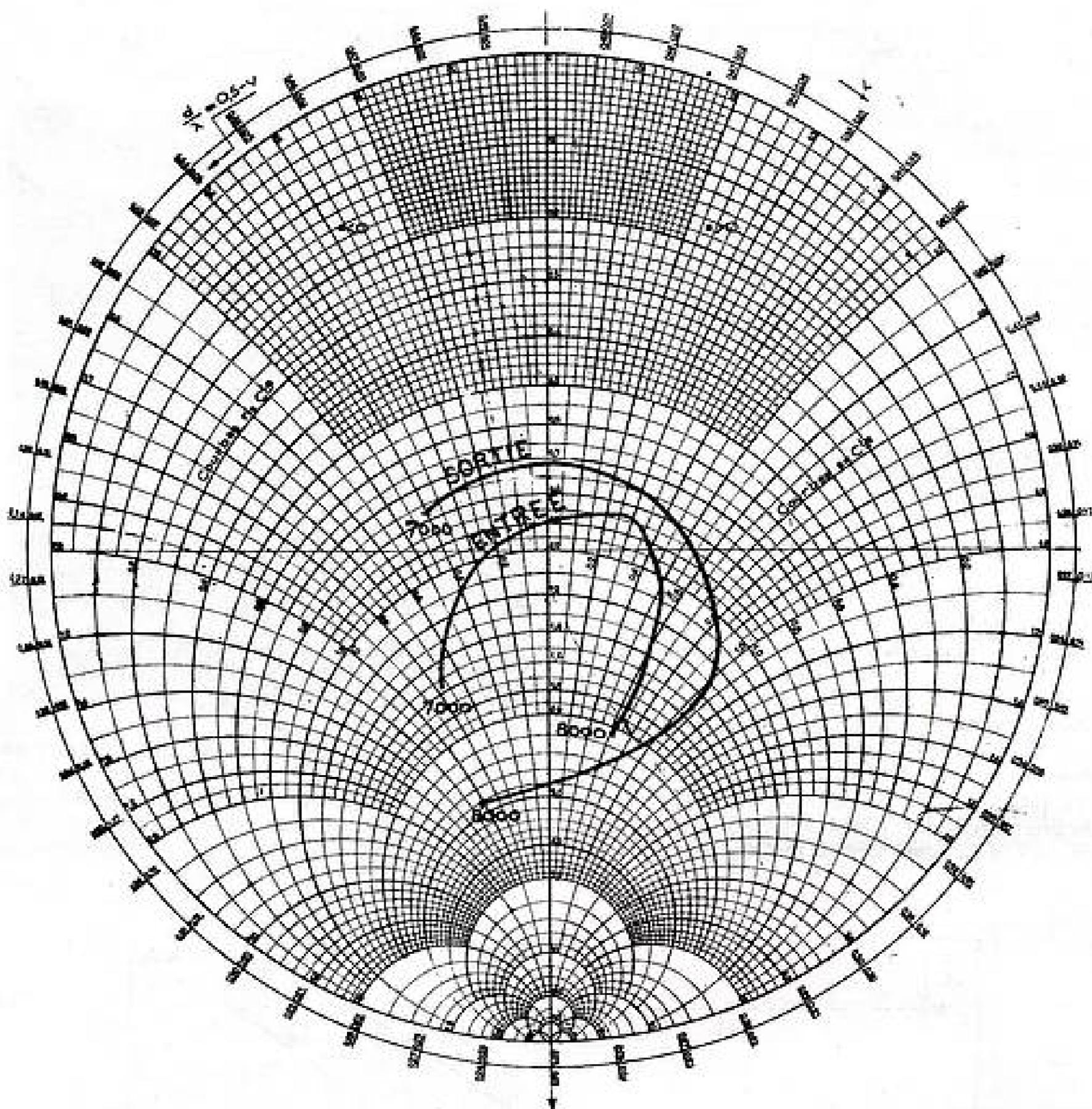


FIG. 16. — Adaptation du tube S-45.

La puissance de saturation dépasse 1 watt entre 7 000 et 7 500 MHz. Elle varie peu avec la fréquence, et moins vite que le gain en fonction de l'intensité du courant cible : le rendement en puissance à la saturation reste de l'ordre de 10 %. La saturation se produit pour des puissances à l'entrée de l'ordre de 0,3 mW en moyenne (figures 13 à 15).

La tension de fonctionnement est parfaitement indépendante de la fréquence. Elle varie d'un tube à l'autre, en raison de la difficulté de reproduction de l'enrobage de l'hélice. Mais cette tension peut être connue à 3 % près, par mesure des caractéristiques de l'hélice avant construction du tube, ce qui permet d'éliminer de la fabrication, les hélices dont

la tension de fonctionnement est extérieure à l'intervalle défini par les normes de fabrication du tube.

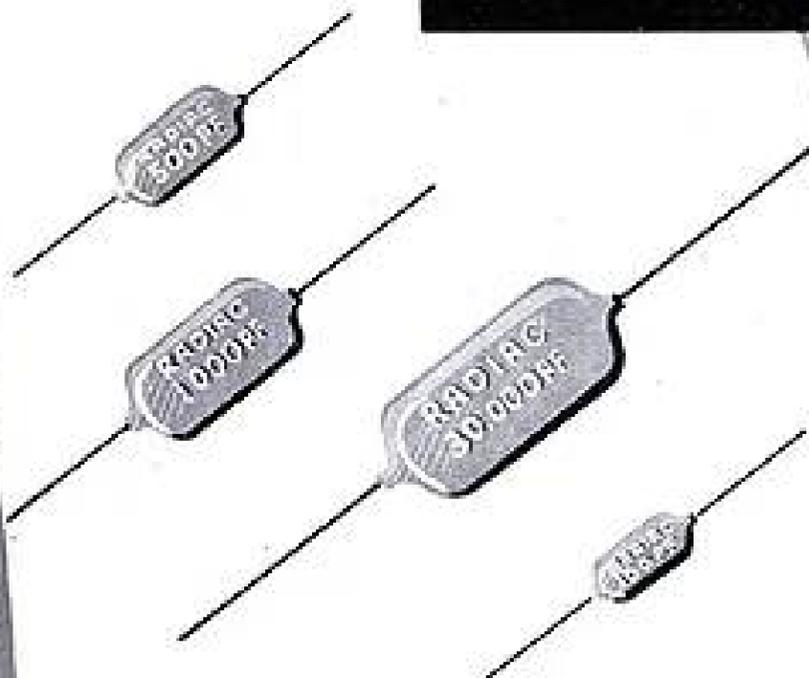
Le taux d'ondes stationnaires du tube est inférieur à 3 dans la bande 7 000 – 8 000 MHz, ce qui permet d'obtenir un taux inférieur à 1,1 dans une bande de  $\pm 10$  MHz centrée autour de n'importe quelle fréquence de cette bande de 1 000 MHz (figure 16).

#### Les tubes en cours d'étude.

Le tube S-45 est un tube de laboratoire qui ne peut être construit en grande série. Il est fragile, trop long, son gain est largement supérieur au gain demandé. Ce tube exige une puissance élevée dissi-

*Pour matériel  
professionnel*

**ENROBÉS CIRE H. F**



C.C.T.U  
Categorie I

# CONDENSATEURS

C.C.T.U  
Categorie III  
et M.I.L G5A

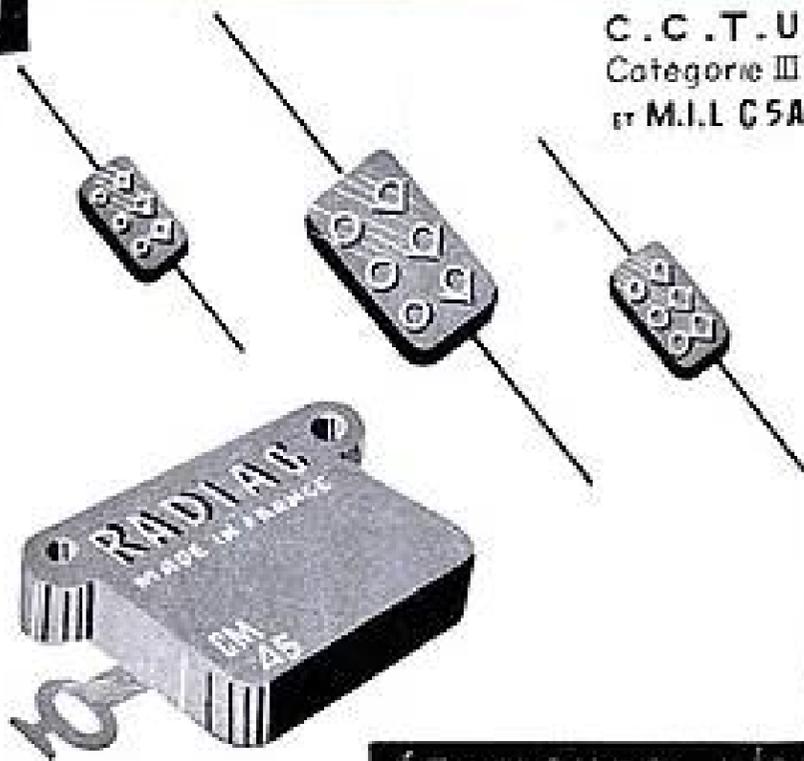
## MICA ARGENTÉ

TENSION DE SERVICE JUSQU'A 5 KV

RÉSISTANCE D'ISOLEMENT  
SUPÉRIEURE A 100.000 MÉGOHMS

TANGENTE DE L'ANGLE DE PERTE  
A 1 KC ET 1 MC INFÉRIEURE A  $1 \cdot 10^{-3}$

TOLÉRANCES ÉLECTRIQUES  
LIVRABLES : 10% - 5% - 2% - 1% - 0,5%



**ÉTANCHES MOULÉS  
PLASTIQUE H. F**

**RADIAC S. A.**

SERVICE C<sup>U</sup> : 79, R. DU Fbg POISSONNIÈRE - PARIS 9<sup>e</sup> - PRO. 39-51

*A. Arifon 15*

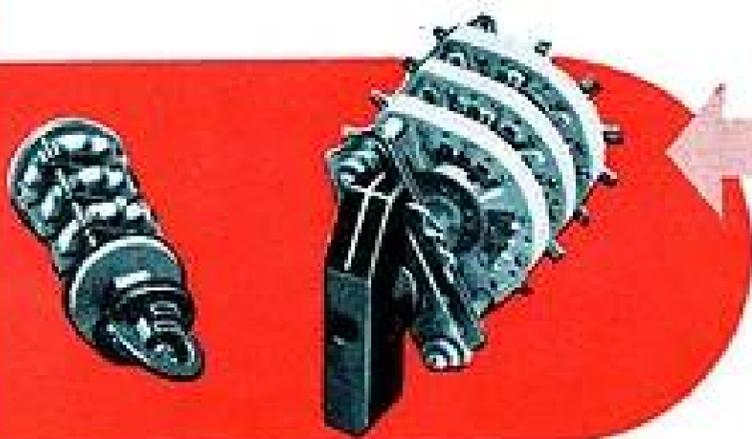
pée dans la bobine de focalisation. Son adaptation est assez difficilement reproductible. On a donc cherché à construire des tubes moins longs, moins fragiles, moins coûteux.

Le tube S-48, est plus court et son enceinte de verre a un diamètre plus grand. Son embout d'entrée est formé d'une plume sur laquelle, on soude l'extrémité de l'hélice, renforcée par un tube de nickel de diamètre extérieur 0,4 mm. Son embout de sortie est basé sur le même principe. Sa cible est plus grosse et comporte un collecteur d'électrons secondaires qui permet d'abaisser le potentiel de la cible et de dissiper moins d'énergie sur cette cible. Ce tube S-48 comporte un scellement verre métal sur l'embout d'entrée trop petit, donc fragile. Par contre, il permet d'obtenir un taux d'ondes stationnaires inférieur à 1,5 dans la bande 7 000 - 8 000 MHz, donc inférieur à 1,1 dans une bande de 50 MHz

de largeur centrée sur n'importe quelle fréquence entre 7 000 et 8 000 MHz.

Le groupe « Tubes » du C.N.E.T. étudie actuellement un tube S-51 inspiré du S-48, dont l'embout d'entrée est plus long (scellement moins fragile) et dont la boîte de canon a un diamètre plus réduit.

Les essais actuellement en cours, tant au point de vue optique, focalisation magnétique, adaptation, gain, qu'au point de vue de la technique, doivent permettre de définir pour la fabrication en grande série, un tube S-52 tout verre, équipé d'un canon diode, dont le diamètre ne dépasse pas 10,5 mm sur toute la longueur (sauf le pied). L'adaptation de ce tube S-52 doit être analogue à l'adaptation côté cible du tube S-48. Ce tube étant plus court, son gain sera ramené à 30 dB environ, mais sa puissance de saturation sera la même que celle du tube S-45.



## COMMUTATEURS

Les commutateurs sont réalisés en 3 types :

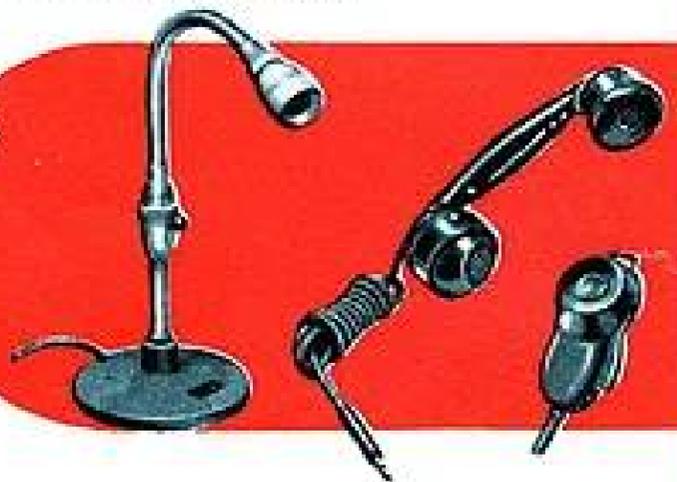
Type G - 3	Ampères - Entraxe	95 m/m.
» P - 0,6	» - »	51 m/m.
» M - 0,05	» - »	30 m/m.

Les galettes sont en stéatite HF émaillées et siliconées. Le type P peut être également monté avec des galettes en bakélite HF. Le type M est étanche.

## MICROPHONES ET COMBINÉS

Les microphones à main, sur pieds, sur flexible, les combinés téléphoniques avec pédale d'alternat peuvent être équipés de pastilles microphoniques au charbon, magnétiques ou différentielles. Impédances : de 5 à 70 ohms à 1000 pps.

Ces matériels sont homologués interarmes et RTF.



## CASQUES A ÉCOUTEURS

Les casques à arceaux porte-écouteurs sont équipés de pastilles magnétiques, dont l'impédance peut varier de 7,5 à 3500 ohms à 1000 pps. Les fourches coulissantes permettent un réglage parfait sur la tête de l'utilisateur.

La conception même du casque autorise le montage instantané d'un microphone-rail.

Ces matériels sont homologués interarmes et RTF.

## CASQUES DE PROTECTION

Le casque de protection type 403 se compose :

- 1° d'une calotte protectrice en stratifié;
- 2° d'un serre-tête porte-écouteurs équipés d'écouteurs extra-plats d'une impédance totale de 600 ohms.

Le microphone-rail peut être monté indifféremment sur la calotte ou sur le serre-tête.

Ce matériel est autorisé d'emploi.



DEMANDEZ notre documentation

**SOCAPEX - 9, Rue Édouard Nieuport, SURESNES (Seine)**

LONGCHAMP 20-40/41/42

## RÉCENTS DÉVELOPPEMENTS

### DANS LE DOMAINE DES TUBES « CARCINOTRON - O »<sup>(1)</sup>

PAR

P. PALLUEL.

*Département de Recherches « Electronique et Atomistique »  
de la Compagnie Générale de T.S.F.*

#### I. — Introduction.

L'application systématique des principes d'interaction entre ondes progressives et faisceaux d'électrons, mise en œuvre, à l'origine, dans les tubes amplificateurs T.P.O. et T.P.O.M., a été étendue depuis à la conception d'oscillateurs dits « à onde inverse » ou « Carcinotrons ».

Ces oscillateurs, dont l'existence fut révélée simultanément par R. KOMPNER et B. EPSZTEIN en 1952 [1] ont aussitôt paru appelés à jouer un rôle éminent dans la technique ; grâce à une bande d'accord électronique de fréquence beaucoup plus étendue que celle des tubes antérieurement connus, l'utilisation de ces tubes est en effet capable d'apporter d'importants perfectionnements tant dans le domaine des générateurs de laboratoire que dans les applications aux systèmes de télécommunications et de radars.

De nombreux modèles de tubes ont été développés, surtout en France et aux Etats-Unis ; ils se groupent en deux types, désignés ici sous les noms de C.O. et C.M. suivant leur parenté avec les amplificateurs, c'est-à-dire d'après le mécanisme de prélèvement de l'énergie utile à la source continue. Une énumération détaillée des publications qui leur ont été consacrées deviendrait rapidement incomplète en raison des développements intensifs en cours. Les principes de fonctionnement et de nombreux exemples de réalisations peuvent être trouvés dans les travaux de R. KOMPNER et N.T. WILLIAMS [2], R. WARNECKE, P. GUENARD, O. DOEHLER, B. EPSZTEIN [3] à [8], L.R. WALKER [9], H. HEFFNER [10], J.R. PIERCE [11], H.R. JOHNSON [12], R.W. GROW et D. A. WATKINS [13], P. PALLUEL et A.K. GOLDBERGER [14], etc...

L'étude qui va suivre est limitée au domaine des « Carcinotrons O », tubes à puissance relativement faible et dont la réalisation pratique se rapproche de celle des amplificateurs T.P.O. Son but est de résumer le travail accompli par la Compagnie Générale de T.S.F. pour appliquer les conceptions fondamentales à la construction de tubes à très large bande d'accord électronique, maintenant réalisés sous une forme industrielle et couvrant l'étendue du domaine des ondes centimétriques.

En dehors de renseignements généraux propres à guider l'utilisateur, tels que l'énoncé des gammes couvertes et des performances des différents modèles, il a paru nécessaire d'effectuer une description d'ensemble des propriétés de tels tubes et d'analyser de façon plus détaillée certaines d'entre elles en raison de leur intérêt pratique. Cette analyse est rendue possible par l'accord satisfaisant constaté, sur les points essentiels, entre les caractéristiques théoriques et les résultats des mesures ; elle montre que les principes de base sont convenablement mis en œuvre dans les tubes techniques et fournit des données suffisamment précises pour le projet de tubes futurs répondant à des besoins très variés.

Les données théoriques utilisées sont extraites d'une théorie générale des tubes à propagation d'onde [7] à laquelle on voudra bien se référer pour la justification des relations fondamentales. Les évaluations relatives à l'effet des réflexions trouvent leur origine dans un travail non publié de P. GUENARD et C. BERTELOTIÈRE [15].

L'auteur se fait un devoir d'associer à ce travail le personnel des laboratoires de recherches et des ateliers de développement de la Compagnie Générale de T.S.F., dont les efforts compétents et dévoués en ont permis l'accomplissement.

(1) Communication présentée à la Société des Radiélectriciens, en séance de section, le 21 décembre 1954.

# prises de courant pour appareillage électronique



## TYPE 140-37 ÉTANCHE POUR CIRCUITS EXTÉRIEURS

Verrouillage et déverrouillage  
automatiques - 3 dimensions de  
boîtier: 4 - 8 - 11 broches  
Partie fixe et partie mobile sont  
indifféremment mâle ou femelle.



## TYPE 140-35

4 dimensions de boîtier  
6 dispositions de broches  
2 à 19 broches

Licence Plessey et Cannon



## TYPE SUB-MINIATURE CANNON

Pour circuits intérieurs - 4 dimen-  
sions de boîtiers - 15 à 50 broches



## TYPE MINIATURE PLESSEY ÉTANCHE

Pour circuits extérieurs  
10 dimensions de boîtier  
Supporte haute tension: 2 KV  
2 à 25 broches

LES PRISES DE HAUTE QUALITE

**SOURIAU** & **C<sup>IE</sup>**

9 - 13 RUE GALLIÉNI BILLANCOURT (SEINE) - MOL. 67.20

C. P. 22

Catalogue sur demande

II. — Propriétés générales de l'oscillateur Carcinotron O.

Le fonctionnement du « Carcinotron » repose sur l'interaction, le long d'une ligne à retard, d'un faisceau d'électrons et d'une onde inverse, c'est-à-dire dont l'énergie se propage dans la direction opposée à celle du faisceau. Comme dans tous les tubes à propagation d'ondes, l'interaction n'est possible qu'au voisinage du synchronisme entre la vitesse du faisceau et la vitesse de phase de l'onde retardée. L'énergie initialement cédée par le faisceau le long de son parcours intervient à l'origine de ce parcours pour accroître la modulation initiale du faisceau et par suite la possibilité d'une nouvelle cession d'énergie. Le processus peut se développer jusqu'à l'apparition d'oscillations si certaines conditions sont remplies, en particulier si la longueur du parcours électronique et l'intensité du courant ont des valeurs suffisantes.

Il n'est fait appel, dans ce fonctionnement, à aucun mécanisme de couplage par réaction de l'onde, mais seulement à un couplage purement électronique. L'existence de réflexions aux extrémités du système peut modifier les conditions du couplage et par suite les éléments déterminant l'accrochage de l'oscillation, mais il est clair qu'aucune modification ne se produit si l'une au moins des extrémités de la ligne à retard est parfaitement adaptée ; si cette extrémité est celle vers laquelle le faisceau termine son parcours, la fréquence d'oscillation est insensible à la charge. L'effet du produit des réflexions terminales sera examiné de façon détaillée.

La possibilité d'interaction du faisceau avec une onde inverse résulte des propriétés des lignes à retard. La vitesse de phase est obtenue, à chaque fréquence, d'après la définition du déphasage existant sur la ligne entre éléments périodiques adjacents. Ce déphasage est défini à  $\pm 2k\pi$  près ; la suite des modes correspondants, dits harmoniques d'espace, est représentée schématiquement Figure 1,

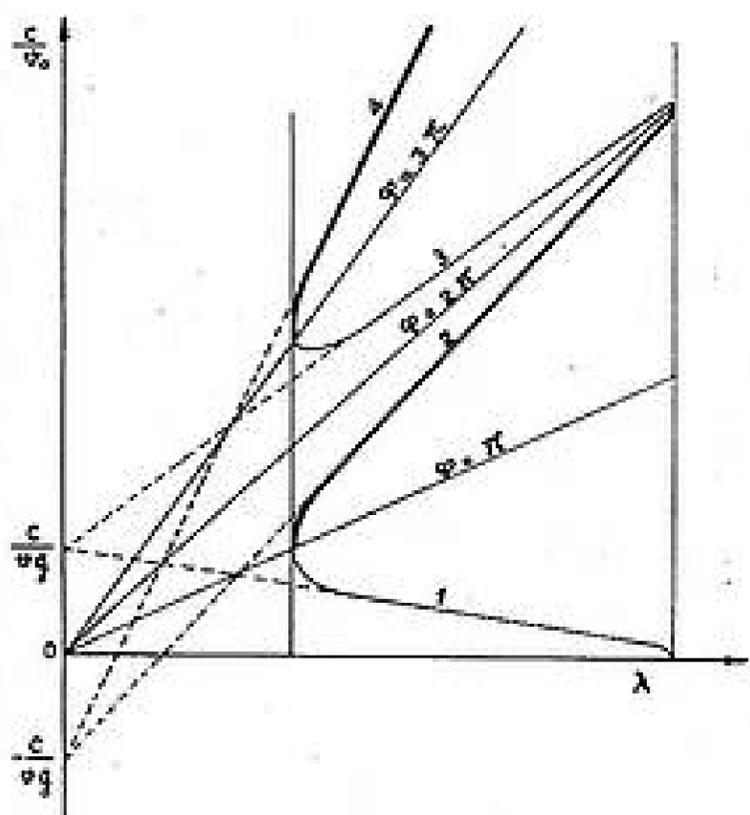


FIG. 1. — Harmoniques d'espace d'une ligne à retard. Les vitesses de phase et de groupe sont de signes contraires pour les modes 2, 4, etc...

où il apparaît que la vitesse de groupe  $v_g$  et la vitesse de phase  $v_p$  sont alternativement de même signe et de signes contraires, le premier cas correspondant à celui des amplificateurs et le second à celui des « Carcinotrons ». L'interaction sur l'un de ces modes dépend, à chaque fréquence, du choix de la vitesse du faisceau. Pour une onde inverse, l'opposition des signes de  $v_g$  et  $v_p$  implique une ligne dispersive, c'est-à-dire la variation de la vitesse de phase avec la fréquence, et par suite la précieuse possibilité de commander celle-ci par variation de la vitesse du faisceau.

Une certaine valeur  $I_0$  du courant est nécessaire pour obtenir l'accrochage. En termes usuels, l'existence de ce courant correspond, le long de la ligne de longueur  $L$ , à un certain gain  $\gamma_0 L$  destiné à vaincre les pertes et à emmagasiner l'énergie nécessaire à la modulation de vitesse du faisceau et à sa conversion en modulation de densité. Comme dans le T.P.O., le gain s'écrit :

$$\gamma_0 L = \left( \frac{\Gamma_0^2 \Gamma_e R_c I_0 I^2}{4 V_0} \right)^{1/2}$$

$\Gamma_0 = \omega/v_0$  étant la constante de propagation de l'onde libre retardée,  $\Gamma_e = \omega/v_e$  la constante correspondante pour la vitesse du faisceau,  $V_0$  la tension d'accélération du faisceau et  $R_c$  une impédance caractérisant le couplage de l'onde et du faisceau en interaction. A l'accrochage, la théorie permet d'évaluer  $\gamma_0 L = 1,97$ .

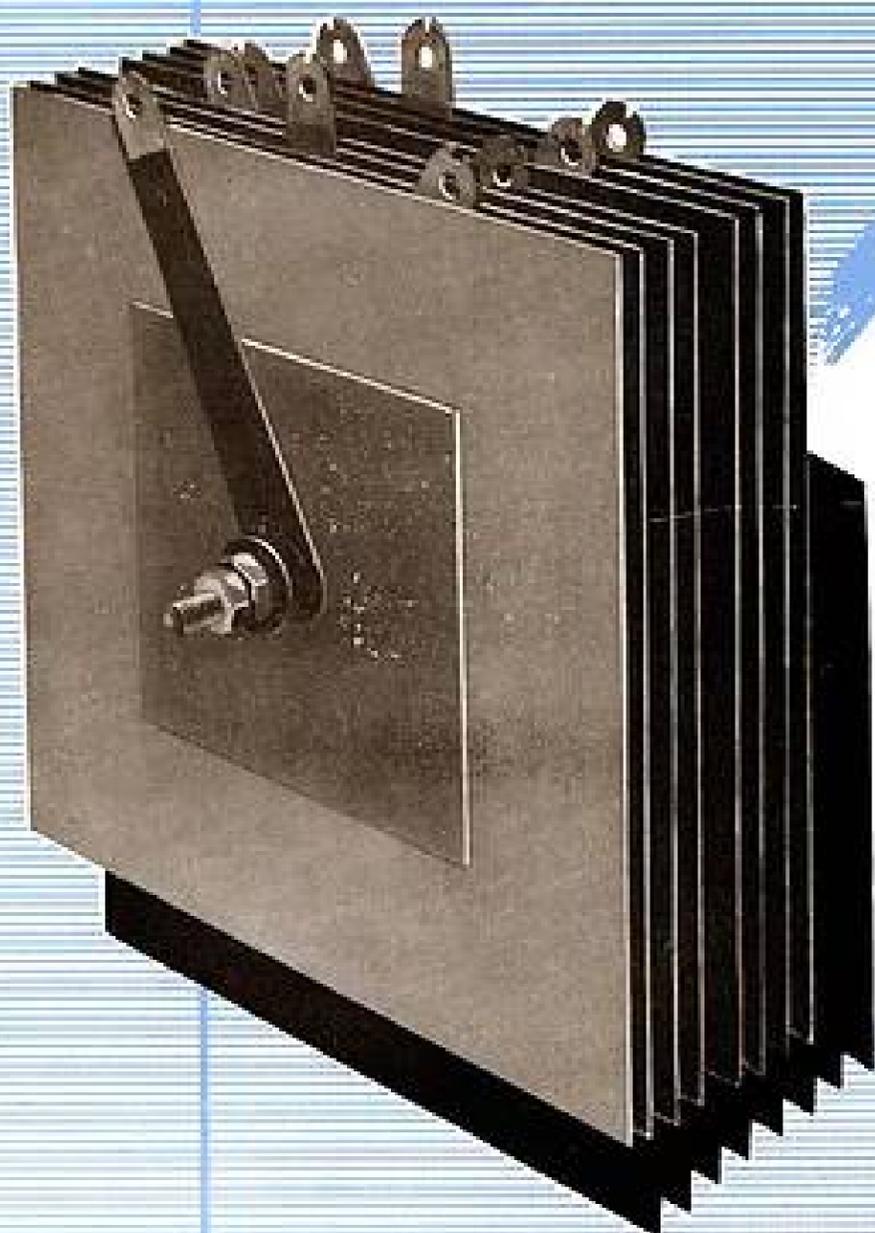
Lorsque le courant  $I$  est supérieur à  $I_0$ , le gain est plus élevé et un excédent de puissance est cédé à la charge extérieure. L'énergie ainsi mise en jeu est prélevée sur l'énergie cinétique du faisceau ; par suite celui-ci est freiné et le maintien du synchronisme entraîne un glissement négatif de fréquence lorsque le courant augmente. C'est sur ce point que le mécanisme du « Carcinotron O » diffère essentiellement de celui du « Carcinotron M » où, grâce à la définition de la vitesse par le rapport d'un champ électrique et d'un champ magnétique constants, l'énergie est prélevée sur l'énergie potentielle du faisceau.

En ce qui concerne la définition de la fréquence d'oscillation à l'accrochage, l'application de la condition de synchronisme doit tenir compte du fait que le mécanisme de modulation du faisceau correspond à un retard de phase de l'ordre de  $\pi$ , correspondant au freinage du faisceau à l'accrochage et analogue à l'effet du transformateur de couplage dans un oscillateur triode. Le déphasage total étant défini à  $2m\pi$  près, la relation entre la vitesse initiale du faisceau et la vitesse de phase de l'onde libre est :

$$(\Gamma_0 - \Gamma_e) L = (2m + 1)\pi = \Phi \quad (1)$$

$\Phi$  étant beaucoup plus petit que les  $\Gamma L$ ,  $v_g$  et  $v_e$  restent très voisins. D'après (1) plusieurs fréquences peuvent être excitées à la même tension. Un calcul

**CELLULES  
REDRESSEUSES  
SELENOX  
L.M.T.**



DES ESSAIS  
SYSTEMATIQUES  
GARANTISSENT  
LA REGULARITE  
DE LA  
QUALITE

*Des cellules L.M.T. fonctionnent sans interruption depuis plus de 150.000 heures*

**L.M.T.**

46, QUAI DE BOULOGNE - BOULOGNE-BILLANCOURT (SEINE) - TÉL. : MOL. 50-00

exact montre que, pour les ordres  $m = 0$  et  $m = 1$ ,  $\Phi$  prend les valeurs 3 et 10, tout à fait comparables aux valeurs  $\pi$  et  $3\pi$  déduites du raisonnement. Le synchronisme optimum correspond à  $m = 0$ ; pour les ordres supérieurs, le courant d'accrochage est donc plus élevé, il vaut  $I_1 = 6,3 I_0$  pour  $m = 1$ .

Des oscillations parasites ne peuvent donc apparaître que pour des valeurs suffisamment élevées du courant; dans ce cas la charge d'espace peut apparaître au sein du faisceau. Son existence correspond à un freinage, c'est-à-dire à un accroissement de la constante  $\Phi$  et par suite à une augmentation du courant d'accrochage et du rapport  $I_1/I_0$ .

Une description plus complète nécessiterait des calculs détaillés. Les notions précédentes suffisent à souligner les propriétés essentielles du système, qui vont être maintenant examinées de plus près par une comparaison des résultats de mesures et des évaluations calculées. Afin de connaître l'étendue du domaine où a été effectuée cette comparaison, le lecteur peut se reporter aux tableaux IV et IV bis résumant les caractéristiques des tubes soumis à l'examen.

III. — Caractéristique fréquence-tension.

L'étude expérimentale de la caractéristique fréquence-tension consiste principalement en une vérification de la relation (1), qui s'écrit pratiquement :

$$c/v_0 - c/v_e = \frac{\lambda}{2L} \tag{2}$$

Le terme  $\lambda/2L$  est petit devant les  $c/v$  de sorte que la caractéristique fréquence-tension mesure en première approximation la caractéristique de dispersion de la ligne. Pour les lignes interdigitales sans plafond ou à plafonds éloignés employées ici, la caractéristique de dispersion peut être calculée de façon simple, d'après le pas  $p$  de la ligne et la longueur  $l$  des doigts, en admettant que l'onde se propage à la vitesse de la lumière  $c$  dans les méandres compris entre les doigts. La caractéristique ainsi obtenue, correspondant à un mode fondamental inverse si l'on tient compte que, vue du faisceau, la phase s'inverse de  $\pi$  à chaque méandre, s'écrit :

$$c/v_0 = \frac{\lambda - 2(l+p)}{2p} \tag{3}$$

Dans la suite la longueur  $l+p$  sera exprimée de façon simplifiée par  $l$ . La figure 2 est une comparaison, utilisant des coordonnées réduites, entre la relation (3) et les valeurs  $c/v_e = 506/\sqrt{\epsilon_0}$  déduites des caractéristiques fréquence-tension expérimentales relatives à 3 types de tubes couvrant les domaines 1 000-2 000, 2 000-4 000 et 8 000-11 000 Mc/s.

La concordance observée justifie à la fois les relations (2) et (3) dans un domaine de fréquences

très étendu. Par suite elle autorise le projet, avec une précision suffisante, de tubes à lignes interdigitales tels que tous ceux qui sont décrits ici. De plus elle rend possible l'analyse de certaines propriétés particulières dont l'évaluation offre un intérêt pratique.

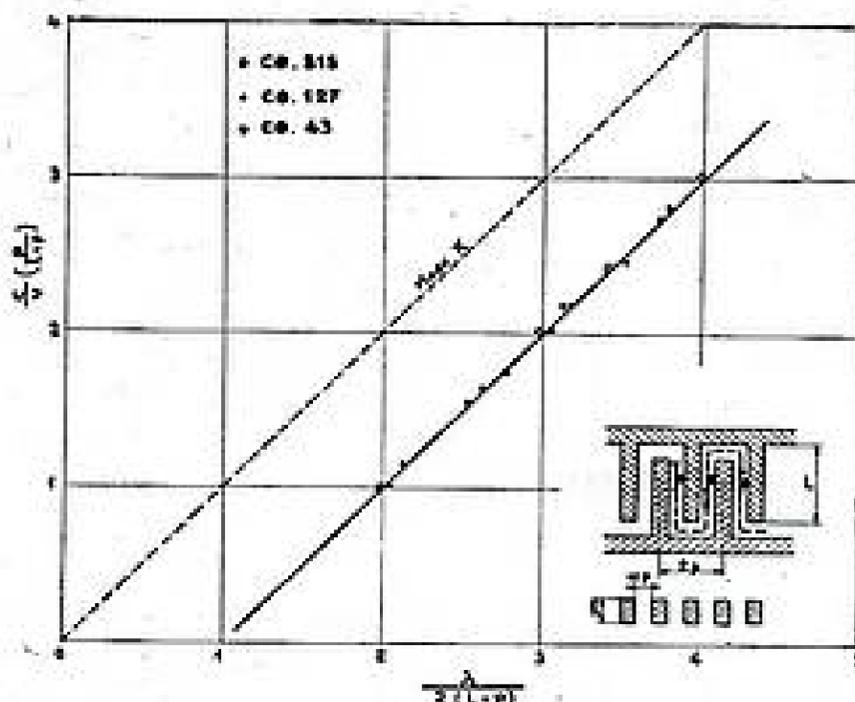


FIG. 2. — Tubes CO.315-CO.127-CO.43. Comparaison entre les caractéristiques de dispersion théoriques de lignes interdigitales (courbe en trait plein) et les caractéristiques déduites des courbes fréquence-tension. Les coordonnées habituelles  $\lambda, c/v$  sont réduites aux valeurs

$$\frac{\lambda}{2(l+p)}, \frac{c}{v} = \frac{2p}{2(l+p)}$$

LINÉARITÉ DE LA CARACTÉRISTIQUE FRÉQUENCE-TENSION.

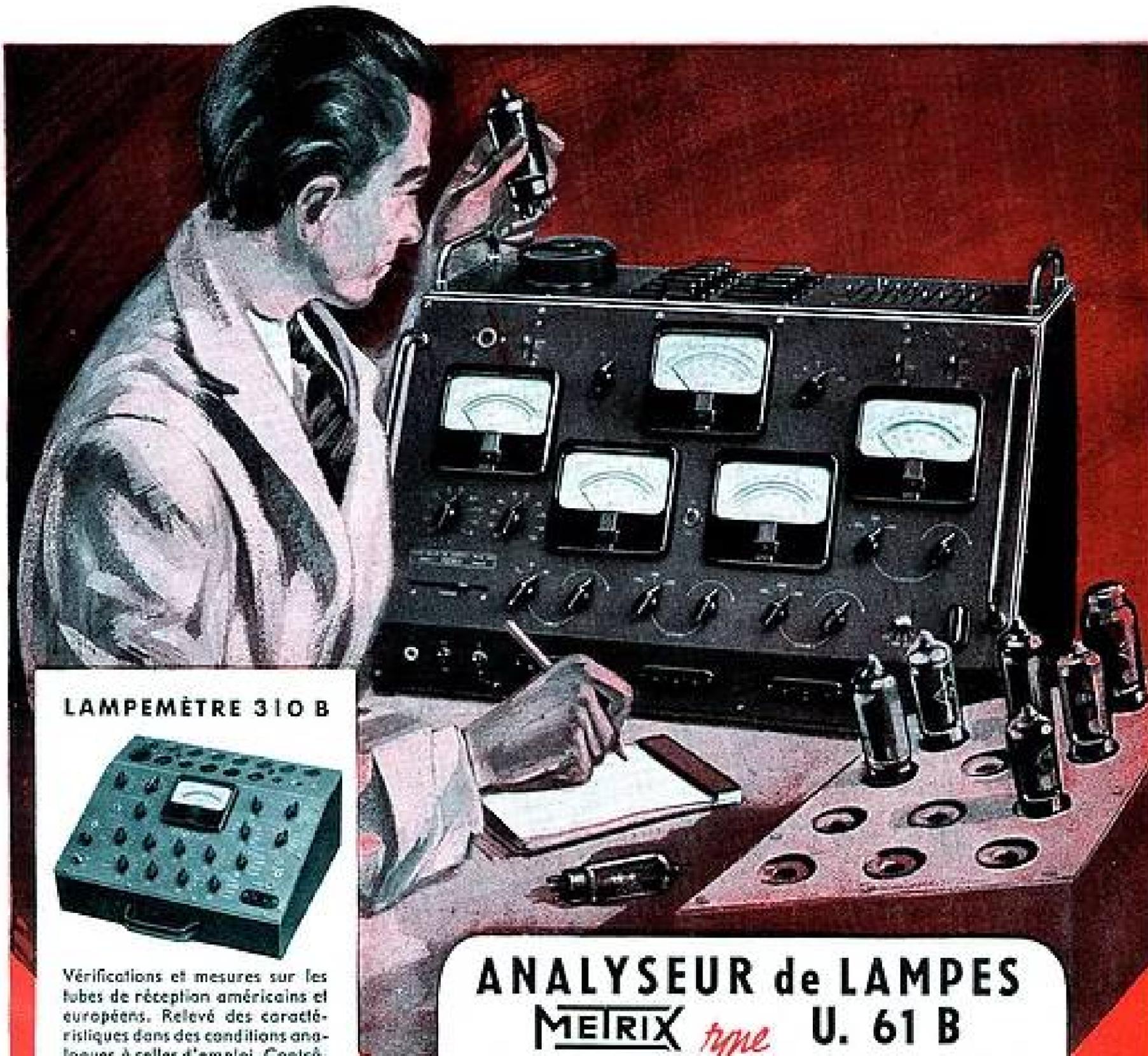
L'expression générale de la pente  $\sigma = \frac{\Delta F}{\Delta V}$  de la caractéristique fréquence-tension est :

$$\sigma = \frac{45}{F} \frac{\Gamma_0^2}{\Gamma_0 - \Gamma_g}$$

les fréquences étant exprimées en Mc/s.  $\Gamma_g = \omega/v_g$  est de signe opposé à  $\Gamma_0$ . Il est en principe possible d'obtenir une valeur constante de  $\sigma$ , c'est-à-dire un contrôle linéaire de la fréquence, dans une bande atteignant au maximum une octave. Toutefois il n'est pas connu de solutions pratiques simples à ce problème. Les lignes utilisées le plus couramment (à hélices et interdigitales) sont telles que  $c/v_0$  varie linéairement avec  $\lambda$  dans un très large domaine, de sorte que la caractéristique fréquence-tension a l'allure représenté fig. 3 et que la linéarité ne peut être obtenue que dans une bande relativement étroite.

Dans le cas de la ligne interdigitale,

$$\sigma = \frac{1}{2 \cdot (1012 p)^2} \frac{(c - 2l F)^2}{F}$$



### LAMPÉMÈTRE 310 B



Vérifications et mesures sur les tubes de réception américains et européens. Relevé des caractéristiques dans des conditions analogues à celles d'emploi. Contrôle du filament, des courts-circuits et de l'isolement cathode. Mesure du débit anodique, de la pente, résistance interne, coefficient d'amplification. Relais de sécurité et fusible protégeant l'appareil contre les fausses manœuvres.

- 19 tensions filament.
- 9 tensions anodiques.
- 2 x 9 tensions écrans.

Tension de polarisation variable sans discontinuité de 0 à 50 V. Galvanomètre de mesure du courant anodique à cadre mobile, calibres : 1-3-10-30-100 mA.



#### AUTRES FABRICATIONS :

CONTROLEURS INDUSTRIELS ET UNIVERSELS • HÉTÉRODYNES UNIVERSELLES • PONTS DE MESURES ET A IMPÉDANCES • VOLTMÈTRES A LAMPE • LAMPÈMÈTRES DE SERVICE ET DE LABORATOIRES • GÉNÉRATEURS B.F. - H.F. - V.H.F. • WOBULATEURS TÉLÉVISION • MIRE ÉLECTRONIQUE • OSCILLOGRAPHES

## ANALYSEUR de LAMPES *METRIX type* U. 61 B

Les sources d'alimentation et les multiples possibilités de commutation de cet appareil, permettent la mesure classique de toutes les caractéristiques des tubes électroniques dans leurs conditions d'emploi, isolement, continuité des électrodes, débit de chaque électrode, pente, etc... Chaque tension (une pour l'anode, deux pour les écrans, une pour la grille) est réglable sans trou, de zéro à sa valeur maxima, et indiquée en permanence par un appareil de mesure individuel. Son emploi est très pratique comme alimentation stabilisée à source de tensions multiples.

**CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES :** Tension filament : 19 valeurs de 1,1 à 117 V. Tension anode : Variable de 0 à 300 V. Débit max. : 100 mA. Tension grilles auxiliaires : 2 sources identiques. Variable de 0 à 300 V. Débit max. 15 mA. Tension grille de commande : Variable de 0 à 50 V. Alimentation secteur stabilisée.

C<sup>IE</sup> GÉNÉRALE

DE MÉTROLOGIE

ANNÉCY

TELE 8-61

MESURER JUSTE ET LONGTEMPS — MÉTRIX

AGENTS : PARIS, 16, Rue Fontaine (P) TR 02 04 • CAEN, A. Tais, 66, Rue Bisquet • CLUJ, S. Rue du Barillet-Mais, TR 482-88 • LYON, E. Cours Lafayette, TR. Moncey 57-43 • MARIENNE, S. Rue New (P) TR. Gambard 22-34 • MONTELUZAN, M. Avenue, 32, Ciel Industrielle • NANTES, Pons, 10, Allée Duquesne • NICE, Prigent, 6, Rue de Tassin • STRASBOURG, 15, Place des Mathes TR. 22-48 33 • TOULOUSE, 10, Rue Alexandre-Cabanel, TR. CA 36-84 • AUCER, M. Rappin, 13, Rue de Ruyge • TUNIS, Smak, 11, Rue Al Djazira • ANTOING, MERYLAND 54, BUENOS-AIRES • ANGIÈTERRE, Soliman, PHARES DITTON • BRICQUE, Drea, BRUXELLES 18151, Drea, SUD-PIRENE • CANADA - C. P. 1, 116, MONTREAL • ÉGYPTE - I. D. Para EL CAIRE • ESPAGNE - Gerco Electrico, BARCELONE • FINLANDE - O. Y. Nyberg, HELSINKI • GRÈCE - K. Karamanolis & Co ATHÈNES • ITALIE - S. de Giovanni, MILAN • LIBAN, ANNE KAMEL, BYROUTH • MEXIQUE Y. A. de Lavar, MEXICO • NORVÈGE - T. Strindheim, OSLO • NOUVELLE ZÉLANDE - Fred. Remond & Son, LOWER HUTT • PORTUGAL, Paulo-Luis, LISBOA • SUÈDE - A. B. Fabebrink, STOCKHOLM • SUISSE - Fred. Steiner, ZÜRICH • TURQUIE - Faysal Serin, ISTANBUL • SYRIE - Evfayre & Co DAMAS • U. S. A. - H. E. Gerry & Co., PHILADELPHIE

Un intervalle de fréquences  $\Delta F$  étant couvert dans un domaine de tension  $V_0 - \Delta V$ ,  $V_0 + \Delta V$ , la fréquence centrale  $F_0$  obtenue pour  $V_0$  diffère de la moyenne des fréquences extrêmes d'une quantité  $\delta F$

$\lambda$  est généralement de l'ordre de 4 à 8 l. A 3 000 Mc/s, le maintien d'un écart de fréquence inférieur à  $\pm \frac{1}{2} \%$  est assuré pour des écarts de l'ordre de

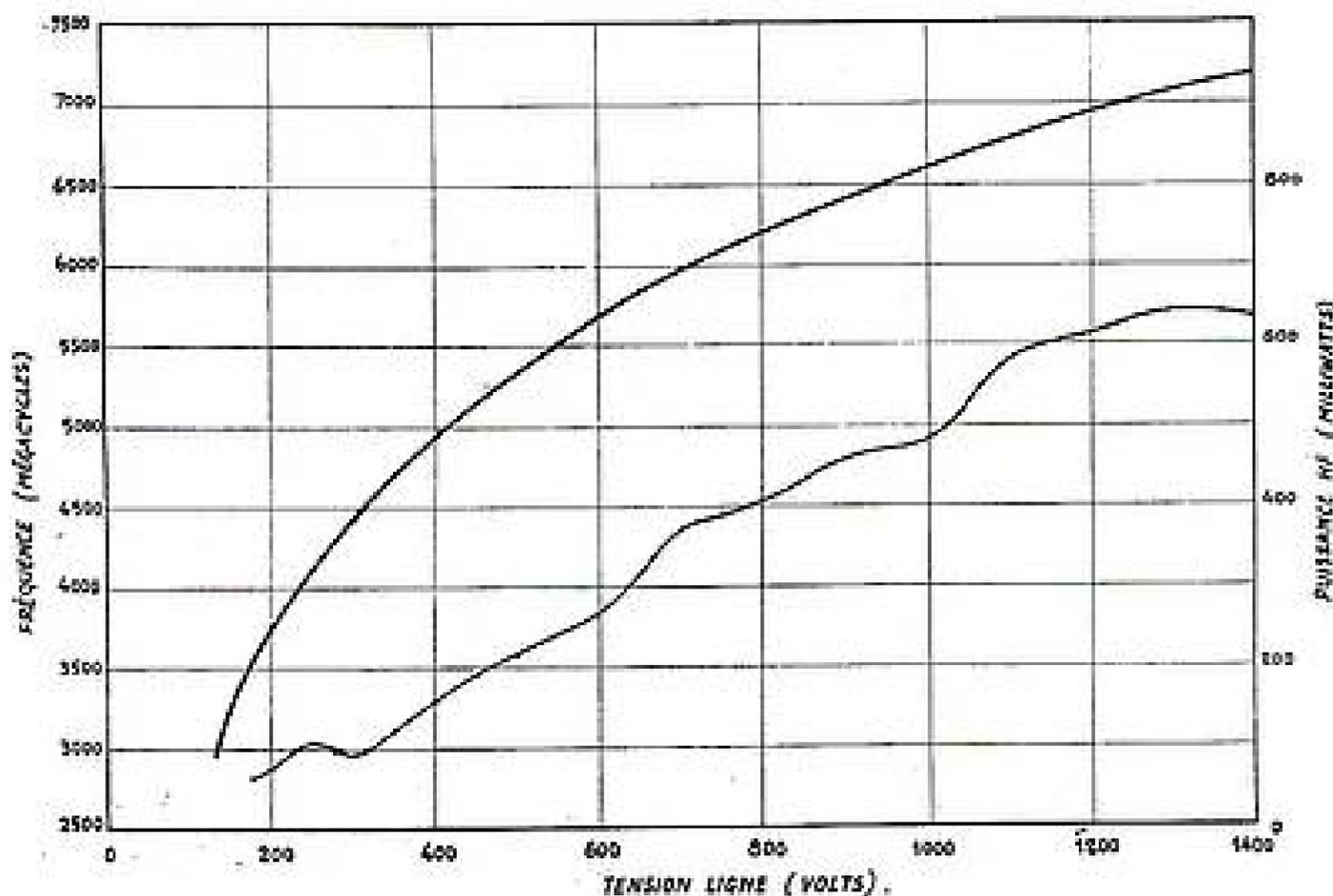


FIG. 3. — Tube CO.94. Caractéristiques fréquence-tension (courbe supérieure) et puissance-tension (courbe inférieure).

et l'écart relatif de linéarité peut être défini par  $\pm \frac{1}{2} \frac{\delta F}{\Delta F} = \pm \frac{c}{16l} \cdot \frac{\Delta F}{F^2}$ . Ainsi l'écart de linéarité d'un tube CO.127 dans une bande de 60 Mc/s autour de  $F_0 = 3\,000$  Mc/s est de l'ordre de  $\pm 0,4$  Mc/s. Le produit  $lF$  varie du simple au double dans la gamme d'un même tube ; d'un modèle à l'autre il ne varie que de  $\pm 10 \%$  à la fréquence centrale ; par suite le défaut de linéarité est peu variable d'un bout à l'autre de la gamme de l'ensemble des tubes. Pour des tubes particuliers à bande relativement étroite il est possible de réduire simultanément la sensibilité et le défaut de linéarité. Il sera montré dans la suite comment ce défaut peut être corrigé ou aggravé d'après le module et la phase des réflexions terminales.

REPRODUCTIBILITÉ DE LA CARACTÉRISTIQUE FRÉQUENCE-TENSION.

La relation (3) permet d'examiner l'influence des variations des dimensions  $l$  et  $p$  sur la fréquence et par suite d'étudier l'effet des tolérances de construction sur la reproductibilité des tubes d'un même modèle. A une tension donnée, les variations de fréquence dues à des écarts systématiques  $\Delta l$  et  $\Delta p$  de la longueur des doigts et du pas sont :

$$\left(\frac{\Delta F}{F}\right)_l = -\frac{2l}{\lambda} \frac{\Delta l}{l} ; \left(\frac{\Delta F}{F}\right)_p = -\left(1 - \frac{2l}{\lambda}\right) \frac{\Delta p}{p}$$

0,25 mm sur la longueur des doigts ou de 0,4 mm sur la longueur totale de la ligne. De tels écarts sont aisément tenus à l'usinage.

Le tableau I montre une statistique des écarts de fréquence observés, à trois valeurs de la tension ligne, sur 100 tubes CO.127. Ces écarts incorporent l'effet de l'erreur absolue de lecture du voltmètre, de l'ordre de plusieurs volts, et par suite responsable de l'étalement de la dispersion constatée à 2 300 Mc/s en raison de la sensibilité  $\sigma$  élevée dans la partie basse fréquence de la bande.

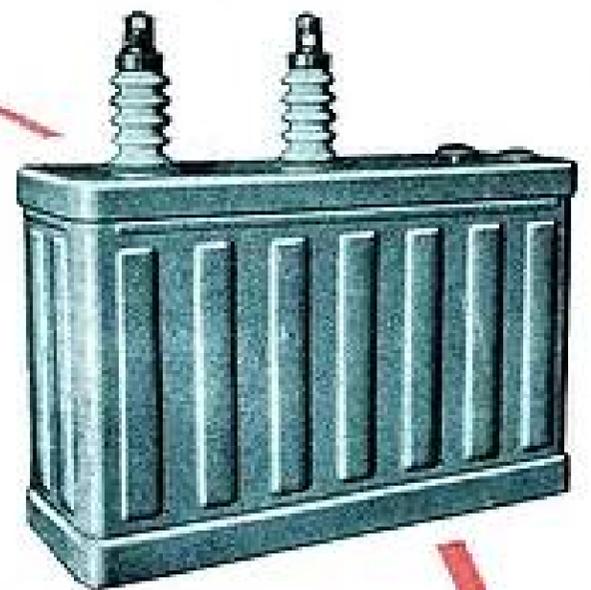
TABLEAU I

		ÉCARTS DE FRÉQUENCE			
		0 à 10 Mc/s	10 à 20 Mc/s	20 à 30 Mc/s	> 30 Mc/s
Nombre de tubes	2 300 Mc/s	48	28	13	11
	3 000 Mc/s	74	21	4	1
	3 700 Mc/s	66	25	6	3

# CONDENSATEURS D'IMPULSIONS ET LIGNES A RETARD DE RADARS



(QUELQUES-UNES DE  
NOS RÉALISATIONS)



## MODÈLE DE CONDENSATEUR

Constitué par un empilage de plaquettes en mica argenté pour tensions de Service élevées et fonctionnement en régime d'impulsions  
Brevet Stéafix N° 1 089 270)  
La conception de ce condensateur permet de réaliser des performances exceptionnelles.

## LIGNE 20

Impédance de la ligne	25 ohms
Puissance de l'impulsion	2,7 Mw
Fréquence de répétition	300 ips
Tension de charge	18 000 V cc
Largeur d'impulsion	2 $\mu$ s - 0 - 10 %
Température de fonct.	- 40°C + 70°C
- de stockage	- 50°C + 70°C

## LIGNE 31 bis

Impédance	50 ohms
Puissance de l'impulsion	750 Kw
Fréquence de répétition	1 500 ips
Tension de charge	13 000 V cc
Largeur d'impulsion	0,55 $\mu$ s
Température de fonct.	- 10°C + 70°C
- de stockage	- 40°C + 70°C

## LIGNE 23

Impédance	50 ohms
Puissance de l'impulsion	270 Kw
Fréquence de répétition	2 400-1 000 et 400 ips
Tension de charge	7 500 V cc
Largeur d'impulsion	0,4 - 1 - 2,5 $\mu$ s
Température de fonct.	- 40°C + 90°C
- de stockage	- 50°C + 90°C



Nous pouvons étudier à la demande  
soit des condensateurs d'impulsions  
soit des lignes à retard complètes  
Plus de 60 Prototypes ont déjà été réalisés  
Plusieurs centaines de lignes ont été fabri-  
quées en série  
**NOUS CONSULTER**



# STÉAFIX et C<sup>IE</sup>

17, RUE FRANCOEUR  
PARIS 18<sup>e</sup>. MON. 02-93, 61-19

PUBL. RAJ

## DÉRIVE THERMIQUE.

Une variation de température produit une variation des dimensions  $l$  et  $\rho$ . Le mode de construction est tel que la température interne est pratiquement uniforme de sorte que la dérive thermique est de l'ordre de :

$$\left(\frac{\Delta F}{F}\right)_T = -k \cdot \Delta T$$

$k$  étant le coefficient de dilatation du métal utilisé, soit  $17 \cdot 10^{-6}$  pour le cuivre. Les fluctuations de fréquence dues aux variations de la température ambiante peuvent généralement être considérées comme négligeables. La dérive thermique à la mise en service est de l'ordre de  $5 \cdot 10^{-3}$  pour les régimes de dissipation maxima.

## FLUCTUATIONS DE FRÉQUENCE DUES AUX SOURCES.

Une fluctuation relative  $\Delta V/V$  de la source produit une fluctuation relative de fréquence :

$$\Delta F/F = \frac{\sigma V}{F} \cdot \Delta V/V$$

soit pour le tube à ligne interdigitale :

$$\Delta F/F = \frac{2 \text{ à } 3}{8} \cdot \Delta V/V$$

On en déduit la stabilité minimum de la source pour une stabilité désirée de la fréquence. La stabilité de fréquence est liée d'autre part à celle du courant, comme il est indiqué plus loin, et la fluctuation correspondante est :

$$\Delta F/F = -\eta \cdot \frac{\sigma V}{F} \cdot \Delta I/I.$$

$\eta$  étant de l'ordre du rendement du tube.

Cette fluctuation diminue la précédente si  $\Delta I$  et  $\Delta V$  sont de même signe.  $\Delta I$  est liée à la fluctuation de tension du canon, par exemple à celle de la tension de la grille-écran  $V_{g2}$ .

Il paraît donc possible si les tensions  $V_{g2}$  et  $V$  ont des stabilités cohérentes d'obtenir des fluctuations de fréquence très faibles pour des valeurs raisonnables de la stabilité des sources.

## IV. — Caractéristiques d'accrochage.

Si la correspondance entre la fréquence et la tension par la condition de synchronisme est un effet général caractérisant tous les tubes à propagation

d'onde, c'est la comparaison des courants d'accrochage calculés et mesurés qui est susceptible de fournir la vérification numérique la plus significative en ce qui concerne l'exactitude de la théorie. Son intérêt pratique est évident puisque le projet des tubes n'est possible que si l'écart observé est faible ou au moins interprétable.

Les estimations suivantes sont limitées au cas d'une charge d'espace négligeable. Celle-ci intervient par le facteur  $\frac{\Omega_0 L}{v_0 \gamma_0 L}$  ( $\Omega_0 = \sqrt{\frac{e}{m} \cdot \frac{P_0}{z_0}}$  étant la pulsation de plasma) et son effet est très peu sensible lorsque  $\frac{\Omega_0 L}{v_0 \gamma_0 L}$  reste inférieure à 1,5 ; une valeur de cet ordre n'est atteinte, pour les tubes considérés, qu'à la limite inférieure de fréquence du tube CO.42.

La valeur calculée pour le courant d'accrochage :  $I_0 = \frac{4 (\gamma_0 L)^2 V_0}{\Gamma_0^2 \Gamma_c L^2 R_c}$  contient l'impédance de couplage  $R_c$  du faisceau à la ligne. La valeur maxima de cette impédance, correspondant au cas idéal d'un faisceau infiniment mince rasant la ligne, peut être corrigée pour tenir compte de la forme et de la position du faisceau. Dans le cas d'une ligne à plafond éloigné et d'un faisceau plat d'épaisseur  $2a$  dont le plan médian est à une distance  $d$  de la ligne, l'expression complète de  $R_c$  est :

$$R_c = \frac{Z_0}{(\Gamma_0 \rho)^2} \left[ \frac{\sin(\Gamma_0 \alpha \rho)}{\alpha \rho} \right]^2 \cdot \frac{(1 - e^{-4\Gamma_0 d}) \cdot e^{-2\Gamma_0(d-\alpha)}}{4 \Gamma_0 \alpha}$$

(voir figure 2 pour la définition de  $\alpha \rho$ )

Pour les valeurs courantes des dimensions, l'approximation suivante convient :

$$I_0 \approx \frac{4 \pi^2 V_0}{Z_0 n^2} \frac{\alpha}{\rho} e^{2\Gamma_0(d-\alpha)} \quad (4)$$

$n$  étant le nombre de doigts de la ligne.

Le choix des dimensions du faisceau peut faire varier  $I_0$  dans des limites assez larges. Généralement  $2 \Gamma_0 (d - \alpha)$  est petit et peu variable dans la bande, de sorte que le courant d'accrochage est pratiquement proportionnel à la tension, ce qui est d'un grand intérêt pour la détermination de la caractéristique électronique du canon.

D'un modèle à l'autre, la section du faisceau diminue approximativement comme  $1/F^2$  et la densité de courant est proportionnelle à  $F^2/n^2$  ; d'autre part, l'impédance caractéristique  $Z_0$  est du même ordre pour tous les modèles en raison des nécessités de l'adaptation à large bande. La similitude à effectuer, en fonction de la fréquence, sur les dimensions des doigts et du faisceau ne peut donc être appliquée à la longueur de la ligne sans un accroissement rapide de la densité de courant

et voici

# les OSCILLOSCOPES

HEWLETT PACKARD



## Oscilloscope 130A BF

Bande passante du continu à 300 Kc

## Oscilloscope 150A HF

Bande passante du continu à 10 Mc

Étudiés avec autant de soin que toute la lignée des instruments H.P. L'utilisateur trouvera la mise en place de ces deux nouveaux instruments aussi bien dans le laboratoire qu'au contrôle de la production et des essais.

Pièces détachées sélectionnées, circuits non surchargés - accessibilité complète des sous-ensembles - montage en circuits imprimés sur matière translucide permettant une visibilité totale des éléments pour la maintenance.

Système de déclenchement automatique « Universel » préréglable.

	HP 130A - BF	HP 150A - HF. à Amplificateurs amovibles.
Balayages :	1 $\mu$ sec/cm à 15 sec/cm 21 commutations - séquence 1-2-5-10 1 $\mu$ sec/cm à 5 sec/cm - précision 5%.	0,02 $\mu$ sec/cm à 15 sec/cm 24 commutations - séquence 1-2-5-10. 0,1 $\mu$ sec/cm à 5 sec/cm - précision 3%.
Déclenchement :	Incorporé, secteur, extérieur, 2 V. ou plus Pos. ou nég. + 30 V. à - 30 V.	Incorporé, secteur, extérieur, 2,5 V. ou plus Pos. ou nég. + 30 V. à - 30 V.
Amplificateur d'entrée horizontal :	Sensibilité 1 mV/cm à 50 V/cm en 14 commutations avec vernier de continuité. Bande passante de 0 à 300 kc.	Amplification 5-10-50-100. Bande passante continu à 500 Kc. Sensibilité 200 mV/cm à 25 cm.
Amplificateur vertical :	Identique à l'amplificateur horizontal.	Bande passante : du continu à 10 Mc. Temps de montée inférieur à 0,035 $\mu$ sec. Retard du signal de 0,25 $\mu$ sec. sur le balayage - (vison du front avant).
Calibration Amplitude :	Onde carrée de 1 Kc. Précision 5%.	18 tensions de calibration. Séquence 1-5-10 de 0,2 mV à 100 V. crête à crête. Précision 3%. onde carrée de 1 Kc. Temps d'inversion 1 $\mu$ sec.

Le HP 150A HF, peut être doté du circuit amplificateur 151A à haute sensibilité ou du tiroir 152A à 2 canaux d'amplification permettant aussi de voir figurer simultanément 2 phénomènes sur l'écran. Il possède en plus un dispositif de balayage « monocoup » commandé.

Ag. Domestich

DISTRIBUTEUR EXCLUSIF FRANCE ET U. F.  
**RADIO ÉQUIPEMENTS** 65, RUE DE RICHELIEU  
 PARIS-2<sup>e</sup> - TÉL. RIC. 49-88

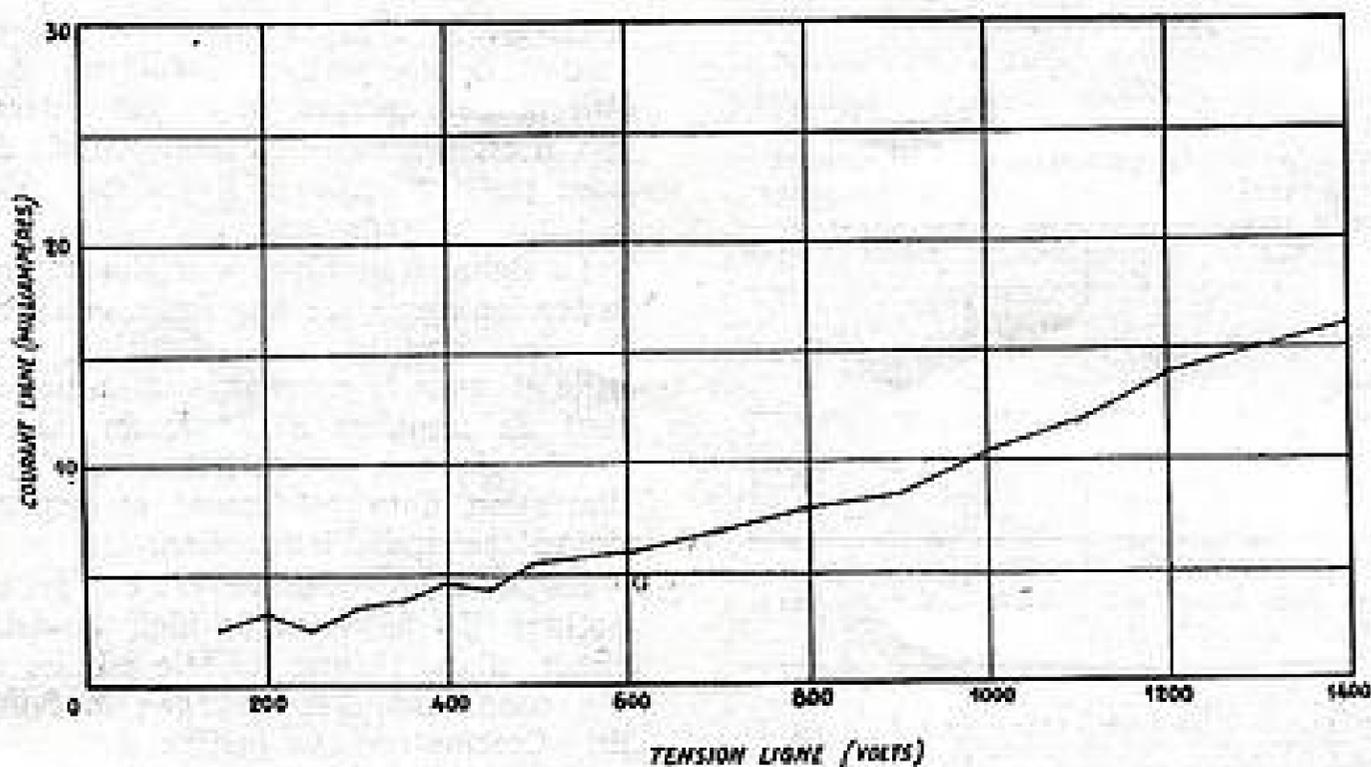


FIG. 4. — Tube CO.94. Courant d'accrochage.

sur la cathode. Aussi les tubes à fréquence très élevée ont-ils un nombre de doigts relativement grand et une plus forte densité de charge d'espace. Pour les tubes considérés, le nombre de doigts varie de 25 à 60.

Des exemples de caractéristiques d'accrochage sont donnés par les figures 4 et 5 relatives à des tubes CO.94 et CO.43. La proportionnalité à la tension est convenablement vérifiée. D'après la figure 5, la concordance entre les valeurs calculées et mesurées est très satisfaisante. En fait, l'évaluation théorique repose sur des hypothèses simples et néglige un certain nombre d'effets difficilement évaluables dont

les principaux se rapportent à la forme réelle des trajectoires électroniques et à la possibilité d'une interaction résiduelle le long de la partie atténuée de la ligne ; certaines fluctuations observées de la valeur du courant d'accrochage dans la bande ne peuvent être expliquées uniquement par l'effet des réflexions, mais probablement par la présence de fuseaux successifs le long du faisceau. Il est néanmoins possible qu'une compensation partielle intervienne entre ces éléments ; pour l'ensemble des tubes, les valeurs moyennes expérimentales du courant d'accrochage sont en effet en bon accord avec les valeurs calculées, comme le montre le tableau II.

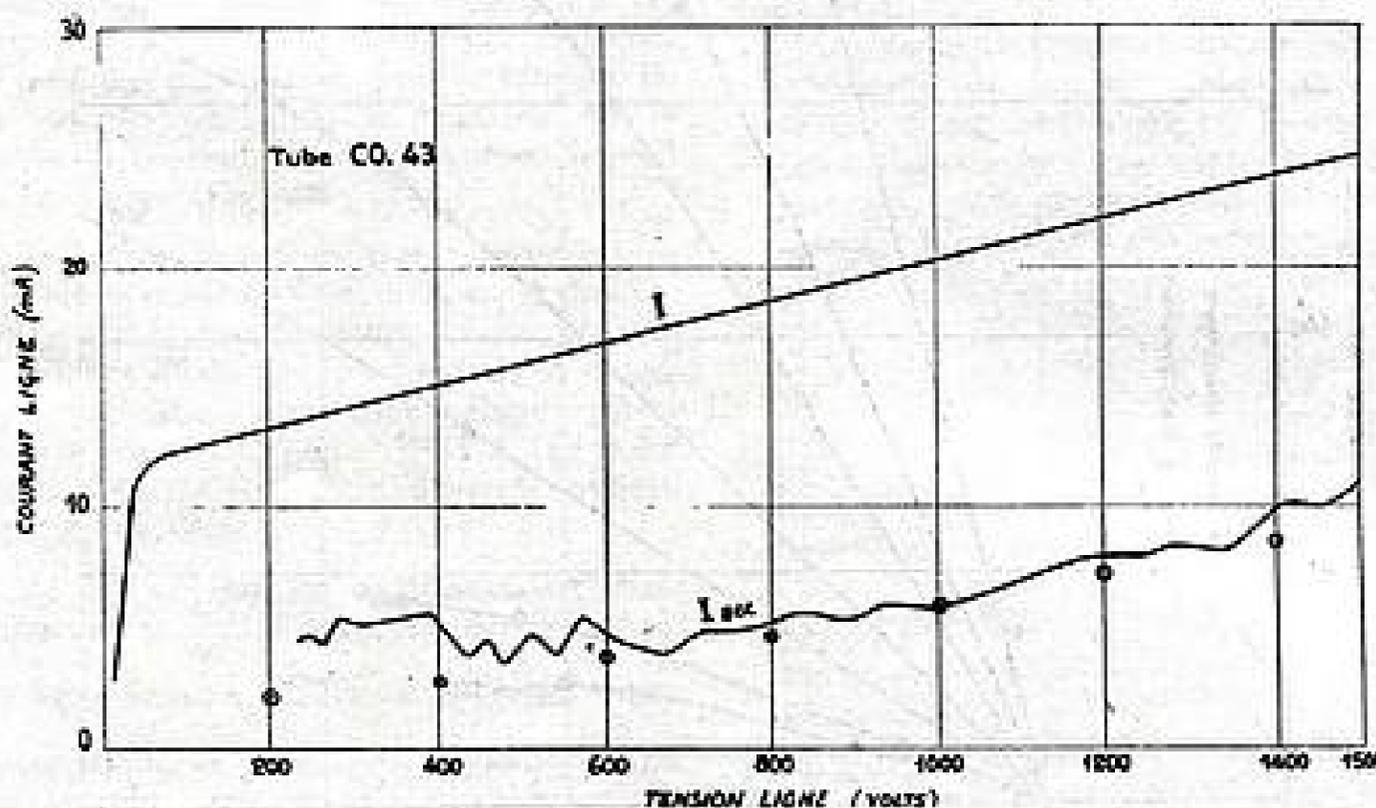


FIG. 5. — Tube CO.43. Courant d'accrochage. Les points séparés sont les valeurs calculées. La courbe supérieure représente le courant de régime du tube.

CIRCUIT EN POTS

# FERRITES

## ferromagnétiques

### A HAUTE STABILITÉ

CIRCUIT EN L

Agence Publitéc-Domenech

#### CARACTÉRISTIQUES

- ★ Perméabilité élevée 2.400 (Fermalite).
- ★ Coefficient de température minimum.
- ★ Coefficient de pertes faible.
- ★ Homogénéité des matériaux.

#### AVANTAGES

- ★ Réalisation d'inductances et transformateurs de haute qualité.
- ★ Faible encombrement
- ★ Économique.
- ★ Montage rapide.
- ★ Gamme de fréquence étendue.

Type	PROPRIÉTÉS	APPLICATIONS	
FERRITES DURES FERMALITE	Perméabilité initiale moyenne	Bobines d'inductance (circuit à entrefer)	
	1000	1.750	1 KHz à 500 KHz
	1003	1.750	500 KHz à 500 KHz
	2001	2400	1 KHz à 20 MHz
	3003	2400	Bobines Pops et Bobines basse fréquence
3001	1500	Transformateurs de puissance H.F.	
FERRITE		Bobines d'inductance	
	1101	800	0,2 à 2 MHz
	1102	250	1 à 7 MHz
	1103	100	5 à 15 MHz
	1104	30	10 à 60 MHz
1105	15	50 à 120 MHz	

pour H	10° fermé	B <sub>1</sub> G	B <sub>r</sub> G	B <sub>100</sub> G	H <sub>c</sub> Oe	APPLICATIONS
FERRITES DURES K10 C 1 A L 10	4302	3340	3080	0,92	0,7	Mémoire
	4303	2800	2570	0,92	1,4	
	4304	2500	2300	0,92	1,4	
	4401	3660	3360	0,92	0,55	Commande et Amplif. magnétiques
	4402	3500	3220	0,92	0,60	
4001	4000	3520	0,90	0,60		
FERRITES DURES K10 C 1 A L 10		B <sub>r</sub> G	H <sub>c</sub> G	B.H. 10 <sup>11</sup> max. G.Oe		Amplif. à champ résonant et à haute perméabilité magnétique
	5202	2000	1500	1,2		

**LIGNES TÉLÉGRAPHIQUES**  
89, Rue de la Faisanderie

**ET TÉLÉPHONIQUES**  
PARIS-16<sup>e</sup> TRO. 45-50

TABLEAU II

TUBE	FRÉ- QUENCE	TEN- SION	I ACCROCHAGE		RENDEMENT D'INTERACTION	
			Mesuré	Calculé	Mesuré	Calculé
CO.315	1 800 Mc/s	700 V	17 mA	19 mA	12 %	10,5 %
CO.210	2 900 Mc/s	800 V	22 mA	22,8 mA	8 %	8,5 %
CO.119	4 200 Mc/s	1 000 V	16,8 mA	16 mA	6 %	6,9 %
CO. 94	6 500 Mc/s	1 000 V	11,4 mA	10 mA	4 %	4,4 %
CO. 63	9 000 Mc/s	1 000 V	8,2 mA	7,3 mA		3,8 %
CO.43	10 000 Mc/s	1 000 V	6,7 mA	6,2 mA		3,6 %
CO. 42	13 500 Mc/s	1 000 V	5 mA	4,4 mA	3 %	3,4 %

#### V. — Fonctionnement au-delà de l'accrochage.

Si un calcul relativement exact permet d'évaluer correctement la fréquence d'oscillation et le courant à l'accrochage, il n'existe pas de théorie complète

décrivant le comportement du système lorsque le courant a une valeur plus élevée et que le tube délivre de l'énergie au circuit extérieur. Dans ce cas, il est nécessaire de tenir compte de l'expérience pour justifier certaines hypothèses relatives au mécanisme d'interaction.

La figure 6 montre, pour chacune des valeurs de la tension appliquée à la ligne, une croissante quasi-linéaire, dans un large domaine, de la puissance utile  $W$  avec le courant, c'est-à-dire un taux constant de transfert d'énergie du faisceau à l'onde. Il est logique de poser :  $\Delta W = \eta \cdot V_0 \Delta I$ , où  $\eta$  a la dimension d'un rendement et exprime l'efficacité du mécanisme d'interaction.

La linéarité constatée est compatible avec l'hypothèse de la validité, bien au-delà de l'accrochage, d'une théorie linéaire admise dans le calcul des conditions d'accrochage ; le faible rendement du « Carcinotron O » justifie d'ailleurs l'application étendue d'un régime de petits signaux.

Dans ces conditions il est possible d'évaluer  $\eta$ . D'autre part, la cession d'énergie  $\Delta W$  correspondant à l'accroissement de courant  $\Delta I$  implique le freinage du faisceau, c'est-à-dire une diminution de la tension par rapport à la tension à l'entrée, définie par  $I \cdot \Delta V = -\eta \cdot V_0 \Delta I$ . Le maintien du synchronisme impose donc une variation de la fréquence avec le courant :

$$\frac{\Delta F}{\Delta I} = \frac{-\eta \cdot \sigma V_0}{2 I}$$

Le rendement d'interaction peut s'exprimer de plusieurs façons :

$$\eta = \left( \frac{2 R_c}{R_0} \right)^{1/2} = \frac{4}{\Gamma_0 L} = \frac{2}{\pi N}$$

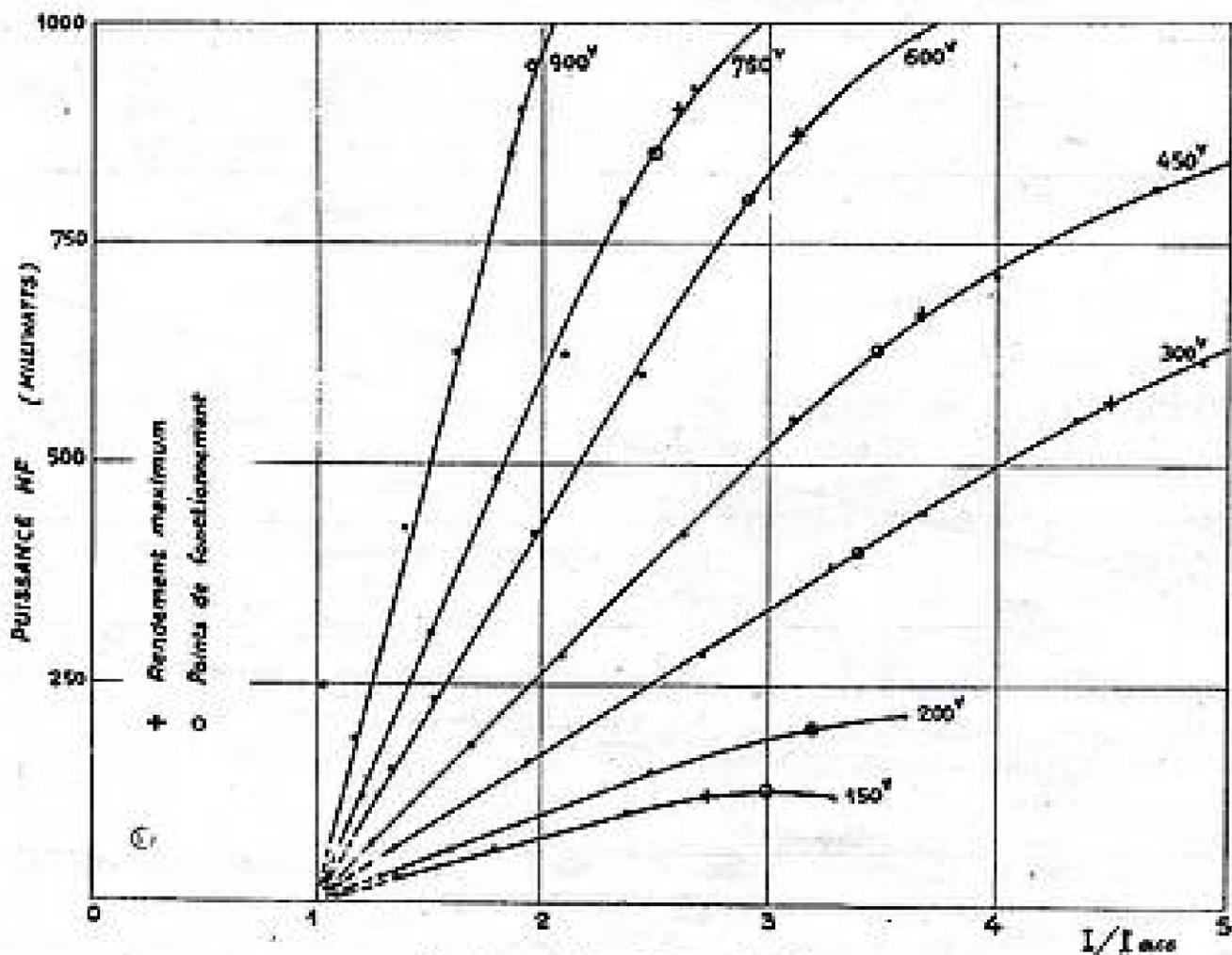
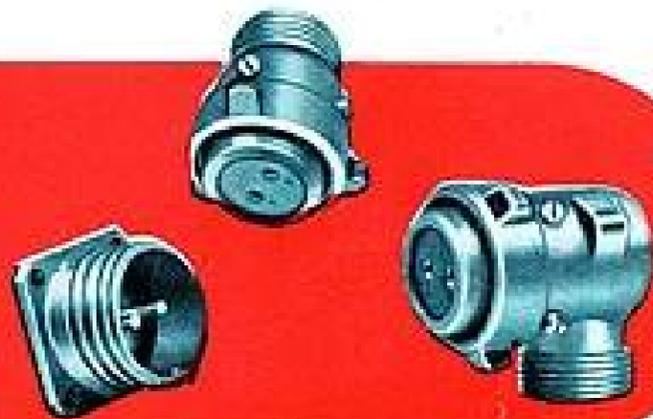


FIG. 6. — Tube CO.127. Variation, à plusieurs valeurs de la tension, de la puissance utile avec le rapport  $I/I_{acc}$  du courant de régime au courant d'accrochage.

# SOCAPEX



## CONNECTEURS RADIO AIR SÉRIE T

Cette série dite « Tropicale Standard » comprend 37 dispositions de contacts (de 1 à 43 contacts) pour intensités de 10 - 20 - 50 ampères.

Les boîtiers sont en alliage d'aluminium cadmié irradié. Ces connecteurs répondent à la spécification marine STCAN 543.558.

## CONNECTEURS RADIO AIR SÉRIE TEI

Ces connecteurs répondent à la spécification américaine MIL-C-12520. Ils sont exécutés en 5 dispositions de contacts : 4 - 9 - 14 - 19 - 30.

Ils sont étanches sous 2 mètres d'eau, inoxydables et peuvent être utilisés en campagne dans les conditions les plus difficiles.

Ils sont très facile d'emploi grâce à l'enfichage par vis centrale.



## CONNECTEURS SOCAPEX SÉRIE F

Ces connecteurs sont utilisés pour des raccordements de racks à tiroirs ou à charnières et se font en 3 types : 5 - 10 - 15 contacts pour une intensité de 5 ampères.

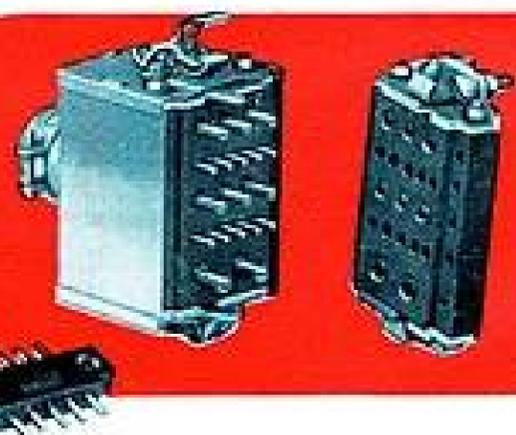
Ces mêmes connecteurs montés sous des capots en alumag moulé sous pression offrent une nouvelle série, de 5 - 10 - 15 - 20 - 30 contacts, équipée de sorties pour câbles plats ou ronds.



## CONNECTEURS SOCAPEX SÉRIE S M

Les éléments de base, du type miniature, peuvent être utilisés séparément. Ils existent en 2 - 3 - 5 contacts pour intensités de 25 - 15 - 5 ampères. Ils sont empilables et permettent grâce à une série de 7 boîtiers de réaliser 30 combinaisons de contacts différentes.

AUTORISATION D'EMPLOI Série N° 39.957 STAE



## BOUTONS DE COMMANDES

Boutons Socapex. Le type GO 50 m/m, le type PO-25 m/m sont réalisés en alumag traité inoxydable. La manette de commande est escamotable. Ils se fixent sur un axe de 6 m/m par une vis centrale.

Boutons Radio-Air. Les 4 types de 30 - 35 - 55 - 80 m/m sont en bakélite noire, avec ou sans flèche et se fixent sur un axe de 6 m/m.



**DEMANDEZ** notre documentation

ou encore  $\frac{4}{\pi n} \cdot \frac{1}{1 - \frac{2l}{\lambda}}$  pour la ligne interdigitale,

où  $R_0$  est l'impédance du faisceau à l'accrochage et  $N$  le nombre de longueurs d'ondes retardées sur la ligne. Ces expressions indiquent comment varie le rendement d'interaction avec divers paramètres : une forte impédance de couplage et un courant élevé correspondent à une ligne courte et permettent d'accroître  $\eta$ . On constate d'autre part que, pour la ligne interdigitale,  $\eta$  varie peu dans la bande.

Finalement la puissance utile et la fréquence d'oscillation ont les expressions suivantes dans un domaine étendu des valeurs de  $I/I_0$  :

$$W_I = \eta \cdot V_0 I_0 [I/I_0 - 1] \quad (5)$$

$$F_I = F_0 - \frac{\eta \cdot \sigma \cdot V_0}{2} \text{Log}_n I/I_0 \quad (6)$$

La figure 7 montre une comparaison satisfaisante entre les valeurs théoriques de  $\eta$  et les valeurs

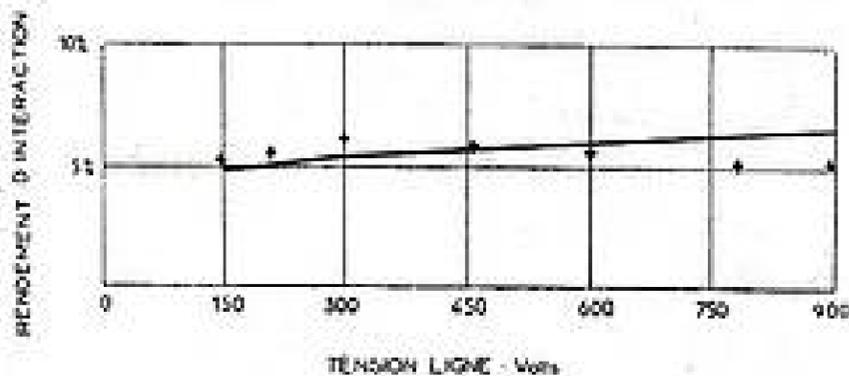


FIG. 7. — Tube CO.127. Valeurs calculées (courbe en trait plein) et mesurées (points séparés) du rendement d'interaction.

déduites de mesures des courants d'accrochage et des variations de puissance  $\Delta W/\Delta I$ . Une comparaison satisfaisante des valeurs du rendement est d'ailleurs constatée pour la plupart des modèles, d'après les résultats mentionnés dans le tableau II. Pour deux modèles de tubes, la variation de la fréquence avec le courant est également en accord avec la loi théorique (Fig. 8).

La linéarité de la caractéristique puissance-courant est valable, d'après l'expérience, pour des valeurs de  $I/I_0$  atteignant plusieurs unités. Au-delà on observe (Figure 6) un fléchissement de la caractéristique, c'est-à-dire l'apparition d'une valeur maxima pour le rendement global  $W/V_0 I$ . Le point de fonctionnement peut être avantageusement choisi au voisinage de ce régime.

L'aspect de la variation de la puissance globale dans l'étendue de la bande du tube dépend de la valeur, à chaque tension, du rapport  $\frac{I}{I_0}$ . La forme

de la caractéristique de puissance est donc définie à partir de la caractéristique d'accrochage par la caractéristique  $I, V$  du canon électronique, laquelle peut présenter des aspects divers selon l'arrangement des électrodes. On justifie plus loin l'intérêt d'une

caractéristique du type tétrode ou pentode pour la réalisation, de tubes à très large bande. Indiquons seulement ici que dans ce cas la puissance croît à peu près linéairement avec  $V$  lorsque  $\frac{I}{I_0}$  est suffisamment grand dans toute la bande, comme

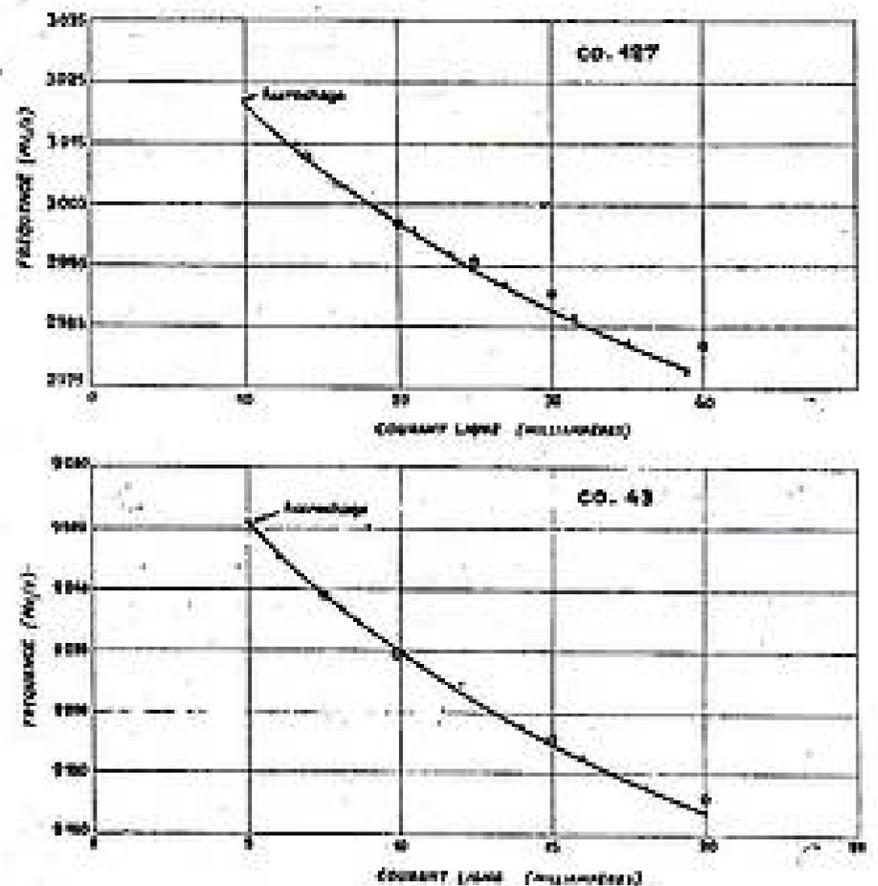


FIG. 8. — Tubes CO.127 et CO.43. Variations mesurées (courbes en traits pleins) et calculées (points séparés) de la fréquence d'oscillation avec le courant.

le montre par exemple la figure 3, relative à un tube CO.94. Cette loi peut être modifiée en agissant sur le niveau de  $I$  et sur sa variation avec  $V$ . Lorsque  $I$  varie peu avec  $V$ , il est possible d'après les relations (4) et (5), d'obtenir un maximum de puissance à la tension pour laquelle le courant  $I$  est de l'ordre de  $2 I_0$ .

Un élément pratique intéressant est relatif à la possibilité de reproductibilité des caractéristiques de puissance. Le tableau III fournit dans les mêmes conditions de mesures que le tableau I, la statistique des écarts de puissance relevés sur 100 tubes CO.127. L'écart est inférieur à  $\pm 2$  dB pour la quasi

TABLEAU III

	ÉCARTS DE PUISSANCE HP			
	0 à 1 dB	1 à 2 dB	2 à 3 dB	> 3 dB
2 300 Mc/s	60	24	12	4
3 000 Mc/s	76	19	4	1
3 700 Mc/s	79	17	3	1

# 3 nouvelles séries de

## TRANSFORMATEURS

BLOCS ÉTANCHES EN  
"ARALDITE"  
SUPPRESSION DES BOITIERS  
ET DES FUITES



TRANSFORMATEURS  
SUR CIRCUITS  
À GRAINS ORIENTÉS  
"C. CORE"

TRANSFORMATEURS  
MINIATURES  
POUR TRANSISTRONS



**LABORATOIRE INDUSTRIEL D'ÉLECTRICITÉ**  
41, RUE ÉMILE-ZOLA - MONTREUIL-/S-BOIS - AVRON 39-20 +

**MATÉRIEL DE QUALITÉ**

L'ACCROISSEMENT DE NOTRE PRODUCTION A PERMIS UNE DIMINUTION DE NOS PRIX  
(NOUVEAU TARIF SUR DEMANDE)

totalité des tubes. Il peut être convenablement interprété en tenant compte des diverses variations possibles d'un tube à l'autre : courant d'accrochage, courant de régime, adaptation de la charge, imprécision des mesures de puissance.

Le glissement de fréquence ne joue aucun rôle dans le fonctionnement d'un tube modulé en fréquence ; la caractéristique fréquence-tension diffère, pour les régimes courants, d'environ 1 % de la caractéristique régnant à l'accrochage. Cet effet, permet, comme on l'a déjà signalé, d'agir sur le niveau des fluctuations de fréquence résultant de l'instabilité des sources. En modulation d'amplitude, par exemple sur les flancs d'une impulsion, il apparaît une modulation parasite de la fréquence, dont la correction est d'ailleurs possible.

## VI. — Effet des réflexions.

On a souligné précédemment l'indépendance du fonctionnement à l'accrochage vis-à-vis de toute réflexion sur la charge extérieure si l'extrémité opposée de la ligne est parfaitement adaptée. Au-delà de l'accrochage l'indépendance de la fréquence se maintient en vertu de la condition de synchronisme, tandis que la valeur de la puissance utile est déterminée par la réflexion sur la charge extérieure.

La charge intérieure est généralement réalisée par un dépôt atténuant de longueur suffisante représentant l'impédance caractéristique de la ligne. Les imperfections de cette charge, ou des irrégularités de construction le long de la ligne, peuvent provoquer l'existence d'une réflexion que l'on représentera par son module  $r_L$  et sa phase  $\Psi_L$ . A l'autre extrémité de la ligne, la réflexion due à l'imperfection du transformateur de liaison et celle ramenée depuis la charge par la ligne extérieure déterminent une composante  $r_o, \Psi_o$ . Ces réflexions terminales interviennent par leur produit  $\rho$  qui, compte tenu de la longueur de la ligne, est caractérisé par le module  $|\rho| = r_o \cdot r_L$  et la phase  $\Psi = \Psi_o + \Psi_L + 2 \Gamma_o L$ . En raison des variations généralement lentes, en fonction de la fréquence, des quantités  $r_o, r_L, \Psi_o, \Psi_L$ , il est possible d'estimer les composantes  $r_o, r_L$  par l'examen de la caractéristique d'adaptation, dont un exemple est donné figure 9, à une impédance connue.

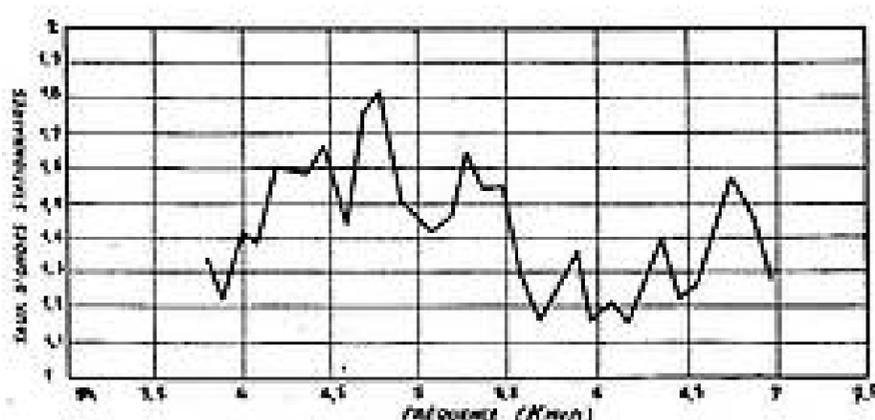


FIG. 9. — Tube CO.94. Caractéristique d'adaptation (taux d'ondes stationnaires obtenu avec une ligne de mesure d'impédance 50 ohms).

Un raisonnement simple permet de se représenter l'influence de petites valeurs de  $\rho$ . Si à une tension donnée, on fait varier la phase  $\Psi_o$  en modifiant l'adaptation de la charge extérieure, la composante réfléchie est en phase ou en opposition de phase avec le signal principal lorsque  $\Psi = 2k\pi$  ou  $(2k+1)\pi$  ; le signal principal est modifié par le facteur  $1 \pm |\rho|$  et tandis que la fréquence est inchangée, les valeurs extrêmes du courant d'accrochage sont dans le rapport  $\frac{1 + |\rho|}{1 - |\rho|}$  ; le rapport des maximum et minimum du courant d'accrochage représente ainsi le taux d'ondes stationnaires équivalent au produit  $\rho$ . Lorsque  $\Psi = (2k+1)\pi/2$ , le signal réfléchi est en quadrature avec le signal principal dont il modifie la phase, l'amplitude étant pratiquement inchangée ; par suite le courant d'accrochage n'est pas modifié, mais le maintien de la condition de synchronisme impose une variation de fréquence, proportionnelle à  $|\rho|$ , autour de la fréquence  $F_o$ .

Si les paramètres des réflexions terminales sont peu variables avec la fréquence, une variation de la tension fait varier  $\Psi$  par sa composante  $2 \Gamma_o L$  ; les conditions ci-dessus se trouvent remplies successivement et se reproduisent périodiquement, de sorte qu'aux variations normales de  $F_o$  et  $I_o$  avec  $V_o$  se superposent des fluctuations  $\delta F_o$  et  $\delta I_o$ , proportionnelles à  $|\rho|$  et en quadrature l'un par rapport à l'autre. En particulier la caractéristique  $\sigma = \Delta F / \Delta V$  fluctue périodiquement.

Le calcul des conditions d'accrochage peut être effectué dans le cas de réflexions même importantes [7] [15] et est résumé par la figure 10 qui représente en fonction de  $|\rho|$  et de  $\Psi$  les variations du courant d'accrochage et de la fréquence par l'intermédiaire des quantités :

$$\Phi = (\Gamma_o - \Gamma_e) L$$

$$S = \left( \frac{R_e \Gamma_o^2 \Gamma_e I_o^2}{V_o} \right) I_o$$

Cette représentation confirme et étend les raisonnements ci-dessus. Le rapport des maximum et minimum du courant d'accrochage est égal à  $\frac{1 + |\rho|}{1 - |\rho|}$  dans de larges limites de variations de  $|\rho|$ . L'écart maximum de fréquence correspond à  $\Delta \Phi = (\Gamma_e - \Gamma_o) L \cdot \frac{\delta F}{F} = \pm 2 |\rho|$ . Les mêmes écarts se reproduisent périodiquement à des intervalles de fréquences tels que  $\Delta \Psi = 2 \Gamma_o l \cdot \frac{\Delta F}{F}$ . Pour la ligne interdigitale,

$$\frac{\delta F}{F} = + \frac{2 |\rho|}{\pi n} \text{ et } \Delta F = c/2ln$$

# 1931 — 1956

## 25 ANS DE SUCCÈS AU SERVICE DE L'INDUSTRIE FRANÇAISE

RADIOPHON CORP.

NEW YORK

ETS RADIOPHON

PARIS

Depuis un quart de siècle les ingénieurs et les chercheurs français sont fidèlement servis par les Etablissements **RADIOPHON**

qui leur procurent les appareils de mesure électriques et électroniques ainsi que les pièces détachées créés par la puissante industrie américaine.

Pour mériter et justifier la confiance de ses clients,

**RADIOPHON**

leur offre les avantages suivants :

1. Délais de livraison rapides.
2. Prix corrects, toujours exactement étudiés.
3. Service d'informations techniques sur l'évolution de l'électronique aux U.S.A. Ce service est assuré par une équipe d'ingénieurs compétents et courtois munis des dernières publications américaines.
4. Un laboratoire moderne de contrôle et de dépannage. Radiophon se substitue aux usines américaines pour le service de garantie et d'entretien des appareils importés par ses soins. Les dossiers techniques fournis par les constructeurs américains et les contacts fréquents entre les ingénieurs de Radiophon et les ingénieurs américains permettent les réparations parfaites et rapides.
5. Les services du bureau américain, **RADIOPHON Corp.** facilitent les recherches d'informations aux U.S.A. et permettent souvent d'appuyer la correspondance par des interventions personnelles.
6. Le service commercial de Radiophon est également toujours à la disposition des clients pour tous conseils et aide quelquefois nécessaire.
7. En qualité d'agent direct des usines, **RADIOPHON** ne livre que le matériel récent, correct et directement expédié par les constructeurs. Pas de matériel de "surplus", pas de modèles périmés ou de qualité douteuse comme cela arrive si le matériel est importé par certains intermédiaires achetant le matériel par voies détournées.
8. Radiophon applique toujours son principe : le service à la clientèle est essentiel en technique et en importation pour la réussite et pour la satisfaction mutuelle.



# ETS RADIOPHON

50, FAUBOURG POISSONNIERE — PARIS (10<sup>e</sup>) ★ + PRO. 52-03. 04



La variation  $\Delta\Phi/\Delta\Psi$  est maximum ou minimum et égale à  $\pm \frac{2|\rho|}{1 \mp |\rho|}$  lorsque  $\Psi = 2k\pi$  ou

où la variation de  $\sigma$  est minima, et de compenser par un choix convenable de  $\rho$  ( $\Psi$ ) le défaut de linéarité inhérent à la forme de la caractéristique de

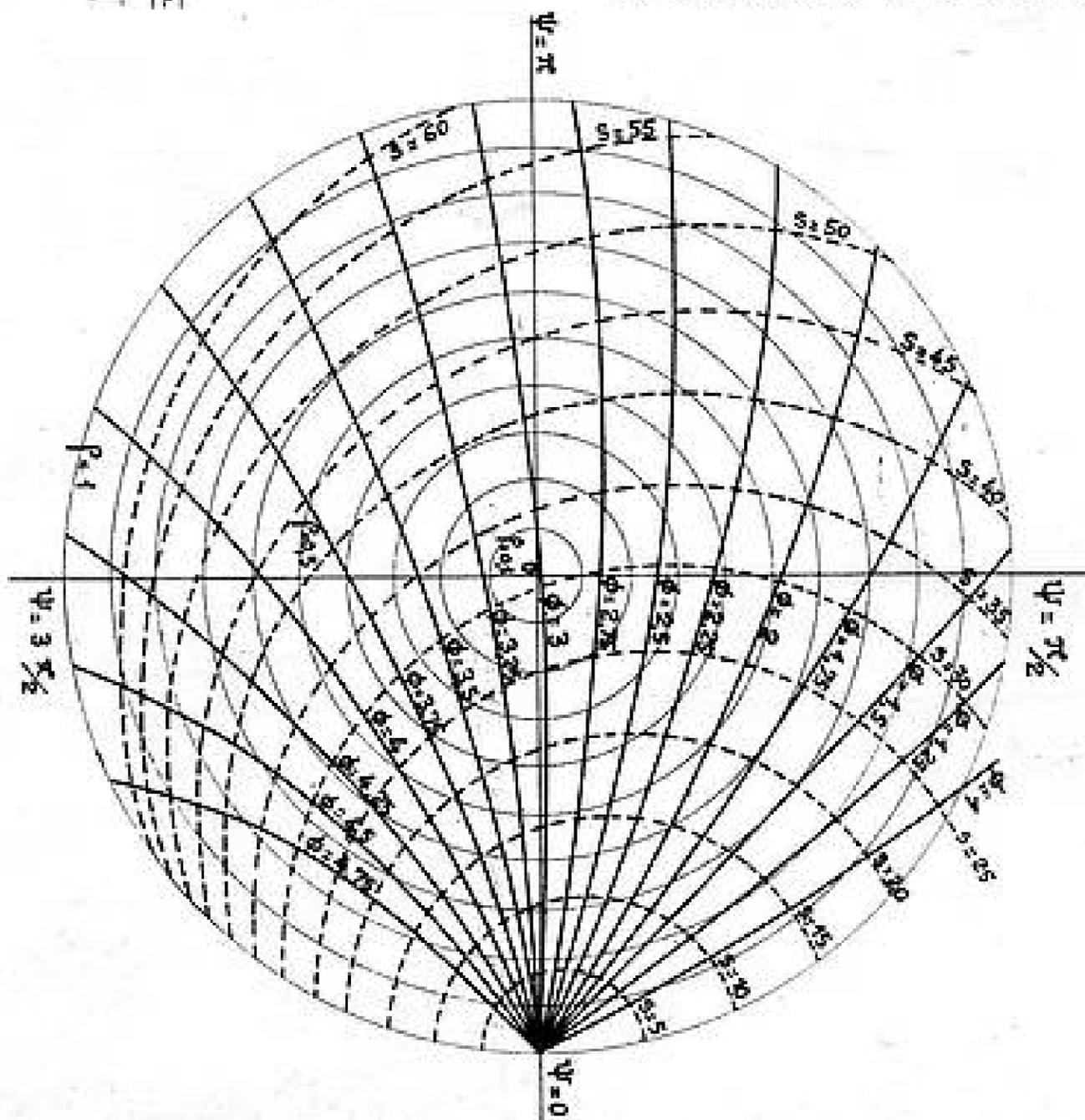


FIG. 10. — Variations de la fréquence et du courant d'accrochage, par l'intermédiaire des grandeurs  $\Phi$  et  $S$ , en fonction du module  $|\rho|$  et de la phase  $\Psi$  du produit des réflexions terminales.

$(2k + 1)\pi$ ; par suite  $\sigma$  fluctue entre les valeurs extrêmes :

$$\sigma_{\max}^{\min} = \frac{\sigma_0}{1 \mp \frac{4|\rho|}{1 \mp |\rho|} \frac{\Gamma_g}{\Gamma_e - \Gamma_g}}$$

soit  $\sigma_0 (1 \mp \frac{4\Gamma_g}{\Gamma_e - \Gamma_g} |\rho|)$  pour les petites valeurs de  $|\rho|$ .

Lorsque  $|\rho|$  atteint  $\frac{\Gamma_e - \Gamma_g}{\Gamma_e + 3\Gamma_g}$ , valeur correspondant au changement de signe de  $\sigma$ , des effets d'hystérésis ou des discontinuités de fréquence peuvent survenir. Dans le cas des tubes considérés, un tel effet est pratiquement exclu.

Un exemple de la variation de  $\sigma$  est donné fig. 11 pour un tube CO.127. L'effet d'ensemble d'une réflexion  $\rho$  peut être représenté schématiquement comme l'indique la figure 12, qui montre l'aspect des variations simultanées de  $I_o$ ,  $F_o$  et  $\sigma$  lorsque,  $|\rho|$  étant supposé constant,  $\Psi$  tourne par variation de la fréquence d'oscillation. On constate qu'il est possible, en modifiant la phase des réflexions, de placer le fonctionnement du tube dans une zone

dispersion. Ceci est obtenu, par exemple, en réglant les conditions d'adaptation de la charge extérieure. La bande couverte dans ces conditions est de l'ordre de la moitié de la variation de fréquence correspon-

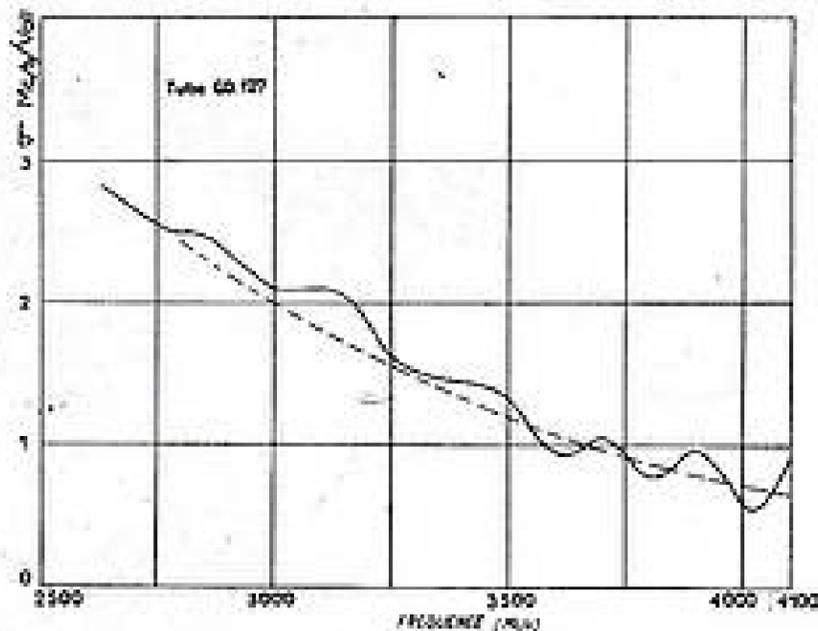


FIG. 11. — Tube CO.127. Variations de la sensibilité  $\sigma = \frac{\Delta F}{\Delta V}$  due aux réflexions terminales (courbe pleine). La caractéristique calculée en l'absence de réflexions est représentée en traits discontinus.

# SÉCURITÉ



Toute panne de poste de bord ou de radar peut provoquer une catastrophe aérienne. Or, l'élément vital de toute installation est le condensateur.

Aussi les Constructeurs de matériel aéronautique emploient-ils, pour la sécurité des passagers, des condensateurs au mica STEAFIX. Ceux-ci, par leur étanchéité, leur stabilité et le coefficient de sécurité très large pris dans leur calcul, les contrôles sévères exercés à tous les stades de fabrication, permettent d'assurer un fonctionnement sans défaillance quelles que soient les conditions climatiques et atmosphériques subies.

A l'épreuve du temps et du mauvais temps, le condensateur au mica STEAFIX assure votre sécurité...

UTILISEZ DONC UN BON CONDENSATEUR ET VOUS ÉPARGNEREZ DES FRAIS IMPORTANTS DE RÉPARATIONS



# STEAFIX

Société Anonyme au capital de 65.000.000 de Francs

17, RUE FRANCOEUR, PARIS 18<sup>e</sup> - FRANCE

TÉL. MONTMARTRE 02-93

*le spécialiste du condensateur au mica*

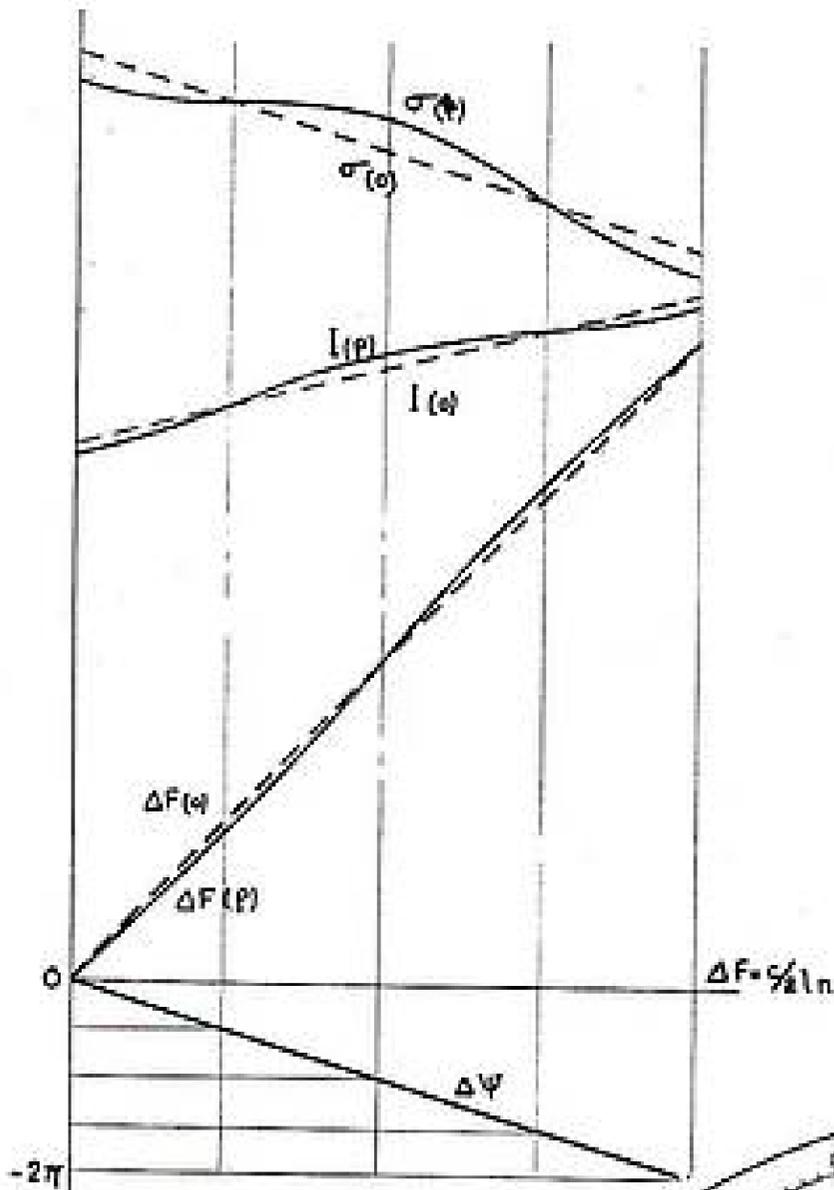


FIG. 12. — Représentation schématique des fluctuations de la fréquence, du courant d'accrochage et de la sensibilité pour une valeur donnée de  $\rho$  lorsque la phase  $\Psi$  tourne de  $2\pi$  par variation de la fréquence d'oscillation.

quant à la périodicité ; elle est d'autant plus large que la ligne est plus courte. Sur la figure 11 une telle bande, de l'ordre de 5 %, est obtenue vers 3 000 Mc/s.

Une analyse plus détaillée montre que l'effet de la charge d'espace peut accroître l'effet des réflexions lorsque celles-ci sont importantes. Il est toujours possible de réduire le produit des réflexions en disposant une atténuation sur la ligne. Une perte totale de  $A$  nepers divise  $|\rho|$  par  $e^{2A}$  et accroît le courant d'accrochage par  $e^{A/2}$ .

#### DIAGRAMME DE RIEKE.

L'effet de l'adaptation de la charge extérieure sur les performances des tubes peut être représenté par un diagramme de Rieke, dont un exemple est donné figure 13 pour un tube CO.127.

Si les propriétés des terminaisons de la ligne sont connues, il est possible d'évaluer le produit des réflexions en ramenant à l'extrémité  $O$  de la ligne à retard les variations d'impédance présentées par la charge extérieure. Pour des variations supposées lentes, en fonction de la fréquence, des

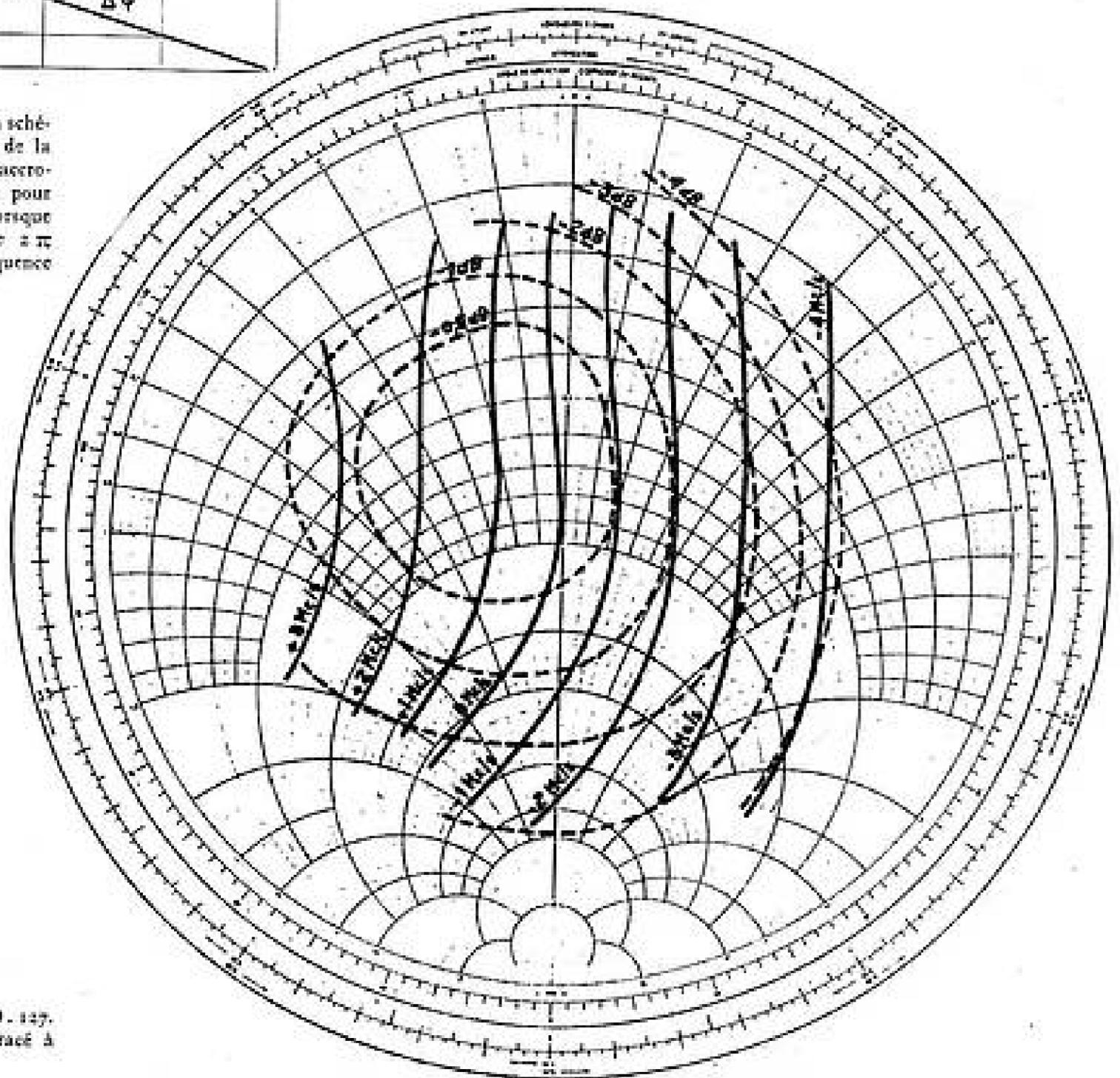


FIG. 13. — Tube CO.127. Diagramme de Rieke tracé à  $F = 3\,300$  Mc/s.

# Les CONDENSATEURS ÉLECTROLYTIQUES au TANTALÉ

- Détiennent le record des grandes capacités sous les plus petits volumes.
- Étanchéité absolue.
- Courant de fuite à 25° inférieur à 1 micro-ampère.
- Miniaturisation - Stabilité - Haute température.



**T. 3500**  
Température 85° C  
Capacité : 50 à 1000 µF

**MV 3500**  
Température 125° C  
Capacité : 50 à 1000 µF



**T. 1000**  
Température 85° C  
Capacité : 15 à 250 µF

**MV 1000**  
Température 125° C  
Capacité : 15 à 250 µF



**T. 350**  
Température 85° C  
Capacité : 5 à 100 µF

**MV 350**  
Température 125° C  
Capacité : 5 à 100 µF



**T. 100**  
Température 65° C  
Capacité : 1,5 à 30 µF

**T. 35**  
Température 65° C  
Capacité : 0,5 à 10 µF



Courbes de l'angle de perte en

capacité et fonction de la temp.

LE CONDENSATEUR



CERAMIQUE

22, RUE DU GÉNÉRAL FOY - PARIS 8<sup>e</sup> - LAB. 38-00

PREMIÈRE REVUE FRANÇAISE  
D'ÉLECTRO-ACOUSTIQUE, LA

# revue du SON

ARTS ET TECHNIQUES SONORES

Conseil de Rédaction :

MM. Jean-Jacques MATRAS, *Ingénieur général de la Radio-Télévision Française*; José BERNHART, *Ing. des Télécommunications, Chef des services "Prise de Son" à la R.T.F.*; André MOLES, *Docteur es Sciences, Ing. I.E.G., Licencié en Psychologie, Acousticien*; François GALLET, *Ing. des Télécommunications, Chef du service "Enregistrement magnétique à la R.T.F."*; René LEHMANN, *Ingénieur au Département Acoustique-Téléphonométrie du Centre National d'Études des Télécommunications*; Jean VIVIÉ, *Ing. civil des Mines, professeur à "Ecole Technique du Cinéma"*; Louis MARTIN, *Ancien élève de l'École Polytechnique, Directeur technique pour l'Europe de la Métro-Goldwyn-Mayer.*

traite chaque mois les rubriques

ENREGISTREMENT  
REPRODUCTION  
SONORISATION  
CINÉMA SONORE

Demandez le dernier numéro paru : 183 Fr.

## revue du SON

40, rue de Seine, PARIS-6<sup>e</sup>

C.C.P. PARIS 53-35

réflexions aux extrémités de la ligne à retard, les caractéristiques d'égal fréquence du diagramme de Rieke doivent avoir une analogie avec les caractéristiques d'égal  $\Phi$  de la figure 10. Quant aux caractéristiques de puissance, elles sont peu affectées en général par les fluctuations du courant d'accrochage et dépendent principalement du coefficient propre de la réflexion sur la charge extérieure ; c'est ce que montre le tracé d'aspect circulaire obtenu figure 13.

Le tracé du diagramme de Rieke confirme les considérations théoriques démontrant la faible sensibilité du « Carcinotron » à la charge extérieure.

### VIII. — Construction des tubes.

Le premier modèle construit en série, le CO.127 pour la bande 2 000-4 000 Mc/s, avait démontré les possibilités pratiques de réalisation de tubes fournissant une bande d'accord électronique de l'ordre de l'octave, dans des limites raisonnables de la tension, et des caractéristiques convenablement reproductibles [16]. Les résultats précédents montrent que l'accord observé entre les prévisions théoriques et les propriétés des tubes a permis de réaliser des tubes de qualité équivalente dans toute l'étendue de la gamme 1 000-15 000 Mc/s.

En dehors de la détermination de la gamme propre à chaque modèle, les problèmes techniques relatifs à la nature de la ligne à retard, au type de canon, au mode de construction du tube ont pu, de même que certains problèmes accessoires tels que la réalisation de la connexion coaxiale terminale et l'utilisation d'aimants permanents, recevoir des solutions générales.

Le choix de gammes individuelles de l'ordre de l'octave pour les différents modèles ne résulte pas de limitations fondamentales, mais de considérations essentiellement pratiques. L'utilisation de tubes à bande d'accord électronique plus large qu'une octave ne trouve en effet qu'un petit nombre d'applications, par exemple aux générateurs de laboratoire ; mais les difficultés d'adaptation dans une bande extrêmement large, l'emploi d'une gamme de tension nécessairement très élargie vers les hautes tensions, l'égalisation du niveau de la puissance utile posent, tant pour la construction des tubes que pour la réalisation des appareils, des problèmes qu'il y a peu d'intérêt à résoudre d'une façon générale. Les possibilités de réalisation de tubes à bande supérieure à l'octave, ou au contraire plus étroite, n'en sont pas moins réelles dans le cadre d'applications plus particulières.

#### LIGNES A RETARD.

En dehors de l'hélice, déjà connue pour son emploi dans les amplificateurs T.P.O., et de la ligne interdigitale, de nombreux types de lignes à retard peuvent être utilisés, dont la figure 14 donne plusieurs exemples [17] à [28].

Le choix du type de ligne résulte des qualités désirées. Pour des tubes à large bande, ce choix est basé

sur la recherche des principales qualités suivantes : simplicité, robustesse de construction et reproductibilité d'une part ; d'autre part, facilité d'adaptation et compatibilité des caractéristiques d'accrochage avec les propriétés d'un type donné de canon ; enfin obtention des meilleures performances possibles dans des limites acceptables de la tension, de la puissance dissipée et de l'encombrement.

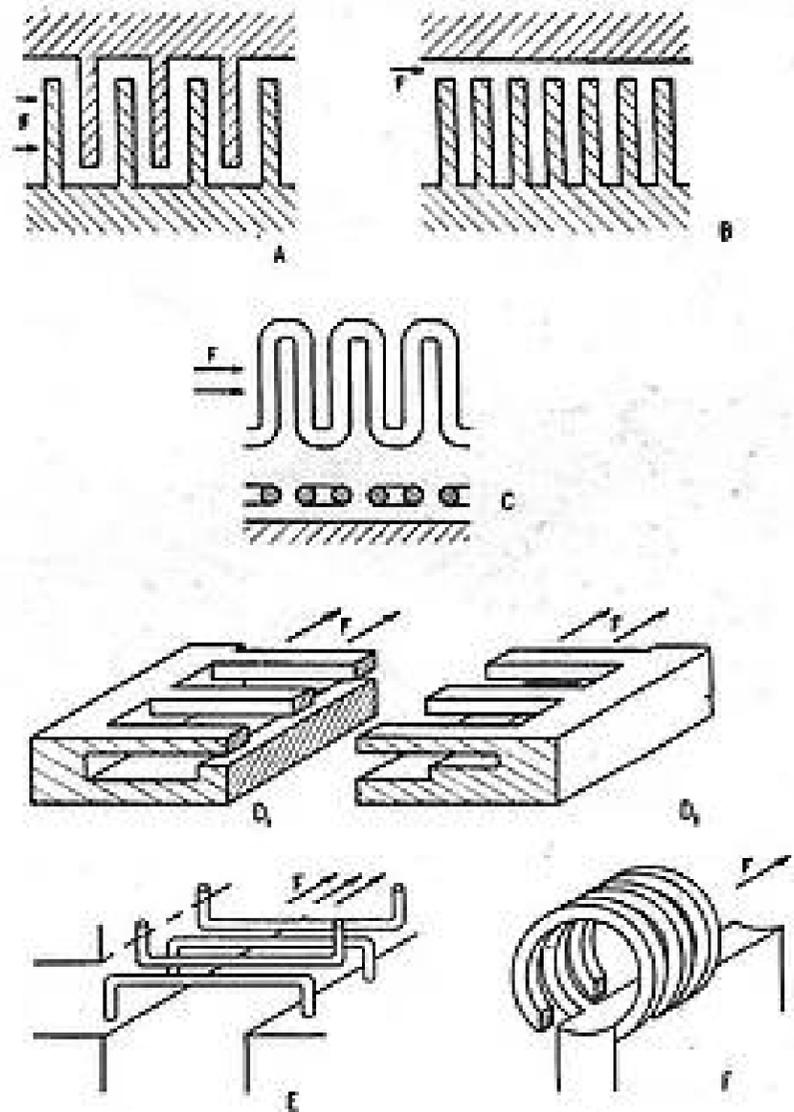


FIG. 14. — Représentation schématique de divers types de lignes à retard : ligne interdigitale plane (a) et cylindrique (b), ligne à vanes (c), ligne à méandres (d), lignes à échelles (e<sub>1</sub>, e<sub>2</sub>) ligne à échelle rising sun (e).

La ligne interdigitale réunit un ensemble de qualités intéressantes. La section relativement grande des doigts et la massivité de leur assemblage assure la robustesse, les possibilités de dissipation et de refroidissement, la bonne tenue aux vibrations. Les dimensions des doigts sont aisément compatibles avec l'adaptation sur des impédances de l'ordre de 50 à 100 ohms, tandis que le fonctionnement sur mode fondamental permet d'obtenir une impédance de couplage assez élevée. De plus, la forme de la caractéristique d'accrochage permet l'association de la ligne à un canon de forme simple. Ces propriétés permettent l'utilisation de faisceaux relativement intenses, c'est-à-dire de lignes courtes justifiant l'emploi d'une focalisation simple et peu critique. Les avantages des lignes courtes apparaissent fréquemment dans les paragraphes précédents, notamment en ce qui concerne les valeurs de la puissance et du rendement, la séparation des oscillations parasites et la réduction des effets internes de longue ligne. Il a d'autre part été reconnu possible, au stade expérimental, d'obtenir des bandes larges avec des

## \* DIODES A POINTE

### GERMANIUM

#### POINTE PLATINE RUTHÉNIUM

Caractéristiques électriques à 25°	IN 48	IN 51	IN 52	IN 63	IN 65	IN 69	IN 70	IN 75	IN 81
U inverse mini de claquage (V)	85	50	85	125	85	75	125	125	50
U inverse maxi admissible (V)	70	40	70	100	70	60	100	100	40
I inverse maxi (µA)	833	1 667	150	50	200	850	300	50	10
à - 50 V						50	25		10
à - 10 V						5	3		3
I direct mini (mA)	4	2,5	4	4	2,5	5	3	2,5	3
à - 1 V									
I direct moyen maxi (mA)	50	25	50	50	50	40	30	50	30
I de surcharge maxi pendant 1 sec. (mA)	400	300	400	400	400	400	350	400	350

### APPLICATIONS SPÉCIALES

#### POINTE OR

Caractéristiques électriques à 25°	TH 8000	TH 8001	IN 143	TH 8002	TH 8004
U inverse mini de claquage (V)	40	85	125	85	180
U inverse maxi admissible (V)	30	70	100	70	150
I inverse à 150 V Maxi (µA)		50	100	100	150
à 50 V					
à 10 V	20				
I direct mini (mA)	80	40	40	30	20
à - 1 V					
I direct moyen maxi (mA)	100	85	85	50	50
I de surcharge maxi pendant 1 sec (mA)	750	750	750	500	500

Caractéristiques électriques à 25°C	TH 8181	TH 8182	TH 8000	IN 64	TH 8018	TH 8000
Tension inverse maxi (V)	10	10	75	20	15	Application de courant porteur
I inverse maxi (µA)	100 (à - 5 V)	100 (à - 5 V)	25 (à - 10 V) (15 (à - 50 V)	25 (à - 1,3 V)	25 (à - 10 V)	$E_{eff} = 1 V$ $F = 300 kHz$ $A = 0$ $I = 5 mA$ $Q = 100 pF$
I direct mini (mA)	100 (à - 1,3 V)	10 (à - 1 V)	1 (à - 1 V)	0,25 (à - 0,25 V)	100 (à - 1 V)	Application de courant modulateur
I direct moyen admissible (mA)			30		100	$E_{eff} = 1 V$ $F = 1 kHz$ $A_{eff} = 0,25 V$ $I = 200 mA$ $Q = 40 nF$
Efficacité de refroidissement à 30 MHz				> 30%		
Efficacité de refroidissement à 100 MHz					> 30%	

## \* DIODES A JONCTION

Caractéristiques électriques à 55°C	IN 91	IN 92	IN 93	IN 151	IN 152	IN 153	IN 158
U de claquage (V)	130	260	390	130	260	390	500
I inverse max. (mA)	2,7	1,9	1,2	2,4	1,9	1,2	0,8
à 100 V		à 200 V	à 300 V	à 100 V	à 200 V	à 300 V	à 300 V
Chute de tension max. (V)							
1) pour 150 mA	0,5	0,5	0,5	0,7	0,7	0,7	1,40
2) pour 500 mA							
Freq. limite de fonctionnement KHz	50	50	50	50	50	50	50

Limites d'utilisation à 55°C	IN 91	IN 92	IN 93	IN 151	IN 152	IN 153	IN 158
Tension inverse de crête (max. (V))	100	200	300	100	200	300	300
I moyen max. redressé sur charge résistive (mA)	150	100	75	500	500	500	500
I moyen max. redressé sur charge capacitive (mA)	100	70	50	350	350	350	350
Tension d'entrée eff. charge capacitive en (V)				35	70	105	130
Tension d'entrée eff. charge résistive (V)				70	140	210	260
I max. de surcharge instantanée (A)	25	25	25	25	25	25	25

### SILICIUM

Les diodes au silicium vont prochainement être fabriquées en série. Leur fonctionnement sera garanti jusqu'à 150° et leurs caractéristiques électriques seront supérieures à celles des diodes au Germanium.

Pour un encombrement identique à la série IN 91, IN 92 et IN 93 :

- Tension inverse de crête admissible : 600 V.
- Courant moyen redressé : 300 mA.
- Chute de tension à pleine charge inférieure à 1 V.
- Utilisation possible jusqu'à 125°.

tubes à focalisation purement électrostatique ; [29] [30] la ligne interdigitale convient particulièrement bien à l'emploi de potentiels alternés (Fig. 15 et 16). Enfin les facilités d'usinage assurent la repro-

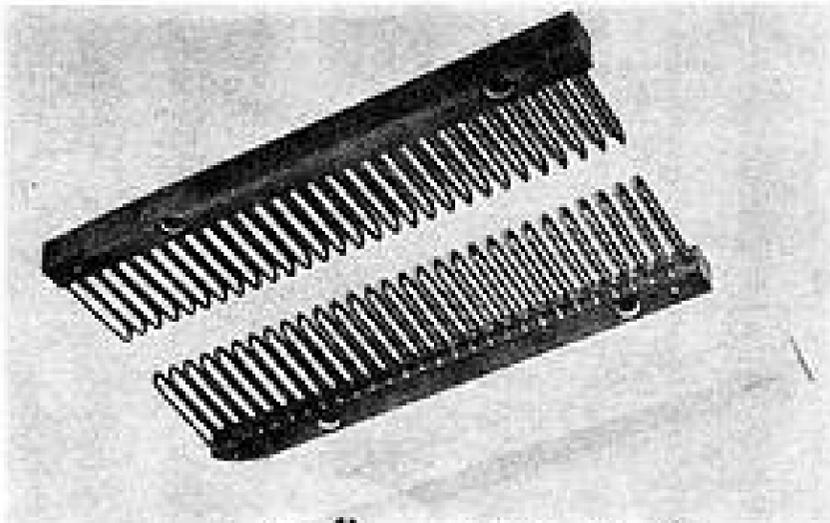
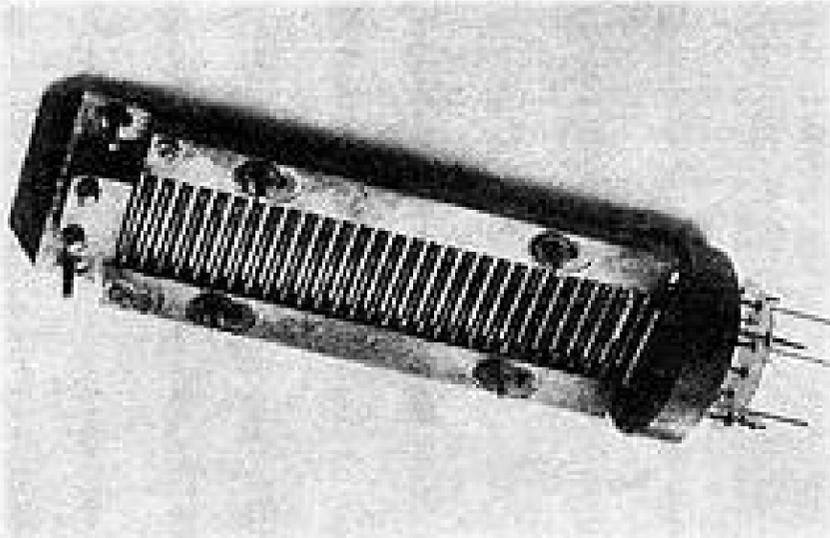


FIG. 15. — Ligne interdigitale pour tube à focalisation électrostatique.

ductibilité des performances et permettent l'utilisation de ces lignes jusqu'au domaine des ondes millimétriques.

Les lignes interdigitales utilisées sont le plus souvent formées de doigts plats, fraisés ou sertis dans des bases massives (fig. 17). Des techniques plus évoluées, comme l'étincelage ou le lamellage,

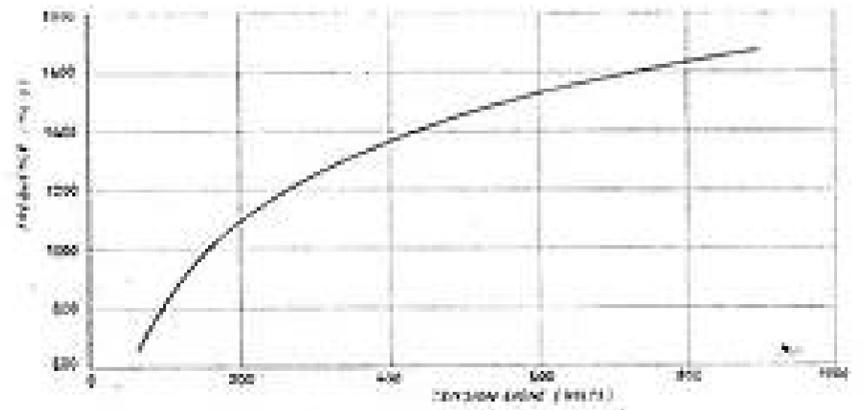


FIG. 16. — Caractéristique fréquence-tension obtenue avec un tube à focalisation électrostatique utilisant la ligne représentée figure 15.

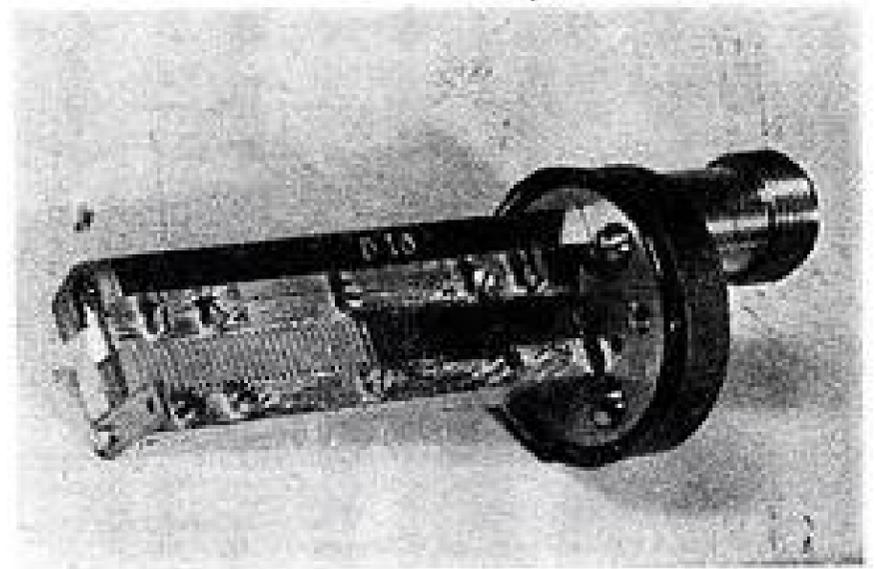


FIG. 17. — Ligne interdigitale plane pour tube CO.45.

sont applicables dans la plupart des cas. Pour les basses fréquences il est possible de réduire l'encombrement latéral par l'emploi d'une structure cylindrique associée à un faisceau cylindrique ou annulaire (fig. 18). Un dépôt fritté ou shoopé d'une substance absorbante telle que le Kanthal constitue l'atténuation. Les différentes lignes employées comportent 25 à 60 doigts utiles et 20 à 40 doigts atténués.

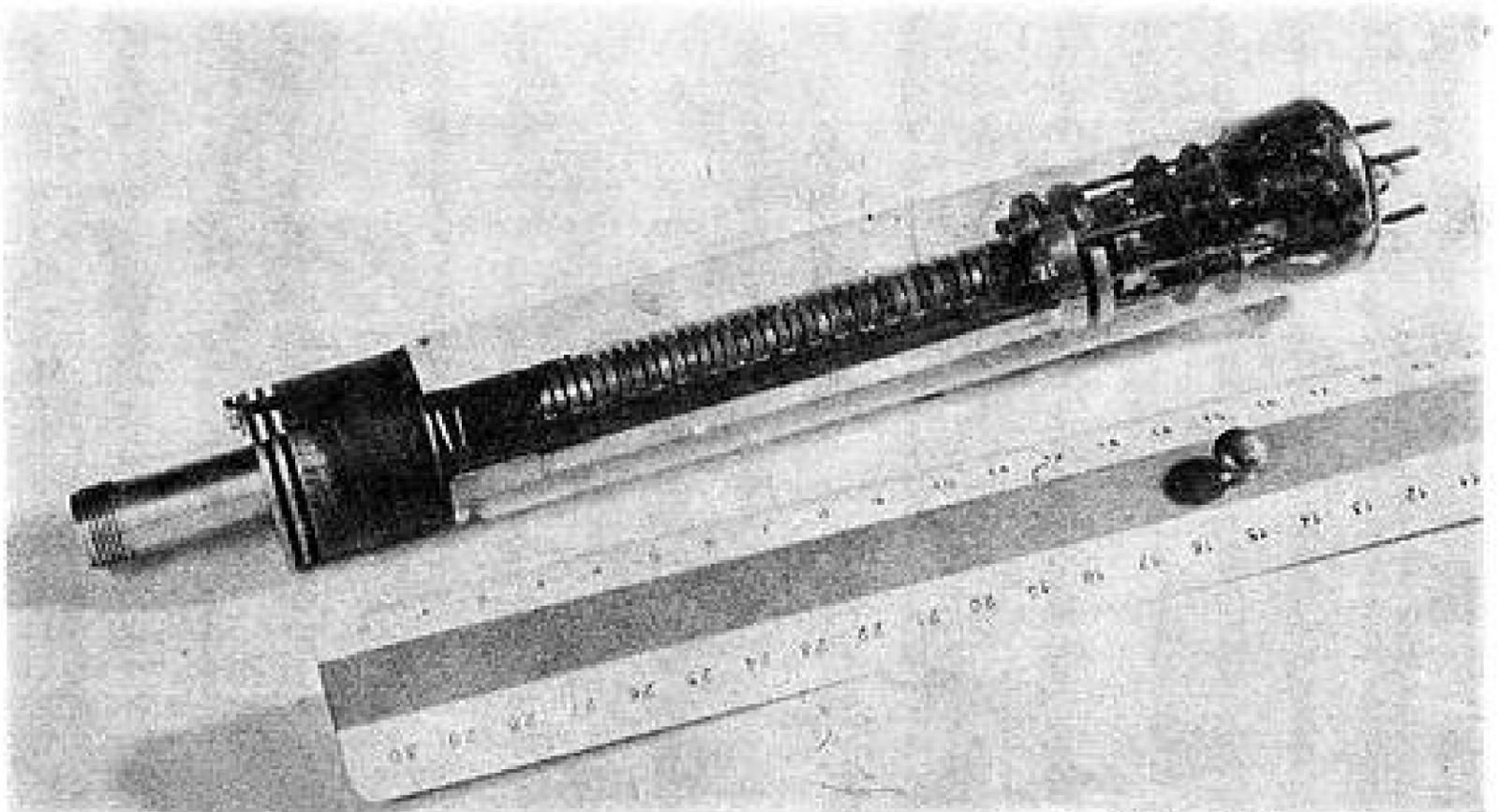


FIG. 18. — Tube CX.230 pour la bande 1250-1380 Mc/s, utilisant une ligne interdigitale cylindrique.

# "unifra"

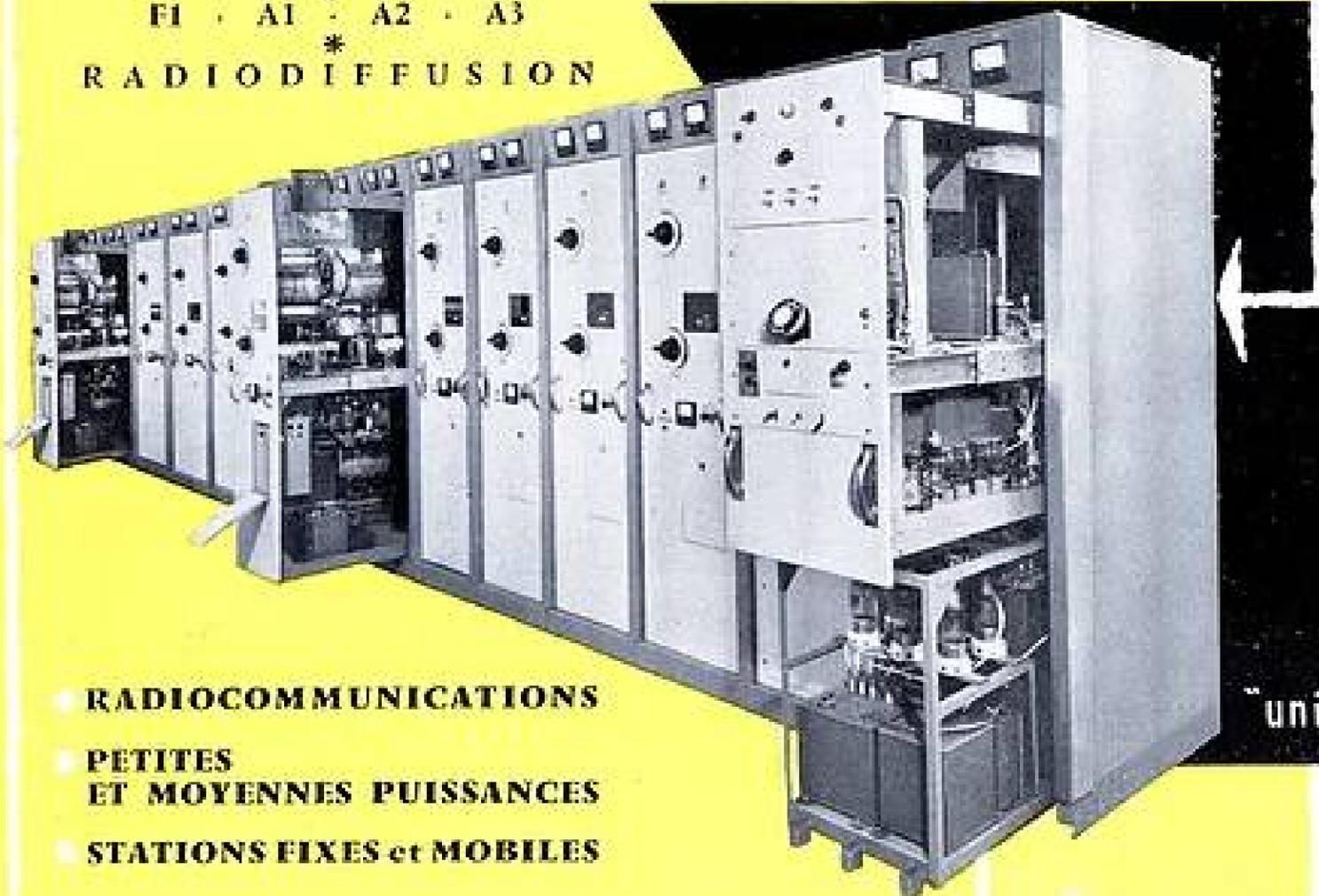
TÉLÉCOMMANDÉ



ÉMETTEUR UNIVERSEL CANALISÉ

200 kc/s - 30 Mc/s

1 KW - TÉLÉPHONIE  
\*  
2,5 KW - TÉLÉGRAPHIE  
\*  
RADIOTÉLÉPHONIE  
\*  
F1 - A1 - A2 - A3  
\*  
RADIODIFFUSION



- **RADIOCOMMUNICATIONS**
- **PETITES ET MOYENNES PUISSANCES**
- **STATIONS FIXES et MOBILES**

"unifra"



SOCIÉTÉ FRANÇAISE RADIO-ÉLECTRIQUE "AFRIQUE"

PALAIS MIRABEAU, 32, BD DE LA RÉSISTANCE  
CASABLANCA - TÉL. : 291-23

Pour différents tubes fonctionnant dans le même domaine de tensions, la longueur des doigts et le pas sont sensiblement proportionnels à l'inverse de la fréquence ; le rapport  $l/p$  peut toutefois être modifié dans certaines limites pour faciliter la construction, sans changement notable des caractéristiques.

La ligne est reliée au circuit extérieur par un conducteur coaxial terminé, à travers une perle de verre, sur une sortie standard 50 ohms type N. Cette sortie est effectuée dans le collecteur, de manière à séparer le circuit d'utilisation des connexions d'alimentation du tube. La liaison du conducteur coaxial à la ligne à retard est assurée par un doigt amovible mais dont la forme et la position sont déterminées pour chaque modèle de telle sorte qu'un simple contrôle de l'adaptation suffit généralement lors du montage.

CANON.

Dans le cas le plus fréquent d'une ligne à doigts plats le faisceau comprend deux nappes circulant de part et d'autre de la ligne. Pour une même section du faisceau, un couplage plus serré est ainsi obtenu ; de plus le réglage du tube est moins critique en ce qui concerne sa mise en position correcte dans l'aimant.

Les propriétés du canon doivent être telles que, dans toute la bande, le rapport  $I/I_0$  du courant de régime au courant d'accrochage conserve une valeur convenable. La figure 19 montre l'avantage d'un canon à caractéristique de tétrode sur un canon à pervéance constante ou triode ; permettant une moindre variation de  $I/I_0$  avec la fréquence, il évite une dissipation excessive à haute tension

et facilite l'extension de la bande vers les basses tensions.

La caractéristique courant tension peut être ajustée de manière à assurer le fonctionnement dans un bande dépassant largement l'octave si nécessaire ; il suffit de déterminer les épaisseurs et espacements des électrodes de manière à obtenir une caractéristique  $I = i + \frac{V}{\rho}$  telle que  $\rho$  soit de l'ordre de l'impédance du faisceau à l'accrochage. Les grilles de contrôle  $G_1$  et écran  $G_2$  portent des fentes alignées avec les fentes de l'écran H F terminant la ligne et déterminent une caractéristique de tétrode à faisceaux dirigés compatible avec l'emploi de basses tensions sur la ligne. Ces grilles sont utilisables pour le réglage manuel ou automatique du régime électronique du tube et pour l'application éventuelle d'une modulation d'amplitude.

FOCALISATION ET MONTAGE.

Au terme de son parcours, le faisceau est capté par un collecteur portant des ailettes de refroidissement. La focalisation est assurée au moyen d'un champ magnétique axial s'étendant jusqu'à la cathode et obtenu par aimants permanents [31] [32]. La plupart des modèles utilisent des aimants ouverts, formés d'un cylindre monobloc ou de barres parallélépipédiques assemblées ; le champ obtenu au moyen de tels aimants est de l'ordre de 600 gauss. Le tube CO.42 utilise un petit aimant en double fer à cheval fournissant un champ supérieur à 1 000 gauss.

Le tube comporte une enveloppe en verre terminée par un collecteur cylindrique, et prend appui

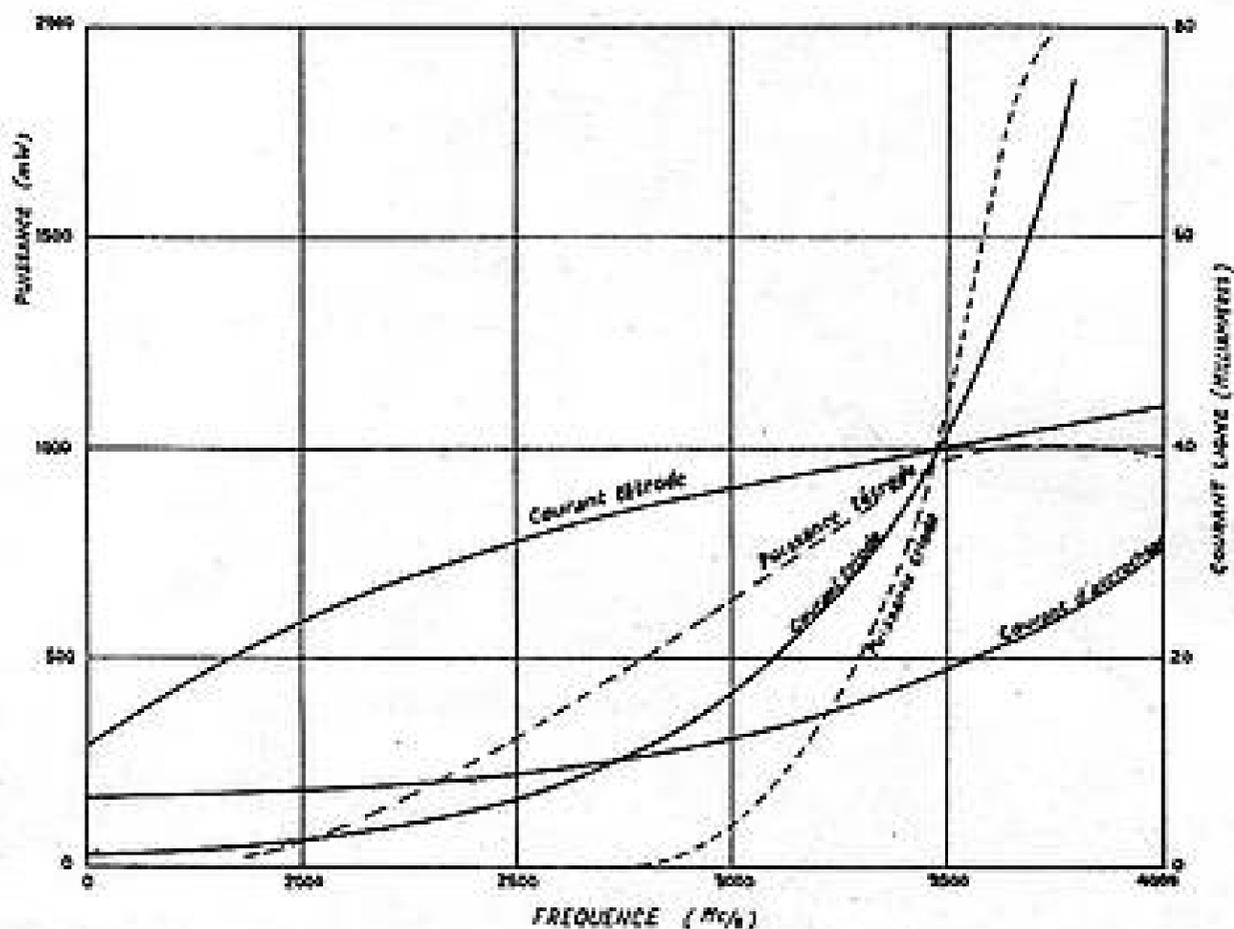


FIG. 19. — Représentation schématique comparée des courants et puissances utiles pour un canon triode et un canon tétrode.

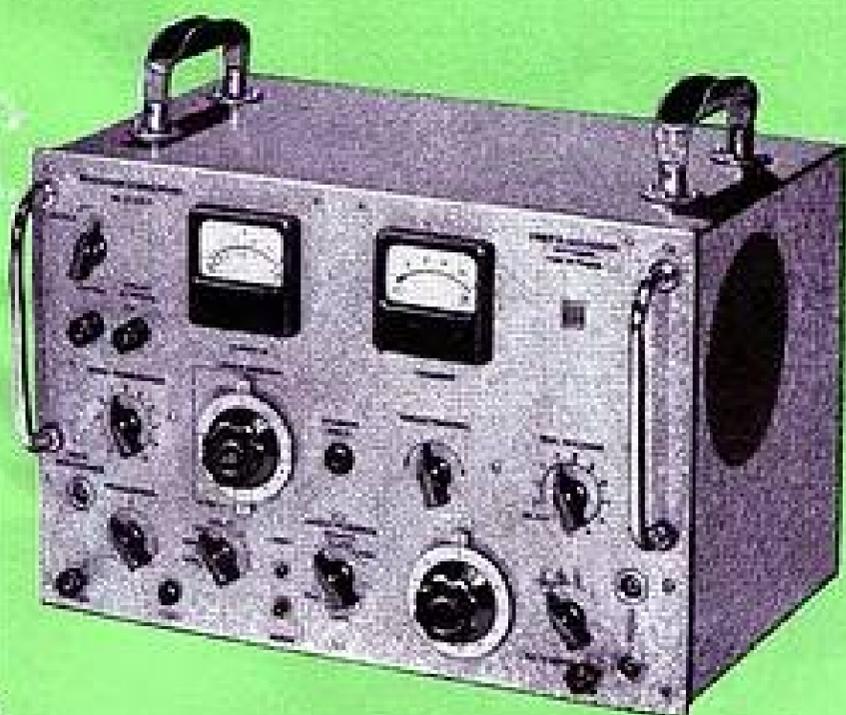
# GÉNÉRATEURS - WOBULATEURS

Performances élevées sous un faible volume. - Wobulateurs de laboratoire et de maintenance spéciaux pour la Télévision et la F. M.



410 A

Modèles	Gamme fréquence	Signaux	Précision	Modulation	Tension	Précision	Emploi
406 B	20 Hz - 200 KHz		$\pm 1\%$	—	20 ou $2 \times 10^V$	3%	B. F., Laboratoire Ultra-sons
407 A	20 Hz - 15 KHz		$\pm 2\%$	—	50 ou $2 \times 25^V$	5%	Radio
409 A	10 MHz - 300 MHz		$> 0,1\%$ (marqueur quartz)	Mod. fréq.	0,1	—	Télé - Radar Laboratoire
410 A	0 - 250 MHz		$> 0,1\%$ (marqueur quartz)	»	0,1	—	Télé - F. M. Maintenance
427 E	100 KHz - 55 MHz		$> 1\%$	A. M.	1 <sup>V</sup> (0,1 de 30 à 55)	—	Radio
457 B	5 Hz - 50 KHz $K = \frac{A}{\delta} 2 \text{ à } 20$		2%	—	10 <sup>V</sup> z int. 100 <sup>V</sup> z ext.	$\pm 5\%$	Etude circuits complexes
458 A	5 Hz - 50 KHz [répétition] 0,5 $\mu$ s - 10.000 $\mu$ s		5%	—	$2 \times 50^V$	—	Etude circuits complexes



458 A

**Ribet  
Desjardins**



CONCEPTION & FABRICATION FRANÇAISES

13, RUE PÉRIER - MONTROUGE (SEINE)  
ALÉ - 24-40

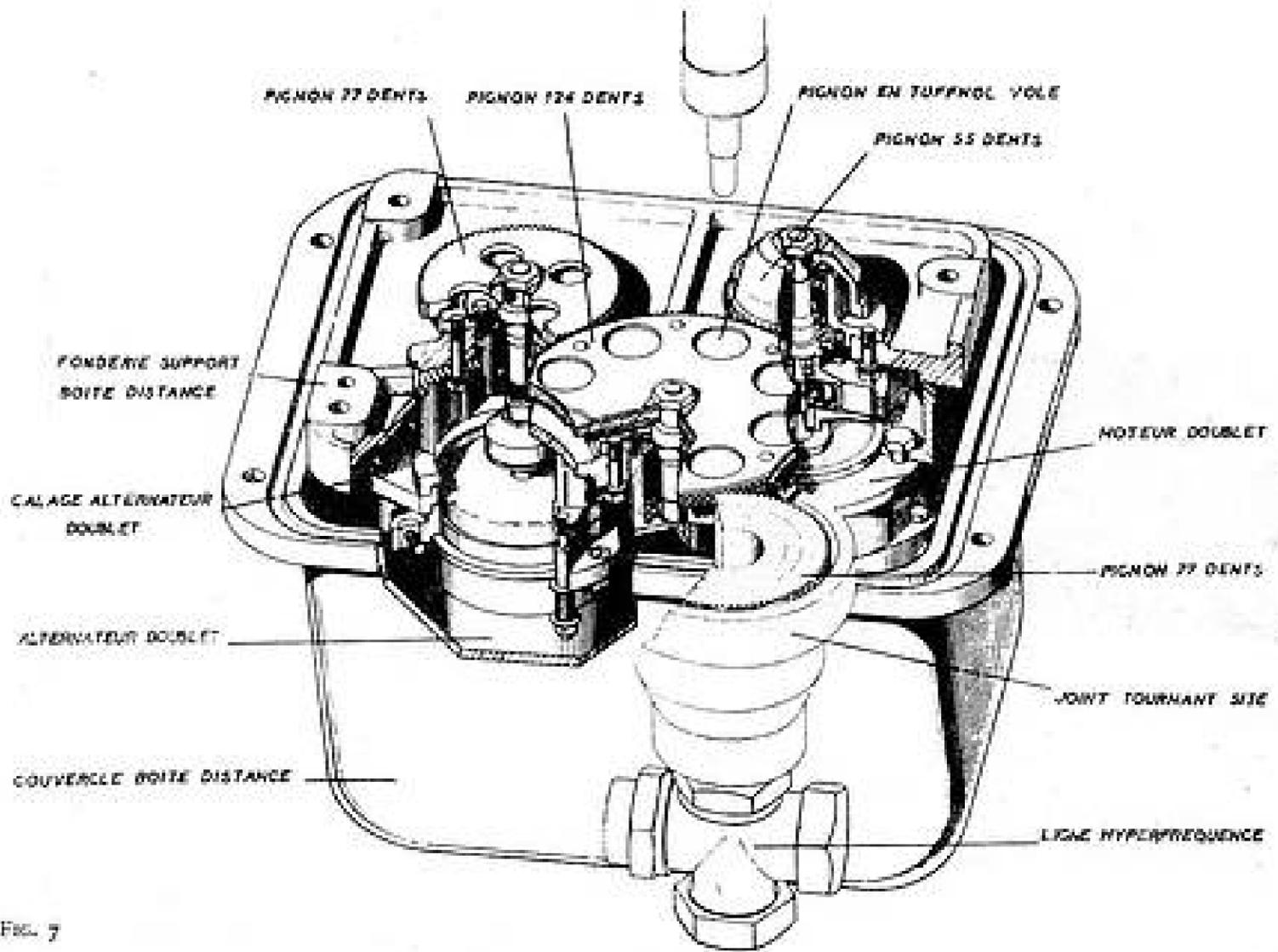


FIG. 7

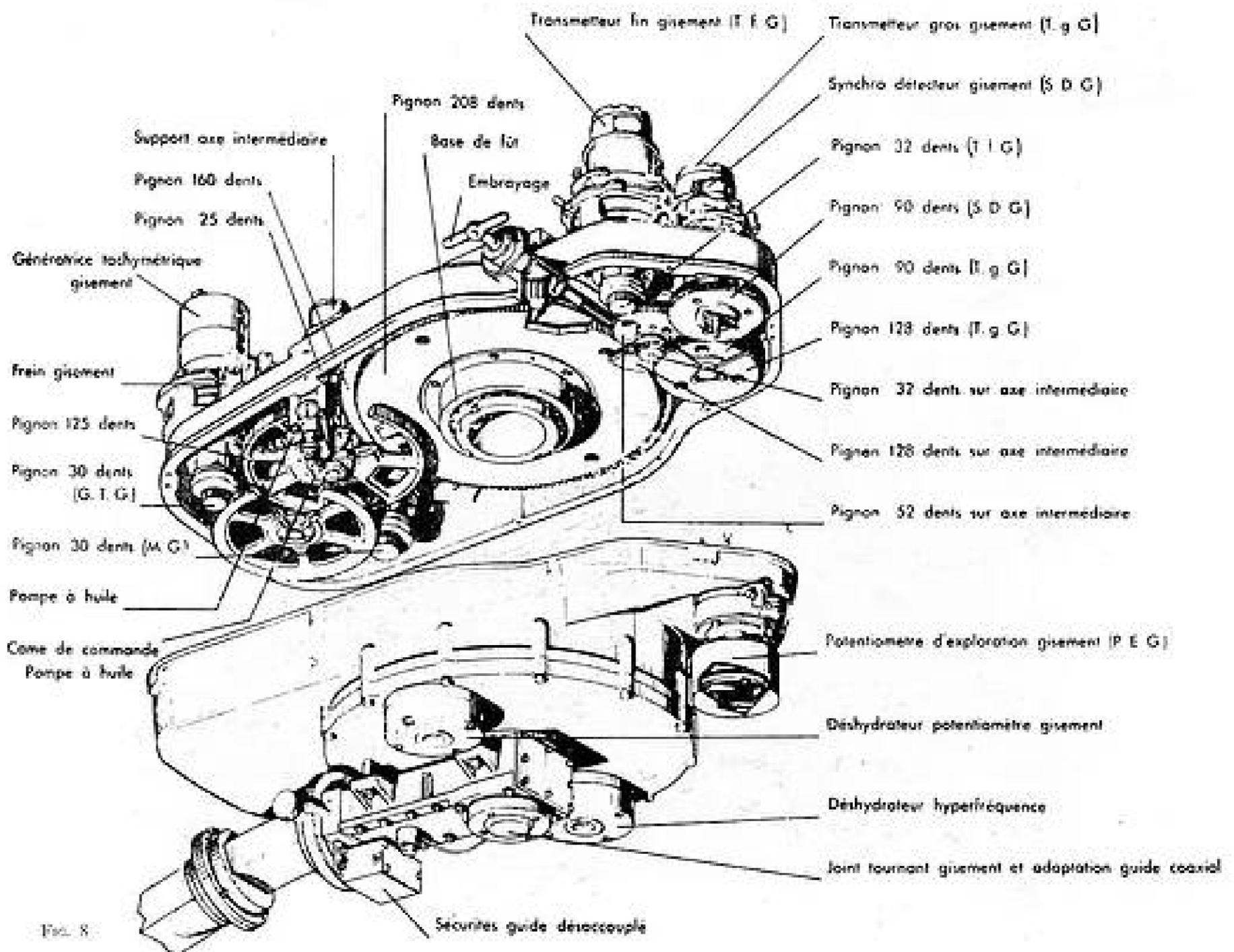


FIG. 8

Pour la première fois en langue française

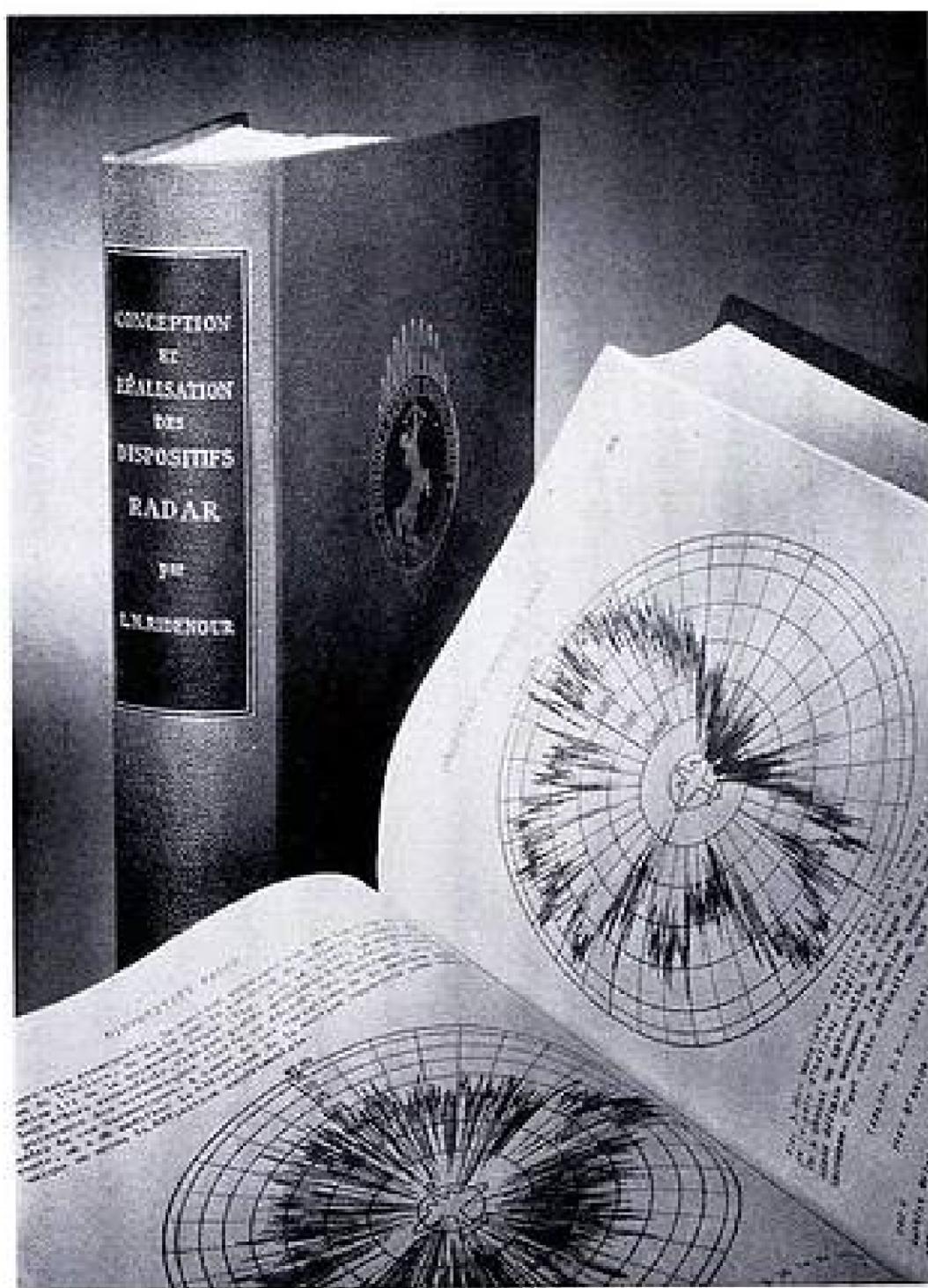
# CONCEPTION ET RÉALISATION DES DISPOSITIFS RADAR

(Radar System Engineering)

publié sous la direction de Louis RIDENOUR, Professor of Physics, University of Pennsylvania

Edition française sous la direction de Maurice BOUIN, ancien élève de l'École Normale Supérieure, Ingénieur en chef à la Division « Détection Electro-Magnétique » du Centre National d'Etudes des Télécommunications, avec le concours et sous le contrôle du Service de la Navigation Aérienne.

Un volume de 800 pages 15 × 24 cm broché : 7 000 F — relié pleine toile : 7 500 F. Post : 120 F.



(Photographie inédite de Jean Albert)

ÉDITIONS CHIRON — 40, rue de Seine — PARIS

Compte chèques postaux PARIS 53.35

à ses extrémités dans les pièces polaires sur lesquelles il est bloqué après réglage. Ce réglage est obtenu par une rotation dont l'optimum est peu critique et par un glissement longitudinal, prédéterminé en fabrication à la suite d'essais effectués lors du développement. Après réglage, l'ensemble tube-aimant est monté dans un capot assurant la fixation sur châssis et la protection de l'aimant contre le contact de matériaux magnétiques.

La figure 20 montre un ensemble de différents modèles ; les figures 21 et 22 représentent quelques détails typiques de la construction et du montage des tubes.

#### VIII. — Utilisation des tubes et propriétés diverses.

Le schéma d'utilisation du tube est celui d'une

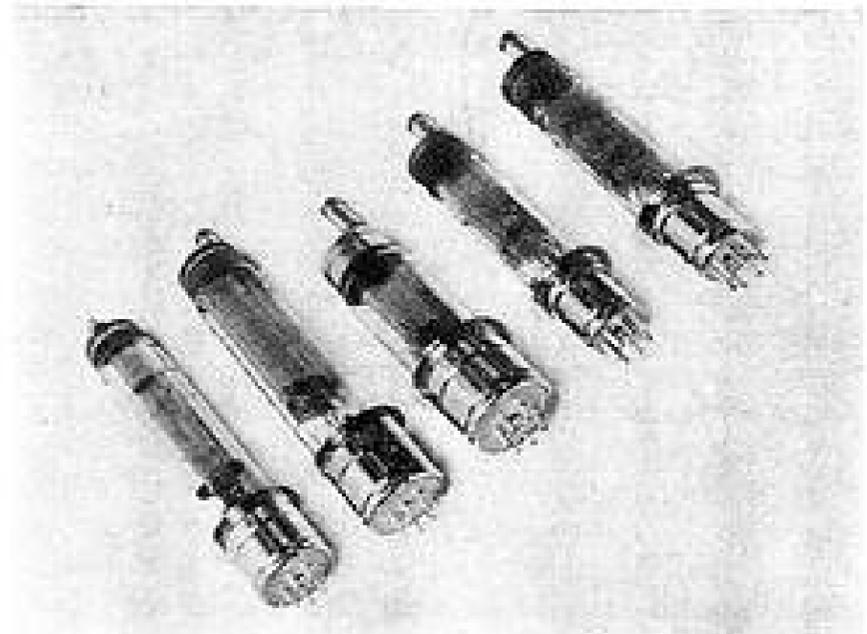


FIG. 20. — Tubes CO.315 - CO.210 - CO.119 - CO.94 - CO.63.

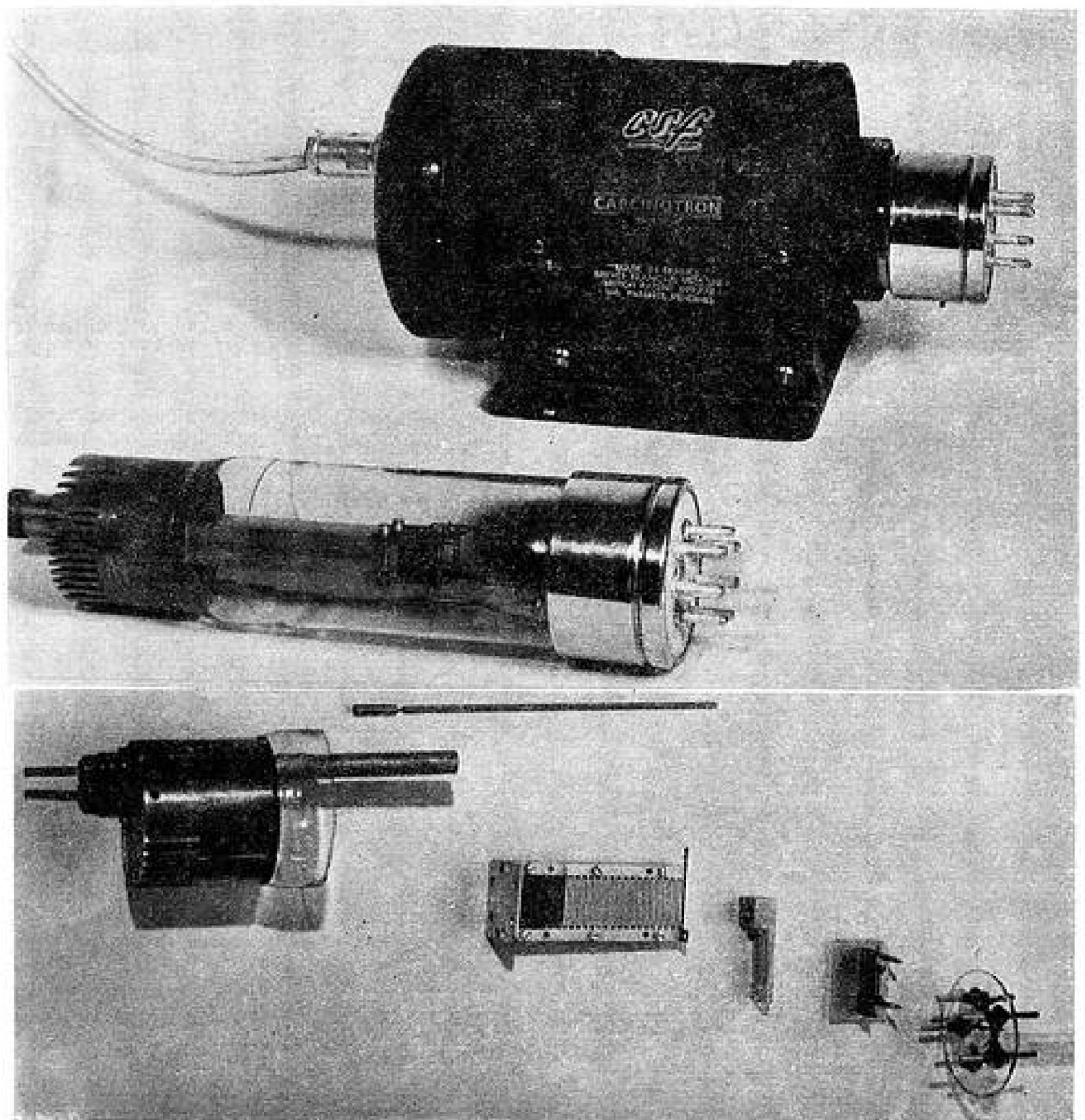


FIG. 21. — Tube CO.119. Éléments de construction, tube nu et montage final.

Collection de  
**HAUTE TECHNIQUE**

- H. ABERDAM. - Amplificateurs à large bande, 212 p: . . . . . 3.145 F
- L. BOE. - Dipôles et quadripôles, 148 p. . . . . 1.525 F
- L. G. BRAINERD. - Technique des ultra-hautes fréquences, 610 p.. 3.145 F
- L. CHRÉTIEN. - Traité de réception de la télévision, 240 p. . . . 2.025 F
- V. JEAN-LOUIS. - L'ingénieur du son en radio, cinéma, TV... 3.145 F
- R. METIER. - Les abaques à points alignés. . . . . 2.545 F
- R. MESNY. - Radioélectricité générale :
- I. - Circuits et propagation (broché seulement). . . . . 1.400 F
- II. - Tubes - Emission et réception (broché seulement). . . 1.700 F
- C. MONTGOMERY. - Technique des mesures en micro-ondes :
- I. - Sources d'énergie - Mesures de puissance - Mesure de fréquence, 520 p . . . . . 3.445 F
- II. - Impédances - Ondes stationnaires - Atténuateurs - Rayonnements 530 p . . . . . 3.645 F
- P. MOURMANT. - Le calcul graphique des circuits série-parallèle . . . . . 2.245 F
- A. ROBERTS. - Balises radar (Radar Beacons) 640 p. . . . . 3.345 F

**LES VARISTANCES** (thermistances, résistances non-linéaires, redresseurs secs) et leur emploi par J. SUCHET  
1.545 F

*Ouvrages reliés pleine toile, décor bronze (prix port compris)*

**Éditions Chiron**

40, rue de Seine - PARIS-VI  
Dan 47-56 - C.C.P. Paris 53-35

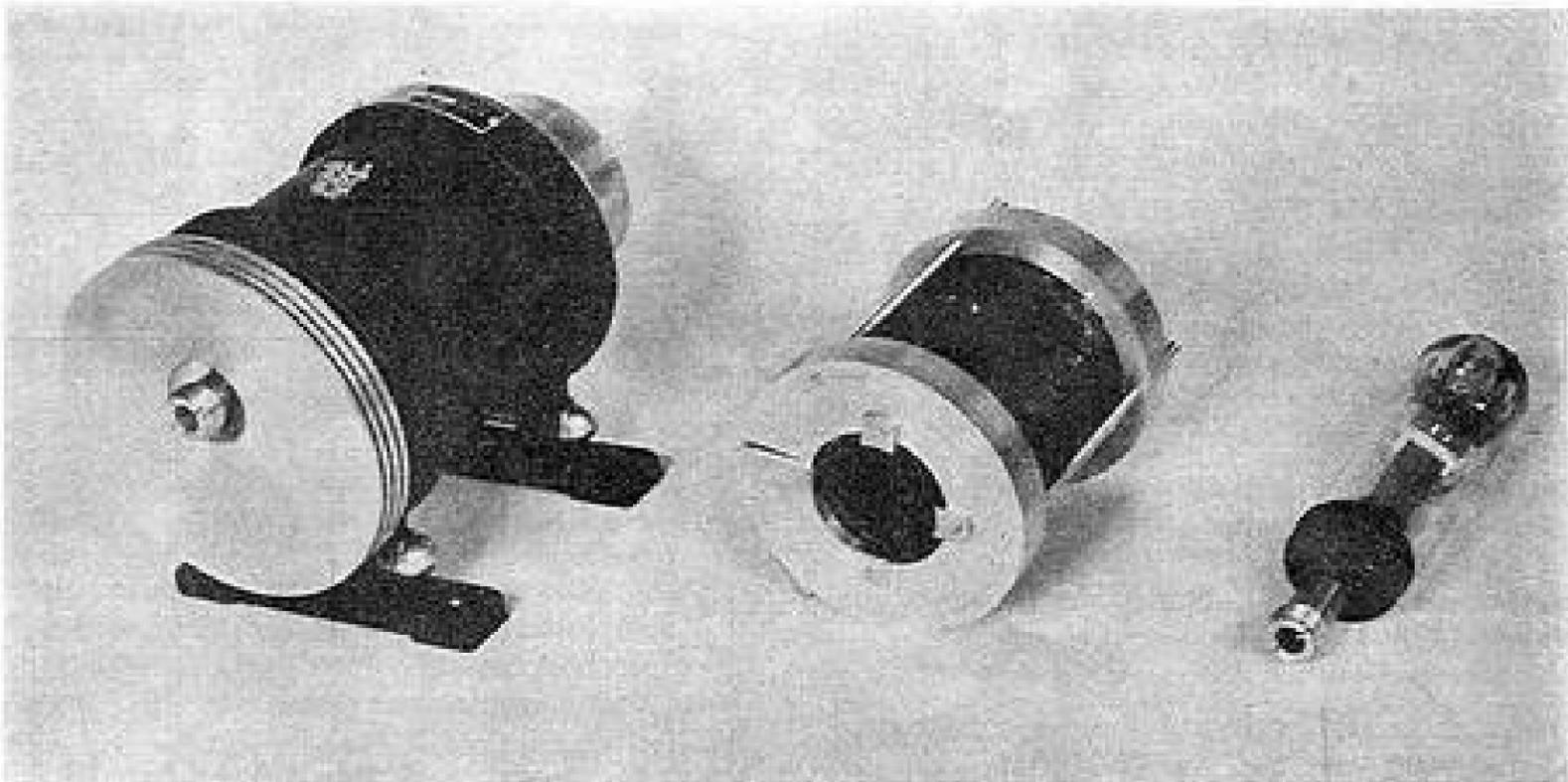


FIG. 22. — Tube CO.43, aimant cylindrique et montage final.

tétrade. Le fonctionnement est prévu avec canon sous tension et ligne à la masse ; dans les applications où il est préférable d'appliquer la masse à la cathode ou à la grille de contrôle, l'ensemble doit être isolé électriquement du bâti et des contacts capacitifs sont à employer sur la sortie haute-fréquence. L'utilisation-type des différentes électrodes est la suivante :

L'accord électronique à large bande est obtenu par variation de la tension ligne. Pour une bande d'accord relativement faible, l'attaque par la cathode présente l'avantage d'admettre des fréquences de modulation très élevées pour un niveau très faible de la puissance de commande ; la limite d'emploi de ce procédé résulte de la modulation simultanée de l'amplitude, laquelle peut être atténuée par un système égaliseur.

Un niveau de puissance donné est obtenu par un choix convenable des tensions appliquées aux grilles ; ces tensions permettent un contrôle pratiquement linéaire du niveau dans de larges limites. L'emploi de la grille-écran convient particulièrement pour le contrôle statique et la régulation et celui de la grille de contrôle pour la modulation rapide en amplitude, par exemple en régime d'impulsion. La figure 23 montre que des impulsions d'une durée inférieure à une micro-seconde sont fidèlement traduites par le tube.

L'étude systématique du bruit de fond est encore incomplète. D'après les résultats acquis actuellement le bruit est comparable à celui des klystrons reflex et d'un niveau plus uniforme dans toute l'étendue de la bande. Le fonctionnement du tube dans les conditions du rendement optimum paraît correspondre au niveau le plus favorable. Quant aux oscillations parasites éventuelles elles n'ont pu être détectées qu'à des niveaux de -50 dB ou moins.

L'étude des tubes en régime vibré a montré leur insensibilité aux effets microphoniques usuels. La

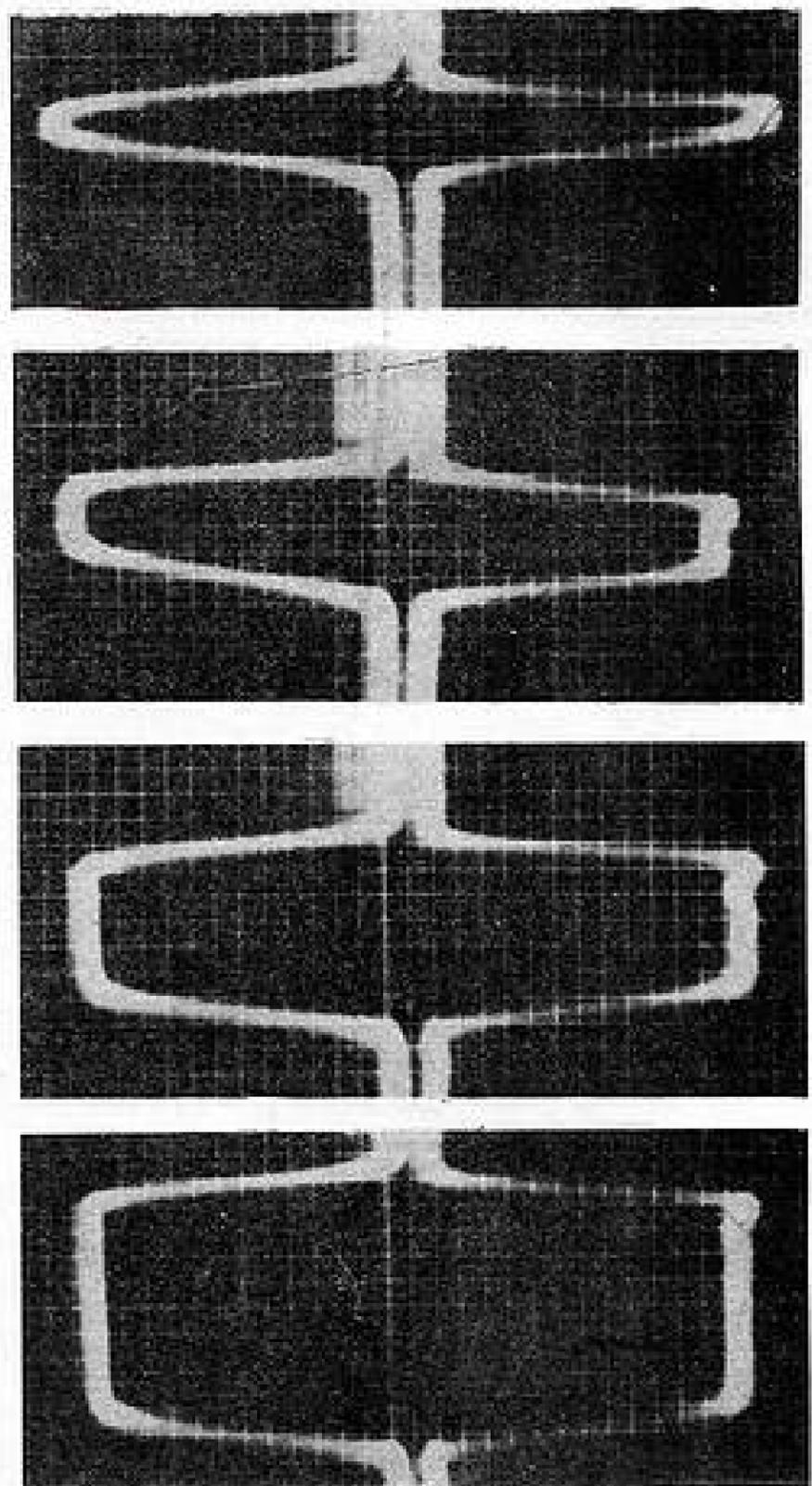


FIG. 23. — Tube CO.127. Transmission d'impulsions de 3,2,1,0,5 microsecondes. Les traces supérieures et inférieures représentent respectivement les signaux d'entrée appliqués à la grille de contrôle et les signaux détectés dans le circuit H.F.

**CFTH**

Conçu et essayé par les Ingénieurs militaires de la D.E.F.A.  
**LE TÉLÉPONTÉUR TPC**

a été étudié et réalisé en vue de doter l'Armée d'un équipement robuste, efficace et d'un fonctionnement sûr.

Après quatre années d'expérimentation sur différents prototypes, le matériel va maintenant entrer dans la phase de la fabrication de série

et répondre ainsi aux problèmes posés par l'accroissement des performances de l'Aviation.



Télépointeur-Calculateur TPC pour la conduite de tir de batteries anti-aériennes de moyen calibre.

C O M P A G N I E F R A N Ç A I S E

**THOMSON-HOUSTON**

G R O U P E É L E C T R O N I Q U E

173, BD HAUSSMANN, PARIS-8<sup>e</sup> - ÉLY. 83-70 - ADR. TÉL. ÉLIHU 42, PARIS

modulation parasite de fréquence résultant éventuellement d'accélération de l'ordre de plusieurs  $g$ , appliquées sans précautions spéciales d'amortissement, est de l'ordre de grandeur des fluctuations de sources très bien stabilisées et atteint au plus  $10^{-3}$  lors des résonances mécaniques.

D'une façon générale, l'approche de matériaux magnétiques est susceptible de troubler le fonctionnement des tubes et il a lieu de prendre quelques précautions à ce sujet. Dans des conditions pratiques d'utilisation, et bien que les essais à ce sujet soient encore incomplets, des durées de vie de plusieurs milliers d'heures ont été enregistrées.

#### IX. — Principales caractéristiques des tubes pour la gamme 1 000-15 000 Mc/s.

Les possibilités de construction de différents modèles résultent, comme on l'a indiqué précédemment, des qualités offertes par les lignes interdigitales : larges bandes d'accord, aptitude à couvrir la totalité du domaine des ondes centimétriques. Dans le domaine 1 000-15 000 Mc/s, les modèles ont une grande analogie de construction et peuvent tous être équipés de sorties coaxiales. C'est ce que montre notamment la figure 20.

En principe, quatre modèles à bandes juxtaposées suffiraient à couvrir la gamme en question ; la construction de 6 modèles assure le recouvrement des gammes individuelles et permet de disposer de deux tubes de caractéristiques différentes dans certaines parties du spectre.

Le tableau IV indique les caractéristiques générales des modèles construits ; on y ajoutera celles du tableau IV bis relatives aux modèles CO.127 et CO.43 spécialement réalisés pour les bandes S et X.

TABLEAU IV

TUBE	BANDE	PUISSANCE HF	TENSION	COURANT
CO.315	1 000-2 000 Mc/s	200-1 500 mW	180-1 000 V	60 mA
CO.210	1 600-3 200 Mc/s	100-1 000 mW	160-1 200 V	60 mA
CO.119	2 400-4 800 Mc/s	50-500 mW	170-1 400 V	40 mA
CO.94	3 600-7 200 Mc/s	30-400 mW	170-1 400 V	33 mA
CO.63	4 800-9 600 Mc/s	20-200 mW	170-1 400 V	27 mA
CO.42	7 500-15 000 Mc/s	10-100 mW	200-1 400 V	20 mA

TABLEAU IV bis

TUBE	BANDE	PUISSANCE HF	TENSION	COURANT
CO.127	2 000-4 000 Mc/s	50-700 mW	160-1 400 V	40 mA
CO.43	7 000-11 000 Mc/s	30-200 mW	350-1 400 V	20 mA

Pour l'ensemble des tubes, la tension est limitée à 1 500 volts, bien que le fonctionnement s'étende généralement au-delà. L'utilisation au-delà de 1 500 volts est soumise au respect d'une condition de dissipation maxima. Les canons utilisent des cathodes à oxydes à chauffage indirect sous 6,3 V.

Quelques exemples d'emploi sont indiqués dans le tableau V pour des domaines fréquemment utilisés.

TABLEAU V

FREQUENCES	TUBES	TENSIONS	PUISSANCES
1 250-1 350 Mc/s	CO.315	300-375 volts	400-500 mW
1 700-2 300 Mc/s	CO.315 CO.210	600-1 400 volts 180-400 "	800-2 000 mW 150-300 mW
2 800-3 200 Mc/s	CO.210 CO.119	700-1 200 volts 250-375 "	800-1 500 mW 150-300 mW
4 000-4 500 Mc/s	CO.119 CO.94	750-1 200 volts 225-325 "	500-800 mW 30-50 mW
8 500-9 600 Mc/s	CO.63 CO.42	800-1 400 volts 300-400 "	100-200 mW 20 mW

Les puissances indiquées sur ces tableaux sont des valeurs moyennes qui peuvent être modifiées dans d'assez larges limites par choix de la valeur du courant. Ces tableaux montrent qu'il est possible dans une variété de cas courants de choisir, selon les besoins, des tubes délivrant une puissance relativement élevée ou au contraire, fonctionnant à basse tension.

#### RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] 10<sup>e</sup> « Electron Tubes Conference » de I.R.E.-A.I.E.E., Ottawa, Ontario, Canada, juin 1952.
- [2] R. KOMPNER, N.T. WILLIAMS : « Backward-wave tube », *Proc. I.R.E.*, vol. 41, nov. 1953, pp. 1602-1611.

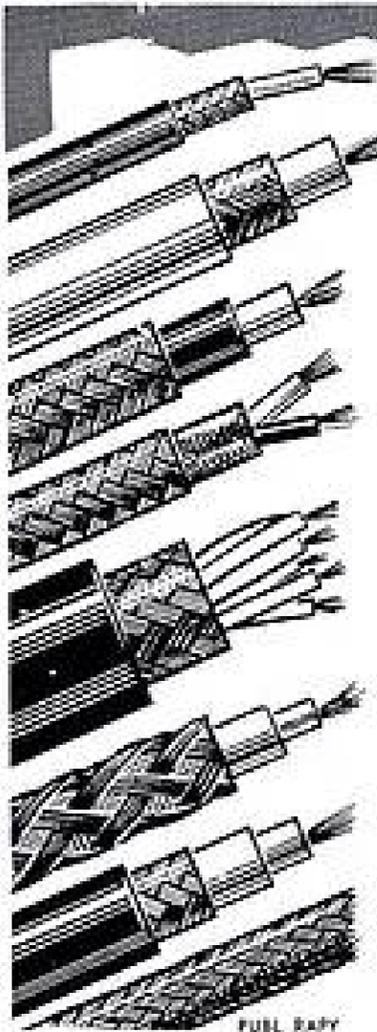


**ÉLECTRONIQUE  
ET  
TÉLÉCOMMUNICATIONS**

**SOCIÉTÉ ALSACIENNE DE CONSTRUCTIONS MÉCANIQUES**  
ÉLECTRONIQUE ET TÉLÉCOMMUNICATIONS  
69, RUE DE MONCEAU, PARIS 8<sup>e</sup> LAB. 60-50

L'Éditions de l'Onde Électrique

- [3] P. GUENARD, O. DOEHLER, B. ESPETIN, R. WARNECKE : « Nouveaux oscillateurs à large bande d'accord électronique pour hyperfréquences », *C.R. Acad. Sciences*, Vol. 235, 1952, p. 236.
- [4] R. WARNECKE, P. GUENARD : « Some recent work in France on new type of valves for the highest radio frequencies », *Proc. I.R.E.*, Part III, vol. 100, nov. 1953, p. 351-362.
- [5] R. WARNECKE : « Sur quelques résultats récemment obtenus dans le domaine des tubes électroniques pour hyperfréquences », *Annales Radioélectricité*, Vol. 9, avril 1954, pp. 107-136.
- [6] P. GUENARD : « On some results obtained with O and M Carcinotrons », Communication présentée à la 12<sup>e</sup> « Electron Tubes Conference » Université du Maine, Orono, juin 1954.
- [7] R. WARNECKE, P. GUENARD, O. DOEHLER : « Phénomènes fondamentaux dans les tubes à ondes progressive », *L'Onde Électrique*, vol. 34, avril 1954, pp. 323-338.
- [8] R. WARNECKE, P. GUENARD, O. DOEHLER, B. ESPETIN : « The M type Carcinotron Tube », *Proc. I.R.E.*, vol. 43, avril 1955, p. 413.
- [9] L.R. WALKER : « Starting Currents in the backward-wave oscillator », *Journal Appl. Physics*, Vol. 24, juin 1953, pp. 854-859.
- [10] H. HEFFNER : « Analysis of Backward-wave traveling wave tube », *Proc. I.R.E.*, vol. 42, juin 1954, pp. 930-937.
- [11] J.R. PIERCE : « Some recent advances in microwave tubes », *Proc. I.R.E.*, Vol. 42, déc. 1954, pp. 1735-1747.
- [12] H.R. JOHNSON : « Backward-wave oscillators », *Proc. I.R.E.*, Vol. 43, juin 1955, pp. 684-697.
- [13] R.W. GROW, D.A. WATKINS : « Backward-wave oscillator efficiency », *Proc. I.R.E.*, Vol. 43, juillet 1955, pp. 848-856.
- [14] P. PALLUEL, A.K. GOLDBERGER : « The O Type Carcinotron Tube », *Proc. I.R.E.*, vol. 44, mars 1956, pp. 333-345.
- [15] P. GUENARD, C. BERTEROTTIÈRE : « Courant et fréquence d'accrochage du T.P.O. oscillateur », Rapport interne C.S.F. (W-7949, octobre 1951).
- [16] P. PALLUEL : « Caractéristiques d'un modèle typique d'oscillateur à très large bande d'accord électronique : le Carcinotron O », Communication du 16 juin 1954 devant la V<sup>e</sup> Section de la Société des Radioélectriciens.
- [17] S. MILLMAN : « A Spatial harmonic traveling-wave amplifier for 6 mm wavelength », *Proc. I.R.E.*, Vol. 39, sept. 1951, pp. 1035-1043.
- [18] P.K. TIEN : « Bifilar helix for backward-wave oscillators », *Proc. I.R.E.*, Vol. 42, juillet 1954, pp. 1137-1143.
- [19] J.W. SULLIVAN : « A wide band voltage-tunable oscillator », *Proc. I.R.E.*, Vol. 42, nov. 1954, pp. 1658-1665.
- [20] R. WARNECKE, O. DOEHLER, P. GUENARD : « Sur les lignes à retard en forme de peigne ou de circuit interdigital et sur leur circuit équivalent », *C.R. Acad. Sciences*, Vol. 231, 1950 p. 1220-1222.
- [21] P. GUENARD, O. DOEHLER, R. WARNECKE : « Sur les propriétés des lignes à structure périodique », *C.R. Acad. Sciences*, Vol. 235, 1952, p. 32.
- [22] R. WARNECKE : « L'évolution des principes des tubes électroniques modernes pour micro-ondes », *Congegno di Electronica e Televisione*, Milano, avril 1954.
- [23] A. LEBLOND, G. MOURIER : « Etude des lignes à barreaux à structure périodique pour tubes électroniques U.H.F. », *Annales Radioélectricité*, n° 36, avril 1954 et 38, octobre 1954, pp. 311-328.
- [24] Brevets Français n° 1.034.007 - 1036025 - 1042930 - 1043386 - 1053362 - 1057510 - 1068673 - 1068156 - 1068448 - 1079028 - 1086890.
- [25] M. DENIS, P. PALLUEL : Détermination expérimentale des caractéristiques de phase des circuits utilisés en ondes centimétriques », *Annales Radioélectricité*, Vol. 4, oct. 1949, pp. 315-330.
- [26] B. ESPETIN - G. MOURIER : « Définition et mesure des vitesses de phase dans les lignes à structure périodique », Conférence devant la VI<sup>e</sup> Section de la Société des Radioélectriciens, 6 mai 1953.
- [27] B. ESPETIN - G. MOURIER : « Mesure de l'impédance de couplage des lignes à retard », Conférence devant la VI<sup>e</sup> Section de la Société des Radioélectriciens, 15 janv. 1954.
- [28] A. KARP : « Traveling wave tube experiments at millimeter wavelengths with a new, easily built, space harmonic circuit », *Proc. I.R.E.*, Vol. 43, janv. 1955, pp. 41-46.
- [29] P.K. TIEN : « Focusing of a long cylindrical electron stream by means of periodic electrostatic fields », *Journal of Applied Physics*, Vol. 25, oct. 1954, pp. 1281-1288.
- [30] D'après un travail non publié de D. CHARLES et R. GERTSEN de C.S.F.
- [31] M. DE BENSATOR : « Sur le calcul des aimants tubulaires », *Annales de Radioélectricité*, Vol. 9, avril 1954, pp. 193-216.
- [32] M. DE BENSATOR : « Aimants permanents pour tubes électroniques en hyperfréquences », *L'Onde Électrique*, août, sept. 1955, pp. 747-763.



FULL RAY

# TOUS FILS ET CABLES *spéciaux*

*pour*

- **Électronique**
- **Aviation**
- **Marine**
- **Électricité**

- FILS DE CABLAGE
- CABLES COAXIAUX  
(Normes françaises et américaines)
- FILS ET CABLES BLINDÉS
- GAINES ET TRESSÉS CUIVRE
- CABLES DE LIAISON H. F. & B. F.
- CABLES MULTIPLES

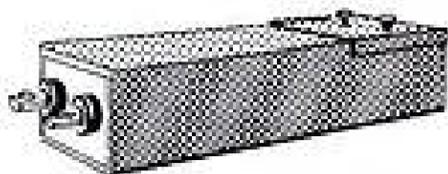
# FILOTEX

S.A.R.L. au capital de 50 millions  
140-146, r. Eugène Delacroix, DRAVELIS.-&-OJ  
Téléphone : BELLE-Épine 55-87 +

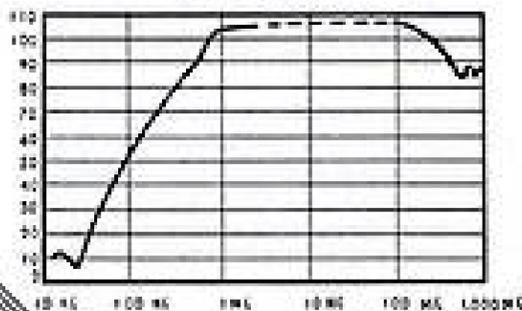
## SOCIÉTÉ INDUSTRIELLE DU TERNOIS ST-MICHEL-SUR-TERNOISE (P.-de-C.)

### FILTRES

POUR CAGES DE FARADAY S.I.D.T.  
AGENT GÉNÉRAL POUR  
L'EUROPE DES FILTRES HOPKINS

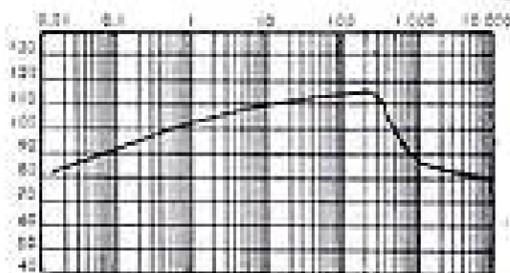


Courbe d'affaiblissement du filtre bifilaire, type 146 - 250 v. 30 ampères 400 périodes.



Brochure D. 13

Affaiblissement  
100 dB  
de 500 Mégacycles



Amélioration  
mesurée dans la limite  
de lecture des appareils.

Brochures D1. 11

### CAGES DE FARADAYS.I.D.T. BREVETÉ S.G.D.G.

Ces cages sont de type cellulaire, c'est-à-dire extensibles, réductibles, démontables, transformables. Elles sont à double écran grillagé donc transparentes et d'une parfaite aération. Elles donnent des caractéristiques d'affaiblissement exceptionnelles, supérieures à tout ce qui est connu à ce jour. Elles permettent de ce fait toutes les mesures, même les plus délicates, à l'abri des champs perturbateurs même les plus forts.

Téléphone : Usine, 229 St POL (P. de C.) — Bureau Paris, SABLons 84-75

# LES RADARS A POURSUITE AUTOMATIQUE <sup>(1)</sup>

PAR

P. BOUVIER

*Chef de Service à la Cie Française Thomson-Houston*

## I. Historique.

La technique du radar, d'origine encore récente, a subi une évolution très rapide, essentiellement commandée par les impératifs militaires.

Les premiers travaux menés parallèlement dans plusieurs pays, comme la France, l'Angleterre et les Etats-Unis, sans parler de ceux sur lesquels nous n'avons pas d'informations précises, ont permis d'aboutir rapidement à la détection d'avions ou de navires, à des distances déjà très satisfaisantes mais avec des précisions de localisation médiocres.

Rapidement, les Etats-Majors ont senti l'intérêt que présentait ce nouveau moyen d'information pour aider la conduite du tir des armes. Même par temps clair, l'artilleur rencontrait certaines difficultés pour déterminer la distance de l'objectif et son inclinaison, c'est-à-dire l'angle que fait la trajectoire avec la ligne de visée. Le pointage angulaire était très précis, mais la précision de la télémétrie optique avait toujours constitué une difficulté sérieuse. Au contraire, par son principe même, le radar fut, dès l'origine, apte à donner des indications précises sur la distance de la cible et sur ses variations.

En 1940, alors qu'il était difficile à la France de poursuivre ses recherches et ses expériences sur ce sujet, l'Angleterre et les Etats-Unis adjoignirent à leurs conduites de tir, des télémètres radar sur ondes de 50 cm : dès ce moment, les principes des radars à poursuite automatique commencèrent à être posés et des dispositifs de télémétrie précise furent étudiés et réalisés dans ces pays pendant que leur étude se poursuivait en France.

La direction de tir s'effectuait alors en combinant les pointages angulaire et optique et la télémétrie entretenue manuellement par un servant : une difficulté pour identifier l'objectif devait bientôt naître de cette dualité. Les faisceaux hertziens rayonnés étaient larges et fréquemment interceptés par plusieurs objectifs. Il fallait donc éviter l'erreur possible au moins en identifiant l'objectif qui se trouvait exactement dans l'axe de visée des pointeurs. C'est alors que le procédé du « bilobage » fut appliqué à ce type de matériel. Ce procédé, appliqué depuis longtemps dans les goniomètres, consiste à comparer les signaux émanant de deux antennes atteintes de strabisme. L'égalité des signaux définit la ligne médiane des rayonnements des deux antennes, avec une précision beaucoup plus grande que celle qu'on obtient par la recherche du maximum de niveau. Ce procédé fut employé dès 1941.

L'augmentation de la directivité des aériens et l'élévation des fréquences utilisées devaient permettre bientôt d'adapter ce bilobage au pointage angulaire du directeur de tir qui, dès ce moment, relevait entièrement de la technique du radar.

Par une évolution normale, les servants furent successivement remplacés par des servomécanismes automatiques et c'est ainsi que naquirent par exemple les radars AA3 Mark IV et 584, qui assuraient la poursuite automatique angulaire mais où la distance était encore obtenue manuellement par un opérateur. La fin de la guerre vit la mise au point des radars type AA3 MK 7 et 784 qui assuraient une poursuite entièrement automatique.

Dès la Libération, les laboratoires français purent se remettre efficacement au travail et, sous l'impulsion des différents services ministériels, attaquèrent bientôt le problème du radar d'artillerie navale ou aérienne.

(1) Conférence faite à la Société des Radioélectriciens le 13 novembre 1954.

Dans ce double domaine, la Compagnie Française Thomson-Houston a apporté une contribution qui commença en 1948 par l'étude d'un radar de conduite de tir anti-aérien de type classique. Cette étude aboutit à la construction en présérie, puis en série, d'un radar d'artillerie adapté aux conditions de tir actuelles. Elle a permis également d'entraîner à cette technique très particulière, une équipe d'ingénieurs et de techniciens, qui furent aptes à aborder par la suite l'étude de matériels plus complexes et de procédés nouveaux, encore soumis au secret à l'heure actuelle.

## II. Énoncé du problème.

Le problème général consiste à communiquer à un organe de calcul les coordonnées actuelles d'un objectif mobile, puis à les entretenir avec la précision qui est nécessaire à ce calculateur pour effectuer une prédiction.

Il s'agit de détecter un navire ou un avion ennemi à une distance supérieure à la distance réelle de tir, et de fournir, d'une façon continue, au calculateur les coordonnées précises de l'objectif et leurs variations. Le calculateur déterminera la position future de l'objectif sur laquelle on réglera le tir des canons. La portée de tir de ceux-ci peut être comprise entre 10 et 20 km, mais il est nécessaire que le radar ait aperçu l'objectif et ait commencé la poursuite bien avant son entrée dans cette zone pour que le calcul de l'extrapolation de la trajectoire soit effectué en temps voulu. Le radar doit donc avoir une portée de plusieurs dizaines de kilomètres, avec n'importe quel type d'avion et l'on sait que les avions à réaction ne sont pas particulièrement favorables à la détection radar.

Les artilleurs demandent qu'on leur définisse à quelques mètres près la position future de l'avion visé. Il est donc nécessaire de fixer ses coordonnées actuelles avec une précision au moins égale et même plus grande, pour que les variations erratiques dans la zone d'imprécision ne viennent pas introduire d'erreur trop grande sur la détermination de la trajectoire, donc sur l'extrapolation qu'on en fera. Le radar classique est incapable de répondre à toutes ces caractéristiques à la fois.

## III. Principes de réalisation.

### 3.1. MESURE DE LA DISTANCE.

Une impulsion d'une microseconde définit dans l'espace une zone de 150 mètres de profondeur et ceci à n'importe quelle distance. On sait obtenir maintenant des impulsions extrêmement courtes, de quelques centièmes de microsecondes, qui permettraient d'avoir un système de télémétrie précis à quelques mètres près. Mais il n'est même pas nécessaire, pour obtenir la précision demandée, d'avoir recours à une largeur d'impulsion aussi faible qui, pour être utilisée complètement, nécessite une largeur de bande très grande à la réception, ce qui entraîne une réduction de la sensibilité du

radar. La largeur d'impulsion n'est pas seule à définir la précision d'information en distance : on peut utiliser un repère à l'intérieur même de l'impulsion. Pour cela, un procédé commode consiste à définir le milieu de l'impulsion, au point de vue énergétique.

On produit dans ce but comme le montre la figure 1, une « double fenêtre » que l'on amène en coïncidence avec l'écho choisi. On cadre l'écho dans

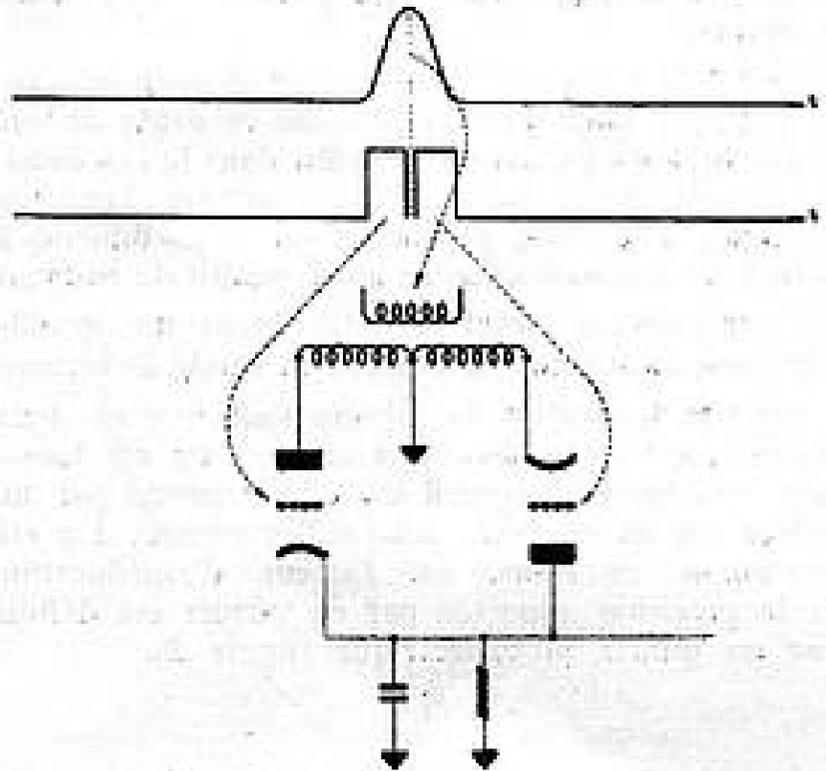


FIG. 1

cette double fenêtre en comparant l'énergie contenue dans la fenêtre de droite et dans celle de gauche, pour avoir une mesure de la position relative de l'écho par rapport aux fenêtres. C'est ce qui se produit dans le circuit de double détection inversée figurée sous la représentation de l'écho et qui n'est qu'une application aux impulsions du principe du discriminateur de phase ou du démodulateur en anneau bien connus. On dispose donc d'une tension continue d'erreur qui peut alimenter soit un appareil de mesure (qu'un opérateur maintiendra au zéro) soit, directement, un servomécanisme (qui effectuera automatiquement le cadrage).

La précision de ce cadrage (ou coïncidence) est bonne et permet de discriminer, quel que soit le niveau de l'écho, des erreurs inférieures à 5 % de la largeur d'impulsion. Nous avons donc là un moyen qui permet d'asservir une impulsion à l'écho désiré. Nous remarquerons que ceci permet également une sélection de l'écho sur l'échelle des distances. Seul l'écho poursuivi fournit une tension détectée, les autres échos s'appliquant symétriquement sur le démodulateur ont une tension résultante détectée nulle.

### 3.2. CIRCUITS DE TÉLÉMÉTRIE.

Il s'agit maintenant pour obtenir une mesure de la distance, d'évaluer le temps compris entre l'impulsion de synchronisation et l'impulsion asservie à l'écho (ou impulsion de poursuite).

Le procédé le plus classique consiste à créer une tension en dents de scie, c'est-à-dire une tension qui est une fonction linéaire du temps, et à déclencher l'impulsion de poursuite au moment où la valeur de cette tension variable est égale à celle d'une tension continue de référence donnée par un potentiomètre. La position du curseur du potentiomètre est donc liée à la distance de l'objectif et l'on a un double moyen, électrique (tension continue) et mécanique (curseur du potentiomètre), d'afficher la distance.

Mais la précision du système est donnée entièrement par la linéarité de la tension en dents de scie et par celle du potentiomètre. Or, dans le cas considéré, nous avons besoin d'une précision d'environ  $0,5 \cdot 10^{-4}$ . Une telle précision est très difficile à obtenir et à maintenir avec un dispositif de ce type.

En métrologie, lorsqu'on veut obtenir une grande précision, on utilise souvent une méthode de vernier.

Pour la télémétrie, la mesure s'effectue en deux stades. Le vernier est constitué par un condensateur de phase, l'appareil de dégrossissage par un générateur de dents de scie utilisé comme il a été mentionné ci-dessus. Le facteur d'amélioration de la précision apportée par ce vernier est définie par un quartz piézoélectrique (figure 2).

L'une quelconque de ces impulsions est choisie comme origine des temps et déclenche l'émission du radar. Toutes les autres impulsions représenteront donc des marques précises à 1, 2, 4 km par exemple. On pourra mesurer une distance en comptant d'abord le nombre de kilomètres entiers, puis en interpolant entre les deux marques les plus voisines.

Cette opération d'interpolation peut être effectuée en retardant d'une certaine quantité l'ensemble des marques, le maximum du retard étant égal à 1 km dans l'exemple choisi.

Ce retard est obtenu aisément et sans discontinuité au moyen d'un déphaseur agissant sur la tension du quartz. On a ainsi un train d'impulsions dont l'une quelconque peut être mise en coïncidence avec l'impulsion provenant de l'écho par rotation d'un seul tour du cadran vernier.

Il s'agit maintenant de prélever celle des impulsions qui assure la coïncidence, ce qui est réalisé au moyen d'un dispositif utilisant la tension en dents de scie dont il a été parlé ci-dessus, dont la précision demandée se trouve réduite dans le rapport de démultiplication du vernier.

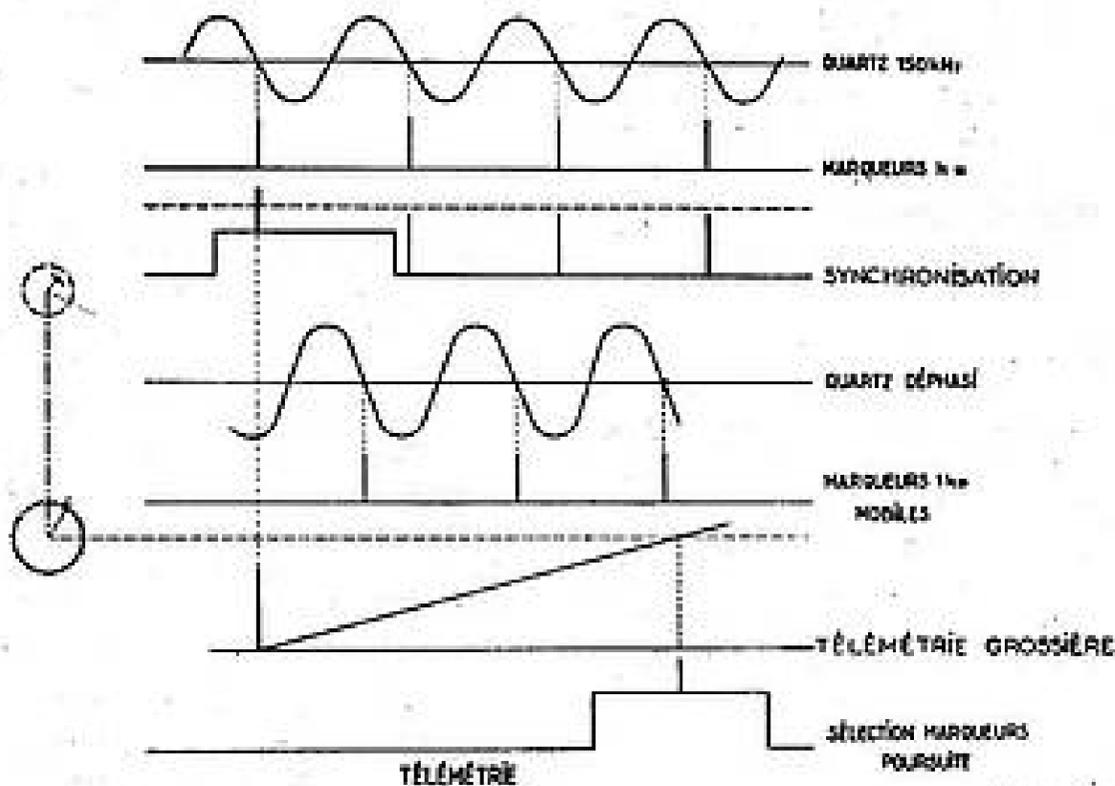


FIG. 2

Le quartz oscille à une certaine fréquence, le passage par la valeur nulle de la tension sinusoïdale produite déclenche, par exemple, une impulsion. Les trains d'impulsions produites viennent s'inscrire sur un marqueur, la distance entre chacune des impulsions correspond à un intervalle de temps extrêmement précis (précision de l'ordre de  $10^{-6}$ ) auquel se trouve comparé le temps écoulé entre l'émission d'une impulsion et le retour de l'écho correspondant. On a donc, en définitive, le moyen de mesurer une distance avec une grande précision.

En faisant tourner en synchronisme le déphaseur continu et le potentiomètre de dégrossissage on peut déplacer d'un bout à l'autre de l'échelle la même impulsion.

C'est cette impulsion qui servira de « fenêtre » de poursuite. La précision nécessaire de chacun des éléments est donc grandement diminuée par rapport à celle qui était exigée dans le procédé à mesure directe.

En résumé, nous avons obtenu un dispositif permettant de constituer une échelle continue de distance précise et d'asservir automatiquement la position du curseur « distance » à l'objectif choisi.

3.3. POURSUITE ANGULAIRE.

Le radar s'est toujours avéré moins précis dans la mesure des angles que dans la mesure des distances. Un faisceau d'ouverture égale à 2° par exemple, utilisé pour effectuer des mesures à 10 cm de longueur d'onde, nécessite déjà pour son obtention une antenne de l'ordre de 3,50 m d'envergure. Ce faisceau couvre une zone de près de 2 km de diamètre à une distance de 50 km, ce qui est peu précis comparé à l'erreur de distance qui dans les mêmes conditions ne dépasse pas 150 m.

Nous avons déjà vu que, pour définir un plan on peut comparer statiquement les signaux issus de deux antennes dont les lobes se recoupent. La définition d'un axe nécessite donc quatre antennes, ce qui a pu paraître prohibitif et a fait éliminer ce procédé au profit de l'analyse de l'espace point par point, le faisceau de l'antenne décrivant un cône de révolution.

Le signal "écho" subit dans ces conditions une modulation à peu près sinusoïdale à la cadence de rotation. La profondeur de modulation est proportionnelle, au moins pour les petits angles, à l'écart entre l'axe du cône et l'axe qui joint l'antenne à l'objectif.

Le déphasage de la tension de modulation par rapport à une tension de référence à même fréquence détermine la direction de l'écart. Le pointage de l'antenne s'effectuant suivant deux directions orthogonales, par exemple site et gisement, il faut décomposer l'erreur suivant les deux composantes. On peut utiliser à nouveau des démodulateurs en anneau en combinant la tension de modulation du signal écho avec deux tensions à même fréquence en quadrature, issues d'un alternateur tournant en synchronisme avec le faisceau.

A la sortie de ces démodulateurs, on a donc des tensions continues d'erreur qui peuvent être appliquées soit à un appareil de mesure, soit à l'entrée de servo-mécanismes qui calent, en permanence, l'axe moyen de l'aérien (confondu avec l'axe du cône d'exploration) sur la direction de l'objectif.

Le procédé est d'une grande sensibilité et permet de déceler des écarts inférieurs à 1 % de la largeur du faisceau.

IV. Discussion de quelques paramètres du radar à poursuite automatique.

Munis de ces deux méthodes de détection et d'asservissement, nous allons maintenant examiner quelques-uns des paramètres principaux d'un radar de poursuite automatique les utilisant.

Nous ne parlerons ni de la puissance maximum de l'émetteur, ni de la sensibilité du récepteur, qui peuvent être celles d'un radar de surveillance classique. La portée demandée au radar, en recherche,

détermine ces deux paramètres ainsi que le choix de la longueur d'onde optimum, liée elle-même aux dimensions de l'antenne et à la largeur du faisceau.

4.1. CALCUL DE L'EXCENTREMENT ET NIVEAU DE RECOUPEMENT OPTIMUM.

Il est intéressant de calculer les caractéristiques optimum de l'antenne et, en particulier, le demi-angle au sommet du cône d'exploration.

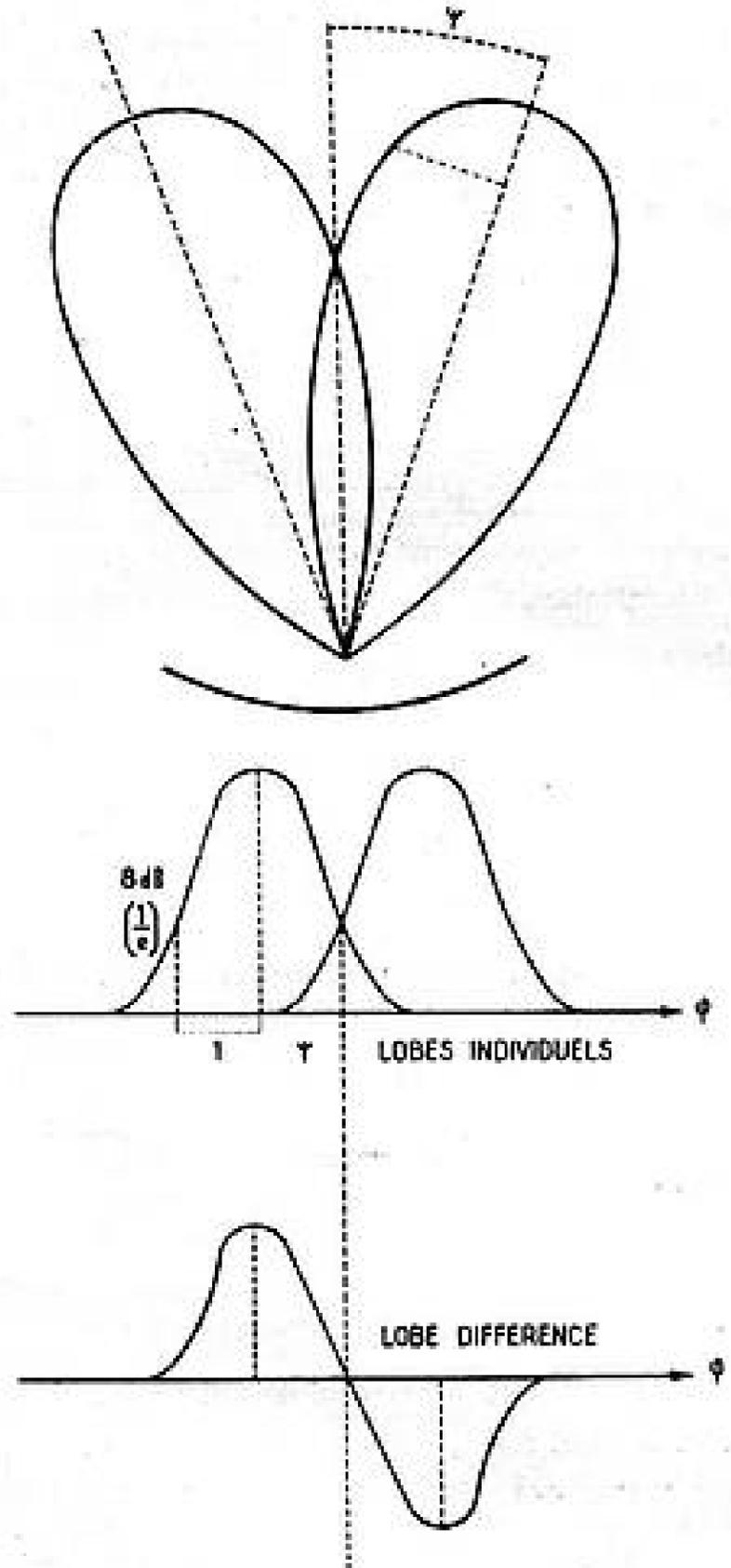


FIG. 3

Une antenne de radar (figure 3) a un diagramme polaire que l'on peut, le plus souvent, assimiler à une courbe de Gauss près de son maximum, c'est-à-dire à une courbe approximativement de la forme :

$$V = K e^{-\tau^2} \tag{1}$$

où  $\varphi$  est l'écart angulaire par rapport à l'axe de rayonnement maximum. Dans cette formule  $\varphi$  est exprimé en valeur réduite, en prenant, pour unité d'angle, l'angle compris entre les directions de rayonnement maximum et de rayonnement réduit dans le rapport  $\frac{1}{e}$ .

Le niveau de puissance du signal « différence » est égal à la profondeur de modulation pour un excentrement donné. Ce niveau est donc égal à l'amplitude du signal d'erreur.

Ce niveau peut être exprimé par la différence de 2 lobes écartés de  $2\psi$ ,  $\psi$ , également mesuré en angle réduit, définissant le point de recoupement des lobes ou encore le strabisme des antennes.

Il est aisé de calculer le niveau du signal d'erreur qui est égal à :

$$U = k [e^{-(\tau-\vartheta)^2} - e^{-(\tau+\vartheta)^2}] \quad (2)$$

$$= 2k e^{-(\tau^2+\vartheta^2)} \operatorname{sh} 2\varphi\psi$$

La dérivée de cette fonction donne la mesure de la sensibilité du système de détection angulaire : plus la pente est élevée, plus le taux de modulation augmente rapidement avec l'écart angulaire.

En calculant la dérivée par rapport à  $\varphi$  on obtient :

$$\frac{\partial U}{\partial \varphi} = 2k e^{-\tau^2} [2\varphi e^{-\tau^2} \operatorname{sh} 2\varphi\psi + 2\psi e^{-\tau^2} \operatorname{ch} 2\varphi\psi] \quad (3)$$

soit pour  $\varphi = 0$

$$\frac{\partial U}{\partial \varphi} = 4k\psi e^{-\tau^2} \quad (4)$$

Le maximum de cette pente est obtenu lorsque :

$$\frac{\partial^2 U}{\partial \varphi \partial \psi} = (1 - 2\psi^2) e^{-\tau^2} = 0 \quad (5)$$

ou encore :

$$\psi = \frac{1}{\sqrt{2}} \quad (6)$$

Il s'ensuit que le niveau de recoupement optimum est égal à  $e^{-\frac{1}{2}}$ . Il est aisé de calculer la pente optimum rapportée au gain maximum d'antenne, soit :

$$\frac{\frac{\partial U}{\partial \varphi}}{U_{\max}} = 4\psi e^{-\tau^2} \quad (7)$$

et, en donnant à  $\psi$  la valeur optimum, on trouve comme valeur optimum de la pente :

$$p = 1,7$$

Rappelons que cette pente est mesurée en prenant pour unité d'angle la demi-largeur du faisceau compris entre les points qui sont à  $\frac{1}{e}$  du niveau de rayonnement maximum.

Si l'on prend pour unité la largeur du faisceau compris entre les points correspondant à un affaiblissement du rayonnement de 3 dB, on trouve aisément que le rapport de cette dernière unité à la première unité choisie est de 1,7 et il s'ensuit que la pente optimum (mesurée en prenant pour unité d'angle la largeur du faisceau correspondant à un affaiblissement de 3 dB) est de 100 %. Mais cette pente optimum est obtenue pour un niveau de recoupement qui fait perdre en chaque sens 4,4 dB par rapport au rayonnement maximum, ce qui se ramène, en fin de compte, à une perte de portée qui serait théoriquement de l'ordre de 20 %.

#### 4.2. SENSIBILITÉ.

En réalité, les conclusions sont moins simples et il faut considérer, pour définir la sensibilité, les différents signaux minimum discernables qui sont au nombre de trois :

1° Le signal discernable par l'opérateur sur son indicateur d'acquisition. Celui-ci est relativement peu influencé par le niveau de recoupement, puisque le faisceau émis par l'antenne défile sur l'objectif qui est éclairé successivement avec tous les niveaux de rayonnement des lobes ;

2° le signal minimum discernable par le dispositif de poursuite en distance, qui est différent du précédent parce que pour pouvoir distinguer un écho sur un indicateur panoramique, il faut un rapport signal/bruit de 9 dB environ.

Avec l'indicateur type A, dans lequel la hauteur de l'écho au-dessus du bruit est proportionnelle à son amplitude, on peut se contenter d'un rapport signal/bruit bien inférieur. Le dispositif de poursuite en distance présente un fonctionnement assez analogue à celui du mécanisme par lequel l'œil reconnaît le signal au milieu du bruit dans ce genre de présentation.

On encadre en effet l'écho dans la fenêtre, de la même manière que l'opérateur focalise son œil dans la région de l'indicateur où il sait que devra apparaître cet écho.

Plus exactement, l'opérateur appréhende la hauteur maximum atteinte par l'écho, c'est-à-dire son amplitude de crête, alors que le dispositif de poursuite en distance compare la valeur moyenne de l'amplitude de l'écho au cours de deux intervalles de temps très voisins.

Le rapport signal/bruit dans le servomécanisme est le rapport de la différence des puissances de signal à la différence des puissances de bruit. La différence des puissances de bruit figurant au dénominateur est une différence entre les valeurs moyennes de bruit prises au cours d'un intervalle de temps

inversement proportionnel à la bande passante du servomécanisme. Le niveau de signal nécessaire est donc directement proportionnel à la précision souhaitée et à la bande passante du servomécanisme, c'est-à-dire à sa vitesse de réponse.

3° le signal minimum discernable par le dispositif de poursuite angulaire.

En général, on effectue une détection de la valeur de crête prise par les signaux vidéo après leur sélection par la « fenêtre-distance ». On se trouve donc un peu dans les conditions de l'indicateur type A. On effectue ensuite la démodulation de ce signal par la tension de référence liée à la rotation de l'aérien et on obtient ainsi la tension continue d'erreur. Le rapport signal/bruit est le rapport entre la tension continue utile et le niveau de bruit correspondant à la bande du servomécanisme. Comme dans le cas de la poursuite en distance, le signal minimum est directement proportionnel à la précision demandée et à la rapidité de réponse des servomécanismes.

Nous ne pouvons ici développer toute la théorie de ces calculs, nous nous contenterons d'indiquer que, pratiquement, pour un radar classique, le signal nécessaire à la poursuite automatique est nettement inférieur à celui que l'opérateur exige pour accrocher l'objectif et que, toujours dans un radar classique, il n'est pas rare de voir l'antenne et les servomécanismes de distance suivre un écho qui a déjà disparu depuis longtemps de l'indicateur type A.

Cela signifie donc que le niveau de recouvrement des lobes qui, en apparence, semble faire perdre de la portée par rapport au radar classique, n'est en réalité pas gênant à ce point de vue.

#### 4.3. LARGEUR DU FAISCEAU.

La perte de recouvrement est inversement proportionnelle à la largeur du faisceau et le gain de l'aérien varie comme l'inverse du carré de cette largeur.

Pour avoir un radar sensible, on a donc intérêt à prendre un aérien donnant un faisceau fin, c'est-à-dire de grandes dimensions ou utilisant une longueur d'onde très courte.

Cependant, on est limité dans la finesse du faisceau lui-même par la nécessité de l'acquisition de l'objectif et la plage d'accrochage.

En recherche, le radar à poursuite automatique travaille comme un radar de recherche classique, soit en balayage panoramique, soit avec une exploration composée en ligne ou spirale. La zone à explorer dépend de l'existence et de la précision des moyens qui désignent l'objectif, ainsi que la rapidité demandée à l'acquisition.

On doit noter également que la zone balayée en poursuite augmente avec le strabisme du faisceau. Ceci permet d'accroître la zone à l'intérieur de laquelle le radar est susceptible d'accrocher son objectif, mais, également, diminue le pouvoir séparateur.

On peut donc être amené à ne pas respecter exactement le niveau de recouvrement optimum et l'établissement de l'aérien devra souvent être le fruit d'un compromis entre tous ces impératifs.

#### 4.4. VITESSE D'EXPLORATION CONIQUE.

A quelle cadence effectuer cette exploration ?

Dans tout ce qui précède, nous avons supposé que dans l'intervalle d'un tour, l'écho de l'objectif gardait une amplitude constante. Il n'en est rien. Un écho d'objectif mobile est animé de fluctuations créant un spectre de bruit dont le niveau décroît en fonction de la fréquence. On a donc intérêt à comparer aussi rapidement que possible les niveaux relatifs pour les diverses positions du faisceau, c'est-à-dire à faire tourner le faisceau aussi rapidement que possible. Mais dans ce domaine, on est rapidement limité par les possibilités mécaniques. On est limité également par le nombre d'impulsions servant à définir la sinusoïde à démoduler dont on doit respecter le niveau et la phase. A moins de synchroniser la cadence d'émission et la rotation du faisceau, l'incohérence des impulsions dans la sinusoïde introduit un déphasage erratique qui croît avec la fréquence de la sinusoïde, pour une même fréquence de récurrence du radar.

Il faut donc admettre dans le système classique une certaine fluctuation de l'écho qui vient perturber le fonctionnement de la poursuite.

C'est ce phénomène, plus que le bruit dû au récepteur radar dont il a été question plus haut, qui limite la précision de la poursuite angulaire. Lorsque toutes les précautions sont prises pour éliminer l'influence des fluctuations harmoniques de la fréquence de rotation conique, il reste un niveau de fluctuation proportionnel à la bande passante des servomécanismes angulaires.

#### 4.5. PARAMÈTRES DE LA POURSUITE DISTANCE.

En distance, le même phénomène n'existe pas et la poursuite distance est toujours plus calme que la poursuite angulaire utilisant ce procédé de modulation.

On limite les échos à une même amplitude avant de les admettre dans le discriminateur de distance qui fonctionne avec tout l'avantage des systèmes à modulation de position.

Deux paramètres sont à choisir, la largeur d'impulsion du radar et la largeur de la fenêtre de poursuite.

Pour la largeur d'impulsion, ce sont les conditions d'un radar classique qui jouent. Plus l'impulsion est large, plus la puissance moyenne est élevée, mais plus la bande passante du récepteur peut être réduite et, par conséquent, plus la portée augmente. Mais parallèlement, la précision en distance et le pouvoir séparateur diminuent. Il y a donc à nouveau un compromis à faire suivant le type d'équipement.

Le choix de la largeur de la double fenêtre distance est également le fruit d'un compromis, en effet, pour augmenter le rapport signal/bruit, on a tendance à diminuer la largeur de la fenêtre jusqu'à la demi-largeur d'impulsion, cette fenêtre laissant alors passer la totalité du signal avec le minimum

de bruit. Ce rétrécissement permet également d'améliorer le pouvoir discriminatoire en distance de l'équipement jusqu'au maximum atteint pour une largeur de fenêtre égale à la largeur de l'impulsion émise. Mais, on peut avoir intérêt à accroître la largeur des fenêtres pour avoir, de la même façon qu'en poursuite angulaire, une plage d'accrochage plus grande, ainsi qu'une plus grande facilité d'acquisition. Pratiquement, on choisit en général pour chaque demi-fenêtre approximativement la largeur de l'impulsion.

#### 1.6. SERVOMÉCANISMES.

Le servomécanisme distance ne pose en général pas de problème particulier. Nous avons vu que les signaux fournis par le discriminateur distance étaient perturbés uniquement par le bruit radar. La bande passante de ce servomécanisme peut donc être rendue aussi grande que le requiert la poursuite de l'objectif. Ceci est d'autant plus aisé que le mécanisme à entraîner est de faible inertie, consistant simplement en un certain nombre de selsyns, de potentiomètres et de petites machines. De plus, les constantes de vitesse et d'accélération, c'est-à-dire l'erreur correspondant à l'accélération ou à la vitesse maximum sont relativement faibles.

Il n'en est pas de même pour les servomécanismes de poursuite angulaire. La précision est limitée essentiellement par la composante de fading de l'écho au voisinage de la fréquence d'exploration conique, composante dont le niveau est proportionnel à la largeur de bande du servomécanisme. On a donc intérêt à réduire au minimum cette bande passante. Mais celle-ci est imposée par les caractéristiques de la trajectoire de l'objectif. Il est certain que pour le tir sur un navire, la bande passante du seul servomécanisme peut être extrêmement faible si le tireur est au sol.

30 m.s<sup>-2</sup>, une erreur de 5 m, on obtient une constante d'accélération de 6, la constante de vitesse étant pour un avion sonique de 60. Pour le même avion sonique passant à 30 m du radar, la constante de vitesse peut atteindre plusieurs milliers et la constante d'accélération un chiffre voisin de 100.

Il y a donc là un compromis à établir. On peut d'ailleurs partiellement tourner la difficulté en faisant varier systématiquement la bande passante des servomécanismes comme l'inverse de la distance, de façon à profiter de toute la précision angulaire aux grandes distances où les vitesses et accélérations sont faibles, mais où une petite erreur angulaire correspond à une grande erreur linéaire. En élargissant la bande pour les distances courtes, on peut ne pas perdre en précision linéaire tout en suivant des avions très rapides.

Il est évident que ces servomécanismes ne valent que par leur précision mécanique interne. Entraîner une antenne d'une tonne avec des accélérations de 50 degrés par seconde, tout en gardant des jeux de l'ordre de la minute d'arc, impose des précautions tout à fait spéciales dans la réalisation mécanique d'un tel équipement.

#### V. Exemple d'une réalisation récente de la Compagnie Française Thomson-Houston.

Nous allons, à titre d'exemple, commenter les quelques photographies d'un matériel français, construit en série par la Compagnie Française Thomson-Houston.

##### 5.1. PRÉSENTATION GÉNÉRALE.

Le radar qui apparaît sur la figure 1 est un radar d'artillerie destiné à conduire le tir de batteries lourdes à grande distance. Il est monté en véhicule

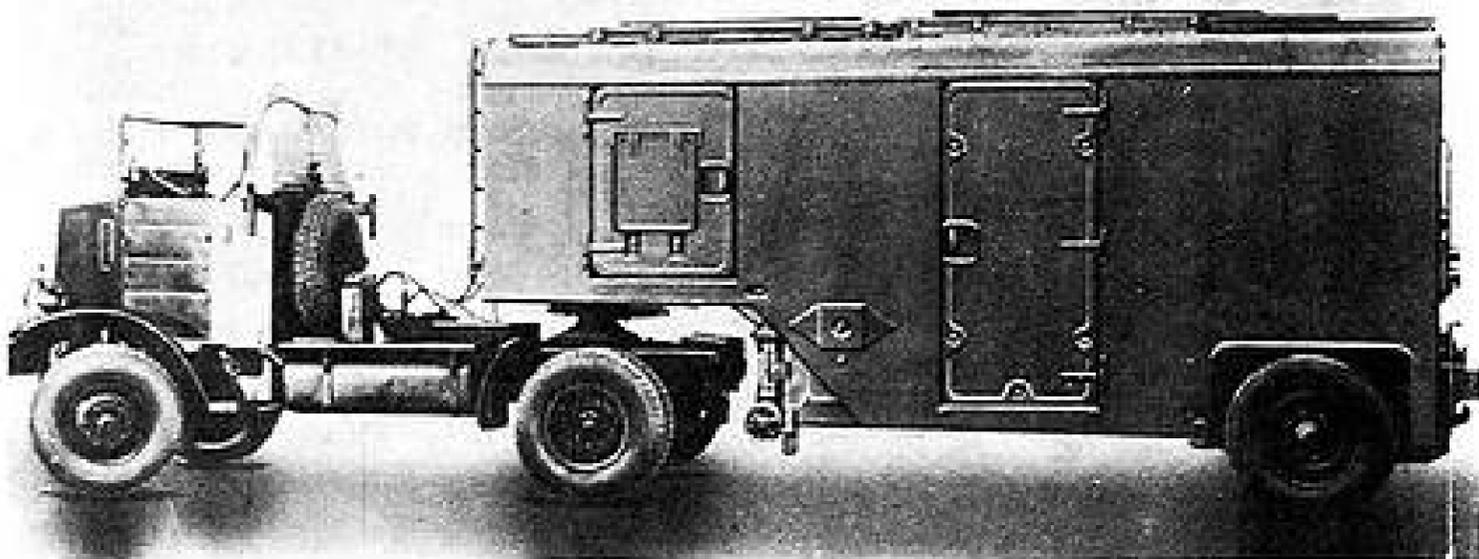


Fig. 1

Pour le tir sur avion, la bande passante doit être d'autant plus élevée que l'on veut poursuivre de plus près un avion plus rapide. Ici, les constantes de vitesse et d'accélération peuvent devenir très grandes. En effet, pour une poursuite en distance, une accélération de 3 g, soit 30 m.s<sup>-2</sup>, est déjà considérable. Si on admet, pour cette accélération de

tous terrains en semi-remorque conforme aux normes de la circulation sur route. Sa hauteur en particulier, est inférieure à celle des matériels étrangers similaires, ce qui lui permet de passer sous tous les ponts. Il est transportable par chemin de fer, au plus petit gabarit européen, sur wagon standard. Pour ce faire, l'antenne a été rendue escamotable à

l'intérieur du véhicule en position de transport, comme on le voit sur la figure 5.

En position d'exploitation (figure 6) l'antenne libère un large espace à l'intérieur du véhicule, ce qui donne à l'opérateur toute liberté de mouvement.

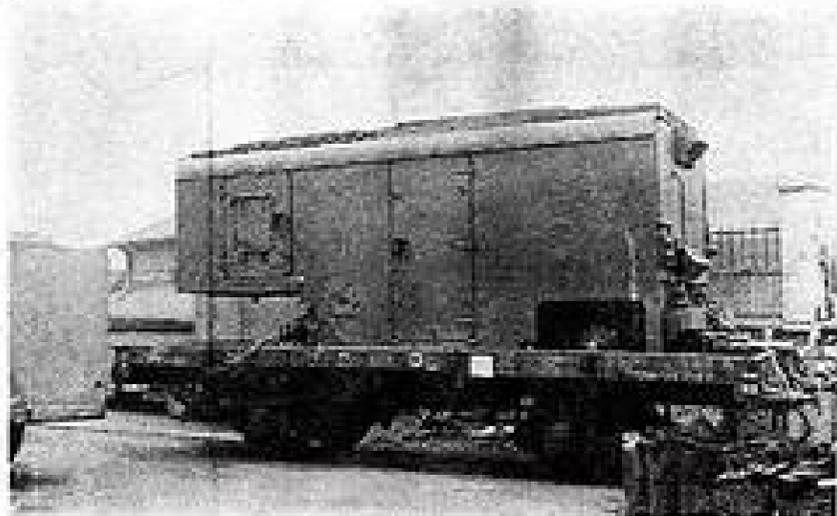


FIG. 5

La mise en station s'effectue très rapidement et l'horizontalité, condition primordiale à l'élaboration des coordonnées, est assurée par des vérins et contrôlée par les niveaux à bulle.

Sur cette remorque se trouvent :

- l'antenne,
- la baie avant, qui contient l'émetteur-récepteur,
- la baie arrière, qui contient tous les circuits de poursuite automatique, de présentation et de commande,
- un ensemble de machines tournantes à l'avant, isolé acoustiquement avec, en particulier, un convertisseur 400 Hz et les amplidyne des servomécanismes angulaires.

## 5.2. MÉCANISMES.

Le schéma de la figure 7 permet de voir le mécanisme de rotation cônica avec l'alternateur de référence dont il a été question plus haut. Cette rotation s'effectue à 30 tours par seconde.

Les mécanismes de site sont divisés en deux, dans deux carters. L'un est le mécanisme de commande, l'autre le mécanisme d'analyse entraînant deux selsyns et un potentiomètre.

Sur la figure 8 on voit les deux mécanismes de gisement qui sont séparés au point de vue cinématique de façon à éliminer toute transmission de puissance dans le réducteur d'analyse à rattrapage de jeux.

La baie avant ne présente pas de particularités notables. Elle contient un émetteur-récepteur accordé dans la bande 10 cm, d'un type tout à fait classique pour lequel l'effort essentiel a porté sur une grande sécurité de fonctionnement allée à une facilité d'entretien et de contrôle remarquable. Tous les éléments sont très facilement accessibles par l'avant grâce à des châssis basculants, y compris celui de la tête haute fréquence, qui est raccordé à l'antenne par une bride à enclenchement rapide avec un relais de sécurité interdisant évidemment le fonctionnement de l'émetteur lorsque le guide est ouvert.

La baie arrière renferme tous les circuits de réception et tous les châssis amplificateurs de servomécanismes dits « à erreur-vitesse » c'est-à-dire qu'à une certaine tension d'erreur à l'entrée de la chaîne directe, correspond une vitesse de rotation de l'aérien. Les premiers étages sont du type électronique, les deux derniers étages sont constitués par un amplidyne à faible constante de temps alimentant un



FIG. 6

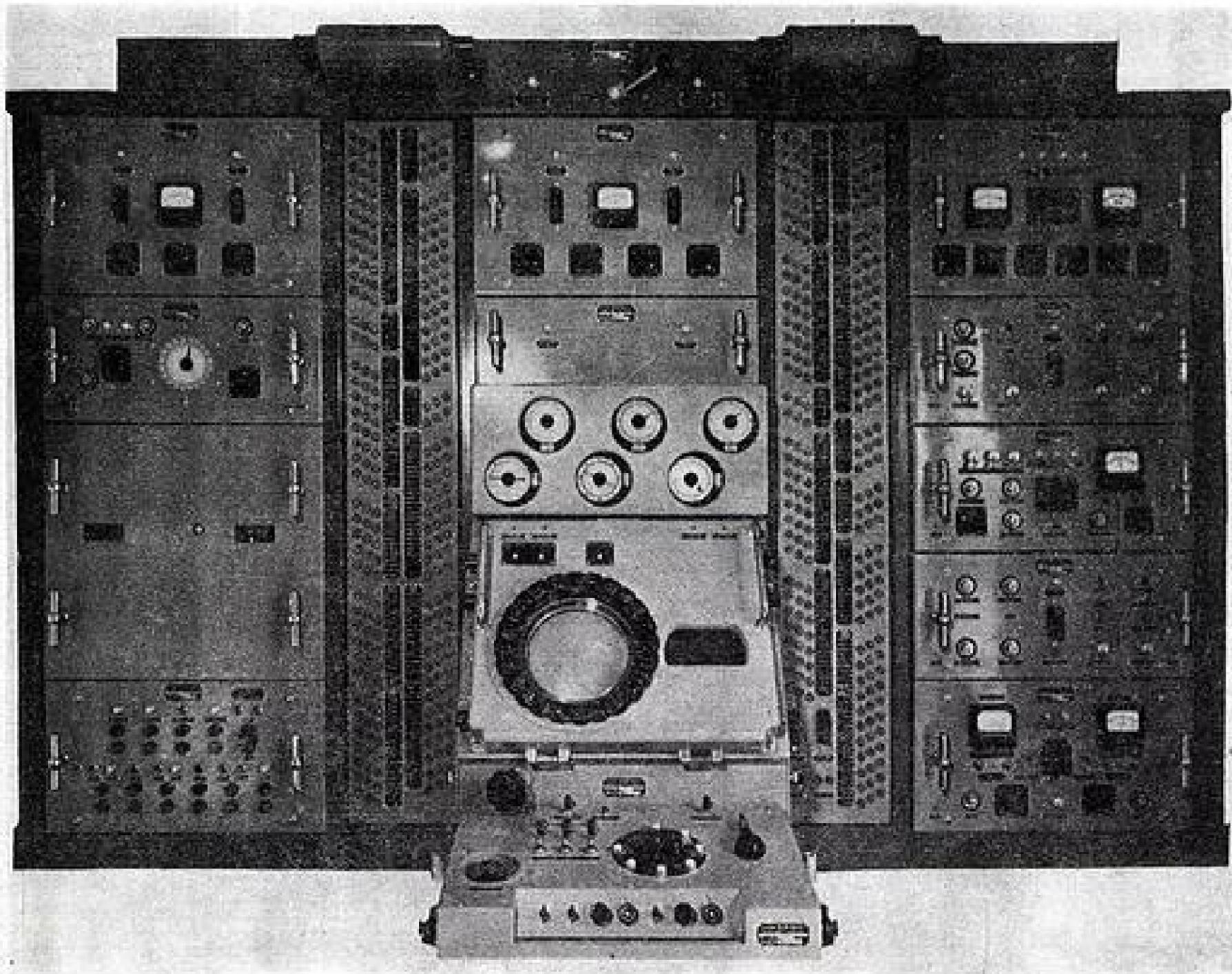


FIG. 9

moteur à courant continu à excitation séparée. Bien entendu, toute cette chaîne est stabilisée par contre-réaction sélective. Ces servomécanismes sont établis pour une plage de variation extrêmement grande, puisque l'avion poursuivi peut se présenter sous tous les angles. Expérimentalement, on peut faire tourner l'antenne, en gisement par exemple, sans à coups depuis un tour en deux secondes jusqu'à un tour en plusieurs heures.

### 5.3. EXPLOITATION.

Le pupitre d'exploitation (figure 10), a été établi, en tenant largement compte des renseignements des radars étrangers antérieurs et de l'expérience des spécialistes français de la direction de tir.

Toutes les commandes et les indicateurs sont groupés sur un même pupitre dont l'inclinaison et la hauteur ont été calculées pour le plus grand confort de l'opérateur et surtout pour la vision sans paralaxe des indicateurs.

Ceux-ci sont au nombre de deux :

— indicateur panoramique,

— indicateur distance.

Une clé à plusieurs positions permet de choisir les différents modes de fonctionnement du radar, au nombre de quatre principaux :

— recherche autonome,

— télécommande pour l'acquisition à partir d'une station de surveillance,

— acquisition, où les trois coordonnées sont commandées manuellement par l'opérateur,

— poursuite automatique.

Il existe entre ces quatre modes d'exploitation de nombreux intermédiaires, par exemple les coordonnées angulaires sont données par un poste optique, etc...

En recherche, l'aérien explore l'espace suivant une trajectoire en hélice, le site étant balayé lentement tandis que le gisement tourne à une vitesse de l'ordre de 20 t/mn.

Lorsque l'opérateur aperçoit son objectif, il bloque le site de l'antenne et amène sur l'indicateur

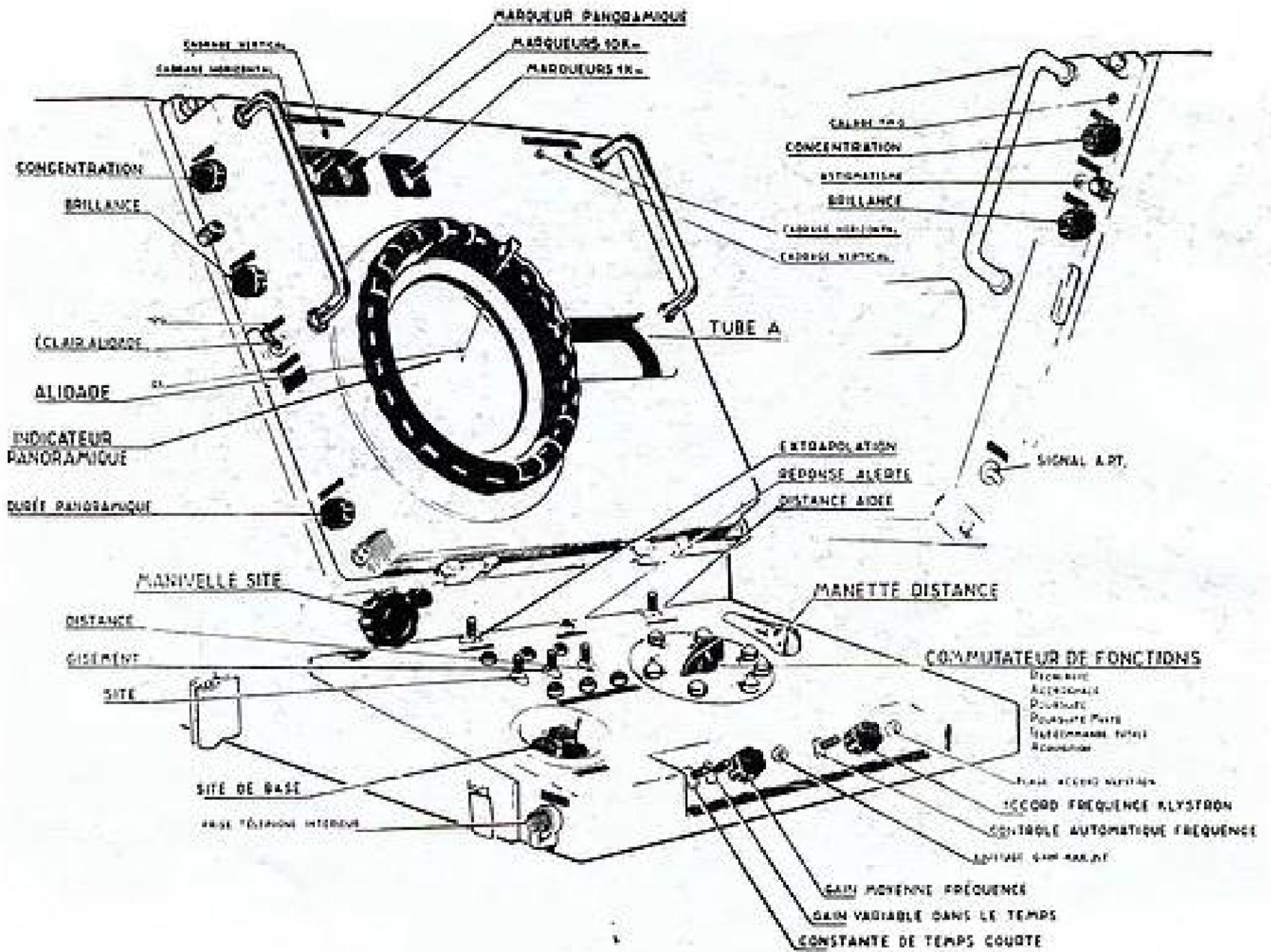


FIG. 10. — Papitre R.P.

panoramique une alidade radiale. Il amène également au voisinage de l'écho le marqueur de distance.

En passant en « accrochage » l'antenne se ver-

rouille en site et en gisement sur les données affichées par l'opérateur, on voit alors apparaître son écho sur l'indicateur type A.

Celui-ci possède de plus une zone dilatée, (fig. 11)

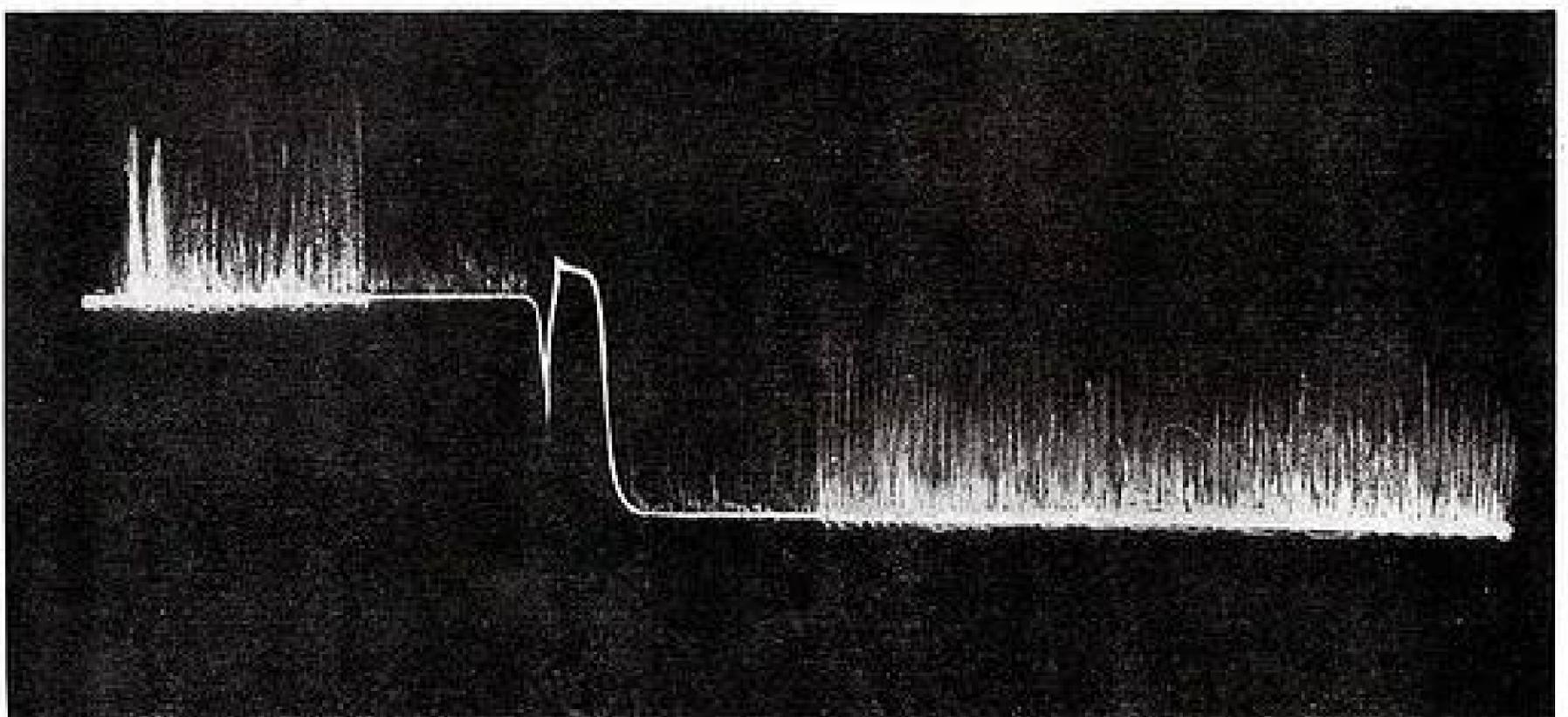


FIG. 11

servant de loupe, pour ajuster avec précision la fenêtre de distance sur l'écho. Cet ajustage est fait par une seule clé qui commande, dans un sens ou dans l'autre, soit un moteur lent qui est celui de la poursuite, soit, en appuyant à fond, un moteur rapide qui permet d'arriver très vite dans la zone de l'écho. Le moteur lent est alors déchargé.

En amenant la clé principale en position « poursuite », le radar part en poursuite automatique suivant ses trois coordonnées. Cette opération est effectuée en moins de 5 secondes par un opérateur sans grand entraînement, la prise d'objectif est pratiquement impossible à manquer, chaque manœuvre étant presque évidente pour l'opérateur.

#### 5.4. TRANSMISSION DES DONNÉES.

Le but final de ce type de radar est la transmission des coordonnées de l'avion actuel à un calculateur.

Dans ce radar, les coordonnées peuvent être transmises de deux façons, suivant le type de calculateur associé. La transmission par selsyn ne présente rien de particulier. On utilise pour chaque donnée : site, gisement, distance, deux selsyns dont un démultiplié pour donner la précision voulue.

On peut transmettre également les coordonnées rectangulaires de l'objectif au moyen de potentiomètres, en faisant les opérations classiques de passage des coordonnées sphériques en coordonnées cartésiennes.

Pour cela on utilise des potentiomètres donnant une précision de 1/10 000. Le potentiomètre de calcul de la distance est un potentiomètre linéaire dont la dernière décimale de linéarité exigée est obtenue par un correcteur à came.

Les potentiomètres de site et de gisement sont du type sinus-cosinus. Le bobinage est fait linéairement et c'est la loi de déplacement des curseurs qui donne la fonction sinus ou cosinus. Un correcteur à came permet également d'obtenir la dernière décimale exigée.

#### VI. Conclusions.

Le radar sur lequel nous avons jeté un coup d'œil rapide, est un exemple de réalisation dérivant d'une technique sûre et longuement expérimentée. Nous en avons vu certaines limitations théoriques qui pour des matériels ayant des buts différents, pourraient devenir prohibitives.

La technique continue son évolution et d'autres études sont en cours ou en voie d'achèvement, permettant l'adaptation de cette technique aux nouveaux procédés de défense.

En terminant, nous tenons à remercier les services de la Direction d'Etudes et Fabrications d'Armement et de la Section d'Etudes et Fabrications des Télécommunications dont la tenacité et le grand esprit de coopération ont permis à la Compagnie Française Thomson-Houston de mener à bien une œuvre qui contribue à accroître le potentiel et le prestige de l'industrie radioélectrique française.

# QUELQUES ASPECTS PARTICULIERS DES RÉSEAUX MOBILES EN ONDES MÉTRIQUES

PAR

H. RENARD et M. BRULEY

*Ingénieurs à la Société « L.M.T. »*

En France, les réseaux radio mobiles en ondes métriques sont très loin d'avoir le développement qu'ils atteignent dans de nombreux pays : aux États-Unis, le nombre d'équipements mobiles V.H.F. (ou U.H.F.) atteignait déjà 480 000 en 1954 ; en Grande-Bretagne, 7 000 compte non tenu des Services Publics (Police et Pompiers) ; alors qu'en France, le nombre d'équipements ne dépasse guère 2 000 actuellement, presque exclusivement utilisés par les Services Publics de Sécurité.

Une telle différence est difficilement compréhensible, et un certain nombre de facteurs peuvent être mis en cause ; nous pensons cependant que, dans les années à venir, on assistera en France à une certaine augmentation de l'importance des réseaux mobiles.

Le présent article a pour but de rappeler différents problèmes généraux de propagation et de fréquences que pose l'établissement de réseaux V.H.F. mobiles.

Nous n'aborderons pas ici la description de réseaux particuliers, ni d'équipements particuliers. Un grand nombre d'articles ont été publiés à ce sujet, et l'on trouve une importante bibliographie dans les articles cités in fine. La texture même des réseaux peut être extrêmement variée. Cependant, on peut distinguer deux grandes catégories :

1° La première groupe les réseaux de surveillance d'ouvrages d'art, à structure linéaire, où les équipements mobiles sont distribués sur un trajet de grande longueur, mais ne peuvent se déplacer latéralement que de façon limitée ; des exemples nombreux existent pour les auto-routes, les chemins de fer (Eric Rail Road) (1), les pipe-lines (Gas Pipeline Radio-system) (2) ;

2° La deuxième catégorie groupe des mobiles se déplaçant à l'intérieur d'une zone dont aucune dimension n'excède 30 ou 40 km, et qui peuvent, en général, être entièrement desservis par un émetteur fixe unique ; c'est le cas de réseaux de chantiers, de réseaux urbains.

Cette division en deux catégories est évidemment arbitraire ; elle correspond à une délimitation très nette des problèmes de propagation et de fréquences ; en fait, certains réseaux très complexes peuvent appartenir aux deux catégories, et même grouper plusieurs sous-réseaux de la deuxième catégorie.

Les problèmes principaux posés par les réseaux de la première catégorie sont ceux de l'articulation entre elles des différentes stations fixes disposées le long de l'ouvrage ; par contre, le réseau individuel de chaque station ne pose pas de problème que le calcul ou une expérimentation simple ne puisse résoudre.

Au contraire, l'établissement d'un réseau urbain se heurte à un certain nombre d'obstacles tenant à la nature même de la zone à desservir : les zones urbaines sont industrialisées, et évidemment à circulation importante, d'où résulte un niveau de parasites élevé ; le champ au fond d'une rue bordée de maisons échappe au calcul, et il n'est pas possible de faire, pour chaque réseau à établir, un essai complet couvrant toutes les rues d'une agglomération ; enfin, les réseaux installés dans une même agglomération risquent d'être nombreux et de se perturber mutuellement, alors qu'ils ne sont pas exploités par le même utilisateur : une coordination étroite est donc nécessaire.

## 1. Propagation et champs parasites dans un réseau urbain.

Des précisions fondamentales peuvent être trouvées à ce sujet dans un article de W.R. Young (3). Il fait, en particulier, ressortir nettement les différents éléments à examiner. Seule, l'expérience, ou à défaut une hypothèse basée sur un cas similaire connu, peut renseigner sur le niveau de parasites que l'on rencontre dans un réseau. Mais à partir de cet élément, l'article déjà cité permet d'établir les caractéristiques des équipements nécessaires pour constituer le réseau. En effet, les courbes données par YOUNG renseignent de façon précise sur l'écart entre le champ sur terre plane, sans obstacles, et le champ réel dans une ville, obtenu dans une proportion de temps de 10 %, 50 % ou 90 % : connaissant la topologie et la surface à couvrir, on peut donc calculer, de façon sensiblement exacte, le meilleur compromis économique entre la puissance, la hauteur et le gain d'antenne de la station fixe. Pour assurer la réception à poste fixe, il est généralement nécessaire de disposer plusieurs récepteurs en divers points de la zone à couvrir : cela tient au fait que les émetteurs fixes rayonnent souvent une puissance nettement supérieure à celle des équipements mobiles, et que, par ailleurs, les récepteurs fixes situés dans des zones centrales et munis d'antennes dégagées reçoivent souvent des parasites à un niveau supérieur à celui reçu par les équipements mobiles. Les courbes de W.R. Young permettent de déterminer de façon approximative les emplacements de ces récepteurs fixes ; il est alors utile de compléter cette étude théorique par l'examen topologique des lieux, puis une mesure des champs parasites aux emplacements choisis.

On peut donc, a priori, calculer complètement le réseau, en s'aidant de mesures très simples. Après établissement du réseau sur ces bases, il est utile de faire un essai dans toute la zone à couvrir, pour déceler les points où la communication n'est pas assurée, ce qui peut obliger à effectuer une couverture supplémentaire.

## 2. Attribution de fréquences et brouillages.

Le problème d'attribution de fréquences est beaucoup plus complexe ; les phénomènes d'interaction interviennent de façon très particulière dans les réseaux mobiles V.H.F. ; ceci tient aux caractéristiques suivantes :

a) les équipements sont essentiellement mobiles, donc peuvent venir au voisinage des émetteurs susceptibles de causer du brouillage ;

b) les équipements fixes (émetteurs et récepteurs) sont placés en des endroits bien dégagés, à vue directe les uns des autres, donc le champ reçu par les récepteurs fixes des émetteurs fixes est supérieur à celui qu'ils reçoivent des émetteurs mobiles correspondants ;

c) les réseaux disposent souvent de plusieurs canaux qui sont très rapprochés pour être reçus par un équipement à étage H.F. non accordable ; il en résulte que les produits d'intermodulation sont particulièrement importants ;

d) enfin, le nombre important d'utilisateurs amène à utiliser, dans une même agglomération une partie importante du spectre disponible, et la sélectivité des récepteurs est relativement faible ( $\pm 50$  ou  $\pm 100$  kc/s).

Les principaux phénomènes perturbateurs proviennent de la désensibilisation du récepteur, du brouillage sur image, et des émissions parasites des stations fixes.

### a) DÉSENSIBILISATION.

Sur la courbe 1 (figure 1), ont été reportées, pour un type d'équipement déterminé, les tensions causant une diminution de 6 dB de la sensibilité minimum utilisable. (Les mesures ont été faites de la façon suivante : la tension utile est injectée à un

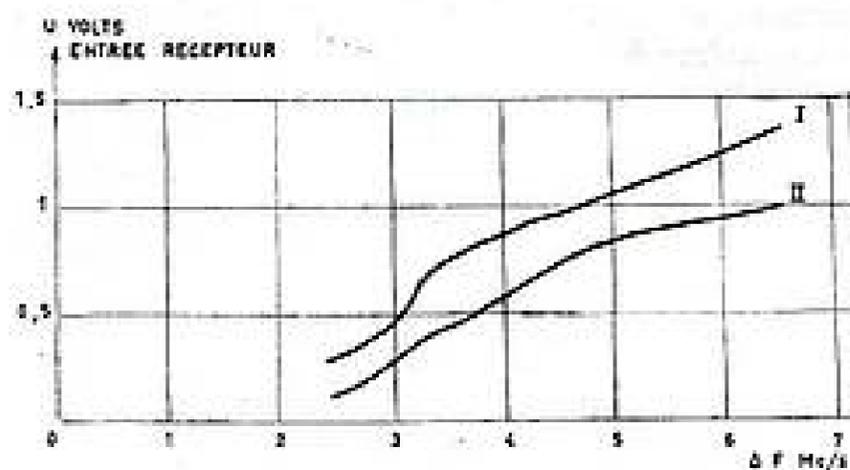


FIG. 1. — Courbes de désensibilisation des récepteurs. (Équipement 3463-X).

— Courbe N° 1 : Emetteur arrêté.

— Courbe N° 2 : Emetteur en fonctionnement dans un même coffret que le récepteur.

niveau tel que, en l'absence de brouilleur, le rapport Signal/Bruit soit de 26 dB ; la tension perturbatrice est augmentée jusqu'à ce que le rapport Signal-Bruit soit ramené à 20 dB).

La désensibilisation par émission sur canaux adjacents (à 100 kc/s dans le cas de l'équipement cité) intervient pour une tension perturbatrice de 5 mV. Tous les équipements actuels bien conçus ont, à notre connaissance, des tensions de désensibilisation du même ordre, comprises entre 3 et 10 mV ; l'écart de fréquence entre canaux adjacents est, suivant les équipements, de 100 kc/s, 50 kc/s et même 30 kc/s.

La désensibilisation d'un récepteur sera donc notable dès qu'il sera soumis au champ d'une fréquence émise sur le canal adjacent, à un niveau de 3 à 10 mV.

soit -64 à -54 dBW, ce qui correspond à un affaiblissement de l'émission de :

88 à 78 dB pour une puissance de 250 W.

81 à 71 dB pour une puissance de 50 W.

Ces valeurs d'affaiblissement peuvent être obtenues dans les conditions suivantes :

— Récepteur mobile aux environs de l'émetteur fixe perturbateur (0,5 à 2 km, d'après les courbes de W.R. Young, pour une probabilité de 1 %) ;

— Récepteur fixe en vue directe de l'émetteur perturbateur, à des distances considérables (1 à 5 km suivant le dégagement des antennes, la fréquence, etc...).

Ce phénomène de désensibilisation crée donc des troubles dans les deux cas suivants :

1° Un mobile d'un réseau passe à proximité d'un émetteur de fréquence adjacente, alors qu'il est en limite de sensibilité sur la fréquence utile ; ceci n'a pour résultat que de créer autour des émetteurs perturbateurs de petites zones de mauvaise réception ;

2° Un récepteur fixe peut être désensibilisé en permanence par un émetteur fixe de fréquence adjacente, même à des distances importantes : le meilleur moyen d'éviter cet ennui consiste à séparer nettement les fréquences d'émission fixe, et les fréquences de réception, en formant ainsi deux groupes. C'est une des raisons qui militent en faveur des canaux à 2 fréquences, même pour l'alternat. Dans le cas où il est impossible de séparer les récepteurs des émetteurs, et où les fréquences de réception sont voisines des fréquences d'émission, on peut utiliser des filtres coaxiaux ; ce genre de filtre a été réalisé par L.M.T. pour l'équipement V.H.F. du Port de Marseille.

#### b) BROUILLAGE SUR IMAGE.

Dans la majorité des récepteurs d'équipement V.H.F. mobiles, la sélectivité sur image est de l'ordre de 70 à 80 dB ; le brouillage intervient donc lorsque le récepteur reçoit un signal utile voisin de son seuil de sensibilité (1  $\mu$ V par exemple), et en même temps un brouilleur sur image à un niveau de 80 dB supérieur, soit 10 mV environ : on retombe donc sur une valeur voisine de la valeur critique de désensibilisation, et les cas où le phénomène peut être gênant sont les mêmes que ci-dessus ; il faut cependant ajouter que si la fréquence-image est assez éloignée de la fréquence utile, il est possible d'adjoindre un filtre dont le prix est raisonnable pour un récepteur fixe.

#### c) PRODUITS NON DÉSIRÉS DES ÉMETTEURS FIXES.

Les émetteurs V.H.F. étant constitués d'un certain nombre d'étages multiplicateurs, des émissions ont lieu sur tous les multiples de l'oscillateur local les multiples voisins de la fréquence désirée constituent des brouillages dans la bande V.H.F. ; seul le

fabricant de matériel peut, dans une certaine mesure, agir sur ce facteur.

Si plusieurs émetteurs fonctionnent simultanément sur les fréquences  $f_1$  et  $f_2$ , ils donnent lieu à des produits d'intermodulation sur les fréquences  $mf_1 + n f_2$  ( $m$  et  $n$  entiers, positifs ou négatifs) ; ces produits parasites prennent naissance, soit dans les émetteurs eux-mêmes s'ils sont proches, soit dans les récepteurs dès qu'ils reçoivent sur les deux fréquences des niveaux de l'ordre du millivolt.

Le nombre de ces produits parasites croît très vite avec le nombre d'émetteurs en service au même point ; ces produits sont particulièrement à craindre :

1° du fait que, généralement, deux fréquences  $f_1$  et  $f_2$  d'un même réseau sont très voisines, et les produits  $f_1 + m (f_1 - f_2)$  sont alors eux-mêmes très rapprochés, de sorte qu'il est très difficile de les éliminer ;

2° du fait que les niveaux de ces émissions sont souvent très élevés, et ceci d'autant plus que la puissance des émetteurs eux-mêmes croît : c'est-à-dire que ces produits sont plus forts dans une agglomération importante, où l'on emploie des émetteurs puissants, et où l'on aurait besoin d'un spectre plus étendu, en sacrifiant moins de fréquences interdites.

En particulier, si l'on est obligé d'utiliser dans le même réseau 3 fréquences  $f_1$ ,  $f_2$  et  $f_3$  liées par la relation  $f_3 = f_1 + m (f_1 - f_2)$ , l'émission simultanée de  $f_1$  et  $f_2$  crée une fréquence  $f_3$ , d'où faux appels et diaphonie sur ce 3<sup>e</sup> canal ; un moyen simple de pallier ce défaut consiste à émettre sur la 3<sup>e</sup> fréquence dès que les deux autres sont utilisées, même si l'on n'a aucune information à transmettre ; la puissance émise couvre ainsi complètement le produit d'intermodulation. Ce procédé a été appliqué, par exemple, à Chicago (4). Il entraîne un certain nombre d'inconvénients : en particulier, l'émission fréquente de produits d'intermodulation en dehors du spectre utilisé par le réseau intéressé, l'encombrement de l'éther, d'où brouillages accrus à distance importante. D'ailleurs, ce procédé est inapplicable dans l'alternat à une fréquence.

d) Enfin, bien d'autres troubles peuvent survenir, mais généralement moins grands, ou que l'on peut atténuer par une modification de la structure du réseau : ce sont surtout les intermodulations intervenant dans un récepteur situé à proximité d'émetteurs.

#### 3. Problèmes spéciaux aux réseaux exploités en duplex.

Les utilisateurs d'équipements mobiles ne sont pas, en général, des transmetteurs spécialisés ; ce sont, au contraire, des personnes déjà occupées à une tâche déterminée, et auxquelles l'utilisation de l'équipement ne doit apporter aucune contrainte. C'est pourquoi il est intéressant de supprimer la manipulation même d'une pédale de combiné ; de plus, le trafic duplex permet d'interrompre l'utilisateur

prolixes d'un équipement mobile qui occuperait trop longtemps un canal.

Les problèmes, proprement radio-électriques, posés par le trafic duplex à la station fixe ne sont pas de nature particulière; par contre, sur l'équipement mobile, il faut pouvoir utiliser la même antenne pour l'émission et la réception.

Les problèmes suivants apparaissent :

#### a) DÉSENSIBILISATION DU RÉCEPTEUR.

La courbe 2 (figure 1) donne, en fonction de l'écart de fréquence, les tensions perturbatrices causant une perte de sensibilité de 6 dB au récepteur des équipements type 3463-X, lorsque l'émetteur est dans le même coffret. Si l'écart entre les fréquences est de 3,5 Mc/s, par exemple, il faut réduire la tension injectée à l'entrée des récepteurs à 0,5V, soit -23 dBW.

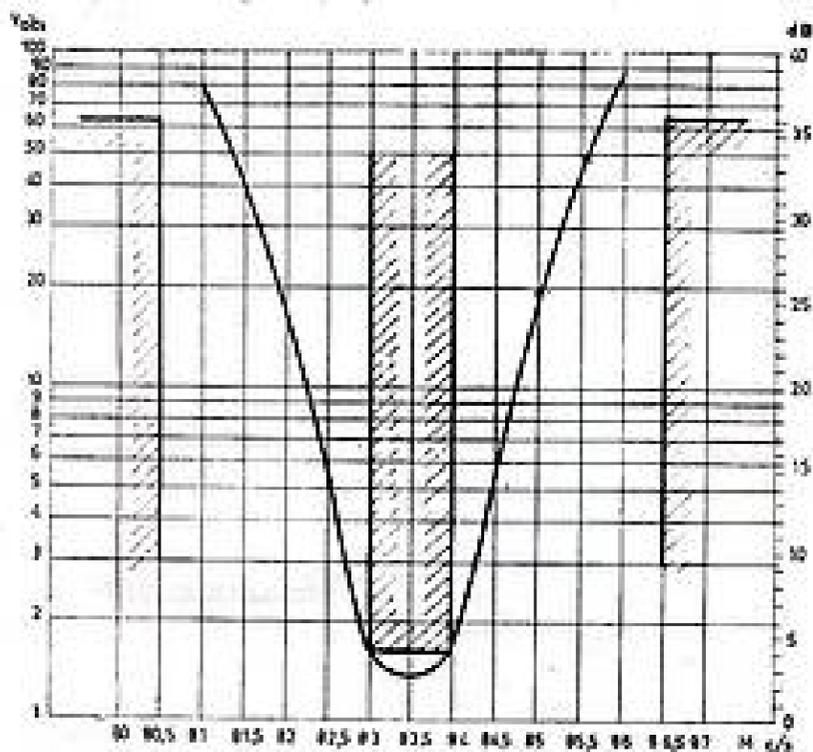


FIG. 2. — Filtre duplex. Bande passante utile 83 - 84 Mc/s. Gabarit et caractéristiques réelles obtenues.

On trouve le gabarit du filtre nécessaire sur la figure 2 pour un équipement de 20 Watts, et la courbe de réponse du filtre réellement établi pour résoudre ce problème (courbe a : affaiblissement entre antenne et récepteur, le filtre étant terminé sur 50 ohms côté émetteur; - courbe b : affaiblissement entre sortie émetteur et antenne, le filtre étant terminé sur 50 ohms côté récepteur).

#### b) IMAGES PARASITES.

La présence permanente, à l'entrée du récepteur, d'une forte tension à la fréquence d'émission, entraîne dans les premiers étages du récepteur, jusqu'à la mélangeuse, des possibilités nouvelles d'intermodulation. La présence du filtre passe-bande réduit heureusement toutes les émissions extérieures à la bande passante du récepteur, de sorte que ces phénomènes semblent peu à craindre en pratique.

#### Conclusion.

En dehors du problème de construction des équipements eux-mêmes, l'organisation de réseaux mobiles V.H.F. pose des problèmes très particuliers. L'augmentation de l'importance de ces réseaux, prévisible dans les prochaines années, nécessite une étroite coordination, de façon à utiliser au mieux le spectre disponible.

#### BIBLIOGRAPHIE

- [1] Planning a railroad system, by W.S. YOUNG. — *Communication Engineering*, jan.-fév. 1954.
- [2] Gas Pipeline Radio System, by H. KEELING. — *Radio Communication*, jan. 1952.
- [3] Comparison of mobile radiotransmission at 150 - 490 - 900 and 3,700 Mc, by W.R. YOUNG JR. — *B.S.T.J.*, nov. 1952.
- [4] A six-system urban mobile telephone installation with 60 kc spacing, by R.C. SHAW, P.V. DROCK, W. STRACK, W.C. HUNTER. — *P.I.R.E.*, nov. 1950.
- [5] Les ondes métriques dans le service mobile, par R. HERMANN. — *Onde Electrique*, mai 1953.

# LA NORMALISATION DES ÉQUIPEMENTS DE TÉLÉVISION A LA RADIODIFFUSION-TÉLÉVISION FRANÇAISE

PAR

L. GOUSSOT

*Ingénieur en Chef des Télécommunications  
Service des Études de la R. T. F.*

Depuis 10 ans, l'évolution de la Radiodiffusion est dominée par le développement rapide de la télévision. L'équipement du réseau national français est en cours, mais l'équipement complet d'un tel réseau demande de nombreuses années. Dans ce domaine l'évolution de la technique est particulièrement rapide et l'Administration, soucieuse de maintenir l'homogénéité de son équipement, a été amenée à donner au matériel des caractéristiques techniques précises ayant valeur de normes.

Cette normalisation de matériel a été entreprise dès 1950 par l'Administration avec la collaboration active des Sociétés privées intéressées, consultées directement ou par l'intermédiaire du Syndicat National des Industries Radioélectriques par sa commission spécialisée du S.P.E.R. Il a été ainsi possible de définir avec précision un ensemble cohérent d'organes permettant de résoudre les problèmes variés posés par l'étude d'une chaîne de télévision. L'unité de cet ensemble est caractérisée par le fait que des organes répondant à la même spécification, mais construits par des sociétés différentes, sont rigoureusement interchangeables tant mécaniquement qu'électriquement. Par contre, dans la plus large mesure possible, la constitution interne de l'organe est laissée au choix du constructeur, ce qui autorise une amélioration continue de la qualité et de la sécurité de fonctionnement. C'est dans ce domaine fondamental que la concurrence reste efficace.

Cette normalisation n'est d'ailleurs pas limitée à la télévision. La prise de vue s'accompagnant de la prise de son, le matériel basse-fréquence fait l'objet d'une étude parallèle qui entre tout naturellement dans l'étude plus générale de l'équipement de la future Maison de la Radio de Paris.

Le matériel d'émission et de liaison par relais hertzien, prolongeant les chaînes de prise de vue et de son, a fait également l'objet d'études de normalisation.

La collection des Spécifications Techniques normalisées par la Radiodiffusion-Télévision Française est présentée ici sous forme de fiches rassemblant les caractéristiques principales du matériel mais négligeant certains détails d'importance secondaire. Ces fiches portent le numéro de la spécification. La lettre qui suit le numéro caractérise dans l'ordre alphabétique les éditions successives de la spécification.

## **Principes généraux de la normalisation.**

L'étude des organes constituant l'équipement d'un studio est nécessairement liée à la mise au point d'une doctrine d'exploitation qui précise les besoins et les méthodes de travail de l'exploitant.

Cette première étude, souvent délicate, permet de définir la contexture générale de la chaîne type et des variantes possibles.

A partir des schémas de principe ainsi adoptés, les ensembles techniques simples que nous appelons « organes » sont délimités en cherchant à respecter le plus possible la règle suivante : une chaîne se compose d'un nombre d'organes aussi réduit que possible et un organe, assurant complètement une fonction technique précise, doit pouvoir être utilisé dans le plus grand nombre possible de schémas d'ensemble.

Ces organes font alors l'objet d'une spécification technique précisant d'une part les caractéristiques

mécaniques, d'autre part les caractéristiques électriques externes.

Dans ces conditions, l'étude d'une chaîne répondant à un problème d'exploitation donné, consiste principalement à assembler les organes dans une disposition convenable. Les problèmes techniques sont ainsi très simplifiés.

#### Normalisation de la construction mécanique.

À l'exception des émetteurs puissants mettant en jeu des éléments d'encombrement important, le matériel radioélectrique est formé d'un assemblage de pièces de très faibles dimensions, ce qui laisse une grande souplesse à la construction mécanique des organes. Le choix d'une disposition mécanique est ainsi influencé principalement par les conditions d'emploi, ce qui explique la grande variété des solutions adoptées. Il est toutefois possible de classer ces solutions en deux catégories principales, à savoir :

— Les montages en châssis nus vissés sur une baie verticale, laquelle en constitue le support obligatoire. Le type le plus pur de ce système est le rack dit international dont l'emploi est particulièrement économique. Ce rack présente cependant certains défauts qui expliquent la grande diversité des variantes utilisées, diversité dans les dimensions, la protection, l'accessibilité, etc...

— Les montages en caissons fermés indépendants pour lesquels un support spécialisé est facultatif et peut prendre des formes diverses. L'appareil de laboratoire entre en général dans cette catégorie ainsi que le matériel monté sur véhicule.

Le système mécanique normalisé par la R.T.F. est le montage en caisson. Ce système s'est révélé très souple et permet en particulier :

— d'inclure dans un ensemble homogène des organes de volumes très différents allant du récepteur de télévision à tube de 43 cm à l'amplificateur basse-fréquence comportant 2 tubes ;

— d'utiliser le même organe en station fixe et sur véhicule ;

— d'utiliser le même organe sur des supports très différents, baies diverses, pupitres, table de laboratoire, etc...

— de permettre l'interchangeabilité des organes sans imposer des conditions mécaniques sévères ;

— de faciliter le stockage et le transport du matériel.

Les caractéristiques mécaniques normalisées des caissons font l'objet de la spécification R.T.F. S.N. 011. Cette normalisation porte principalement sur les cotes nominales qui sont des multiples de 50 mm et sur certains éléments de fixation.

Dans cette conception, le caisson est l'élément essentiel et le support sur lequel il est placé prend des formes adaptées au problème d'exploitation posé.

Toutefois, il est souvent commode de placer les caissons dans un meuble en forme de baie qui reçoit le câblage fixe de l'ensemble. Plusieurs types de baies ont été ainsi définis avec précision afin de faciliter leur construction et leur emploi.

La spécification S.N. 011 précise les caractéristiques de la baie type dite de 60 cm qui est la plus utilisée.

### L'ÉQUIPEMENT DES STUDIOS DE TÉLÉVISION

#### Les signaux.

Les caractéristiques du système français de télévision à 819 lignes font l'objet de la spécification S.N. 041. Cette spécification précise en particulier la forme des principaux signaux vidéo-fréquence et les tolérances sur les durées et la forme des fronts raides, etc... Les signaux qui empruntent les câbles coaxiaux reliant les organes entre eux, sont au nombre de 5, à savoir :

— Les 3 signaux dits « de base » ne comportant pas d'information de luminance et destinés au découpage d'analyse. Ces signaux sont :

— le signal de suppression de ligne ;

— le signal de suppression de trame.

— le signal mixte de synchronisation comprenant les deux signaux de synchronisation de ligne et de trame.

— Les 2 signaux dits « d'image » portant l'information traduisant la luminance des points de l'objet et qui sont :

— le signal d'image simple comprenant entre chaque ligne et chaque trame un palier de suppression qui sert de référence de niveau au signal de luminance occupant le reste du temps ;

— le signal d'image complet constitué par le signal simple précédent auquel viennent s'ajouter les signaux de synchronisation de ligne et de trame.

Entre les organes, la tension crête à crête nominale de ces 5 signaux est toujours égale à 1 Volt. La polarité est également précisée. Le câble coaxial de 75 ohms est le seul utilisé entre organes. Si la longueur du câble entraîne un affaiblissement notable, le niveau nominal de 1 Volt est imposé en principe à l'entrée de ce câble. Les organes comportent toujours une tolérance de gain suffisante pour s'accommoder de valeurs notablement différentes de 1 V.

La spécification S.N. 041. précise enfin les principales caractéristiques du signal haute-fréquence radiodiffusé et, en particulier, donne le plan d'utilisation des canaux d'émission.

#### Les essais de qualité des équipements.

À côté d'essais particuliers à chaque organe, certaines caractéristiques sont communes à de nombreux organes. C'est le cas, en particulier, des essais de

transmission des amplificateurs video-fréquence qui comprennent : l'essai de réponse amplitude-amplitude, l'essai de réponse amplitude-fréquence et les deux essais complémentaires en régime transitoire, réponse aux signaux carrés à 50c/s et réponse au passage des fronts raides.

Les mesures sont classiques mais l'existence des circuits qui alignent le signal sur le palier de suppression rend nécessaire la présence des signaux de base. Le signal de mesure doit donc être un signal d'image complet. Les appareils de mesure courants de laboratoire ne fournissent pas un tel signal et il a été nécessaire de créer un appareil de mesure spécialisé dit « générateur de signaux types » dont les caractéristiques ont fait l'objet d'une spécification R.T.F. A la réception, le signal est en général, observé sur un oscilloscope de qualité appropriée.

La transformation image-courant et courant-image aux deux extrémités de la chaîne de télévision nécessite un contrôle de qualité particulier qui s'opère à l'aide de mires, dont les plus utilisées, représentées sur la figure 1, comprennent :

— La mire de demi-teintes qui permet la mesure de la relation existant entre l'amplitude du signal et la brillance de l'objet. Dans un précédent article (\*) M. ANGEL a développé les problèmes posés par la traduction des demi-teintes en télévision.

La relation théorique par rapport à laquelle sont fixées les tolérances est donnée par la formule :

$$u = V \cdot \left( \frac{B}{B_{max}} \right)^{0,68}$$

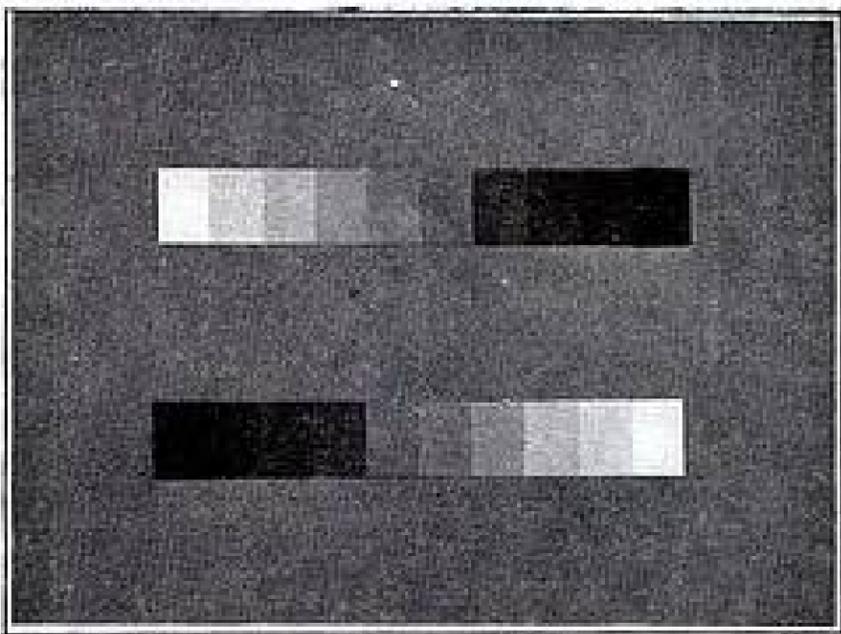
ou  $u$  est l'élongation de luminance du signal d'image ;

$V$  est l'amplitude crête à crête nominale du signal ;

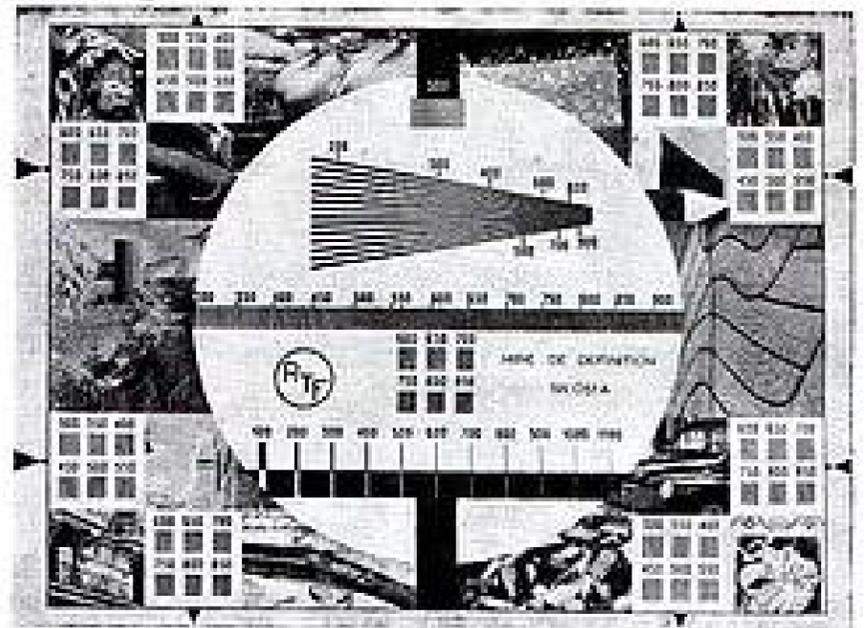
$B$  la luminance du point du sujet ;

$B_{max}$  la valeur de cette luminance pour laquelle une élongation égale à l'amplitude nominale est atteinte.

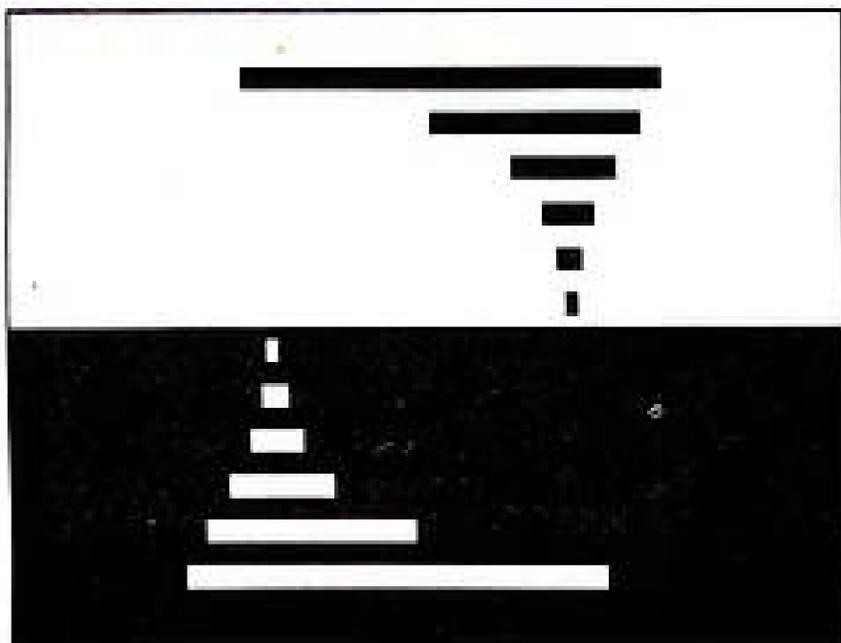
\* Y. ANGEL — Considérations sur le fonctionnement des Vidigraphes — Onde Electrique, n° 333, de décembre 1954.



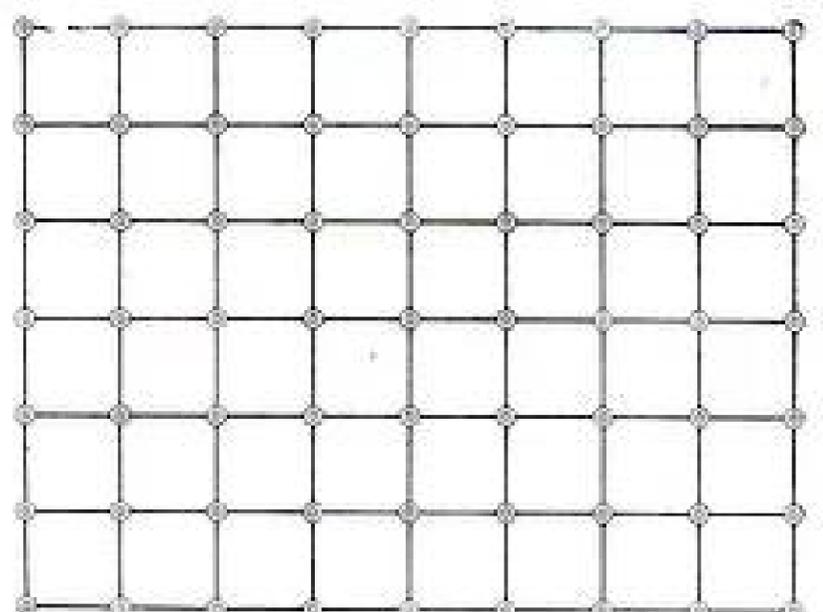
Mire de demi-teinte



Mire de définition



Mire de traçage



Mire de géométrie

FIG. 1

Toutefois, la loi ci-dessus n'est applicable que pour  $B \geq \frac{1}{30} B_{max}$ .

Pour les valeurs de  $B$  plus faibles, les valeurs de  $u$  devront rester supérieures à 0,05 V environ.

— La *mire de définition* qui permet d'apprécier les conditions de traduction des fréquences élevées. Les mires sont repérées par le nombre de barres noires et blanches alternées pouvant prendre place dans la largeur de l'image utile. Si  $N$  est le numéro de la mire, la fréquence fondamentale du signal carré correspondant aux barres noires et blanches est

$$f = 1,28 \cdot N \cdot 10^4 \text{ c/s.}$$

La définition de l'image est repérée par la mire de numéro le plus élevé dont les traits sont discernables sur l'image.

2° La différence entre les longueurs des deux diagonales, la différence entre les longueurs homologues des deux paires de côtés opposés, les flèches de chacun des côtés, mesurées en pourcent de la diagonale moyenne de l'image, caractérisent la distorsion de cadre.

A ces essais s'ajoute encore la mesure du *bruit de fond*. Le rapport signal/bruit pris en considération dans les spécifications est le rapport entre l'amplitude maximum noir-blanc du signal de luminance et l'amplitude de quasi crête à crête du bruit (fig. 2).

La mesure de cette amplitude de quasi crête, effectuée sur l'écran d'un oscilloscope, est délicate. En théorie, cette amplitude quasi crête à crête du bruit est définie comme étant le double de l'amplitude instantanée du bruit dépassée pendant 1 % du temps. Lorsque la répartition statistique de ces amplitudes instantanées obéit à la loi de Gauss, l'amplitude de quasi crête à crête du bruit est égale à 5,16 fois (écart de 14 dB) la valeur efficace correspondante.

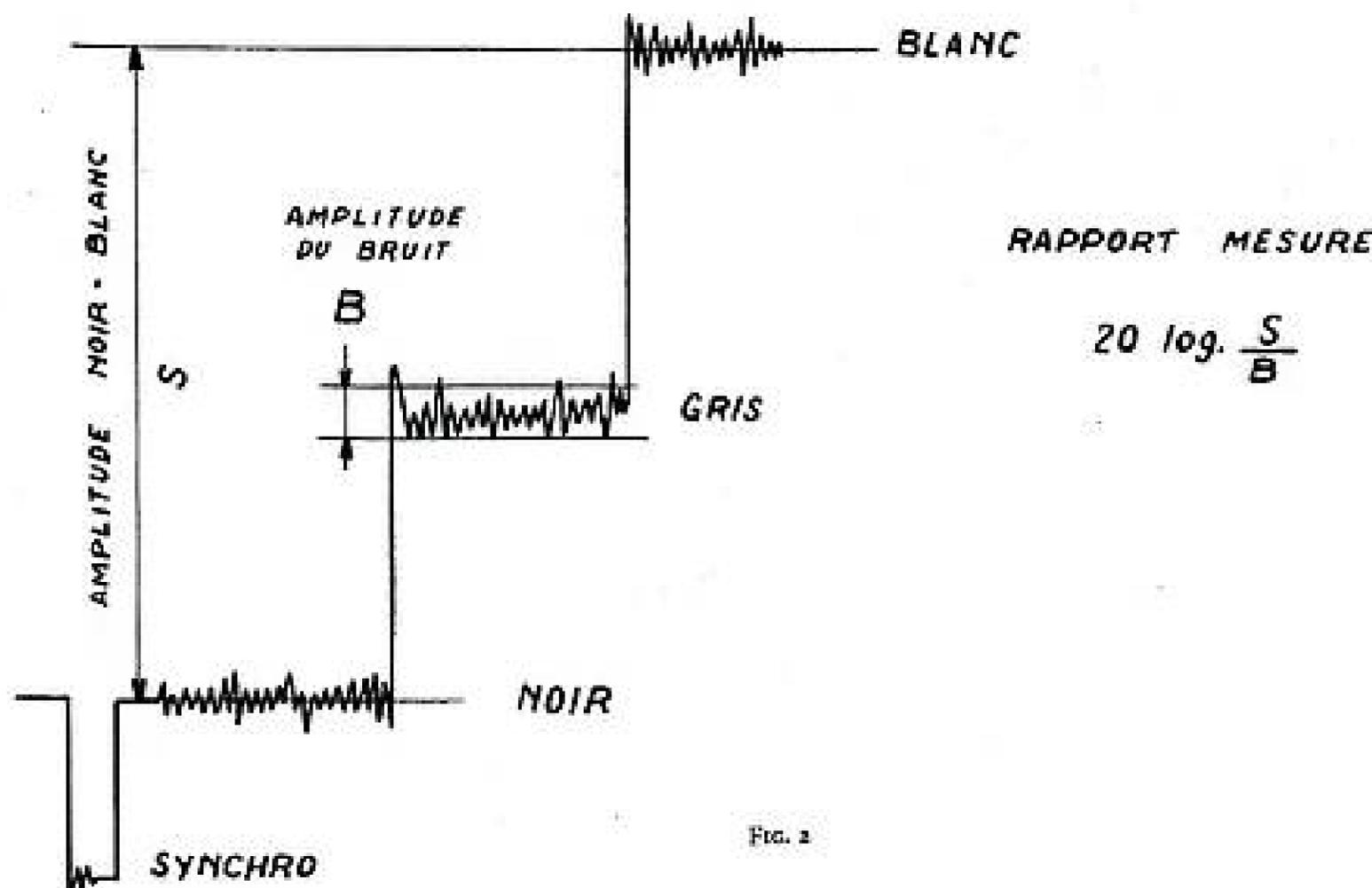


FIG. 2

— La *mire de traînage* qui permet de juger de l'importance des effets de traînage courts et longs provenant de défauts affectant les fréquences moyennes et basses du spectre vidéo.

La *mire de géométrie* qui permet la mesure des distorsions de balayage à l'analyse et à la réception. La mire est constituée par un quadrillage de  $8 \times 6 = 48$  carrés divisant l'image utile.

Sur l'écran du récepteur on mesure :

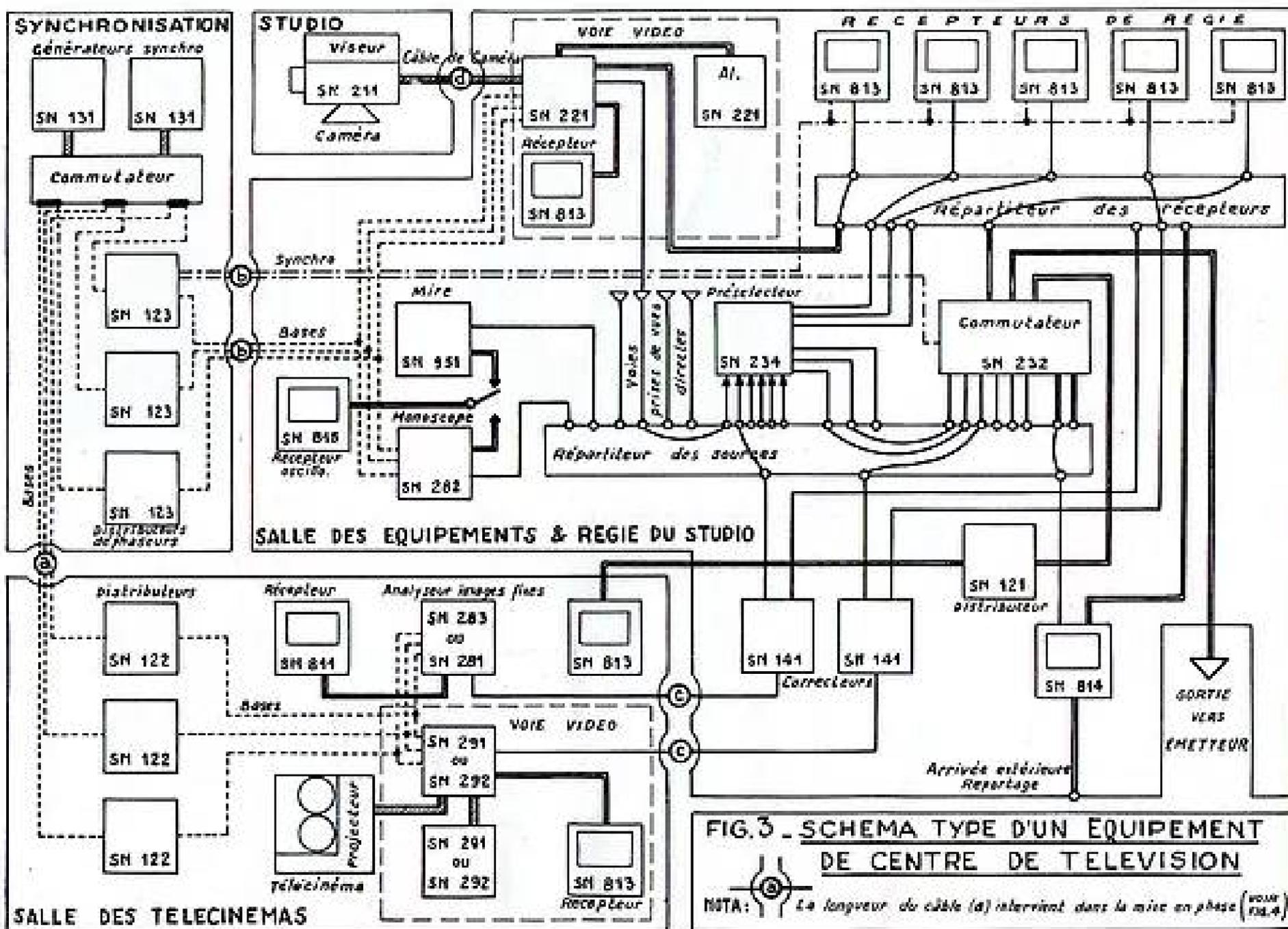
1° La longueur de tous les côtés des carrés. L'écart maximum de ces longueurs par rapport à leur valeur moyenne, exprimé en pourcent, caractérise la distorsion de surface.

La mesure du bruit de fond est en principe effectuée sur l'image des mires de demi-teintes réglées pour la transmission correcte du signal. C'est l'amplitude la plus grande observée sur les paliers du signal qui est prise en considération.

**La chaîne type de télévision.**

Avant de décrire les différents organes, il est utile de situer leur position et leur fonction dans une chaîne complète. La figure 3 donne un schéma type d'une chaîne simple qui peut servir de base à l'installation d'un équipement de reportage ou d'un petit centre.

Parmi les problèmes posés par l'installation d'un



centre, il y a lieu de souligner l'importance du réglage des retards entre les signaux qui doivent se mélanger pour former le signal final. Les divers signaux de base et d'image parcourent des lignes dont les longueurs ne sont pas négligeables. Le câble de caméra est une de ces lignes, et sa longueur peut atteindre 300 m. Le temps de propagation est loin d'être négligeable puisqu'il est de l'ordre de  $0,5 \mu s$  par hectomètre. Les commutateurs de mélange des signaux d'image et les organes ajoutant les signaux de synchronisation dans le signal d'image simple doivent trouver des signaux ayant des positions relatives bien définies. Des réglages sont prévus à cet effet sur le générateur de synchronisation, sur certains distributeurs de signaux de base et sur les organes sources de signaux d'image (voies de prises de vue directe, télécinéma, etc...).

Ces réglages dépendent de la longueur des câbles qui relient les organes. A titre d'exemple la figure 4 montre un diagramme des retards correspondants à la partie video-fréquence de l'installation décrite par la figure 3.

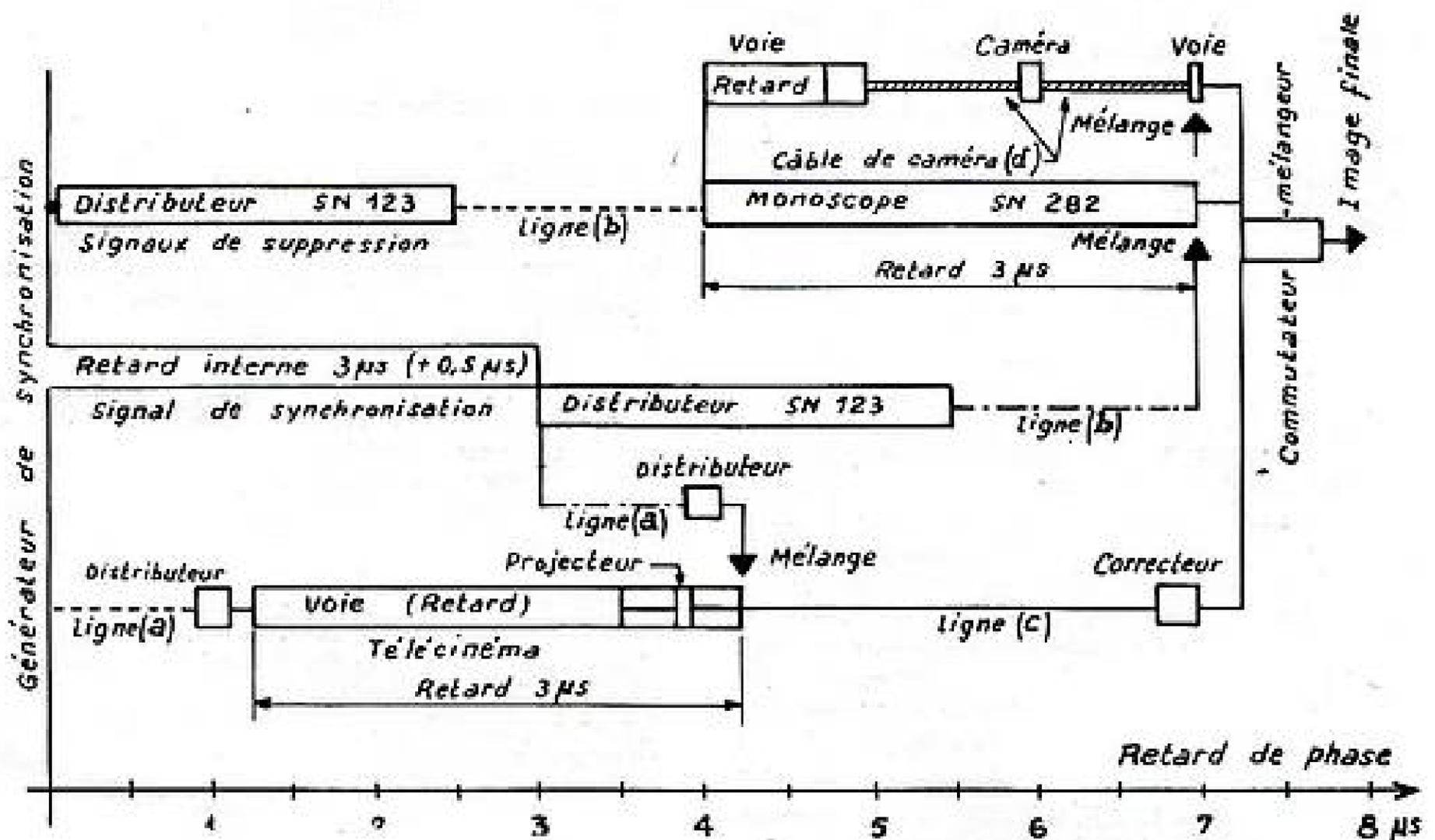


FIG. 4. — Diagramme type des retards introduits par les organes sur les signaux

**Les sources d'images.**

La fonction fondamentale de la télévision est la traduction en signal électrique d'une « image » en donnant un sens large au mot image. En pratique l'image à reproduire se matérialise sous plusieurs formes.

— l'espace à 3 dimensions d'une scène naturelle dont l'analyse est la prise de vue directe. L'organe d'analyse comprend une caméra et un équipement de commande.

— le film cinématographique 16 mm ou 35 mm déroulé à la cadence de 50 images par seconde devant un organe d'analyse. L'ensemble du déroulement et d'analyse est le *Télécinéma*.

— La vue photographique isolée dont l'image fixe est analysée dans un *analyseur d'images fixes*.

— L'image obtenue par des procédés purement électroniques, par un *générateur de mire électronique*. Cette image peut être très simple et réalisée dans un but d'essai des circuits. Elle peut également être complexe grâce à un procédé d'enregistrement dans un tube spécial dit *Monoscope*.

**Caractères communs aux sources d'images.**

Ces organes contiennent en eux-mêmes les circuits de formation du signal d'image. Ils reçoivent les trois signaux de base.

Ils délivrent le signal d'image et, pour les besoins

des mélanges et des contrôles comprennent 4 sorties coaxiales fournissant :

- sur une sortie le signal d'image simple dépourvu de signaux de synchronisation ;
- sur les trois autres sorties, le signal d'image complet avec ses signaux de synchronisation.

Tous ces signaux ont évidemment les caractéristiques d'amplitude et de polarité normalisées conformément à la spécification S.N. 041.

### Les équipements de prise de vue directe.

Les spécifications R.T.F. S.N. 211 et S.N. 221 définissent l'organe de prise de vue directe qui est constitué par la caméra et les caissons de commande réunis par un câble complexe. Les spécifications sont valables quel que soit le type de tube analyseur utilisé. Ce type est précisé à la commande. On peut remarquer également que l'organe ne comporte pas de récepteur image. Le récepteur de contrôle est un organe séparé alimenté par une des sorties de l'équipement. Cette solution permet d'utiliser, suivant la place dont on dispose, soit un récepteur de petit format (tube de 25 cm) soit un récepteur de grand format (tube de 43 cm). Le même matériel est utilisé pour les studios et pour les extérieurs (reportage). Seul, éventuellement, le tube analyseur diffère d'un emploi à l'autre, l'image-orthicon, le plus sensible des tubes d'analyse, étant en général préféré pour les reportages extérieurs, et le supericonoscope (photicon) étant préféré pour le studio.

Dans l'état actuel de la technique, le réglage des équipements est délicat et nécessite la présence permanente d'un opérateur qualifié. C'est pourquoi les caissons de commande et le récepteur de contrôle sont en général groupés dans un petit meuble formant pupitre, permettant à l'opérateur de travailler avec un certain confort.

### Les télécinémas.

Le film constitue une source d'image importante dans les programmes de télévision.

La production cinématographique commerciale emploie le film de 35 mm mais le film 16 mm est très largement utilisé pour les programmes d'actualité et, par suite de son économie, son importance en télévision est très grande.

La spécification R.T.F. S.N. 292 définit l'organe d'analyse des films 35 mm. Cet organe comprend d'une part un groupe de deux dérouleurs dont le fonctionnement est synchronisé pour permettre l'enchaînement des bobines et d'autre part un équipement de contrôle qui traite le signal d'image engendré. Cet équipement peut d'ailleurs être identique à celui qui accompagne la caméra de prise de vue directe.

La spécification R.T.F. S.N. 291 définit parallèlement l'organe d'analyse des films de 16 mm.

Les considérations qui suivent sont valables pour les deux types de télécinémas.

Le procédé d'analyse — tube analyseur à couche sensible (photicon, vidicon, etc...), balayage lumineux (flying spot) — n'est pas imposé. La présentation mécanique des dérouleurs est également laissée au choix du constructeur. Les télécinémas permettent d'analyser les films positifs comme les films négatifs dont ils restituent une image normale.

Le caisson d'équipement accompagné de son alimentation, comme pour l'organe de prise de vue, est réuni au groupe dérouleur par un câble type câble de

caméra. Cette disposition permet de placer cet équipement et son meuble support soit près du dérouleur, soit dans une salle technique séparée. De toute façon, la commande de l'équipement nécessite, comme en prise de vue directe, la présence d'un opérateur spécialisé.

L'image sur un film est accompagnée du son. Ce son peut être enregistré sur le film lui-même, soit sous forme photographique, soit sous forme magnétique, mais peut encore être constitué par une bande magnétique séparée. Cette diversité complique la lecture. Le dérouleur comporte les organes de lecture de la piste sonore du film. En prévision des cas divers qui se présentent à l'exploitant, l'appareil peut à volonté lire la piste optique ou la piste magnétique.

La lecture des bandes sonores séparées se fait sur des magnétophones spécialisés qui demandent la synchronisation des mouvements avec le projecteur, tant en régime permanent, qu'en régime de démarrage ou d'arrêt. Ce synchronisme est obtenu en asservissant les mouvements des moteurs de défilement du dérouleur et du magnétophone de lecture par un circuit électrique coupleur.

### Analysesurs d'images fixes.

L'image sous forme de vue photographique transparente positive (diapositif) ou négative est utilisée en télévision soit comme mire ou panneau d'annonce, soit comme élément artistique d'un programme. Il est souvent plus économique de spécialiser un organe pour cette opération que d'employer une caméra de prise de vue directe devant laquelle l'image est présentée. Le système d'analyse à balayage lumineux se prête bien à cette fonction pour laquelle aucun problème de mouvement ne se pose. Les développements du nouveau tube vidicon tendent toutefois à imposer ce tube du fait de sa simplicité. Les spécifications R.T.F. S.N. 281 et S.N. 283 définissent un analyseur pour chacun de ces systèmes d'analyse marquant sans l'imposer l'évolution vers la diminution du volume. Le système passe-vue, à deux positions, manipulé à la main, satisfait aux problèmes courants d'exploitation. Comme particularité, l'analyseur à tube Vidicon (S.N. 283) peut fonctionner en auto-synchronisation réalisant une source d'image indépendante du réseau des signaux de base.

### Sources électroniques.

On peut considérer le monoscope comme un procédé particulier d'analyse d'images fixes, l'image étant enregistrée une fois pour toutes sur la cible d'un analyseur à rayons cathodiques. Ce procédé présente l'intérêt de sa simplicité, mais son emploi moins souple que celui de l'analyseur d'images fixes est un peu plus limité. La spécification S.N. 282 donne les caractéristiques de cet organe qui peut, comme l'analyseur d'images fixes à tube Vidicon recevoir les signaux de synchronisation extérieurs ou fonctionner en autosynchronisation.

Les générateurs de signaux d'image par procédés électroniques sont plus particulièrement destinés aux essais du matériel. Toutefois la mire, objet de la spécification S.N. 951, qui rassemble un quadrillage de géométrie et un étagement de demi-teintes est utilisée comme image d'exploitation passant sur l'antenne. Elle constitue donc un organe intermédiaire entre l'appareil de mesure et le générateur d'image normal.

#### Générateur de synchronisation.

Les signaux de base qui servent de support au signal de luminance sont engendrés par un organe, générateur de synchronisation, dont les caractéristiques font l'objet de la spécification S.N. 131. Dans un centre de télévision, tous les signaux de base sont fournis par un tel organe central dont le rôle est toutefois si important qu'il est d'usage de le doubler d'un autre générateur en secours. En cas de panne, une commutation des lignes de départ permet la substitution.

#### La distribution des signaux.

Les signaux video-fréquence sont transmis par des câbles coaxiaux dont l'adaptation doit être correcte. Il est par ailleurs difficile de réaliser une impédance de charge de valeur très élevée sur les 12 Mc/s de la bande video. La distribution d'un signal video vers plusieurs organes utilisateurs exige donc l'interposition d'un circuit à tubes c'est-à-dire d'un organe actif. Pour résoudre différents cas de distribution, plusieurs distributeurs ont été normalisés. Ils ont comme caractère commun le fait de restituer le signal entrant sous ses caractéristiques normalisées (S.N. 041).

Le distributeur à 4 directions conforme à la spécification S.N. 121 est étudié pour transmettre avec le minimum de distorsion tout signal video, signaux de base ou signal d'image.

La forme particulière des signaux de base permet de réaliser une notable économie de puissance si on accepte les écrêtages des signaux, caractéristique qui permet d'ailleurs d'améliorer la forme du signal. Le distributeur à 12 directions conforme à la spécification S.N. 122 est conçu pour transmettre ainsi les seuls signaux de base.

Ces deux distributeurs apportent sur le signal le minimum de retard à la transmission ( $< 0,05 \mu\text{s}$ ). Il est parfois utile cependant d'introduire un retard important sur les signaux de base afin de réaliser la mise en phase correcte des signaux dans le centre. Le distributeur à 8 directions conforme à la spécification S.N. 123, réservé aux signaux de base, introduit un retard réglable pouvant atteindre  $5 \mu\text{s}$ .

Lorsque la ligne coaxiale transmettant un signal d'image est relativement longue (supérieure à 50 m environ) il est nécessaire de réaliser une très bonne adaptation du câble à son arrivée et de corriger son affaiblissement sélectif. La spécification S.N. 141 définit un tel correcteur qui consiste en fait en un

distributeur à 4 directions auquel est ajouté un correcteur passif réglé et adapté pour le câble corrigé. Les caractéristiques de transmission sont semblables à celles données dans la spécification S.N. 121.

#### Le mélange des images.

La fonction principale d'un studio de télévision est de fournir le signal video, équivalent électrique du film. Or ce « film » est constitué par la succession de séquences courtes provenant des sources différentes caméra, télécinéma, projecteurs d'images fixes, etc... Le très gros avantage de la télévision sur le cinéma est de pouvoir contrôler toutes les sources à la fois avant leur montage, lequel s'effectue par aiguillage électrique des signaux correspondants. La superposition de deux images s'opère également avec la plus grande facilité en ajoutant les tensions correspondantes.

Ces fonctions sont remplies par un organe dit commutateur de mélange précisé par la spécification S.N. 232. Six sources peuvent être ainsi mélangées soit en superposition soit en commutation franche. Ces sources doivent toutefois être en phase et la commutation s'effectue sur le signal d'image sans synchronisation. En vue de réserver le mélange de signaux qui ne sont pas calés en phase sur les sources principales, signaux provenant de cars de reportage par exemple, deux entrées supplémentaires sont prévues mais la superposition des images n'est plus possible.

Les commandes de cet organe sont rassemblées sur un pupitre qui se trouve placé dans le meuble de régie du studio sous la main du réalisateur de l'émission. Ce pupitre est complété par les clés et le microphone d'ordres assurant la liaison avec les postes d'ordre des sources.

Le contrôle simultané de 6 sources sur les récepteurs des régies a été jugé suffisant. Il arrive toutefois que le nombre des sources disponibles dépasse ce nombre. Dans ce cas, une présélection est possible grâce à un présélecteur à 6 entrées et 3 sorties. La spécification S.N. 234 précise les caractéristiques de cet organe.

#### Le contrôle des images.

Le contrôle de l'image de télévision est assuré par deux moyens qui se complètent à savoir :

— l'oscilloscope qui permet le contrôle de la tension du signal (profil ligne ou trame). Le niveau de 1 Volt normalisé est contrôlé sur ce tube après étalonnage de la réponse en amplitude de l'oscilloscope.

— le tube cathodique de télévision donnant l'image.

L'oscilloscope et le récepteur image se trouvent associés dans les deux organes définis par les spécifications S.N. 814 et S.N. 815. Le tube récepteur image est du type 25 cm de diamètre. Le récepteur type 814 comporte un distributeur permettant de redonner en sortie le signal entrant et peut se placer

ainsi en dérivation sur un câble. Le récepteur 815 ne comporte pas de distributeur.

L'image seule est obtenue sur les récepteurs définis par les spécifications S.N. 811 imposant un tube de 25 cm de diamètre et par la spécification S.N. 813 imposant un tube rectangulaire de 43 cm. Ce dernier modèle dont le grand tube permet l'observation de l'image à une certaine distance est utilisé principalement dans les régies des studios.

#### Les organes de mesure.

L'entretien et le dépannage des chaînes de télévision sont effectués principalement à l'aide des appareils de mesure du commerce. Toutefois, certains problèmes propres à la télévision ne sont pas résolus par ces appareils et l'Administration a dû créer quelques organes spécialisés.

La spécification S.N. 931 définit un *générateur de signaux types* qui fournit les signaux image nécessaires pour les mesures de la réponse amplitude-amplitude des amplificateurs. Le signal de luminance peut également être constitué de signaux carrés dont la transmission permet de déceler les défauts des régimes transitoires.

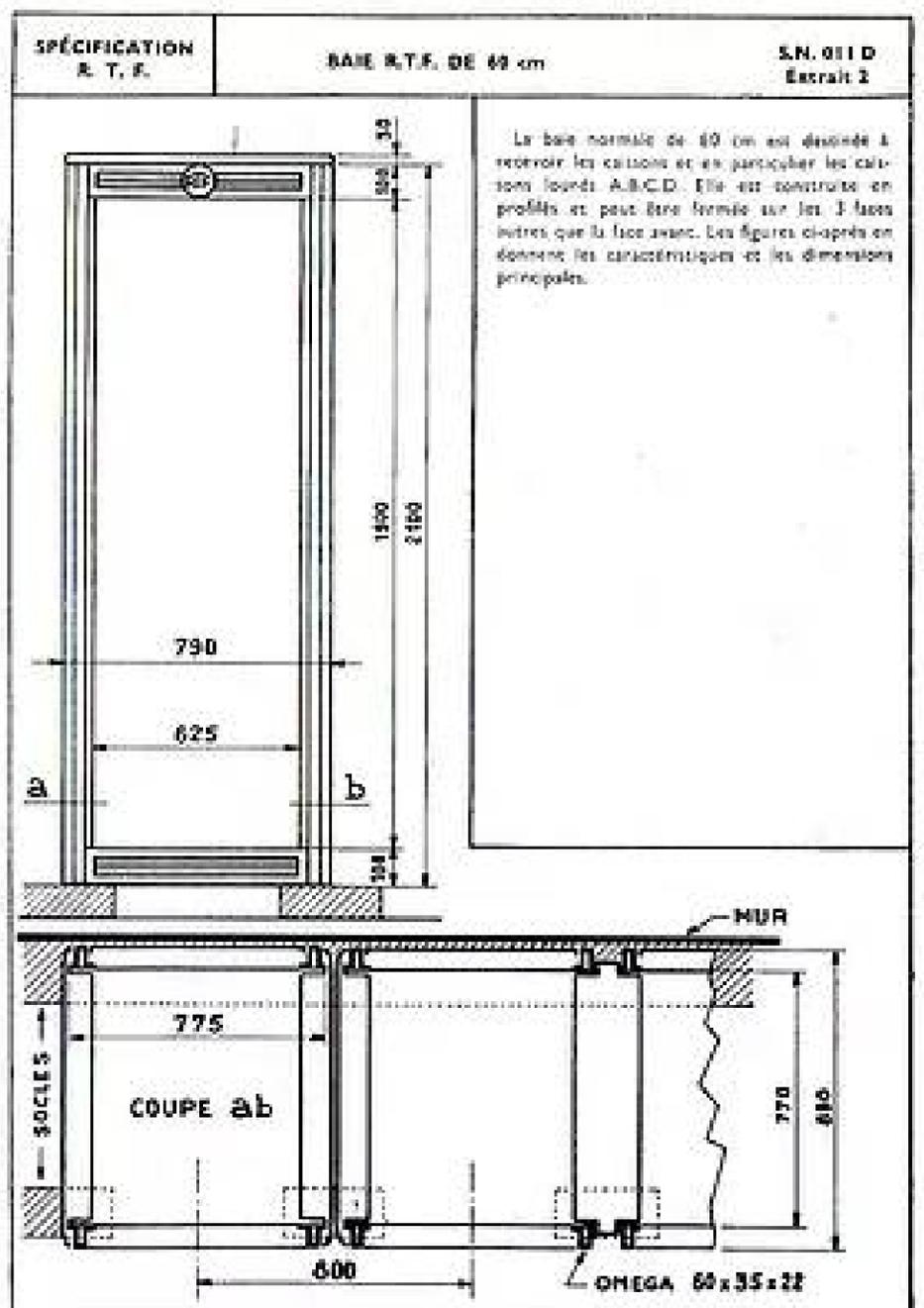
Des oscilloscopes de haute qualité, permettant le contrôle fin des signaux, se trouvent dans les productions commerciales normales. Leurs fonctions multiples compliquent malheureusement leur emploi. Pour les contrôles rapides des signaux l'Administration étudie actuellement un oscilloscope simplifié ne conservant que les fonctions strictement nécessaires pour la vérification des caractéristiques demandées dans les spécifications.

#### Conclusion

Ces organes constituent l'essentiel des équipements des studios de télévision. D'autres spécifications précisent les conditions générales applicables aux essais du matériel (S.N. 091) ou limitent le choix des pièces détachées (prises S.N. 021 et tubes S.N. 022).

On peut penser que dans le domaine du noir et blanc et en attendant l'avènement de la couleur, la technique de la télévision a atteint une certaine stabilité. La collection de spécifications présentées dans cet article est donc valable pour quelques années sous réserve toutefois de modifications de détail nécessitées par l'évolution malgré tout sensible des pièces détachées, et par l'expérience acquise au cours des années d'exploitation.

SPÉCIFICATION R. T. F.	CAISSONS R.T.F.	S.N. 011 D Extrait 1
TYPE	DIMENSIONS (mm) NOMINALES ET MAXIMA	<p><b>CAISSONS NORMALISÉS</b></p> <p>Le matériel électrique câblé en platine est placé dans un caisson métallique soigneusement fermé.</p> <p><b>DIMENSIONS NOMINALES</b> — Les dimensions nominales (largeurs et hauteurs non comprises) sont modulées sur les multiples de 50 mm.</p> <p>Les 6 types utilisés sont représentés ci-après par la dimension de leur face avant. La profondeur normale est de 400 mm pour les types E et F et de 500 mm pouvant être ramené aux valeurs 300 ou 400 mm pour les types A, B, C, D.</p> <p><b>DÉTAILS DE CONSTRUCTION</b> — La figure au dos donne une vue transparente du caisson complet. Les caissons A, B, C, et D, comportent 4 poignées qui permettent le transport et protègent les éléments saillants. Les caissons types E et F légers, n'en comportent qu'une. Ces poignées sont horizontales et fixées sur les faces d'extrémités avant et arrière.</p> <p><b>FIXATION</b> — Le dessous du caisson porte deux rails néons à l'avant par un support. Ces organes servent à la mise en place et au blocage du caisson sur les supports. Les dimensions sont indiquées conformément aux côtés de la figure.</p> <p><b>VENTILATION</b> — La ventilation peut être naturelle ou accélérée par un ventilateur. L'air entre par les faces latérales et la face avant. Il est évacué obligatoirement par la face arrière.</p>
A	150x250 (154 x 252)	
B	300x350 (304 x 352)	
C	450x450 (454 x 452)	
D	300x450 (304 x 452)	
E	150x150 (154 x 152)	
F	300x150 (304 x 152)	



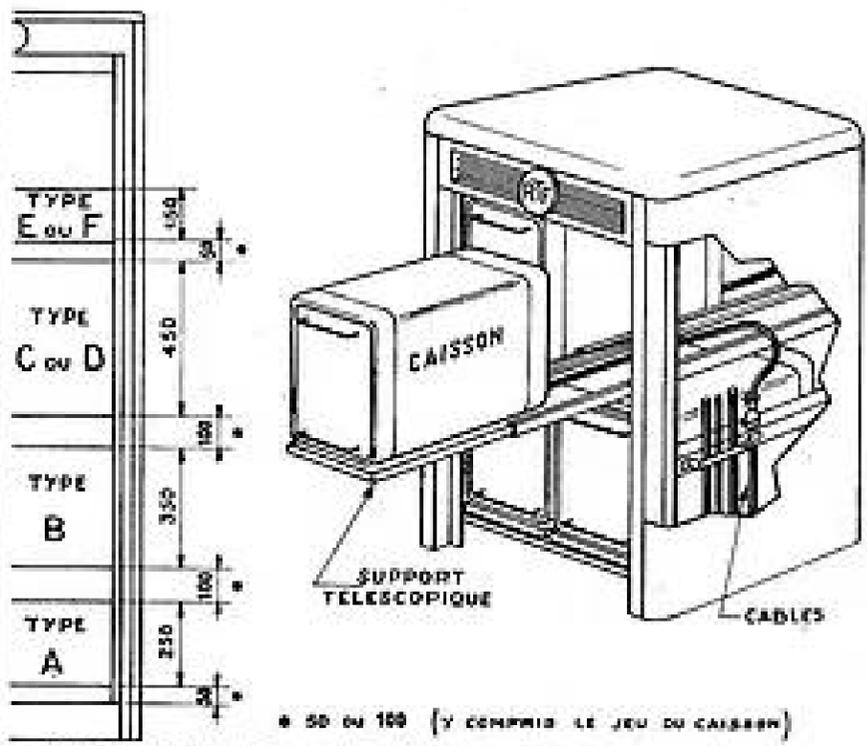
**CADRES SUPPORTS DES CAISSONS.**

Les caissons reposent sur des supports, des cadres intermédiaires munis de guides pour les rails et d'un système de blocage du caisson. Pour les caissons légers, le support est constitué par un jeu de cadres roulants télescopiques permettant l'extraction du caisson de son alvéole. Le décalage de l'arrière du caisson par rapport à la face avant de la baie est au minimum de 15 cm.

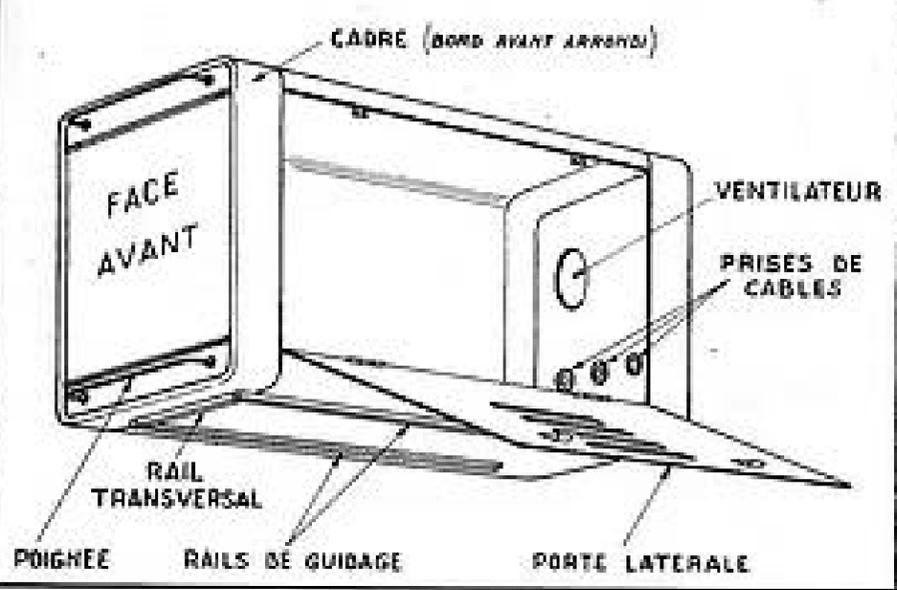
Les cadres intermédiaires occupent une hauteur nominale de 50 mm ou de 100 mm y compris les jeux normaux des caissons.

**CABLAGE.**

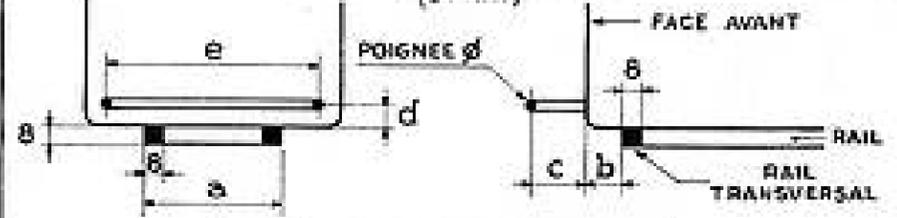
Le câblage des cadres du type télescopique comprend une partie libre en trainant suivant le caisson dans son déplacement et une partie fixe rangée latéralement dans la baie. La disposition du câblage doit tenir compte du fait que les baies peuvent être placées côte à côte et adossées à un mur.



**CAISSON - PRINCIPE DE MONTAGE**



**ELEMENTS DE FIXATION**  
COTES PRINCIPALES (en mm.)

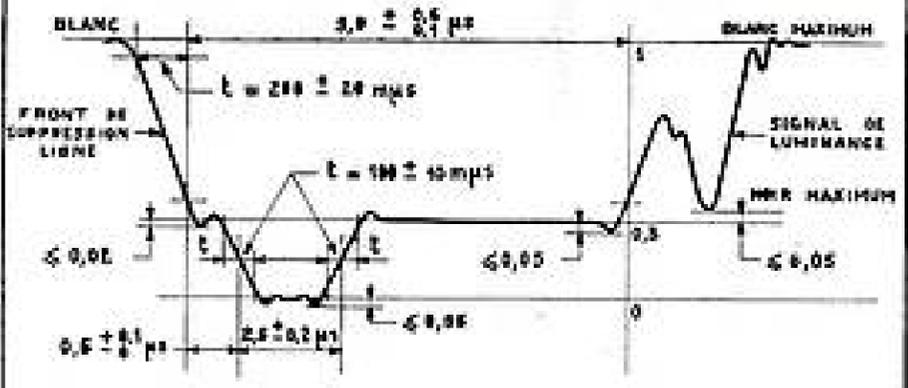


TYPE	a	b	c	d	e	ø
A	81	21	37	12	126	7
B	256	21	47	18	264	15
C	236	21	47	18	414	15
D	236	21	47	18	264	15
E	81	21	37	18	126	10
F	236	21	37	18	264	10

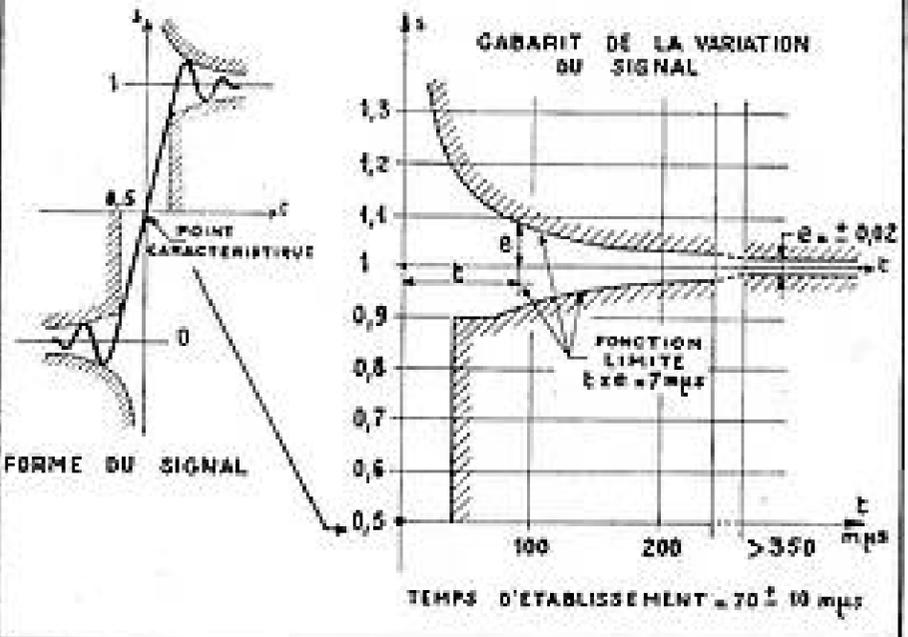
SPÉCIFICATION R. T. F.	SIGNAUX DE TÉLÉVISION	S.N. 041 B Extrait 1
<p><b>I - CARACTÉRISTIQUES D'ANALYSE DU SYSTÈME FRANÇAIS DE TÉLÉVISION NOIR ET BLANC A 819 LIGNES.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Balayage à deux trames entrelacées analysées de gauche à droite et de haut en bas.</li> <li>— Trame synchronisée ou non sur le réseau d'énergie à 50 c/s.</li> <li>— Tolérance sur la fréquence du réseau d'énergie en fonctionnement synchronisé : 48-52 c/s.</li> <li>— Nombre de lignes par image complète : 819.</li> <li>— Valeur nominale de la fréquence des lignes pour une fréquence de trame de 50 c/s : 10 475 c/s.</li> </ul> <p>Durée nominale d'une ligne : 48,840 <math>\mu</math>s.</p> <p>Tolérance sur la durée de la ligne :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>± 25 <math>\mu</math>s pour les lignes contiguës sur l'image ;</li> <li>± 100 <math>\mu</math>s pour deux lignes éloignées.</li> </ul> <p>Valeur de la fréquence de ligne en fonctionnement non synchronisé sur le secteur d'énergie : 10 475 <math>\pm</math> 3 c/s.</p> <p>Fréquence de trame correspondance : 2/819 de la fréquence de ligne.</p> <p>Dérive relative des fréquences de ligne et de trame : <math>\leq 10^{-3}</math> par seconde.</p>		
<p><b>SIGNAL A LA FIN DES TRAMES PAIRES</b> PÉRIODE DE SUPPRESSION DE TRAME = 41 LIGNES, SANS ENTRAÎNEMENT</p>		
<p><b>SIGNAL A LA FIN DES TRAMES IMPAIRES</b></p>		

SPÉCIFICATION R. T. F.	SIGNAUX DE TÉLÉVISION	S.N. 041 B Extrait 2
<p><b>CARACTÉRISTIQUES FINES DES SIGNAUX DE TÉLÉVISION.</b></p>		
<p><b>SIGNAL DE SUPPRESSION DE TRAME</b></p>		
<p><b>SIGNAL DE SUPPRESSION DE LIGNE</b></p>		
<p><b>SIGNAL DE SYNCHRONISATION</b></p>		

**2/ SIGNAUX DE BASE INCORPORÉS DANS LE SIGNAL D'IMAGE A LA SORTIE D'UN CENTRE VIDEO**



**3/ SIGNAL DE LUMINANCE SORTIE D'UN CENTRE VIDEO FRONT DE TRANSITION NOIR-BLANC**

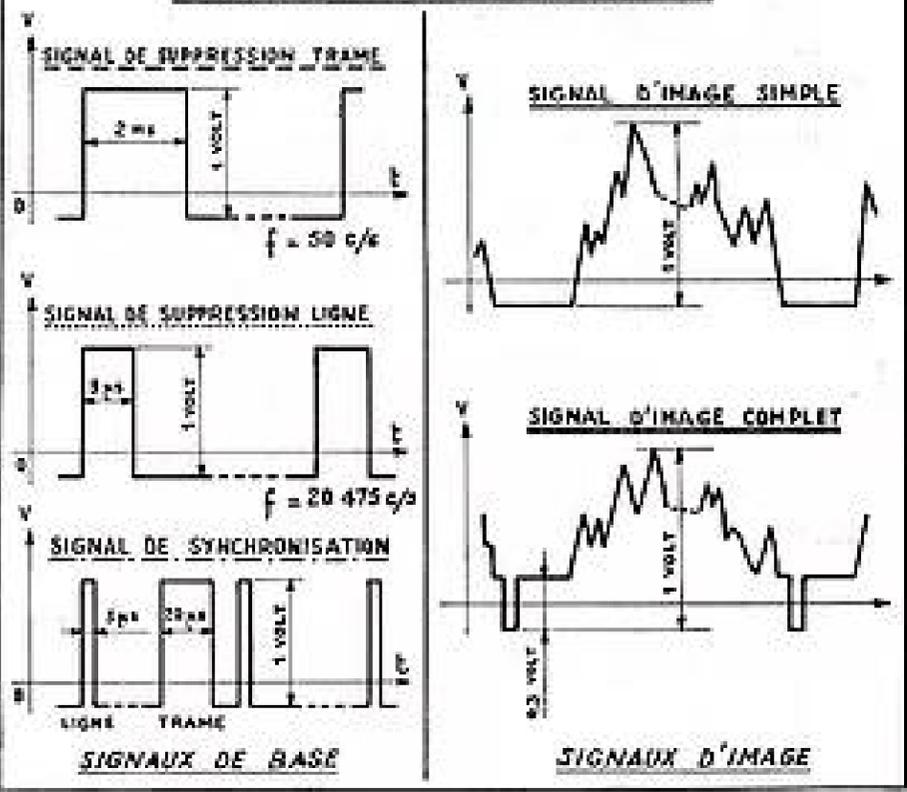


- Format de l'image utile : 4 : 3
- Bande des video frequences effectivement transmises : 0 à 10,4 Mc/s

**2 - CARACTÉRISTIQUES DES SIGNAUX AUX POINTS DE JONCTION ENTRE ORGANES**

- Les signaux sont distribués sur câbles coaxiaux de 75 ohms :
- La polarité du signal est celle des figures où le potentiel du conducteur externe est pris pour origine.
- L'amplitude crête à crête nominale est de 1 Volt.
- La composante continue utile des signaux n'est pas transmise.
- La puissance maximum dissipée dans 75 ohms chargeant le câble est de 0,5 Watt.

**TABLEAU DES SIGNAUX NORMALISÉS**



SPÉCIFICATION R. T. F.	SIGNAUX DE TÉLÉVISION	S.N. 041 B Extrait 3
<p><b>CARACTÉRISTIQUES DES SIGNAUX H.F. RADIODIFFUSÉS.</b></p> <p>Caractéristiques d'émission.</p> <p>SON. — Modulation d'amplitude.</p> <p>IMAGE. — Modulation d'amplitude positive (l'amplitude maximum correspond aux points blancs). Amplitude de porteur pour le palier de suppression : 30% <math>\pm</math> 1,5% de l'amplitude maximum.</p> <p>Transmission à bande latérale atténuée.</p> <p><b>RÉPARTITION DES CANAUX DE TÉLÉVISION.</b></p> <p>Tableau des fréquences nominales des porteurs image et son des 12 canaux des bandes I et III.</p> <p>Les canaux pairs sont des directs et la bande latérale image atténuée se situe du côté des fréquences supérieures du canal.</p> <p>Les canaux impairs sont des inversés et la bande latérale image atténuée se situe du côté des fréquences inférieures du canal.</p>		
<p><b>Caractéristique de transmission de l'émetteur, Zone de tolérance</b></p>		

SPÉCIFICATION R. T. F.	CAMÉRA DE PRISE DE VUE DIRECTE	S.N. 111 D Extrait
<p><b>FONCTION.</b> — La caméra forme avec la voie vidéo (S.N. 221) un seul organe. La caméra constitue l'élément mobile de cet organe destiné à suivre la scène à filmer et à opérer la transformation image-courant.</p>		
<p><b>PRÉSENTATION MÉCANIQUE.</b></p> <p>La conception générale est libre compte tenu des conditions suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— les organes électriques intérieurs seront réalisés en châssis amovibles. En particulier le tube d'analyse, associé éventuellement à ses bobines, forme un élément facilement remplaçable.</li> <li>— la caméra se fixe par un socle sur un support normalisé en cinéma 35 mm.</li> </ul> <p><b>Tube d'analyse.</b> — Le principe : image-orthique pour le reportage et supericonoscope pour le studio.</p> <p><b>Système de visée.</b> — La caméra comporte un viseur électronique.</p> <p>Le viseur peut être séparé de la caméra, et, relié à la caméra par câbles, peut fonctionner à distance (maximum 4 mètres).</p> <p><b>Mise au point.</b> — La mise au point se contrôle de deux manières :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1° Sur la caméra par un levier placé sur le côté droit de la caméra, de course sensiblement horizontale dans le sens du déplacement du plan de mise au point ;</li> <li>2° A partir du tableau de voie par télécommande.</li> </ul> <p><b>Objectifs.</b> — La caméra comporte une tourille de 4 objectifs. Pourront être placés et travailler normalement les objectifs pris dans la liste suivante : Les distances focales : 35 (sauf avec tube image-orthique) 50, 75, 100, 150 et 300 mm.</p> <p>Le changement d'objectif s'opère par rotation de la tourille commandée depuis la face arrière de la caméra, la rotation devant se faire sans bruit.</p> <p>L'ouverture des objectifs se commande de deux manières :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1° Sur la caméra ;</li> <li>2° A partir du tableau de voie par télécommande.</li> </ul> <p><b>Signalisation.</b> — Lorsque l'image est envoyée sur antenne 3 feux rouges s'allument. L'un, tout gros sabochon proéminent, sur le sommet de la caméra, un autre, tout petit sabochon, sur la face avant près de l'optique en service, le 3<sup>e</sup> dans le tunnel de visée du viseur électronique.</p> <p><b>Interphone.</b> — Une liaison téléphonique bilatérale relie la caméra à la règle en position par la voie vidéo. La caméra comprend deux jacks pour combinés micro-casque (caméraman et son aide).</p>		

**Divers.** — La caméra pourra recevoir un banc perce mine amovible.  
La caméra comportera une prise secteur 0,5 A pour fer à souder.

**CARACTÉRISTIQUES ÉLECTRIQUES.**

**Signal vidéo.** — Les caractéristiques d'analyse sont précisées dans la spécification relative à la voie vidéo.

**Microphonie.** — Aucune perturbation ne devra se manifester sur l'image :  
— Au cours des déplacements faits dans les conditions normales ;  
— Dans le champ acoustique d'un H.P. de 0,5 W à 1 mètre pour toute fréquence ;  
— Sous un choc léger.

**Viseur électronique.**  
— Définition  $\geq 630$   
— Distorsion de géométrie  $\leq \pm 4 \%$

**Ventilation.** — La ventilation sera particulièrement étudiée. Un fonctionnement correct devra être maintenu dans une atmosphère ambiante de 40° C.

**FRÉQUENCES DES PORTEUSES EN Mc/s**

BANDE I 41 - 48 Mc/s			BANDE III 162 - 216 Mc/s		
	Image	Son		Image	Son
1	43,00	54,15	5	164,00	175,15
2	52,40	41,25	6	173,40	162,25
3	56,15	47,30	7	177,15	188,30
4	65,55	54,40	8	186,55	175,40
			9	190,30	201,45
			10	199,70	188,55
			11	203,45	214,60
			12	212,85	201,70

**CANAUX DÉCALÉS.**

Pour les canaux dit "normaux" les fréquences porteuses ont les valeurs ci-dessus exactes à  $\pm 1$  kc/s près.

Pour les canaux dit "décalés" les fréquences porteuses images sont décalées d'une des 4 valeurs suivantes : 7 kc/s et - 10 kc/s. Les porteuses son sont décalées de 20 kc/s avec le signe du décalage image.

SPÉCIFICATION R. T. F.	VOIE VIDEO DE PRISE DE VUE DIRECTE	S.N. 221 F Extrait 1
<p><b>Fonction.</b> — La voie video forme un seul organe avec la caméra et le câble qui les relie.</p> <p>La voie constitue l'élément de formation et de contrôle technique du signal video utilisable et comprend les alimentations.</p> <p><b>PRÉSENTATION MÉCANIQUE.</b> — Deux caissons du type D.</p> <p>L'un des caissons comporte principalement les alimentations (voie et caméra).</p> <p>L'autre caisson, dit caisson de contrôle, rassemble les organes de contrôle et en particulier :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— les commandes de gain, de correction de tache, de niveau du noir, de polarisation de l'analyseur, d'ouverture des objectifs, de mise au point, etc...</li> <li>— l'écran d'un oscilloscope de contrôle contrôlant en temps réel le signal video avant sa sortie ;</li> <li>— l'équipement de liaison interphone et signaux.</li> </ul> <p><b>CARACTÉRISTIQUES EXTÉRIEURES.</b></p> <div style="display: flex; align-items: flex-start;"> <div style="flex: 1;"> </div> <div style="flex: 1; padding-left: 10px;"> <p>Le caisson de contrôle est relié à la caméra par le câble de caméra. Il reçoit sur coaxial 75 ohms, les 3 signaux de base. Il distribue le signal d'image sur 4 sorties coaxiales, 3 signaux d'image complet et 1 signal d'image sans synchro.</p> <p>Il reçoit les liaisons interphone et signalisation.</p> <p>Il est relié par câble multi-conducteur au caisson d'alimentation.</p> <p><b>RETARD SUR LES SIGNAUX.</b></p> <p>Les signaux de suppression servent de base au balayage de l'analyseur.</p> <p>Le retard introduit par l'organe sur le signal de suppression est réglé à une valeur fixe égale à 3 µs avec possibilité de réglage à 1 ou 2 µs. Un commutateur assure la compensation des variations.</p> </div> </div>		

SPÉCIFICATION R. T. F.	VOIE VIDEO DE PRISE DE VUE DIRECTE	S.N. 221 F Extrait 2
<p><b>CARACTÉRISTIQUES ÉLECTRIQUES DE L'ORGANE CAMÉRA — VOIE VIDEO</b></p> <p><b>I. CARACTÉRISTIQUES ÉLECTRIQUES DE LA VOIE VIDEO SEULE.</b></p>		
		<p><b>Réponse amplitude — amplitude.</b> — Signal de mesure : Signal de grà variable (g) modulé à 0,2 V constant. On observe le signal de vision en sortie (valeur de h et de l'amplitude A du signal modulant).</p> <p>Condition :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>pour 0,1 V &lt; h &lt; 0,9 V : A = 0,9 A max.</li> <li>pour 0,9 V &lt; h &lt; 1,1 V : A = 0,8 A max.</li> </ul>
		<p><b>Réponse amplitude — fréquence.</b></p> <p>Signal de mesure. — Condition : Après déduction des corrections volontairement introduites pour compenser certains effets particuliers : Tolérance par rapport à la valeur de 1 Mc/s :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— 1 à 6 dB entre 1 000 c/s et 10 Mc/s.</li> <li>— 1 à 6 dB de 10 Mc/s à 12 Mc/s.</li> </ul>
<p><b>CARACTÉRISTIQUES ÉLECTRIQUES DE L'OSCILLOSCOPE.</b></p> <p><b>Contrôle de gain sur l'écran de l'oscilloscope.</b> L'allongement mesuré sur l'écran sera proportionnelle à la tension de sortie V à ± 15% près pour 0,5 V — 1,2 V.</p>		
<p><b>Étalonnage.</b> — L'allongement correspondant à 1 Volt crête à crête du signal de vision sera étalonné par un signal interne exact à ± 6% près.</p>		
<p><b>Réponse amplitude — fréquence.</b> — Tolérance par rapport à 1 Mc/s :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— 1 dB entre 1 000 c/s et 3,5 Mc/s.</li> <li>— 1 dB entre 3,5 Mc/s et 5 Mc/s.</li> </ul> <p>Rapport de surrésolution = 0,1</p>		
<p>Fréquence 50 c/s. — Affaissement des paliers &lt; 5%.</p> <p>Fréquence de balayage = 25 c/s (P, 2), 10 000 c/s (P, 1).</p> <p>Amplitude de balayage. — réglable entre ± 10% de la largeur de l'oscillogramme.</p> <p>Linéarité de balayage. — L'écart mesuré entre les traits de la mire électronique ne diffère pas de plus de ± 15% de la valeur moyenne.</p>		

**Alignement des palliers.** — Niveau du noir stable à  $\pm 10\%$  de l'allongement maximum que que soit le contenu de l'image.

**CARACTÉRISTIQUES ÉLECTRIQUES DE L'ENSEMBLE CAMÉRA — VOIE VIDEO.**

Essais sur mines images.

**Mire de géométrie.** — après correction de la distorsion du récepteur :

Distorsion sur les carrés :  $\pm 5\%$

Distorsion de 100, diagonale et flèche :  $\pm 2\%$  de la diagonale.

Mire Base fréquence 50 c/s. — Distorsion :  $\pm 10\%$

**Mire de demi-reintes.** — Toutes les plages prises seront discernables.

**Mire de définition.**

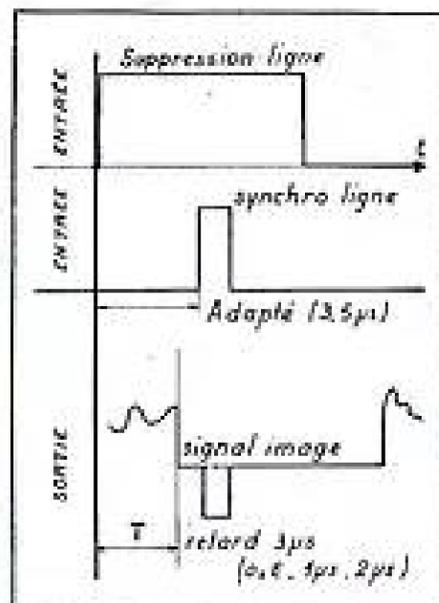
Avec tube supericonoscope : 850 au centre, 700 aux angles.

Avec tube image orthicon : 650 au centre, 550 aux angles.

**Stabilité du noir.** — Variation du niveau du noir  $\pm 5\%$  de l'amplitude maximum pour toute variation de luminosité.

**Bruit de fond.** — Non précis.

**Stabilité du gain.** — Tolérance  $\pm 1,48$  dans tout les cas d'utilisation.



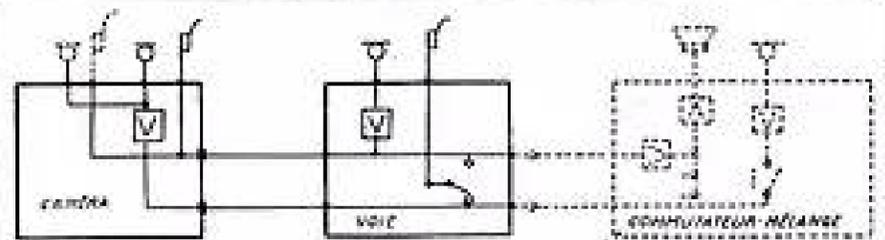
du retard lorsque la longueur du câble de caméra est modifiée.

Le signal de synchronisation à l'entrée est retardé de la valeur correspondante (3,5µs par exemple).

**CÂBLE DE CAMÉRA.** — Le câble de caméra est du type T 1810 CALLENDERS ou équivalent. La longueur maximum entre caméra et voie est de 100 mètres fractionnable par tronçons de 50 m. Si nécessaire, un commutateur permet la compensation d'effets électriques dus aux variations de longueur. Le câble est équipé de prise type RADIO AIR.

**ÉQUIPEMENT INTERPHONE.** — La voie comporte un combiné micro-casque en parallèle sur la liaison caméra-extérieur suivant le schéma ci-dessous (monofilaire).

Conditions normales de travail sur la ligne extérieure :  
Tension : 1 V e.f. sur 100 ohms.



**Signalisation.** — Une lampe rouge sur la voie s'allume avec les lampes de la caméra.

**OSCILLOSCOPE DE CONTRÔLE.**

Le signal d'image sans synchro est contrôlé sur un oscilloscope de profil. Dimensions minima de l'oscillogramme : 50 x 50 mm.

## A PROPOS D'UN FILM

# LES ONDES COURTES A L'HONNEUR

avec le film de CHRISTIAN JAQUE " Si tous les gars du monde "

PAR

Robert BROCHUT

*Avocat à la Cour  
Secrétaire du Conseil d'Administration  
du Réseau des Emetteurs Français*

Le RÉSEAU DES ÉMETTEURS FRANÇAIS vient de prêter son concours à Christian Jaque pour la réalisation de son film « Si tous les gars du Monde ».

Pour la première fois, un producteur met à l'écran l'émission d'amateur et montre au grand public le dévouement et la solidarité des Radio Amateurs.

Un chalutier breton isolé en pleine mer, voit les membres de son équipage décimé par un mal mystérieux; la radio du bord ne fonctionne pas et le capitaine, radio amateur, lance un appel par la station qu'il a lui même construite.

Un amateur du Togo capte le message, retransmet la consultation médicale et réclame d'urgence les sérums nécessaires que seul l'Institut Pasteur peut procurer.

Le sérum doit arriver en quelques heures au chalutier si l'on veut sauver l'équipage et c'est sur les ondes une véritable chaîne de dévouement dont les maillons seront successivement une station radio amateur de Paris, une station allemande ainsi que des officiers Américains, Russes et Norvégiens.



Après de multiples incidents, tous « ces gars du monde » qui se sont donnés la main, réussiront à sauver d'une mort certaine l'équipage du chalutier.

Film d'espoir traité avec une grande sobriété; images d'une qualité technique exceptionnelle; pas de vedettes, pas d'intrigues sentimentales, mais des visages, d'excellents

comédiens qui ont su s'effacer pour ne laisser apparaître que la solidarité des Radio Amateurs.

\*\*\*

La première mondiale de ce film eut lieu au cinéma Le Berlitz, à Paris, et se termina par un « multiplex » entre Paris, New-York, Moscou, Berlin, Rome et Oslo.

Pour la première fois au monde, un film fut projeté au même instant dans six capitales différentes et la salle du Berlitz se trouva en communication radio avec les cinq autres salles après la projection.

Les spectateurs des différentes capitales ont pu échanger leurs impressions sur le film qui venait de leur être projeté; entendre toutes ces voix lointaines, les applaudissements trépidants des différentes salles, n'était pas sans émotion.

Le multiplex fut une réussite technique dont le mérite revient à la Radio Télévision Française.

\*\*\*

Les adhérents de la Société des Radioélectriciens ne sont pas sans ignorer l'existence du Réseau des Emetteurs Français (R.P. 42-01 — Paris), association reconnue d'Utilité Publique, groupant depuis 1925 tous les Radio Amateurs de France et de l'Union Française.

Depuis la première liaison transatlantique bilatérale sur 100 mètres effectuée par un amateur en 1923, et qui a montré l'importance des ondes courtes pour les liaisons radio à longue distance, les amateurs émetteurs continuent d'être l'avant-garde du progrès.

Première liaison avec un émetteur à transistron; records mondiaux sur 144 Mc/s et 420 Mc/s collaboration et aide technique à différentes expéditions. Le Kon-Tiki, pendant les cent jours de son voyage dans le Pacifique, est resté en liaison bilatérale constante avec le monde entier en utilisant du matériel amateur; les amateurs gardent le contact avec des missions perdues dans les îles du Pacifique ou les glaces du Pôle.

Intérêt scientifique, intérêt humain que le film de Christian Jaque a permis de mettre en valeur.

Qu'à cette occasion, il me soit permis, au nom du Réseau des Emetteurs Français, de manifester notre très grande sympathie pour la Société des Radio Electriciens qui contribue si largement au développement de l'électronique.