

# L'ONDE ÉLECTRIQUE

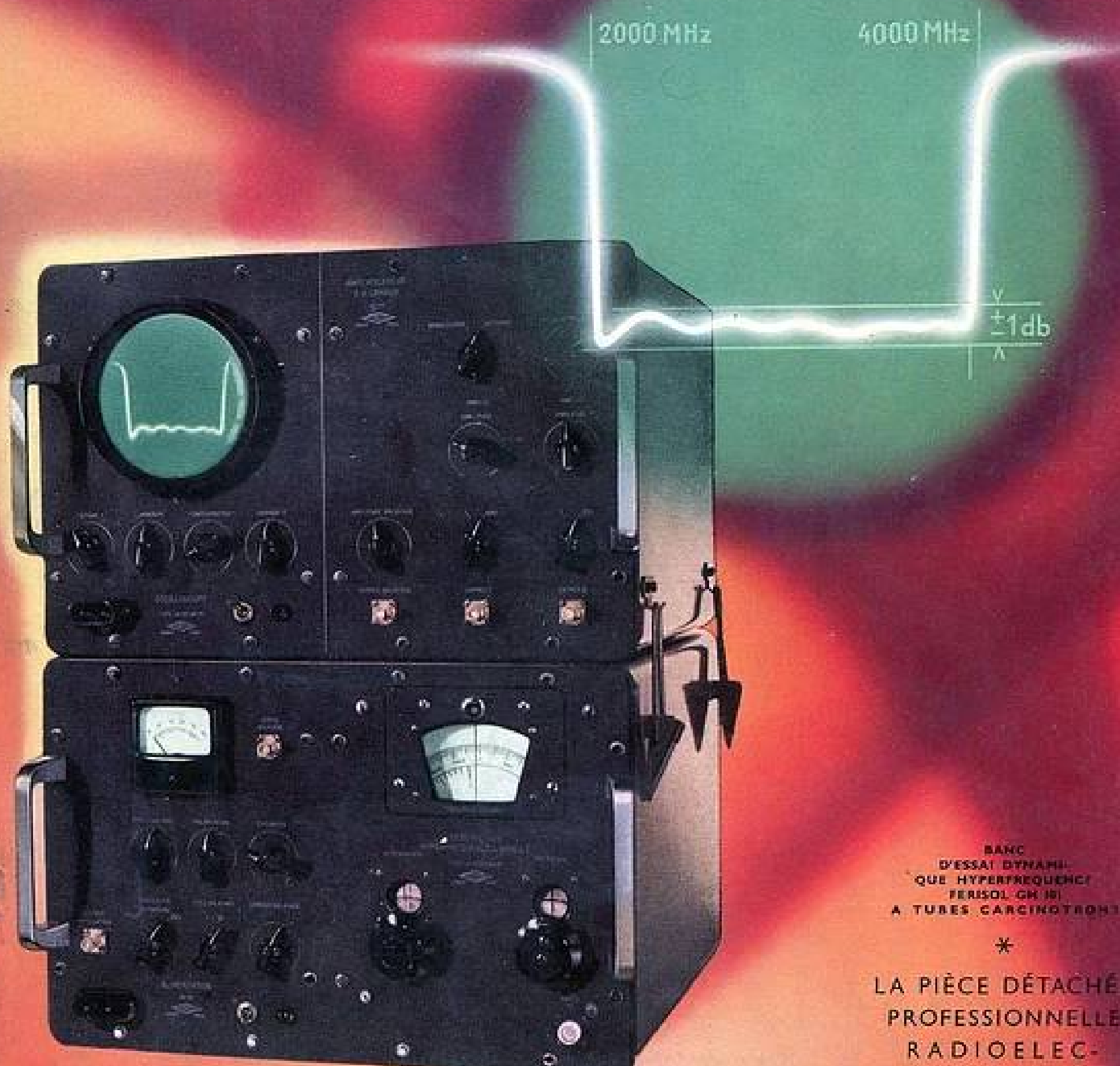
36<sup>e</sup> ANNÉE - N° 348

M A R S 1 9 5 6

*International*

PRIX : 500 FRANCS

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



2000 MHz 4000 MHz

$\pm 1\text{dB}$

BANC  
D'ESSAI DYNAMI-  
QUE HYPERFREQUENCY  
PERIOD. GH 101  
A TUBES CARCINOTRON

\*

LA PIÈCE DÉTACHÉE  
PROFESSIONNELLE  
RADIOELEC-

**POUR  
DIRIGER  
CONTROLLER  
SURVEILLER  
COMMANDER**

**SANS FIL**



EXPLOITATIONS  
FORESTIÈRES &  
AGRICOLLES



CHANTIERS  
MINES • USINES



TRANSPORTS  
ROUTIERS  
• TAXIS •



LIAISON  
COTE-NAVIRES  
REMORQUEURS  
SERVICES  
PORTUAIRES &  
FLUVIAUX



SERVICES PUBLICS  
• POLICE •  
• POMPIERS •



DÉFENSE CIVILE  
AMBULANCES  
MÉDECINS



CHEMIN DE FER  
GARES DE TRIAGE  
ENTREPÔTS  
• DOUANE •



LIAISON  
HERTZIENNE  
ETC... ETC...

**D'UN EMPLOI ILLIMITÉ  
LE**

**MOBILOPHONE**

SIMPLEX ET  
• DUPLEX •

70 - 87,5 ET  
156 - 174 Mc/s

POSTE MOBILE  
COMMANDE  
À DISTANCE



POSTE MOBILE  
MONTAGE SOUS  
TABLEAU DE BORD

POSTE FIXE  
• TRT 296 •

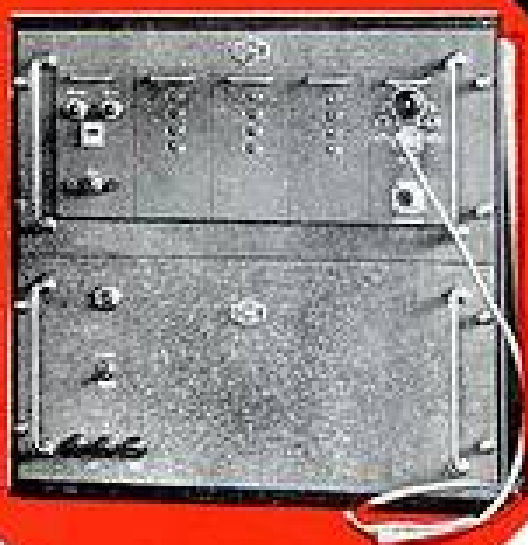


**TRT**

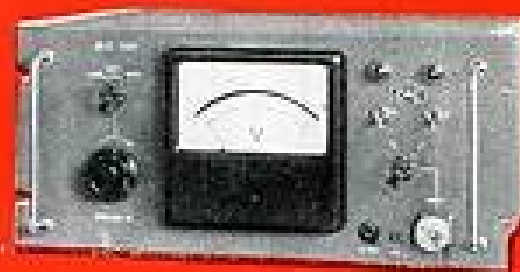


26, RUE BOYER — PARIS - XX<sup>e</sup> — TÉLÉPHONE : MÉNIL 62-94

# Au Service de l'Atome



↑ **ÉCHELLE DE MILLE CI 149** (licence C.E.A.) :  
Appareil de numération électronique et électromécanique.  
Facteur de division électronique : 1.000.  
Temps de résolution : 5  $\mu$ s.

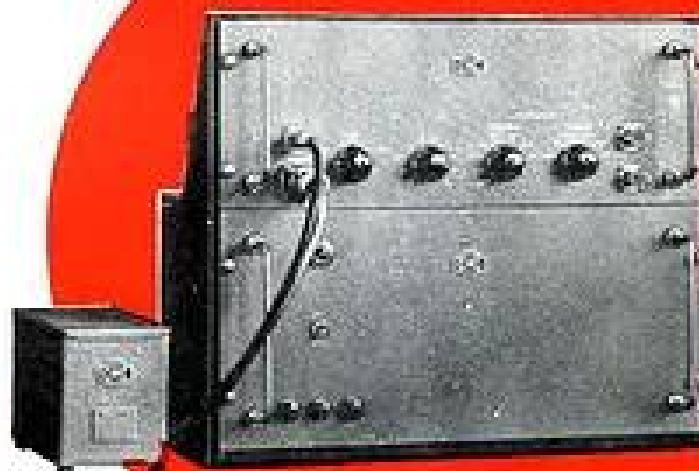


**ALIMENTATION STABILISÉE TRÈS HAUTE TENSION ALS 349** : ↑  
Tension réglable entre 300 et 3.000 V.  
Débit : 3 mA.  
Stabilité : 0,1 %.  
Bruit de fond inférieur à 30 mV crête à crête.

↓ **AMPLIFICATEURS D'IMPULSIONS AMP 95 et AMP 96** :  
Gain : 20 db.  
Bande passante  $\geq$  200 MHz.  
Niveau de sortie de l'amplificateur de puissance AMP 96 :  
50 V négatifs de crête.



NOTICE TECHNIQUE  
SUR DEMANDE



↑ **AMPLIFICATEUR PROPORTIONNEL AMP 249** (licence C.E.A.) :  
Gain : 250.000.  
Bande passante : 2 MHz.  
Mise en forme des impulsions par circuit intégrateur  
ou différentiateur.



AJAX 117

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-ETIENNE (LOIRE)  
TÉLÉPHONE : E 2 39-77 (3 lignes groupées)

# LES DIODES

## A POINTE A CRISTAL DE GERMANIUM

PAR

R.M. HENRY

*Ingénieur E.S.P.C.I.*

*à la Compagnie Française Thomson-Houston*

### I. Introduction.

Le principe du dipôle détecteur formé par un contact métallique ponctuel sur certains cristaux est connu depuis longtemps : le détecteur à galène en fut le premier exemple. Ses propriétés, permettant la réalisation de redresseurs et de photoconducteurs, ont été révélées presque au début du siècle. Seule, subsiste la seconde application suivant laquelle un récent développement a permis d'obtenir les meilleures sensibilités connues dans la détection du proche infra-rouge. La première application, évincée par l'apparition des diodes à vide et à gaz, a été reprise activement depuis quelques années avec d'autres matériaux dont le chef de file est le germanium.

Nous ne dirons que quelques mots de l'aspect théorique du problème pour nous étendre un peu plus sur la technologie du montage de la diode à pointe et sur les résultats que nous avons obtenus dans ce domaine.

### II. Remarques sur la théorie du contact ponctuel.

Nous supposons connues les notions, de mouvement des électrons dans les métaux, de semi-conducteurs contaminés type *n* et *p*, et la théorie physique de leur contact.

Dans une diode à pointe à cristal de germanium, celui-ci est du type *n*. Si la pointe métallique est simplement appuyée sur le cristal, c'est le contact décrit par BARDEEN. Si la pointe est soudée au cristal mais est constituée par un métal ne donnant pas de niveaux d'impuretés dans le germanium (pointe en Platine-Ruthénium par exemple) on admet qu'il se crée au voisinage du contact une

zone de germanium *p* très faiblement contaminée. Si la pointe soudée est constituée par un métal donnant des niveaux d'impuretés (pointe en or par exemple) nous avons une véritable micro-jonction *n-p*, le deuxième cas se rapprochant plus du premier que du troisième.

La théorie mathématique du courant électrique *i* traversant une diode à contact ponctuel, en fonction de la tension aux bornes *V* et de la température absolue *T*, est plus ou moins complexe suivant les hypothèses de départ sur la conductivité, les effets thermiques, la géométrie du contact. Une équation de la forme :

$$i = i_S \left( e^{\frac{eV}{kT}} - 1 \right)$$

où :

— *i<sub>S</sub>*, qui est une fonction de *T*, désigne la somme algébrique des courants générateurs de lacunes et d'électrons,

— *e* la charge de l'électron et

— *k* la constante de Boltzmann, décrit assez bien le phénomène.

La terminologie adoptée est la suivante :

— pointe positive, *Ge* négatif : *V* positif. C'est le sens direct ou passant.

— pointe négative, *Ge* positif : *V* négatif. C'est le sens inverse ou bloqué.

L'analyse prévoit que le courant dans le sens inverse, à tension négative constante, doit doubler pour



une augmentation de température de 14,5°C dans le cas d'une pointe en Platine Ruthénium, tous les 11°C dans le cas d'une pointe en or.

De plus, nous voyons que le quotient  $\frac{di}{dV} : i$ , à une température donnée et pour  $V$  positif et supérieur à quelques dixièmes de volt ( $e^{\frac{eV}{kT}} \gg 1$ ) est une constante égale à :

$$\frac{di}{dV} : i = \frac{e}{kT} = 39$$

Ajoutons que la tension appliquée dans le sens bloqué ne peut dépasser une valeur de tension disruptive ou tension de claquage  $V_c$  liée théoriquement à la résistivité  $\rho$  du germanium, par la formule :  $V_c = 100 \rho$  dans laquelle  $V_c$  est exprimée en volts et  $\rho$  en ohm/cm.

### III. Technologie du montage d'une diode à pointe.

Lorsqu'on veut mettre au point un modèle de

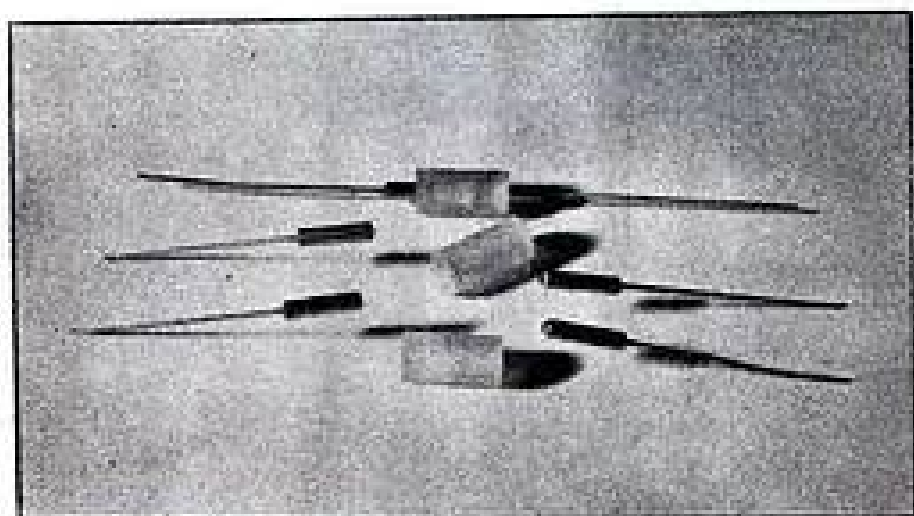


FIG. 1

diode à pointe, on doit étudier successivement les points suivants :

— le contact proprement dit : la nature de la pointe, les traitements effectués sur le cristal, le mode de contact (pression ou soudure).

— la cartouche de protection contre les influences extérieures naturelles ou voulues lorsqu'elles correspondent à des normes d'essais.

Ces deux points sont plus ou moins liés par les répercussions du type de montage sur le contact. Les solutions sont très nombreuses et l'une d'elles correspond à la diode à pointe C.F.T.H. que nous allons décrire ici.

Deux pistons petits en nickel sont enmanchés face à face suivant l'axe d'une cartouche cylindrique en araldite dont le décolletage intérieur se termine à chaque extrémité par deux entrées coniques. Sur chacune de ces ouvertures un ciment est déposé.



FIG. 2

Sur une des électrode est soudé à l'étain un petit cristal de germanium de base carrée ( $1 \times 1$ ) mm<sup>2</sup> ; la figure 2 montre le dispositif qui permet d'effectuer cette opération.

Sur l'autre électrode est soudé électriquement le contact métallique, petit fil en Platine-Ruthénium ou en or suivant le cas, la figure 3 représente l'ensemble mécanique permettant cette opération.

Après soudure, le cristal de germanium est poli électrolytiquement ou décapé chimiquement ; l'opé-



FIG. 3

ration a un double but : nettoyer la surface et enlever la couche superficielle perturbée. La pointe métallique est simplement dégraissée.

L'assemblage de ces pièces se fait sur une machine visible sur la figure 4 ; la pointe est soudée au ger-

que la tension de claquage par la lecture de la chute de tension aux bornes pour un courant imposé de 4 mA ; ces mesures permettent un premier classement ; puis toutes les diodes subissent trois cycles de température ayant chacun une durée de 3 heures, entre la température ambiante et 70 °C. Elles sont



FIG. 4

manium par passage d'un courant électrique pendant un temps très court. La figure 1 montre aussi une de ces diodes montées puis cimentées à chaque extrémité à l'aide d'une résine thermodurcissable.

La figure 5 représente quelques diodes terminées, marquées sur une machine à report classique.

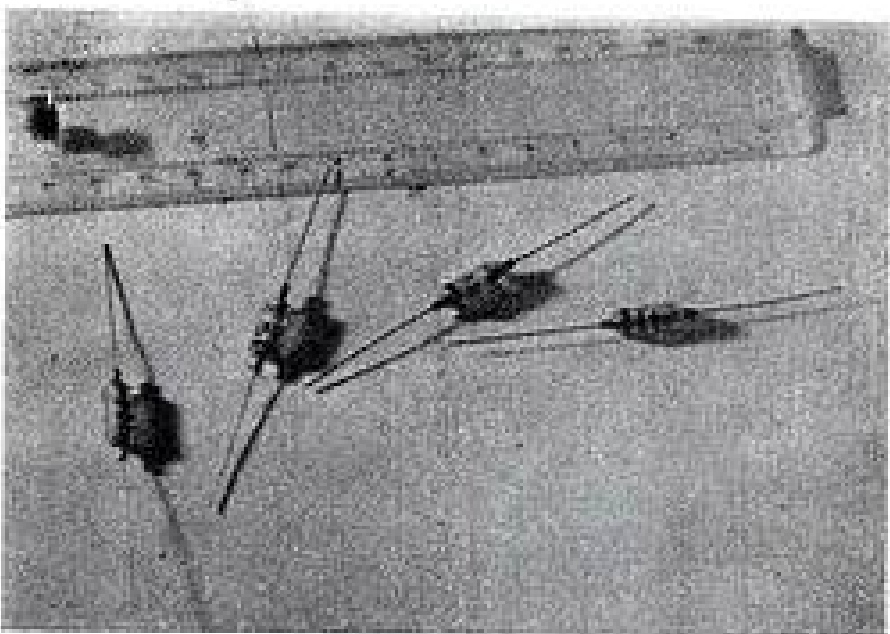


FIG. 5

IV. Caractéristiques électriques.

Les caractéristiques statiques de ces diodes sont déterminées en mesurant les courants passant à + 1 volt, à - 10 volts, - 50 volts, - 100 volts, ainsi

conservées un mois avant d'être à nouveau et définitivement classées.

a) CARACTÉRISTIQUES STATIQUES.

Pour une résistivité donnée du cristal de germanium les courants directs à + 1 volt, inverses à - 10, - 50, - 100 volts, tensions de mesure généralement adoptées, ainsi que les tensions inverses de claquage, se répartissent sur des courbes de Gauss, les écarts moyens caractérisant la qualité d'une fabrication. De nombreuses mesures sur les deux catégories de pointes nous permettent de tracer des domaines enfermant 90 % des diodes et que montre la figure 6.

Les principales caractéristiques de ces diodes sont les suivantes :

| TYPES   | Courant direct minimum<br>à<br>+ 1 V | Courant inverse maximum |          |         | Tension inverse de claquage | Courant moyen maximum redressé |
|---------|--------------------------------------|-------------------------|----------|---------|-----------------------------|--------------------------------|
|         |                                      | à - 10 V                | à - 50 V | à - 100 |                             |                                |
| 1 N 63  | 4 mA                                 | 25 µA                   | 50 µA    | 100 µA  | 125 V                       | 50 mA                          |
| 1 N 70  | 3 mA                                 |                         | 300 µA   |         | 125 V                       | 30 mA                          |
| 1 N 75  | 2,5 mA                               |                         | 50 µA    |         | 125 V                       | 50 mA                          |
| 1 N 141 | 20 mA                                |                         | 50 µA    |         | 85 V                        | 65 mA                          |
| 1 N 143 | 40 mA                                |                         |          |         | 125 V                       | 110 mA                         |

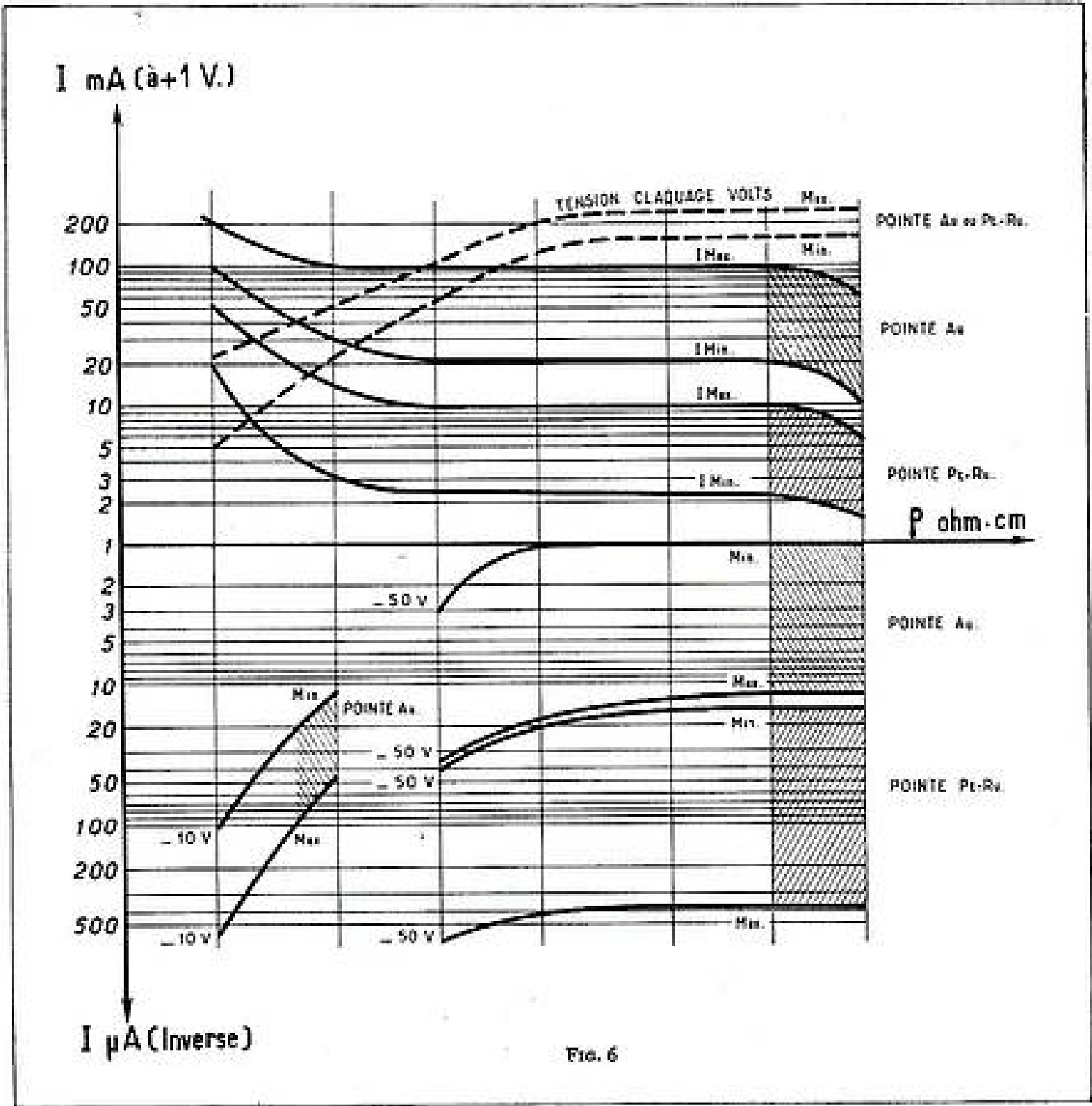


FIG. 6

La stabilité semble très bonne. De nombreuses diodes des différents types ont été soumises, pendant plusieurs semaines, à une tension inverse suffisamment faible pour éviter tout effet thermique. La mesure quotidienne des courants inverses correspondants nous a montré que, dans tous les cas, ceux-ci ne faisaient que suivre les fluctuations de la température ambiante.

b) EVOLUTION DES CARACTÉRISTIQUES STATIQUES EN FONCTION DE LA TEMPÉRATURE.

Il est superflu d'insister sur les inconvénients de la croissance du courant inverse d'un redresseur au germanium en fonction de la température et sur les espoirs qu'a fait naître le silicium dans ce domaine. Les courbes de la figure 7 représentent l'évolution du logarithme du courant inverse à  $-10\text{ V}$  en fonction de  $\left(\frac{1}{T}\right)$ ,  $T$  étant la température absolue, pour trois diodes à pointe en Platine Ruthénium et pour deux diodes à pointe en or. Les segments en pointillé correspondent aux pentes théoriques.

Les courbes de la figure 8 représentent la variation du courant direct à  $+1\text{ V}$  et de la tension inverse de claquage de trois diodes 1N63, 1N70, 1N75.

Nous ne ferons pas l'analyse des écarts de ces résultats avec la théorie, ce problème faisant l'objet de nombreux articles dans la littérature.

c) CARACTÉRISTIQUES DYNAMIQUES.

En ce qui concerne le rapport constant  $\frac{di}{dV} : i$  entre la pente dynamique en un point, dans le sens passant, et le courant correspondant, rapport pour lequel nous avons cité la valeur théorique  $\frac{e}{kT} = 39$ , on remarque que la valeur moyenne expérimentale de ce rapport est égale à 1,8, ce qui montre que dans l'équation :

$$i = i_s \left( e^{\frac{eV}{kT}} - 1 \right)$$

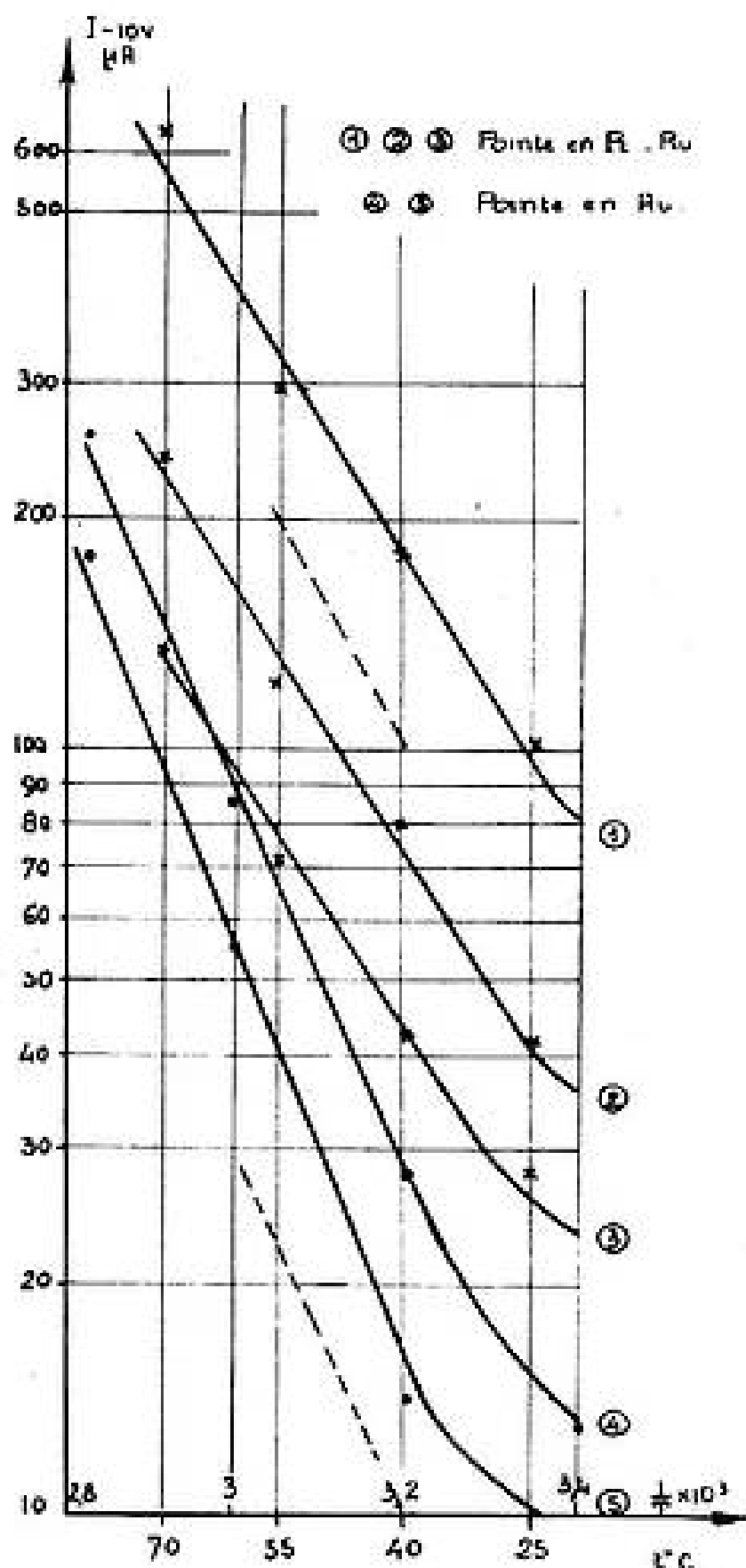


FIG. 7

la tension  $V$ , de part et d'autre du contact, est bien plus petite que la tension appliquée aux bornes de la diode : la résistance du cristal de germanium en effet n'est pas négligeable par suite de l'étranglement des lignes de courant au contact et il faut en tenir compte, alors que dans le cas d'une diode à jonction elle peut être négligée.

Si le courant redressé par une diode devient suffisamment grand, le contact s'échauffe et il devient nécessaire de ne pas dépasser une certaine puissance sous peine de détérioration. Il est possible de connaître la température atteinte par le contact. Il suffit pour cela de mesurer le courant inverse, à  $-10$  volts par exemple (tension suffisamment faible pour ne pas créer d'échauffement propre), en fonction de la température ambiante, puis de refaire la même mesure en fonction du courant redressé,

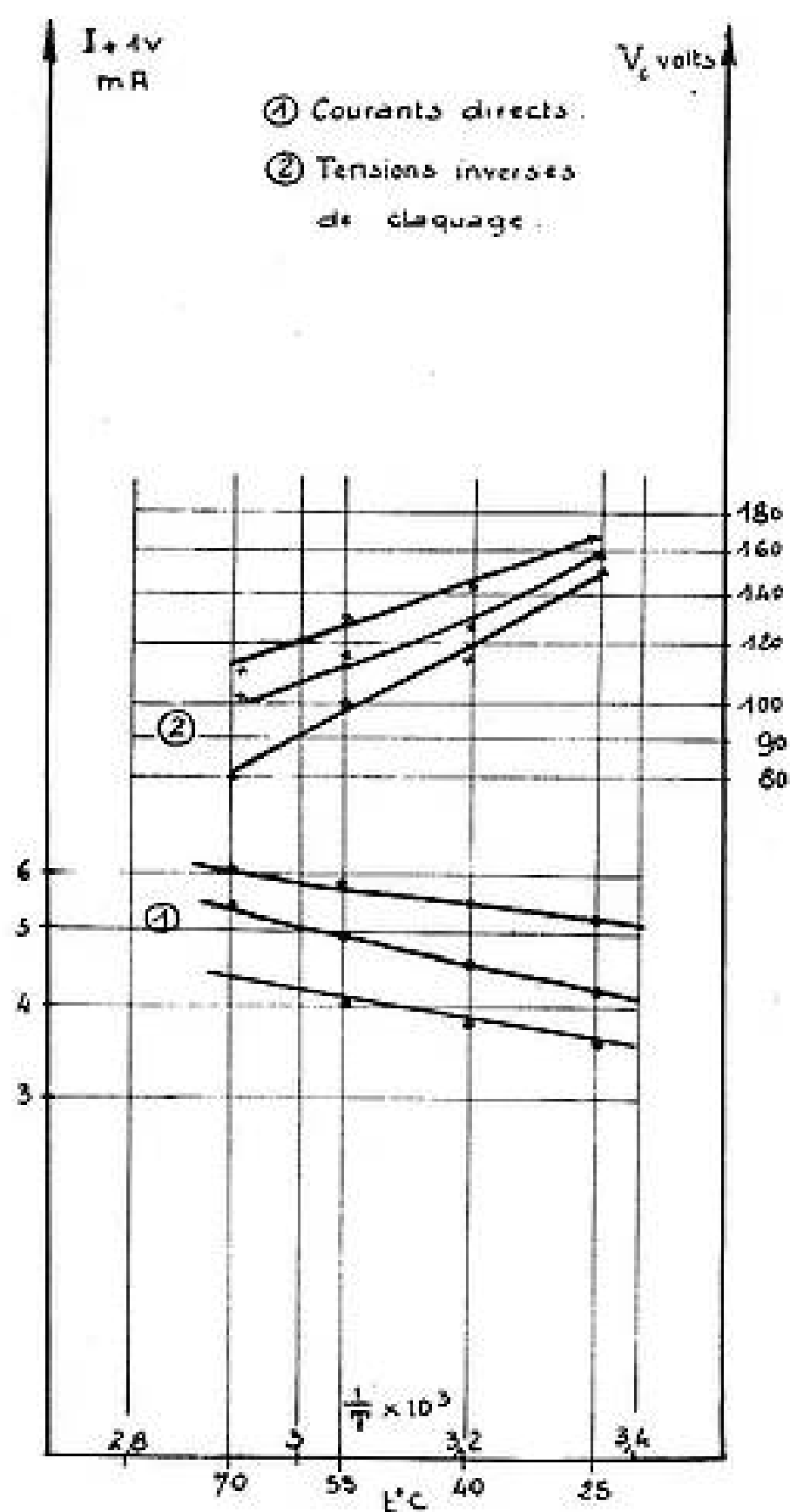


FIG. 8

par commutation rapide, d'où l'on en déduit la température au contact pointe-germanium (figure 9).

Une autre méthode consiste à mesurer la force thermoélectrique du couple défini par le contact.

On peut critiquer ces méthodes en faisant remarquer que, lors de la première mesure, il n'y a aucun gradient de température ce qui n'est précisément pas le cas lors du fonctionnement ; il ne semble pas que cette critique soit à retenir.

Ces mesures permettent de définir un courant redressé maximum, variable suivant les types de diodes, qu'il ne faut pas dépasser, auquel correspond une puissance dissipée bien déterminée dont la valeur doit être diminuée d'un certain nombre de milliwatts lorsque la température ambiante croît ( $\approx 10 \text{ mW}/10^{\circ}\text{C}$ ).



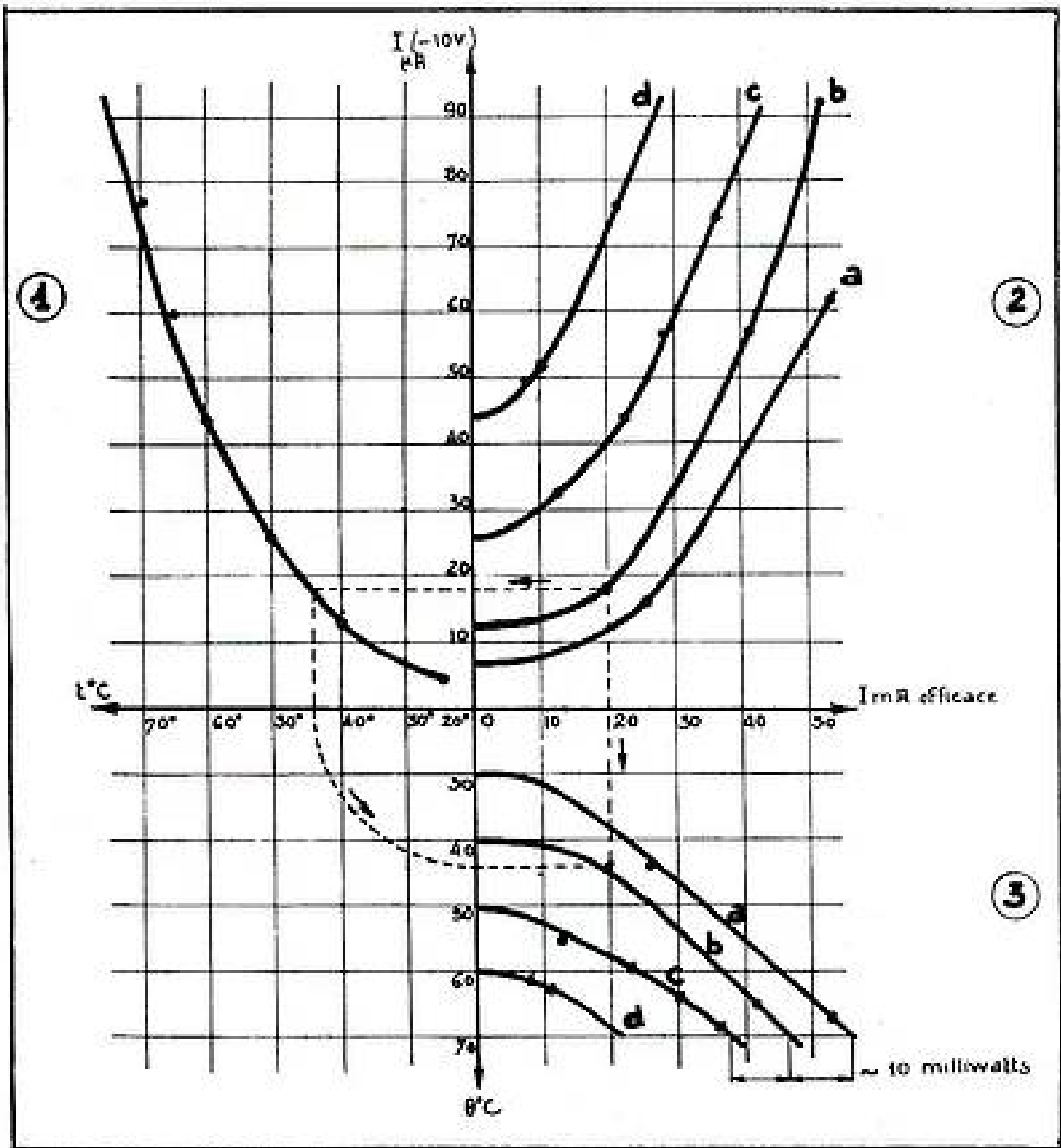


FIG. 9.

- (1) Courant inverse à  $-10$  volts en fonction de la température ambiante.
- (2) Courant inverse à  $-10$  volts en fonction du courant redressé pour différentes températures ambiantes (a, b, c, d = 30, 40, 50, 60 °C.).
- (3) Courbes de la température du contact pointe — Ge en fonction du courant redressé.

Nous ne parlerons pas de l'efficacité de redressement en fonction de la fréquence, de la capacité du contact, ni de la réponse transitoire ; ces mesures dépendent par trop des méthodes et des appareils employés et une description nous mènerait trop loin. Disons simplement que les limites d'utilisation en fréquence pour les deux types de pointes, Platine Ruthénium d'une part, or d'autre part, semblent être voisines.

d) COMPORTEMENT AUX ESSAIS MÉCANIQUES (TRACTION, VIBRATIONS, CHOC).

Les résultats obtenus sont excellents en ce qui concerne les diodes à pointe en Platine-Ruthénium. Il en est de même pour les pointes en or.

Pour l'essai de traction on applique suivant l'axe

des diodes une force correspondant à la traction d'un poids de 2 kilogrammes.

L'essai de vibration consiste en un mouvement alternatif d'amplitude égale à  $\pm 1$  mm avec une accélération maximum de 10 g. pour deux directions perpendiculaires entre elles et dont l'une est l'axe de la diode.

L'essai de choc est réalisé en faisant tomber la diode d'une hauteur de 2 m sur un sol en ciment.

V. Conclusion.

Les avantages évidents des diodes à pointe à cristal de germanium sont : faible volume (figure 5), faible poids (inférieur au gramme) et absence de filament émissif, donc de chauffage. La technologie et l'étude de ces diodes progressent ensemble et leur avenir semble très favorable.

# Miniaturisation

NOUVELLE PRODUCTION  
**STÉAFIX**  
EN CONDENSATEURS AU MICA

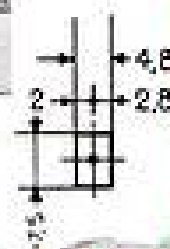
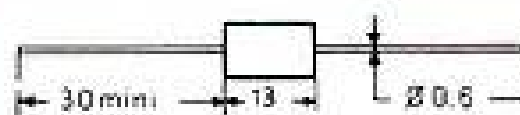
## CONDENSATEURS MOULÉS ÉTANCHES

TYPE CM 15  
CONFORMES AUX NORMES MIL

MOULÉS DANS L'ARALDITE A CHARGE SPÉCIALE \*

- Faible encombrement
- Capacités de 4,7 pf à 510 pf sur demande jusqu'à 1500 pf
- Tension de service 300 v. cc.
- Température d'emploi de  $-60^{\circ}\text{C}$  à  $+90^{\circ}\text{C}$

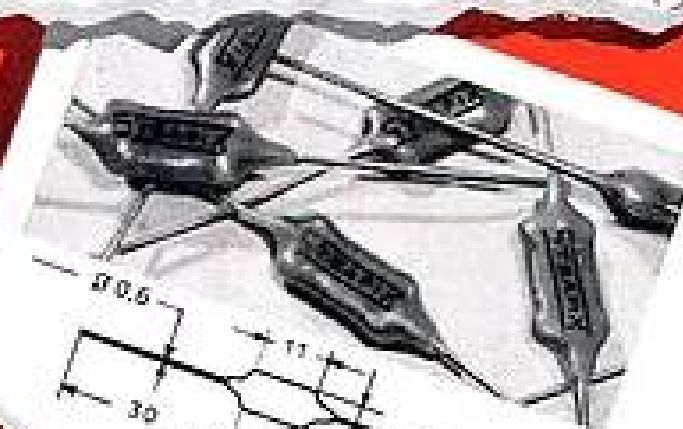
\* Marque déposée de CIBA



## CONDENSATEURS ENROBÉS

T. 1.000

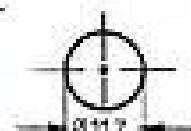
- Mêmes caractéristiques que le CM 15
- Encombrement plus réduit
- Enrobage cire
- Température d'emploi de  $-35^{\circ}\text{C}$  à  $+75^{\circ}\text{C}$



## CONDENSATEURS

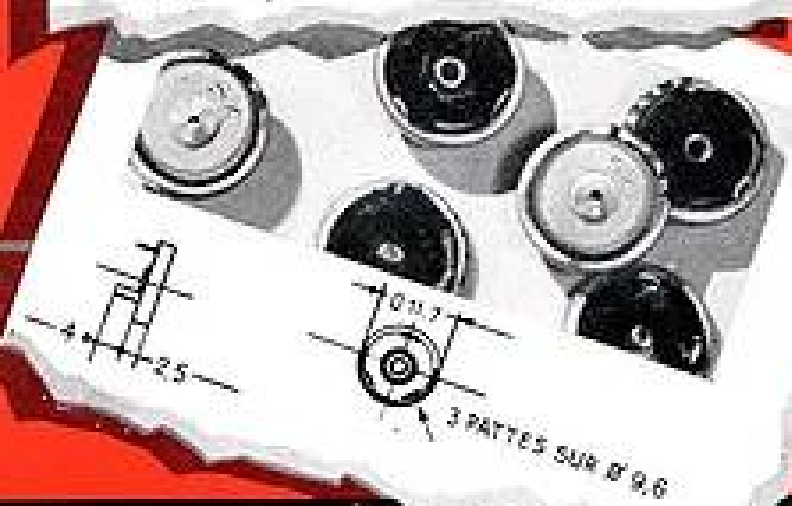
DE TRÈS GRANDE STABILITÉ

- Faible coefficient de température de valeur très régulière
- Utilisable jusqu'à des fréquences de l'ordre de 1.000 Mc/s en raison de sa self négligeable



CONDENSATEURS BOUTONS DE DÉCOUPLAGE  
CONFORMES AUX NORMES MIL

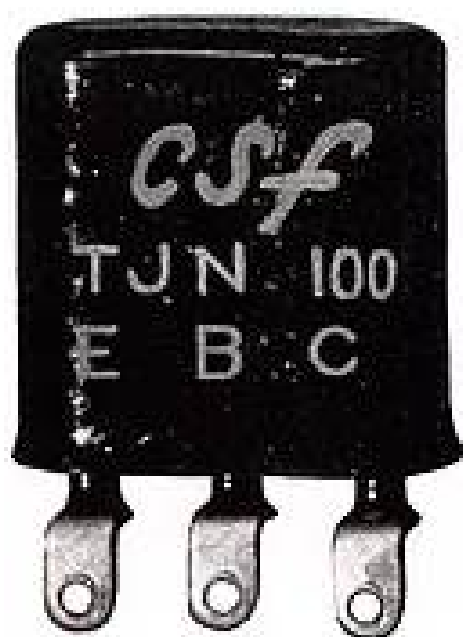
**STÉAFIX**



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

# es nouvelles TRIODES DE PUISSANCE AU GERMANIUM

## TJN 100



tendent  
le champ d'application des  
transistors

- SONORISATION
- TÉLÉCOMMANDE
- CONVERTISSEUR DE COURANT

DOMAINE DE PUISSANCE DE  
QUELQUES WATTS A PLUSIEURS  
DIZAINES DE WATTS

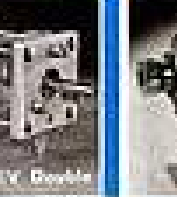
**CSF**

COMPAGNIE GÉNÉRALE DE T.S.F.  
79, BOULEVARD HAUSSMANN  
PARIS - 8<sup>e</sup> - ANJOU 84-60



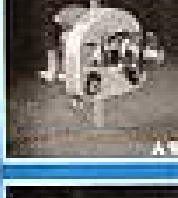
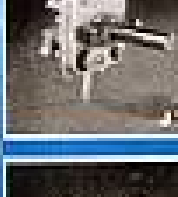












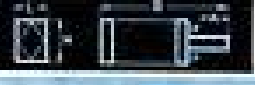

### CARACTÉRISTIQUES ÉLECTRIQUES ET MÉCANIQUES

| Type      | Capacité nominale | Capacité réelle | Temps de commutation | Force de maintien | Force de libération | A   | B   | M   | S   | Notes    |
|-----------|-------------------|-----------------|----------------------|-------------------|---------------------|-----|-----|-----|-----|----------|
| BCL       | 100               | 100             | 100                  | 100               | 100                 | 100 | 100 | 100 | 100 | Standard |
| DCL       | 100               | 100             | 100                  | 100               | 100                 | 100 | 100 | 100 | 100 | Standard |
| BAL       | 100               | 100             | 100                  | 100               | 100                 | 100 | 100 | 100 | 100 | Standard |
| BA        | 100               | 100             | 100                  | 100               | 100                 | 100 | 100 | 100 | 100 | Standard |
| EV        | 100               | 100             | 100                  | 100               | 100                 | 100 | 100 | 100 | 100 | Standard |
| EV Double | 100               | 100             | 100                  | 100               | 100                 | 100 | 100 | 100 | 100 | Standard |
| CTU       | 100               | 100             | 100                  | 100               | 100                 | 100 | 100 | 100 | 100 | Standard |
| BFL       | 100               | 100             | 100                  | 100               | 100                 | 100 | 100 | 100 | 100 | Standard |
| BPD       | 100               | 100             | 100                  | 100               | 100                 | 100 | 100 | 100 | 100 | Standard |
| AB        | 100               | 100             | 100                  | 100               | 100                 | 100 | 100 | 100 | 100 | Standard |
| ABT       | 100               | 100             | 100                  | 100               | 100                 | 100 | 100 | 100 | 100 | Standard |
| JVL       | 100               | 100             | 100                  | 100               | 100                 | 100 | 100 | 100 | 100 | Standard |
| DV        | 100               | 100             | 100                  | 100               | 100                 | 100 | 100 | 100 | 100 | Standard |
| DV Double | 100               | 100             | 100                  | 100               | 100                 | 100 | 100 | 100 | 100 | Standard |











ATELIERS RENÉ HALFTERMAYER

33, rue Faidherbe, MONTREUIL-BOIS (Seine)

TELEPHONE 2000





# DIODES A JONCTION DE PUISSANCE AU GERMANIUM

PAR

B. DREYFUS-ALAIN

*Ingénieur-Docteur*

*Ingénieur E.S.P.C.I.*

*à la Compagnie Française Thomson-Houston*

Une des principales critiques faites à l'encontre des éléments à base de germanium et des diodes à jonction en particulier, a trait à leur sensibilité à toute variation de température. Aussi, avons-nous pensé qu'il était utile de donner quelques indications concernant l'évolution des caractéristiques d'une jonction, en fonction de la température.

Rappelons, avant de présenter quelques résultats de mesures faites dans ce sens, que les techniciens ont entrepris de nombreuses études pour se soustraire aux effets thermiques nuisibles. Nous ne ferons que signaler ici, celles qui ont été conduites pour mettre en œuvre de nouveaux matériaux semi-conducteurs. Mais attendu que les recherches dans ce sens sont à peine amorcées et que l'avenir reste encore incertain à ce sujet, il fallait pour l'immédiat permettre l'utilisation convenable des dispositifs actuellement disponibles. Ceci peut se faire soit par l'étude de circuits appropriés (cas des transistors), soit par des conditions d'utilisation convenablement choisies pour éviter que les dispositifs s'échauffent et assurer ainsi leur sécurité de fonctionnement donc leur durée de vie.

La seconde partie de cet article consacrée plus précisément aux diodes à jonction de puissance au germanium, montre bien qu'on a su non seulement vaincre, mais encore maîtriser totalement ce facteur thermique. Ainsi peut-on mettre à la disposition de l'utilisateur une gamme très étendue de dispositifs au germanium, aux caractéristiques remarquables et de durée de vie pratiquement illimitée.

Evolution de la caractéristique statique inverse d'une jonction au germanium, en fonction de la température.

1° POUR DES DIODES A JONCTION NE DÉBITANT PAS DE COURANT.

On peut suivre facilement l'évolution de la caractéristique statique inverse en fonction de la température. Les courbes de la figure 1 rassemblent quel-

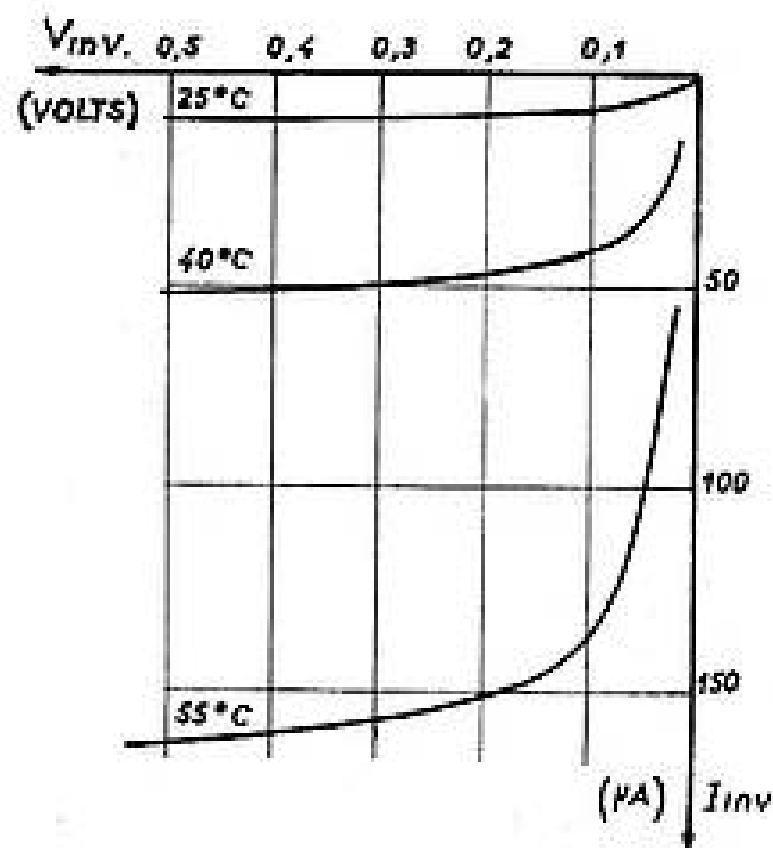


FIG. 1.

ques résultats de mesures effectuées au voisinage de l'origine entre 25°C et 55°C de température ambiante.

Mais cette façon d'opérer n'apporte pas beaucoup d'enseignement car elle permet seulement de vérifier la loi bien connue, prévue théoriquement, à savoir que le courant inverse double de valeur quand la température augmente de 11°C. Ce qui nous paraît plus instructif, est de suivre l'évolution d'un point de la caractéristique inverse pris sur le palier de saturation pour plusieurs diodes. Ainsi en portant son attention sur des diodes 1N92 et en suivant le courant inverse pour une tension continue de -45 Volts, on peut tracer la loi de variation du courant inverse en fonction de l'inverse de la température. Cette loi à allure exponentielle peut être représentée par des courbes d'après l'équation  $\log I = f \frac{1}{T}$ .

Pour trois diodes 1N92 sur lesquelles ces mesures ont été faites, on constate, figure 2, un assez bon parallélisme de leurs évolutions.

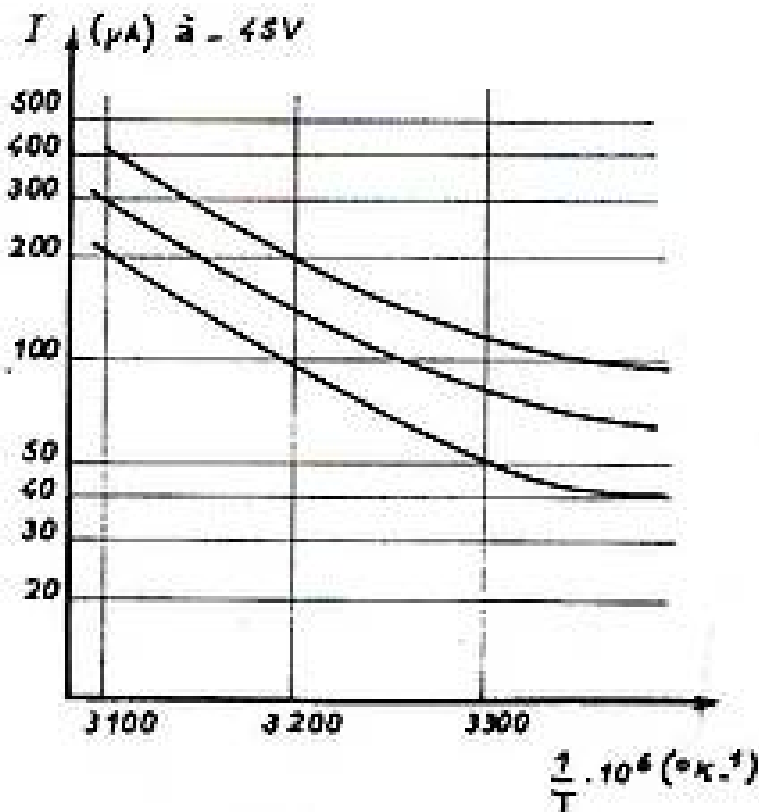


FIG. 2.

2° POUR DES DIODES A JONCTION FONCTIONNANT A LA LIMITE DE LEURS POSSIBILITÉS NORMALES.

La même évolution que ci-dessus a été suivie sur les diodes en fonctionnement sous leur tension crête maximum et avec un débit maximum. Les trois mêmes diodes ont encore dans ce cas une évolution parallèle (figure 3).

Il est intéressant de comparer ces deux réseaux de courbes. Nous l'avons fait, figure 4, pour l'une de ces diodes. Du parallélisme des courbes ainsi tracées, on peut tirer un certain nombre de renseignements. Supposons la diode en fonctionnement dans les conditions maximum de débit à la température ambiante de 25°C; le courant inverse à -45 Volts est dans ces conditions de 120  $\mu A$ . Pour que la même diode fonctionnant sans débit ait à -45 Volts un courant inverse de 120  $\mu A$  il faut la

porter dans une ambiante de 30°C. On en conclut que l'élévation de température due aux pertes dans la jonction est de 5°C dans les conditions de ventilation de l'expérience. Du fait du parallélisme des

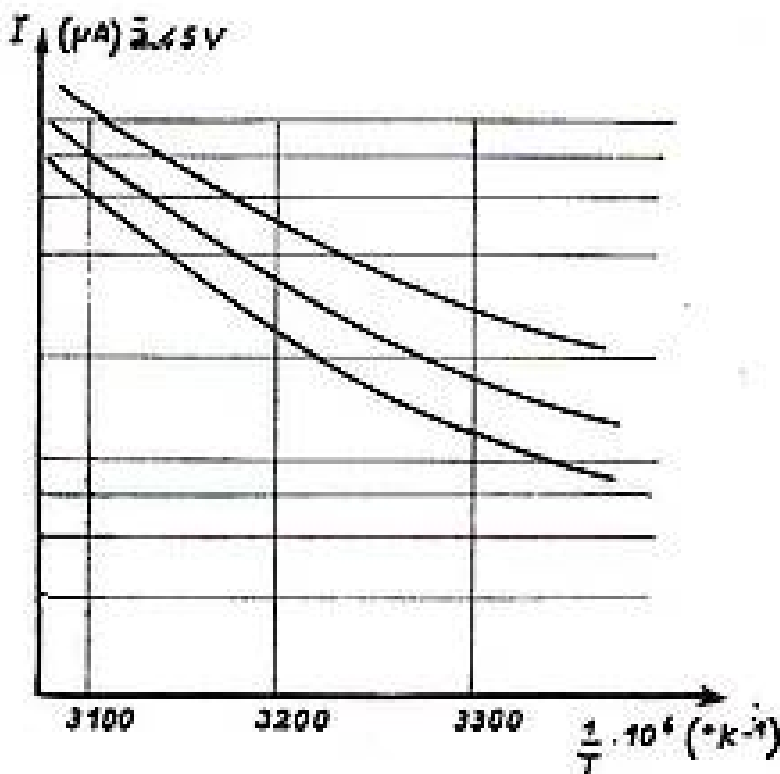


FIG. 3.

courbes, cette élévation de température reste la même dans tout le domaine de température exploré.

Le fait dominant reste que l'élévation de température est fonction des conditions d'évacuation de chaleur de la jonction.

Diodes à jonction de puissance.

Ces résultats se compliquent lorsqu'on cherche à utiliser ces diodes au maximum de leurs possibilités en puissance.

Nous avons vu que la diode en fonctionnement s'échauffait. Or, à toute élévation de température correspond une augmentation du courant inverse, donc une augmentation des pertes qui conduit automatiquement à une élévation de température. Ainsi les effets sont cumulatifs et c'est là que réside la difficulté. Il faut donc que les jonctions travaillent dans des conditions de refroidissement telles qu'on aboutisse à un état stationnaire, c'est-à-dire un état de régime où l'évacuation de chaleur par ce refroidissement soit égale à l'apport de chaleur par les pertes dans la jonction, et ceci à une température ambiante convenable.

Par température ambiante convenable nous entendons une température comprise entre 25°C et 55°C. C'est dans ce domaine que nous avons donné toutes les courbes précédentes. Pour bien faire comprendre l'importance de cette limitation à 55°C reprenons les courbes de la figure 4 dans un domaine de température plus large (figure 5).

Alors que les courbes restent parallèles entre 25°C et 55°C on observe brusquement au-dessus de 55°C la divergence de ces courbes. Cela signifie que les effets cumulatifs dont nous parlions ci-dessus deviennent importants au-dessus de 55°C. Ils sont maîtrisables jusqu'à 75°C mais deviennent

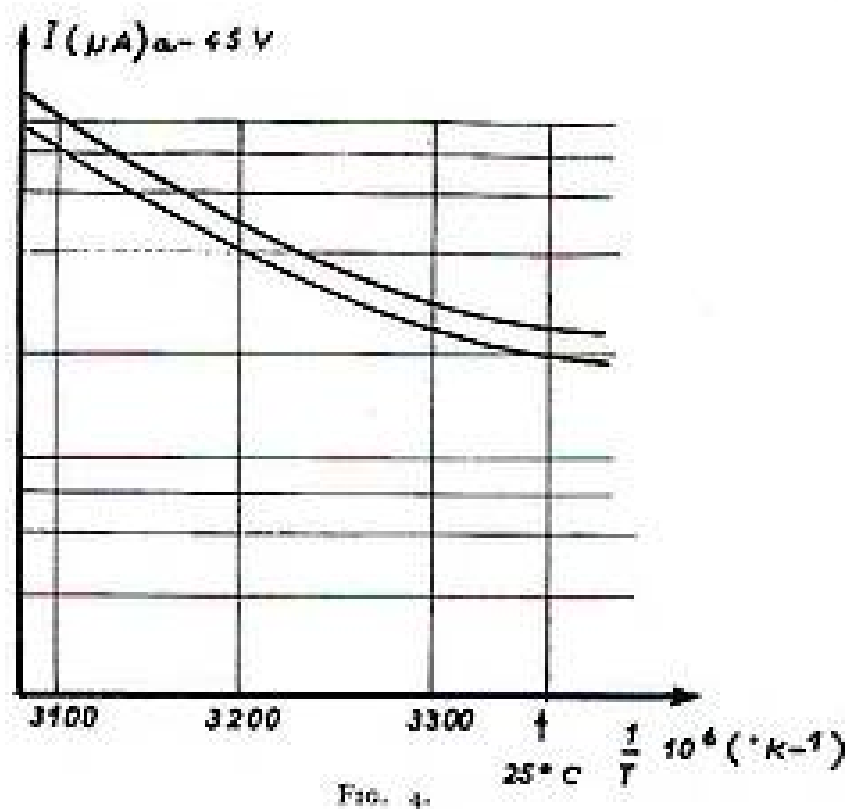


FIG. 4.

considérables au-dessus et risquent alors d'être destructifs.

Ainsi les diodes à jonction de puissance comme les diodes à jonction simples ne peuvent fonctionner qu'en-dessous d'une ambiante de  $55^{\circ}C$ . D'autre part, le fonctionnement en puissance nécessite un refroidissement. On obtient un bon refroidissement simplement en augmentant la surface de base sur laquelle est soudée la jonction. A titre d'exemple, une diode à jonction capable de redresser 200 Volts crête en débitant 100 mA avec une base de  $1\text{ cm}^2$  environ, pourra redresser la même tension mais débiter 500 mA si la surface de base est portée à  $15\text{ cm}^2$  environ. Dans ce domaine de puissance il est habituel de travailler en atmosphère calme non ventilée.

Redresseurs de moyenne puissance au germanium.

Plus aucun obstacle n'empêchait alors le constructeur de fabriquer des montages redresseurs suivant les schémas classiques, à l'aide de ces diodes à jonction sur ailettes de refroidissement et par empilement de celles-ci. C'est ainsi que la Compagnie Française Thomson-Houston est à même de proposer à l'utilisateur 161 montages standards de ces ailettes empilées. Ces montages correspondent aux 8 schémas les plus courants, à savoir : demi-onde, doubleur point-milieu, en pont, en pont pour amplificateur magnétique, triphasé demi-onde, triphasé en pont et triphasé en étoile.

Les avantages présentés par ces redresseurs de moyenne puissance au germanium sur les autres redresseurs secs sont incontestables : volume et poids réduits de 75 %, pertes réduites de 30 % au minimum, meilleure stabilité aux vibrations, pas de vieillissement, réduction du nombre des montages grâce à l'utilisation de montages standards.

L'utilisation de ces montages est très simple si l'on se conforme aux indications de montage du constructeur et aux limites d'utilisation en puissance (figure 7).

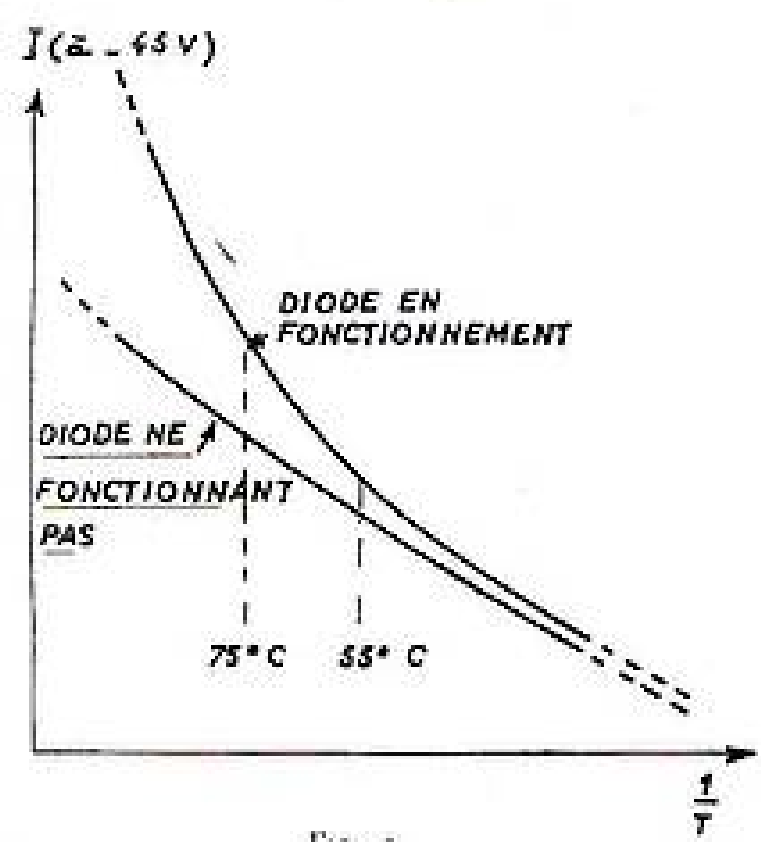


FIG. 5.

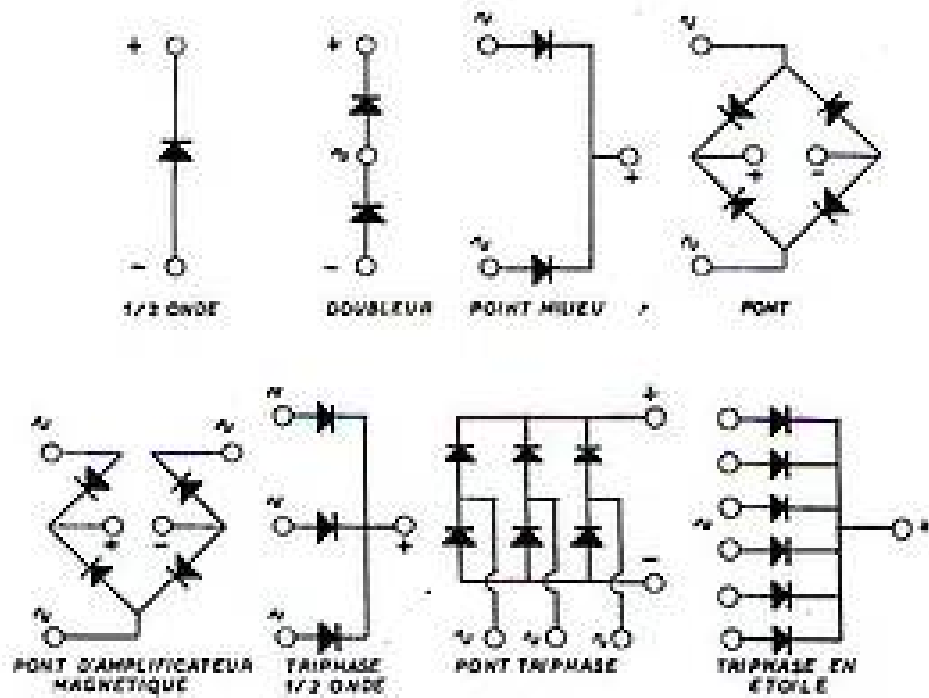


FIG. 6.

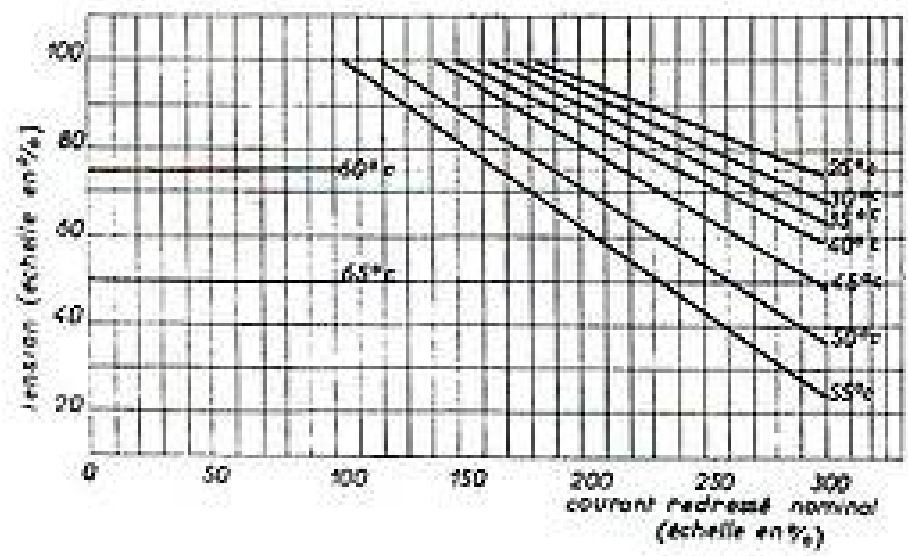


FIG. 7.

A titre d'exemple, résolvons le problème suivant : soit à réaliser un pont monophasé délivrant 175 Volts redressés et 3 ampères sur une charge résistive à une température ambiante maximum de  $40^{\circ}C$ .

Parmi les montages proposés, nous en choisirons un qui délivre 188 Volts redressés et 2 Ampères sur charge résistive à 55° C, en appliquant à l'entrée une tension alternative efficace de 210 V. Devant opérer à 40°C et non à 55°C, température limite

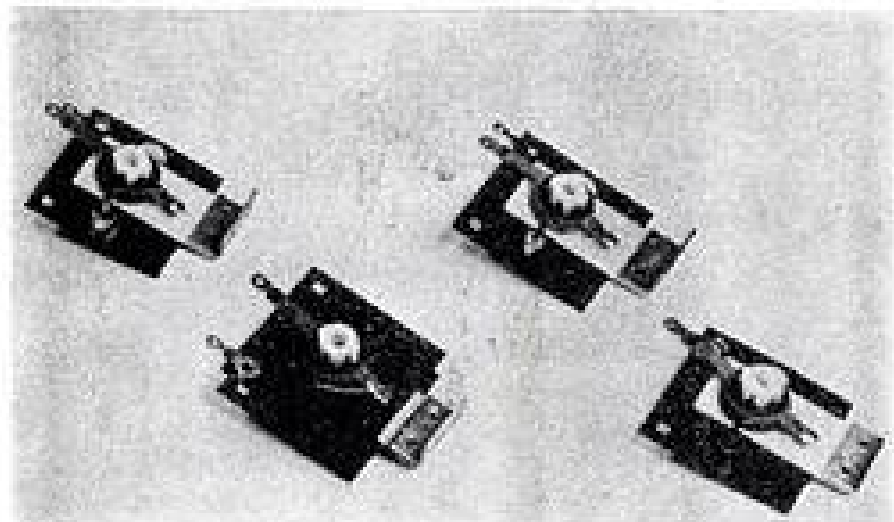


Fig. 8. — 1 N 51 - 1 N 52 - 1 N 53 et 1 N 58. Présentation sur ailette (type redresseur sec).

maximum pour laquelle tous les redresseurs sont calculés, il est possible d'utiliser ce redresseur qui est indiqué pour 2 Ampères, d'autant plus qu'il sera utilisé au-dessous de 188 Volts. En effet, nous

reportant aux courbes correspondant à la limite de fonctionnement en puissance nous trouvons qu'à 40°C et à 93% de la tension indiquée ( $\frac{175}{188} = 0,93$ ) il est possible de débiter un courant dont l'intensité est 1,65 fois l'intensité proposée soit  $1,65 \times 2 = 3,3$  A. Comme la tension de sortie nécessaire est seulement 93% de la tension indiquée, il ne sera nécessaire d'appliquer à l'entrée que  $0,93 \times 210 = 198$  Volts. Dans ces calculs on a négligé la chute de tension dans chaque cellule, ce qui est parfaitement légitime.

Ce redresseur présente un encombrement de  $63 \times 41 \times 143$  mm.

Conclusion.

Ce dernier exemple montre qu'il est simple de trouver une solution rapide aux problèmes de redressement pour des puissances moyennes. Le domaine de puissance s'étend en effet de quelques dizaines de Watts à 500 Watts environ et ceci pour des températures ambiantes inférieures ou égales à 65°C.

Aussi ces réalisations marquent une étape importante dans l'utilisation des dispositifs au germanium.

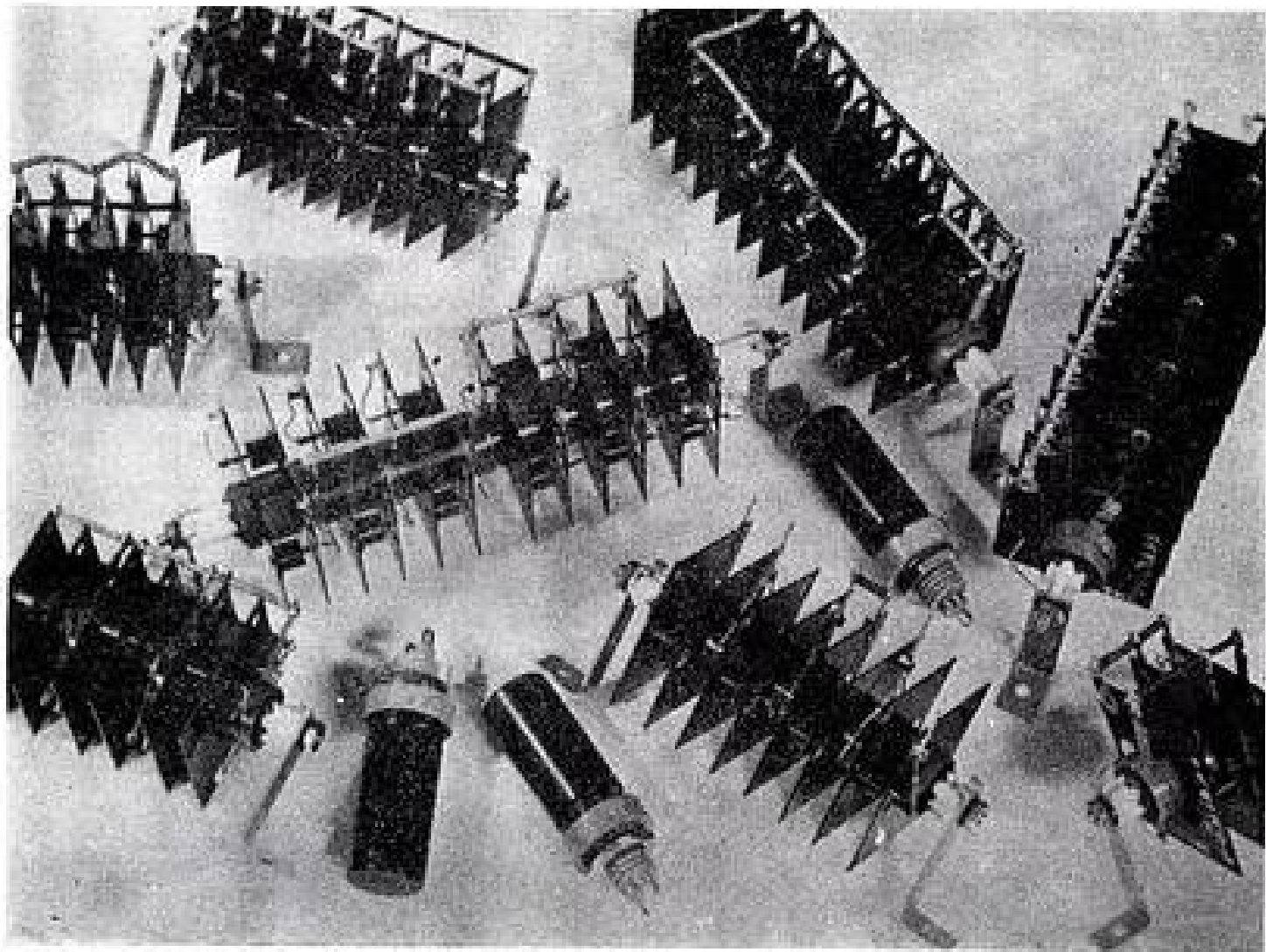


Fig. 9. — Redresseurs de moyenne puissance par empilement d'ailettes et redresseurs en tube (type électronique).

LCT

# Semi-CONDUCTEURS

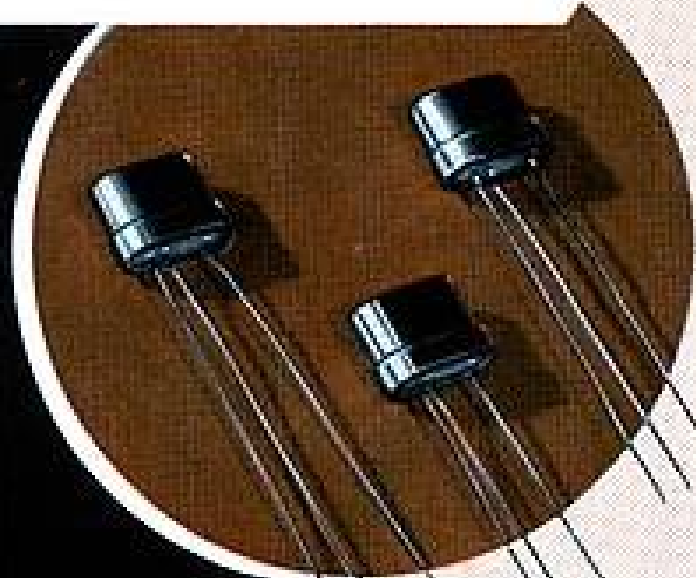
## DIODES AU GERMANIUM ET AU SILICIUM



PARMI LES DIODES A POINTES RÉALISÉES PAR LE LABORATOIRE CENTRAL DE TÉLÉCOMMUNICATIONS, ON PEUT CITER LES TYPES SUIVANTS :

| TYPE | COURANT DIRECT<br>A +1 V<br>(mA) | COURANT INVERSE (μA) A |       |       |        |        | TENSION INVERSE<br>MAX. ADMISSIBLE<br>(V) |
|------|----------------------------------|------------------------|-------|-------|--------|--------|-------------------------------------------|
|      |                                  | -10 V                  | -30 V | -50 V | -100 V | -150 V |                                           |
| Z    | 1,5                              |                        | 300   |       |        |        | 40                                        |
| A    | 5                                | 50                     |       | 800   |        |        | 60                                        |
| B    | 5                                | 10                     |       |       | 625    |        | 100                                       |
| C    | 3                                |                        |       |       | 200    | 800    | 150                                       |

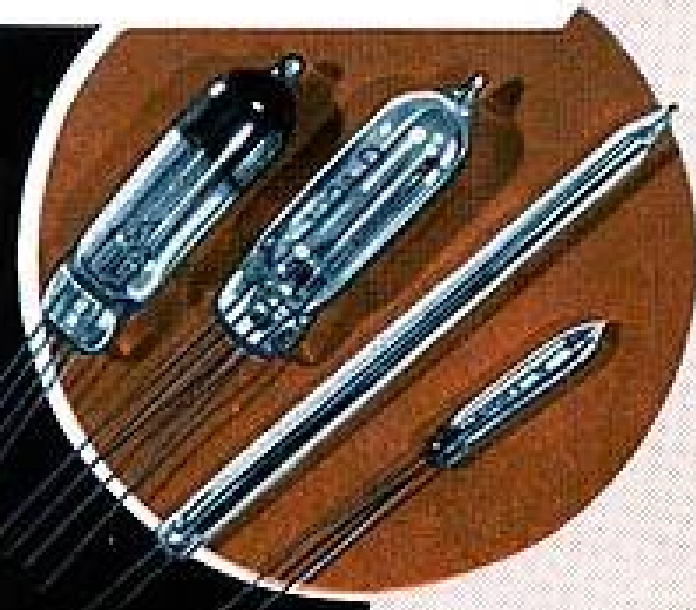
## TRANSISTORS A JONCTION



PARMI LES TRANSISTORS N.P.N. FABRIQUÉS PAR LE LABORATOIRE CENTRAL DE TÉLÉCOMMUNICATIONS, ON PEUT CITER :

| TYPE | FRÉQUENCE DE<br>COURURE TYPIQUE<br>(MHz) | GAIN DE<br>COURANT TYPIQUE | PUISSANCE DISSIPÉE<br>MAX. ET COURANT DE<br>FUITE MAXIMUM |
|------|------------------------------------------|----------------------------|-----------------------------------------------------------|
| 3604 | 0,8                                      | 0,93                       | Pour tous les<br>types                                    |
| 3607 | 0,8                                      | 0,97                       | 50 mW et 10 μA                                            |
| 3609 | 1,8                                      | 0,97                       | respectivement                                            |

## THERMISTORS



Ces résistances à fort coefficient de température négatif, enfermées dans des ballons de verre sous vide ou sous atmosphère gazeuse peuvent être munies d'un enroulement chauffant.

Les principaux types sont :

- 3001 et 3005 sous atmosphère gazeuse
- 3002 sous vide avec enroulement chauffant
- 3004 sous atmosphère gazeuse avec enroulement chauffant

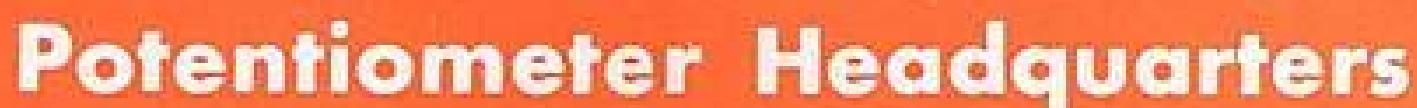
Dans chaque type, il existe toute une série de thermistors dont la valeur de la résistance à 20° s'échelonne de 500.000 Ohms à 500 Ohms.

LCT

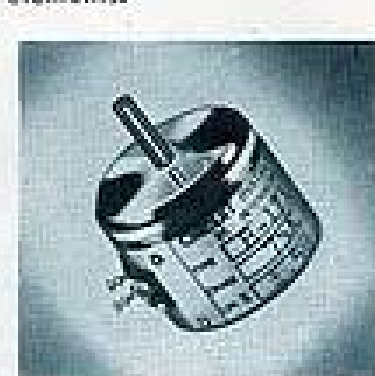
LABORATOIRE CENTRAL DE TÉLÉCOMMUNICATIONS

46, AVENUE DE BRETEUIL, PARIS (VII<sup>e</sup>) - TÉL. : SÉCUR 90-00





|                                                                                       |                                                                                     |                                                                              |                                                                                                               |                                                                                            |
|---------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>TYPE H</b> — Dispositif d'arrêt breveté, commun à tous les potentiomètres I. R. C. | <b>TYPE BB</b> — Sur roulement à billes, faible couple, servo-moteur computer, etc. | <b>TYPE SM</b> — A encombrement réduit, bobine en fil d'alliage particulier. | <b>TYPE WW</b> — Résistance bobinée de très grande précision. Tolerance 1 % à 0,05 % de 0,1 ohm à 12 mégohms. | <b>TYPE HP</b> — Très grande précision, faible couple, accouplement possible, 10 éléments. |
|---------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|

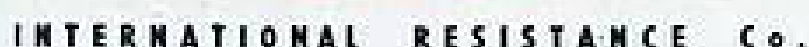


**TYPE HS** — Tropicalisé en atmosphère azotée, hermétique 100.

**TYPE MS** — Etanchéité particulière à l'épreuve des poussières et moisissures.

**TYPE HT** — Stable jusqu'à 150° de température ambiante.

**TYPE CP** — A embrayage magnétique d'axe.



**DISTRIBUTEUR EXCLUSIF FRANCE & U.F.**  
**RADIO ÉQUIPEMENTS**  
PARIS-2° - TÉL. RIC. 49-88  
65, RUE DE RICHELIEU

# TOUTE LA GAMME DES SYNCHROS

POUR LES PROBLÈMES DE :

téléindication  
télécommande  
asservissement  
servomécanisme



LORSQU'IL S'AGIT DE :

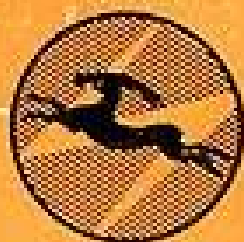
détecter  
contrôler  
commander  
asservir

UN ÉLÉMENT CONSTITUÉ PAR :

un déplacement  
un angle  
une vitesse  
une phase

## PRECILEC

## vous propose



SES APPAREILS SYNCHROS  
TRANSMETTEURS  
ET RÉCEPTEURS DE  
TÉLÉAFFICHAGE  
SYNCHRODÉTECTION  
SIMPLES OU DIFFÉRENTIELS

SES VARIOMÈTRES  
DÉPHASEURS  
TRANSFORMATEURS DE COORDONNÉES  
PHASEMÈTRES

SES GÉNÉRATRICES TACHYMÉTRIQUES  
SES GÉNÉRATRICES ET MOTEURS  
DIPHASÉS D'ASSERVISSEMENT

SES ENSEMBLES :  
BLOC MOTEUR GÉNÉRATRICE  
BLOC D'ASSERVISSEMENT



## PRECILEC

TÉL. LAB. 15-64

35, RUE DE LA BIENFAISANCE, PARIS (8<sup>e</sup>)



# LES REDRESSEURS DE PUISSANCE AU GERMANIUM

PAR

M. SASSIER

*Ingénieur E.S.P.C.I.  
à la Compagnie Française Thomson-Houston*

## I. Introduction.

On sait que l'utilisation récente du germanium a conduit à la réalisation de dispositifs très intéressants capables de supplanter, dans certains cas, les tubes électroniques classiques. C'est ainsi que du point de vue de l'encombrement, de la consommation d'énergie et de la durée de vie, les diodes au germanium et les transistors présentent des avantages indéniables sur les tubes à vide.

Mais une autre application du germanium est en mesure de prendre une place importante en électronique : les redresseurs de puissance susceptibles de fournir plusieurs kilowatts par élément. Comme pour les dispositifs cités plus haut, on retrouve les mêmes avantages : encombrement réduit comparativement aux redresseurs secs actuels de même puissance (oxycuivre — sélénium), rendement excellent, très longue durée de vie et grande stabilité.

## II. Quelques généralités sur les redresseurs à jonction.

Les redresseurs de puissance au germanium sont basés sur l'exploitation du même phénomène que les diodes à jonction. Sans revenir sur la théorie des semi-conducteurs que nous supposons connue, rappelons-en quelques points essentiels.

On sait qu'un semi-conducteur de type  $n$  s'obtient en substituant à certains atomes du réseau cristallin ceux d'un élément donneur d'électrons. Ce sont pour le germanium et le silicium des éléments à cinq électrons périphériques, tels que l'antimoine, le phosphore, l'arsenic.

La conductivité de type  $p$  s'obtient par l'introduction d'éléments accepteurs d'électrons qui ont des atomes à trois électrons périphériques : gallium, indium, aluminium, bore.

Dans le premier cas, la conduction s'effectue par excès d'électrons, dans le second, par défaut d'électrons ou trous.

On appelle jonction la zone de transition entre deux régions d'un même cristal de semi-conducteur, l'une étant de type  $p$ , l'autre de type  $n$ . C'est dans son voisinage immédiat que se produisent les phénomènes auxquels on doit les propriétés de redressement. En particulier le phénomène de diffusion des porteurs d'une région vers l'autre provoque la création d'une barrière de potentiel qui s'oppose à la poursuite de cette diffusion. On aboutit à un état d'équilibre dans lequel le potentiel de la région de type  $n$  est supérieur à celui de la région  $p$ .

Si on applique une tension extérieure  $V$  dans un sens tel que la région  $n$  devienne plus positive par rapport à la région  $p$ , la hauteur de la barrière est augmentée et toute diffusion des porteurs est annulée. On est dans le sens « bloquant ».

En inversant le sens de  $V$ , on favorise la diffusion par abaissement de la barrière de potentiel. On est dans le sens « passant ».

Par conséquent, dans le cas des redresseurs au germanium fabriqués à la Compagnie Française Thomson-Houston, et décrits ci-après, le sens passant, dans le cristal, sera dirigé de l'indium vers le germanium.



## III. Fabrication des redresseurs de puissance.

## a) PRINCIPE.

La méthode généralement utilisée pour réaliser une jonction consiste à faire diffuser dans un semi-conducteur d'un type de conductivité déterminé, un élément qui, en tant qu'impureté, donne une conductivité de type opposé, par exemple l'indium dans le cas du germanium type *n*.

Le mécanisme par lequel s'effectue la diffusion de l'indium dans le cristal peut être déduit du diagramme de solubilité *In - Ge* représenté sur la figure 1.

Quand l'indium fond, le germanium avec lequel il est en contact se dissout; la température et la

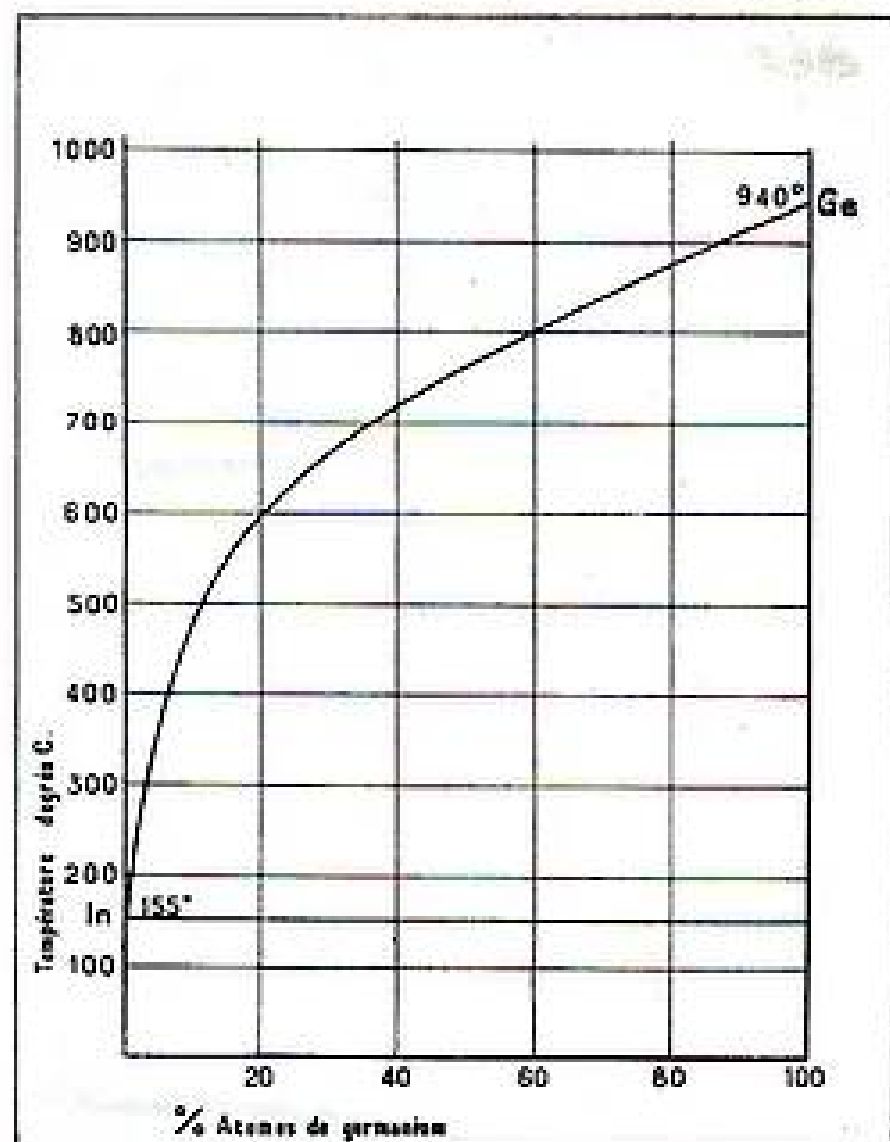


FIG. 1.

concentration s'élèvent progressivement, le point représentatif se déplaçant sur la courbe. Lorsque la température imposée par le dispositif de chauffage est atteinte, la pénétration de l'indium est beaucoup plus lente, car on obtient une solution saturée en germanium. Si on trace la courbe représentant la concentration relative en indium en fonction de la profondeur dans le cristal, on obtient le diagramme de la figure 2. Dans la région supérieure, on est en présence d'un alliage indium-germanium qui a plus les propriétés d'un métal que celles d'un semi-conducteur de type *p*. Puis la concentration en indium décroît très rapidement jusqu'à équilibrer la concentration en impuretés du semi-conducteur de type *n*. On se trouve au niveau de la jonction.

Du point de vue pratique, on retiendra l'importance des facteurs suivants : température, durée de chauffage, quantité relative d'indium.

## b) TECHNOLOGIE.

Le matériau de base est un monocristal de germanium découpé en lamelles d'environ 1 mm d'épaisseur. Pour éliminer la couche perturbée par le sciage, on procède à un polissage suivi d'une attaque chimique superficielle.

Ainsi préparés, les cristaux de germanium sont soudés à l'étain sur une base métallique étamée.

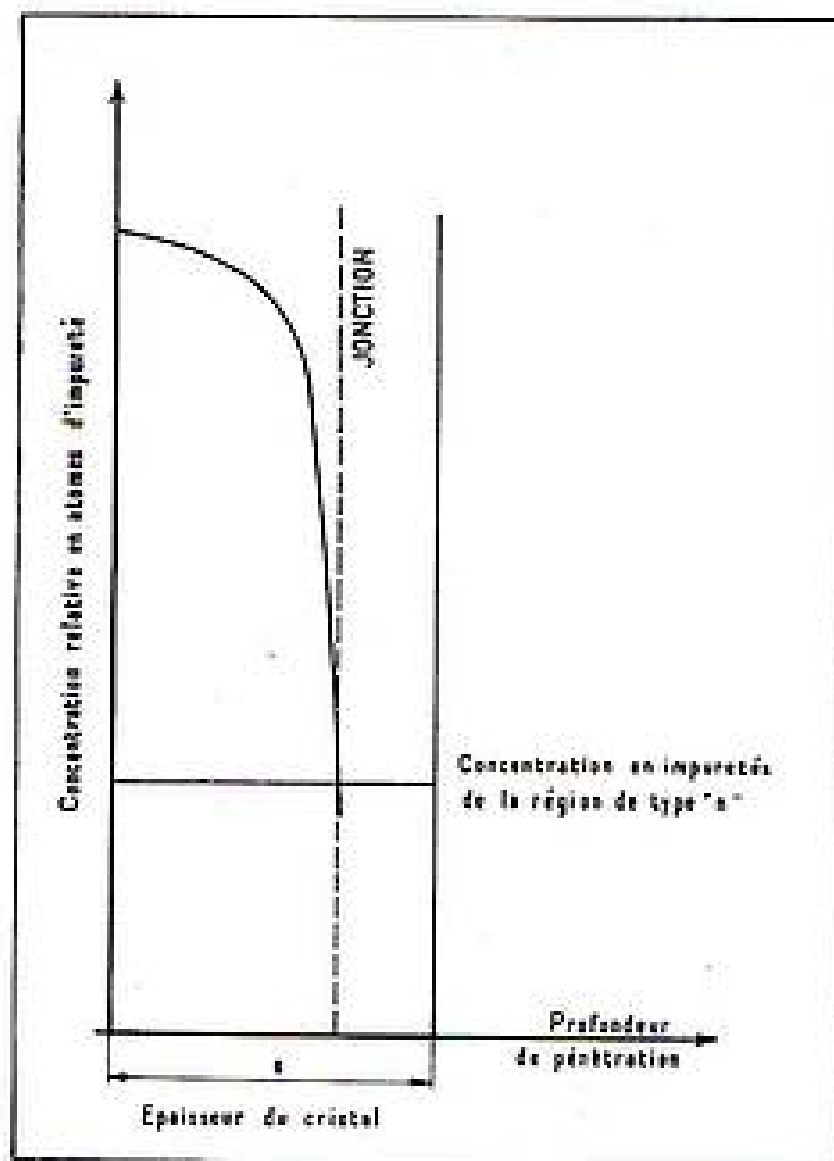


FIG. 2.

Toutes précautions doivent être prises pour obtenir un mouillage parfait du cristal par l'étain; les opérations qui se font à température élevée ont lieu en atmosphère neutre ou réductrice.

Une électrode recouverte d'indium est posée sur le cristal.

On chauffe l'empilage obtenu, à une température et pendant une durée qui dépendent de la surface de diffusion et de l'épaisseur de germanium, facteurs liés à la quantité relative d'indium par rapport au germanium. La détermination précise de ces données

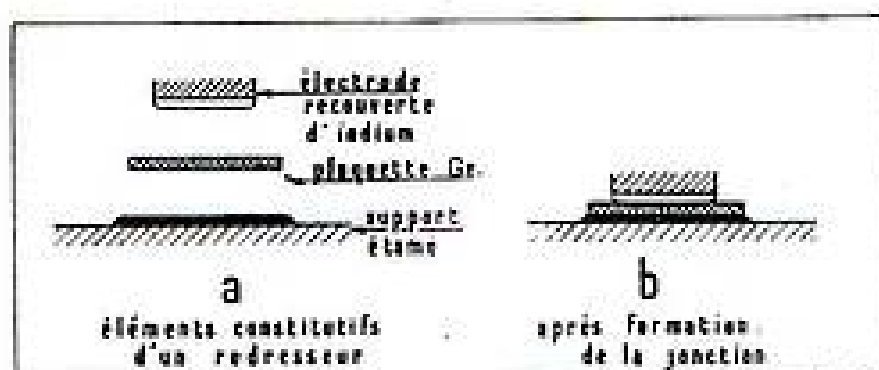


FIG. 3.— Schéma de principe pour la réalisation d'un redresseur.



doit être faite empiriquement par contrôle des caractéristiques obtenues et par observation des phénomènes correspondant aux cas extrêmes. En général, un chauffage excessif ou une trop grande quantité d'indium provoquent une pénétration rapide et totale avec court-circuit à travers le germanium.

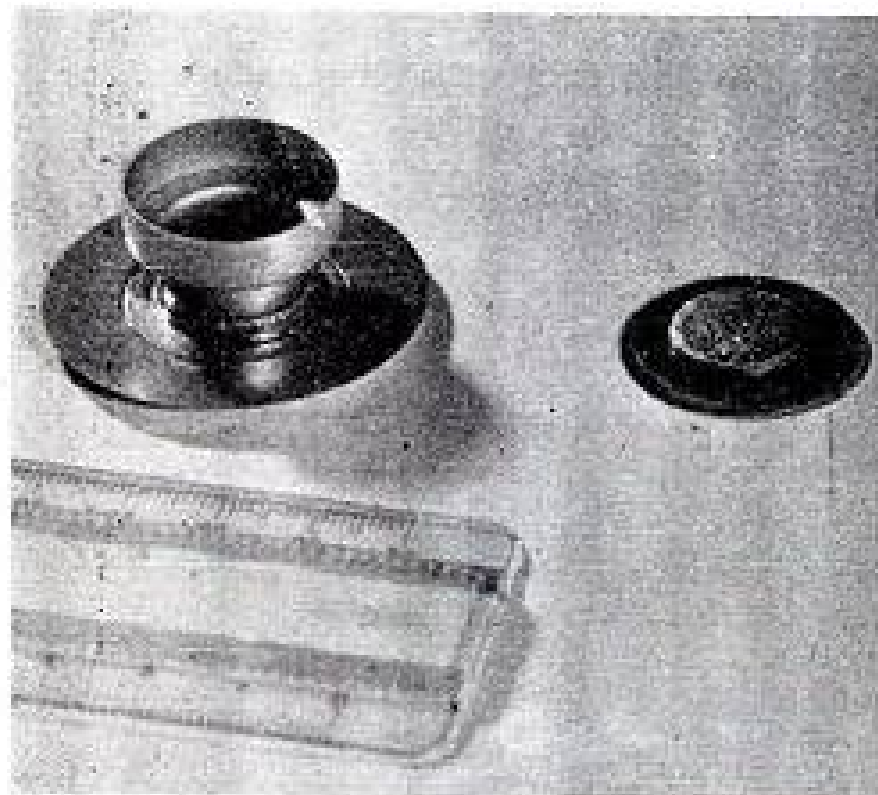


FIG. 4.  
Éléments redresseurs avant fermeture

Un chauffage insuffisant ou trop peu d'indium conduisent à de mauvaises caractéristiques directes.

Signalons comme étant d'une grande importance la nécessité d'opérer avec des métaux très purs. Toutes les manipulations sont effectuées dans les meilleures conditions de propreté et même les gaz doivent subir une purification avant emploi.

Dans certains cas, les traitements précités sont encore insuffisants pour faire apparaître les caractéristiques de la jonction, car il existe une couche superficielle qui présente des phénomènes de recombinaison importants et court-circuite en quelque sorte la jonction. On l'élimine par un polissage électrolytique qui a pour effet de décaper la jonction et d'en révéler les propriétés.

Une autre difficulté intervient dans le cas des jonctions de grande surface : c'est l'obtention de plaquettes de germanium sans aucun défaut et parfaitement homogènes. La moindre imperfection du réseau cristallin de quelque origine soit-elle (cristallisation, sciage, polissage) favorise la pénétration locale de l'indium en risquant de produire un court-circuit, ou bien ce défaut est accentué par les traitements de polissage électrolytique et de décapage, créant des fissures et des piqûres dans le cristal.

#### c) MONTAGE.

L'élément ainsi obtenu est très sensible d'une part aux corps étrangers venant en son contact (poussières, humidité) et d'autre part à tout échauffement exagéré qui modifie fâcheusement ses caractéristiques.

Deux précautions sont nécessaires : enfermer le redresseur dans une enceinte étanche, et lui adjoindre un dispositif de refroidissement. On peut voir sur les figures 5 et 6 deux solutions utilisées : Enveloppe métallique avec anneau isolant en verre et refroi-

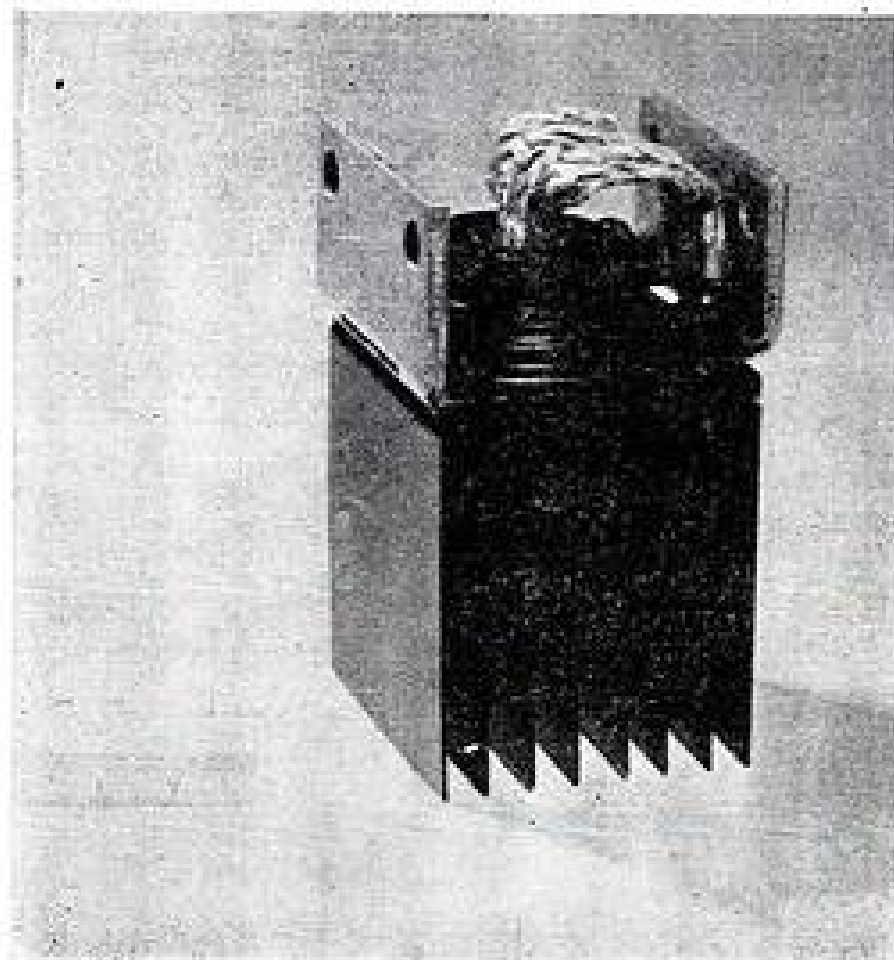


FIG. 5.

disseur à ailettes (pour ventilation forcée) ; Enrobage et plaque de refroidissement unique (pour ventilation naturelle).

La puissance des éléments de la figure 5 peut atteindre plusieurs kilowatts lorsqu'ils sont ventilés de manière efficace. Le refroidissement par convection naturelle des plaques de la figure 6 ne leur assure

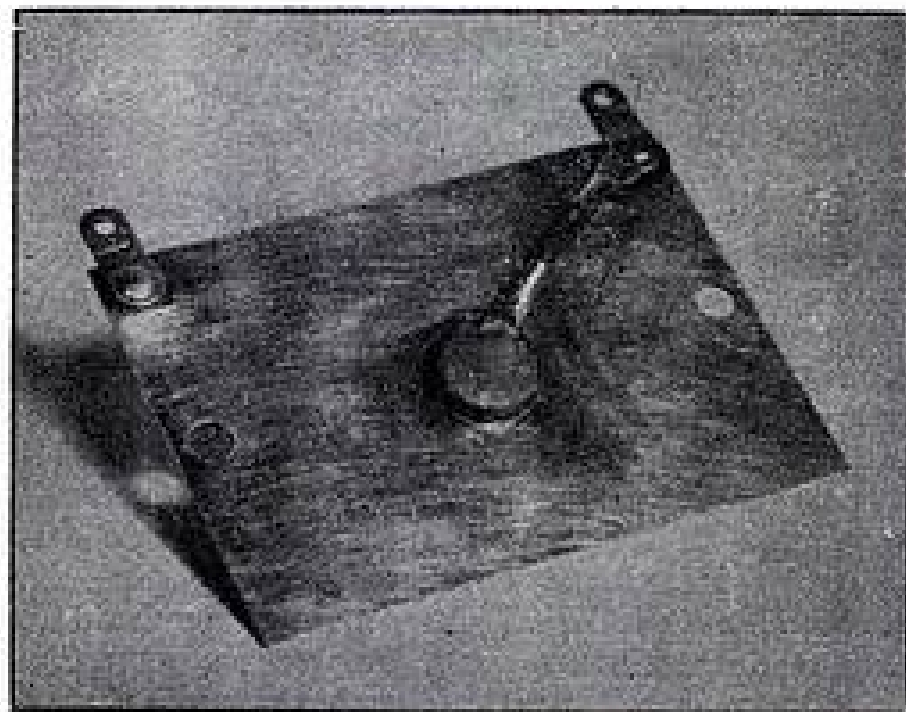


FIG. 6.

qu'une puissance limitée à quelques centaines de Watts.

#### IV. Caractéristiques des redresseurs de puissance au germanium.

##### a) GÉNÉRALITÉS.

Les propriétés idéales d'un redresseur seraient de laisser passer le courant dans un sens, sans chute de tension interne, tout en présentant une résistance infinie à son passage dans l'autre sens, quelle que soit la tension appliquée. De telles caractéristiques sont irréalisables pratiquement, mais il est possible de déterminer théoriquement les limites que l'on peut espérer atteindre en s'appuyant sur la théorie des semi-conducteurs.

L'analyse mathématique des phénomènes montre que pour une transition graduelle entre deux régions  $n$  et  $p$  sans interposition entre elles de région quasi intrinsèque, le courant à travers la jonction est de la forme :

$$I = I_0 (e^{\frac{qV}{kT}} - 1)$$

où :

$I_0$  = terme correspondant à la somme des courants des porteurs de chaque type engendrés par agitation thermique,

$V$  = tension appliquée (signe + si on est dans le sens passant, signe - dans le sens inverse),

$q$  = charge de l'électron,

$k$  = constante de Boltzmann,

$T$  = température absolue.

Il en résulte que : dans le sens passant la densité de courant croît indéfiniment et exponentiellement avec la tension appliquée ; dans le sens inverse le terme exponentiel devenant rapidement négligeable devant 1, le courant tend vers une valeur limite

En fait, la théorie qui aboutit à ces résultats comporte des approximations ; d'autres limitations interviennent et ne sont accessibles qu'à condition d'apporter un certain nombre de corrections.

Dans le sens passant, la mobilité des porteurs diminue lorsque leur concentration augmente, et parallèlement les méthodes de calcul doivent être modifiées pour se rapprocher du cas de dégénérescence. Il apparaît dans ces conditions une tendance à la saturation du courant direct vers quelques milliers d'ampères par  $\text{cm}^2$ .

Dans le sens inverse, la théorie et l'expérience font apparaître une tension de claquage dont la valeur calculée est, en volts :

$$V = \frac{4 \cdot 10^{-4}}{C}$$

$C$  désignant la concentration atomique relative des impuretés dans la région de transition.

Les conditions techniques ne permettent guère d'envisager des degrés de pureté suffisants pour dépasser 1 000 volts de tension de claquage. Quant à la densité de courant direct, quelques centaines

d'ampères par  $\text{cm}^2$  semblent une limite raisonnable étant donné les difficultés rencontrées pour éviter un échauffement trop important de la jonction.

C'est le principal défaut des redresseurs au germanium d'être très sensibles à toute élévation de température. Pratiquement, on ne peut les utiliser au-dessus de  $70^\circ\text{C}$ .

##### b) CARACTÉRISTIQUES STATIQUES DES ÉLÉMENTS REDRESSEURS.

On a représenté sur les figures 7 et 8 les caractéristiques inverses et directes de redresseurs à jonc-

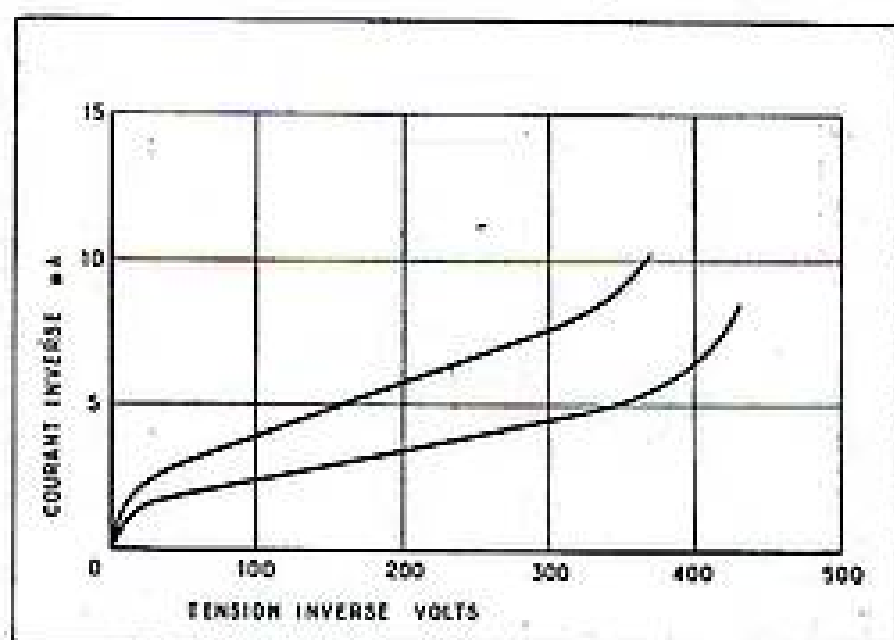


Fig. 7.

tion de  $0,25 \text{ cm}^2$  montés sur ailettes multiples. Le courant inverse à - 300 volts est inférieur à 10 mA et la chute de tension dans le sens direct est infé-

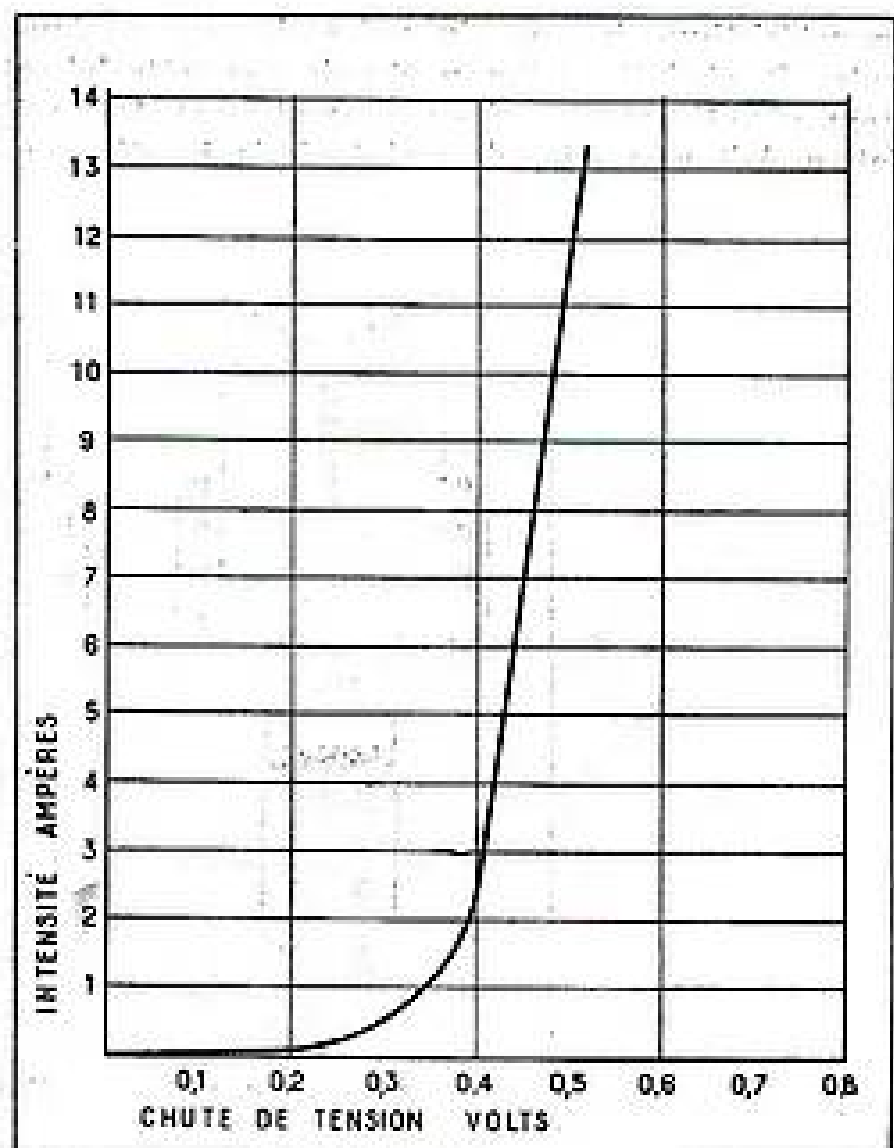


Fig. 8.

rieure à 0,65 volt pour 15 ampères. La tension de claquage est supérieure à 300 volts et, dans certains cas, dépasse 400 volts.

Des jonctions dont la surface s'échelonne entre 0,25 et 2 cm<sup>2</sup> ont été réalisées ; leurs caractéristiques inverses sont du même type et la chute de tension directe à intensité égale est plus faible pour les grandes surfaces.

### c) INFLUENCE DE LA TEMPÉRATURE.

Le courant inverse augmente quand la température croît et théoriquement l'intensité double tous les 11°. La figure 9 montre l'évolution de la

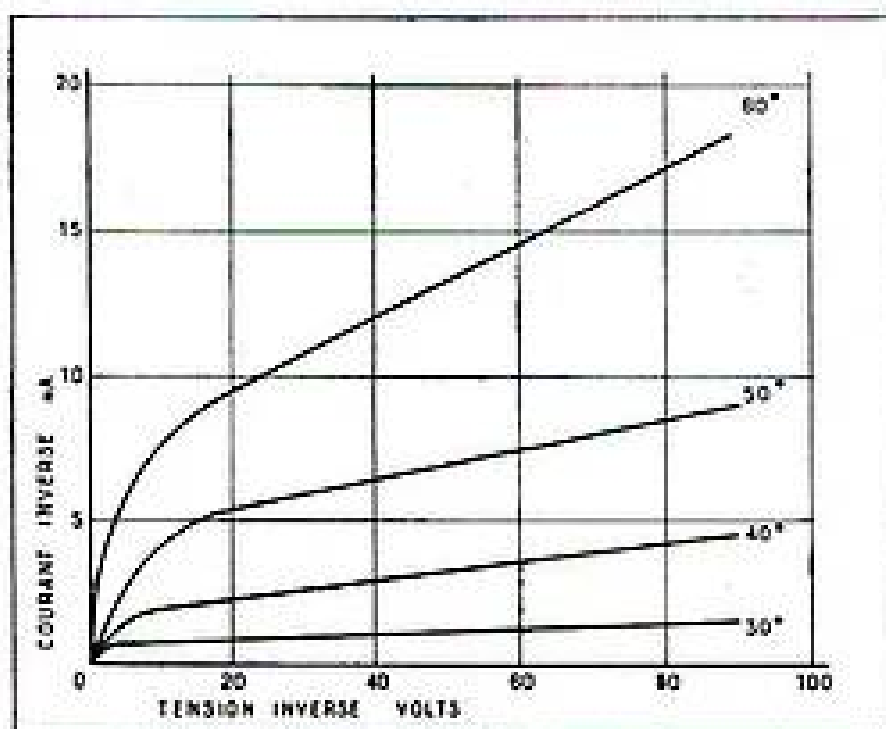


FIG. 9.

caractéristique inverse du point de vue statique, entre 30 et 60°C et l'on peut voir que cette loi est approximativement vérifiée. Normalement, la ventilation doit permettre de maintenir la jonction au-

dessous de 60° en régime permanent. On y parvient, pour une densité de courant de l'ordre de 50 A/cm<sup>2</sup>, en envoyant de l'air à la vitesse de 5 mètres/seconde sur les ailettes du refroidisseur. Dans ces conditions, des jonctions de 1,5 cm<sup>2</sup> peuvent débiter dans un montage en pont triphasé un courant redressé de 75 A par élément en leur appliquant une tension efficace de 50 à 60 Volts.

### d) ENSEMBLES REDRESSEURS. — PERFORMANCES.

Les éléments qui ont été présentés dans les chapitres précédents sont destinés à entrer dans des montages industriels dont on connaît les différents groupements monophasés et triphasés. Ils ont permis dans un dispositif en pont triphasé de faire débiter de façon permanente un groupe d'essai sous 65 volts et 150 ampères continus sans aucun signe de détérioration. D'autres essais sont en cours pour des puissances plus importantes.

Signalons quelques difficultés en ce qui concerne le groupement en parallèle ou en série de plusieurs éléments ; cette opération exige une sélection en raison des légères différences de courant direct ou inverse correspondant aux mêmes tensions appliquées. C'est pour cette raison qu'on adopte généralement les montages de la figure 10 dans lesquels le transformateur comporte plusieurs groupes d'enroulements secondaires. Ils permettent d'atteindre des puissances importantes atteignant 25 kW sous 65 V et 400 A ou sous 125 V et 200 A suivant le mode de groupement (série ou parallèle).

### e) QUELQUES AUTRES PROPRIÉTÉS.

C'est en comparant le redresseur au germanium aux redresseurs secs de type courant que l'on constate certains avantages intéressants.

— *Encombrement très réduit.* Ceci tient en grande

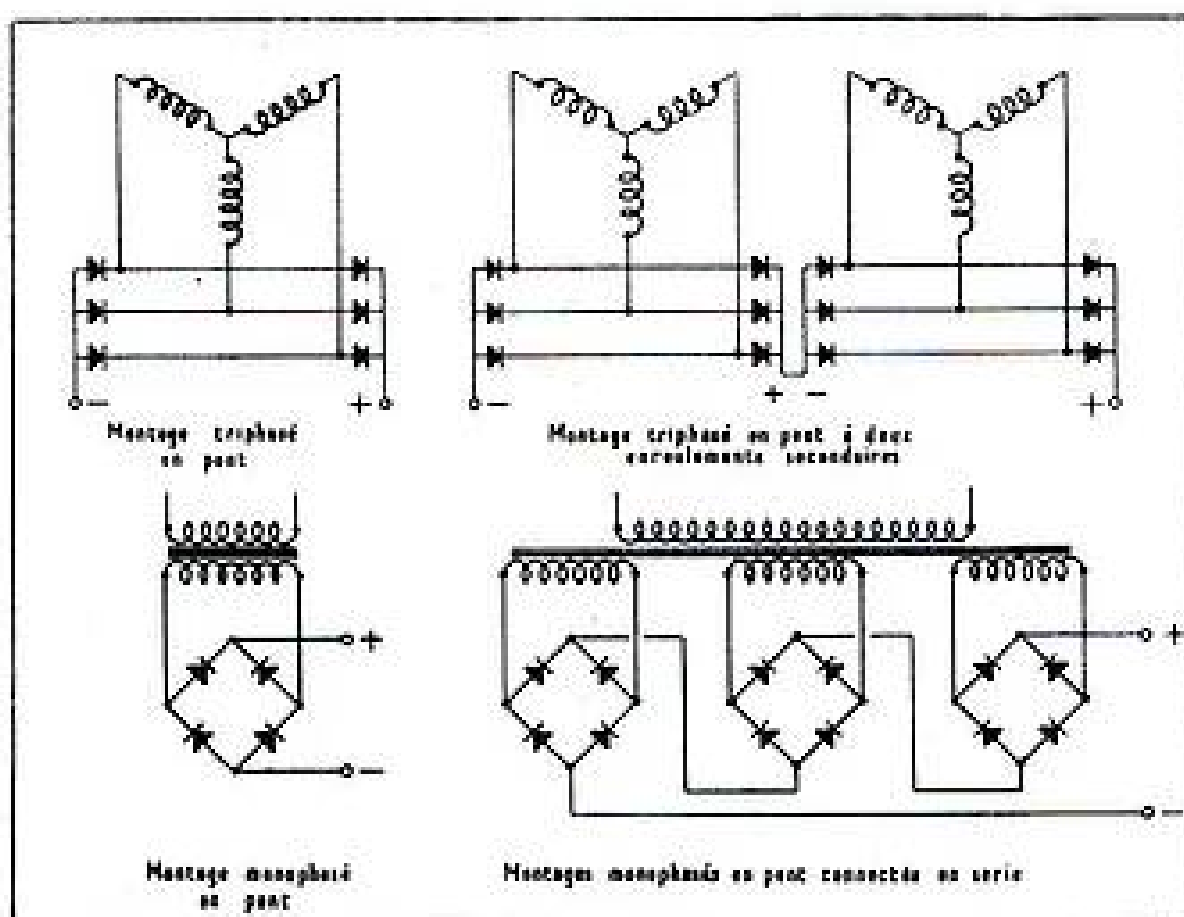


FIG. 10.

partie à la densité de courant supportée par la jonction (environ une centaine d'A./cm<sup>2</sup> au lieu de 30 mA/cm<sup>2</sup> pour l'oxycuivre), et la tension inverse élevée supportée par chaque élément (au moins 150 volts au lieu de 6 à 24 volts pour l'oxycuivre, 20 à 30 volts pour le sélénium). Seul le refroidisseur et volumineux (50 × 50 × 80 mm) comparativement à la partie active qui ne dépasse pas 20 mm de diamètre (Voir la figure 4).

— *Résistance aux surcharges instantanées qui semble excellente*, surtout en ce qui concerne les surcharges en intensité.

— *Rendement supérieur à 95 % du fait même des caractéristiques.*

— *Grande robustesse.*

## V. Conclusion.

Cette vue d'ensemble sur les redresseurs de puissance au germanium permet de se faire une idée des possibilités nouvelles offertes à l'électrotechnique. Il est permis de penser qu'une place importante est réservée au germanium dans l'industrie électrochimique et dans le domaine de la traction électrique. Toutefois, de nombreux problèmes restent encore à résoudre pour tirer le maximum des propriétés des jonctions et pour s'approcher des limites exposées plus haut. Les recherches actuelles sont orientées vers ce but : augmentation de la puissance et amélioration des caractéristiques.



401

## MATÉRIEL DE MESURES

POUR

*fréquences métriques*

405



401



425



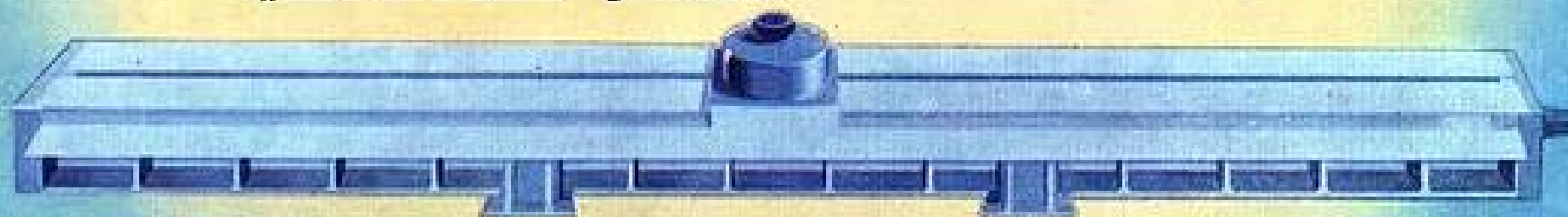
411



417

| APPAREILS DE MESURES<br>& PIÈCES DÉTACHÉES | TYPES  | CARACTÉRISTIQUES               | STANDARD<br>Coax. N |
|--------------------------------------------|--------|--------------------------------|---------------------|
| T.O.S. METRE portatif                      | 435    |                                |                     |
| T.O.S. METRE de précision                  | 401    | 50 à 500 Mcs                   | Fiche N             |
| WATTMETRE à coupleurs                      | 403    | 50 à 500 Mcs                   | Fiche N             |
| WATTMETRE coaxial                          | 405    | 100 à 500 Mcs                  | Fiche N             |
| ATTENUATEUR variable                       | 407    | $Z_c = 50$ ohms                | Fiche N             |
| COMMUTATEUR coaxial                        | 409    | Atténuation max. = 100 db      | Fiche N             |
| RELAIS coaxial                             | 411    | 50 ohms 2, 4, 6 & 8 directions | Fiche N             |
| ONDEMETRE                                  | 413    | 50 à 900 Mcs                   | Fiche N             |
| CHARGE 50 ohms                             | 415    | 75 à 1.000 Mcs. transmission   | Fiche N             |
| CHARGE 50 ohms                             | 419    | Faible puissance : 3 watts     | Fiche N             |
| STUB accordable                            | 421    | Forte puissance : 60 watts     | Fiche N             |
| MONTAGE CRISTAL                            | 425    | Course : 35 cm.                | Fiche N             |
| LIGNE DE MESURE                            | 427    | Adapté                         | Fiche N             |
| LIGNE DE MESURE                            | 180/50 | Plans parallèles 50 ohms       | Fiche N             |
| ONDEMETRE papillon                         | 120/50 | Plans parallèles 50 ohms       | Fiche N             |
| GENERATEUR à cavité                        | GB1    | 200 à 1.000 Mc/s.              | Fiche N             |
| OSCILLATEUR A CAVITÉ                       | 417    | Forte puissance 300 — 900 Mc/s | Fiche N             |
|                                            |        | 10 watts                       | Fiche N             |
|                                            | 437    | 900 à 2400 Mc/s 3 watts        | Fiche N             |

★ Matériel retiré de fabrication ● Nouveau matériel



180/50



401



417

LABORATOIRES

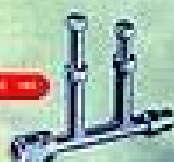
6, RUE JULES SIMON, 6



RENÉ DERVEAUX

BOULOGNE SUR MER — MOL 37-00





## PLANTS OF THE CONTINENTS

[illegible]

© 2004 Blackwell Publishing Ltd *Journal of Internal Medicine* 255: 105–112

[illegible]

11. *Journal of the American Medical Association*, 2000; 284: 1039-1044.

[illegible]

TEST OUT NOW

Figure 200

|                             |                                    |
|-----------------------------|------------------------------------|
| Capitale d'apportazione     | 9.000 € 9.000 €                    |
| Milioni di vendite mensueli | 100.000                            |
| Assicurazione regolabile    | 0 € 750.000                        |
| Prodotto                    | Impiegato da 0,2 a 100             |
| Risparmio                   | 0 € 1.000.000                      |
| Qualifica del sig. (a)      |                                    |
| Previsione dei ricavi       | 500 € 1.000.000                    |
| Assicurazione               | 100 - 1.000 - 200 - 240 - 50 - 400 |
| Più o meno 100              | Compartimenti da 100 - 400 - 1.000 |

## ANALYSIS OF SPECTRA 1. 65

Page 21

|                        |                                 |
|------------------------|---------------------------------|
| Capacité d'adhésion    | 8400 à 12 700 N                 |
| Fréquence de balayage  | 7 à 30 Hz                       |
| Moyenne d'analyse      | 10 µm                           |
| Profilé métallique ISO | 50 K, standard                  |
| Longueur (en mm)       | 71 40 mm                        |
| Largeur (en mm)        | 53 60 mm                        |
| Alimentation           | 1 10-1 100-1 100-1 200 V, 50 Hz |
| Poids                  | 200 kg                          |
| Déplacement (en mm)    | 300 à 450 mm                    |



8890 803 1 GH

Page 225

|                              |                     |
|------------------------------|---------------------|
| Quantité d'expéditions ..... | 2 250 à 2 500 Pa.kg |
| Transportation moyenne ..... | 45-50%              |
| Prévisions de factures ..... | 1 500 Pa.kg         |
| Frais .....                  | environ 10 %        |
| Commission (si oui) .....    | 100 à 150 Pa.kg     |

## GÉNÉRATEUR DE BRUIT

Figure A.13.13

Four montagez votre de ferre de type ..... MTS 1  
 MTS 4  
 MTS 10  
 MTS 16  
 MTS 20  
 MTS 25  
 MTS 30  
 MTS 35  
 MTS 40  
 MTS 45  
 MTS 50  
 MTS 55  
 MTS 60  
 MTS 65  
 MTS 70  
 MTS 75  
 MTS 80  
 MTS 85  
 MTS 90  
 MTS 95  
 MTS 100  
 MTS 105  
 MTS 110  
 MTS 115  
 MTS 120  
 MTS 125  
 MTS 130  
 MTS 135  
 MTS 140  
 MTS 145  
 MTS 150  
 MTS 155  
 MTS 160  
 MTS 165  
 MTS 170  
 MTS 175  
 MTS 180  
 MTS 185  
 MTS 190  
 MTS 195  
 MTS 200  
 MTS 205  
 MTS 210  
 MTS 215  
 MTS 220  
 MTS 225  
 MTS 230  
 MTS 235  
 MTS 240  
 MTS 245  
 MTS 250  
 MTS 255  
 MTS 260  
 MTS 265  
 MTS 270  
 MTS 275  
 MTS 280  
 MTS 285  
 MTS 290  
 MTS 295  
 MTS 300  
 MTS 305  
 MTS 310  
 MTS 315  
 MTS 320  
 MTS 325  
 MTS 330  
 MTS 335  
 MTS 340  
 MTS 345  
 MTS 350  
 MTS 355  
 MTS 360  
 MTS 365  
 MTS 370  
 MTS 375  
 MTS 380  
 MTS 385  
 MTS 390  
 MTS 395  
 MTS 400  
 MTS 405  
 MTS 410  
 MTS 415  
 MTS 420  
 MTS 425  
 MTS 430  
 MTS 435  
 MTS 440  
 MTS 445  
 MTS 450  
 MTS 455  
 MTS 460  
 MTS 465  
 MTS 470  
 MTS 475  
 MTS 480  
 MTS 485  
 MTS 490  
 MTS 495  
 MTS 500  
 MTS 505  
 MTS 510  
 MTS 515  
 MTS 520  
 MTS 525  
 MTS 530  
 MTS 535  
 MTS 540  
 MTS 545  
 MTS 550  
 MTS 555  
 MTS 560  
 MTS 565  
 MTS 570  
 MTS 575  
 MTS 580  
 MTS 585  
 MTS 590  
 MTS 595  
 MTS 600  
 MTS 605  
 MTS 610  
 MTS 615  
 MTS 620  
 MTS 625  
 MTS 630  
 MTS 635  
 MTS 640  
 MTS 645  
 MTS 650  
 MTS 655  
 MTS 660  
 MTS 665  
 MTS 670  
 MTS 675  
 MTS 680  
 MTS 685  
 MTS 690  
 MTS 695  
 MTS 700  
 MTS 705  
 MTS 710  
 MTS 715  
 MTS 720  
 MTS 725  
 MTS 730  
 MTS 735  
 MTS 740  
 MTS 745  
 MTS 750  
 MTS 755  
 MTS 760  
 MTS 765  
 MTS 770  
 MTS 775  
 MTS 780  
 MTS 785  
 MTS 790  
 MTS 795  
 MTS 800  
 MTS 805  
 MTS 810  
 MTS 815  
 MTS 820  
 MTS 825  
 MTS 830  
 MTS 835  
 MTS 840  
 MTS 845  
 MTS 850  
 MTS 855  
 MTS 860  
 MTS 865  
 MTS 870  
 MTS 875  
 MTS 880  
 MTS 885  
 MTS 890  
 MTS 895  
 MTS 900  
 MTS 905  
 MTS 910  
 MTS 915  
 MTS 920  
 MTS 925  
 MTS 930  
 MTS 935  
 MTS 940  
 MTS 945  
 MTS 950  
 MTS 955  
 MTS 960  
 MTS 965  
 MTS 970  
 MTS 975  
 MTS 980  
 MTS 985  
 MTS 990  
 MTS 995  
 MTS 1000



# CIRCUITS

## *imprimés*



## *...Technique d'AUJOURD'HUI*

L'Industrie oriente chaque jour davantage ses réalisations vers une **utilisation courante** des circuits imprimés.

Notre expérience dans ce domaine est à **votre service.**

★ Consultez nos services techniques.



**ETS RENÉ HALFTERMEYER**

2  
*grands  
succès*

# CRISTAUX *et* CÉRAMIQUES PIEZOELECTRIQUES

*pour*

PICK-UP, MICROPHONES, ECOUTEURS  
TWEETERS, APPAREILS DE MESURE

Sel de Seignette  
Phosphate d'Ammonium  
Céramique piézoélectrique  
sous forme de monolames  
ou de bilames protégés et  
munis d'électrodes.

## CONDENSATEURS *en céramique* GLENNITE

le record dans l'ultraminiaturisation  
en B.F. comme en U.H.F.

• les plus hautes performances  
• séries normalisées  
de 4,7 pF à 100.000 pF

• tension d'essai  
miniature... 2.000 V  
subminiature... 1.200 V

# Q U A R T Z & S I L I C E

SOCIÉTÉ ANONYME AU CAPITAL DE 109 900 000 FRANCS

8, RUE D'ANJOU - PARIS 8<sup>e</sup> - TÉL. ANJ. 17-36

# DÉTERMINATION DES BOBINAGES UTILISANT DES POTS FERMÉS FERROXCUBE

PAR

J. ARRAZAU

*Ingénieur à la Cie des Produits Elémentaires  
pour Industries Modernes  
Ingénieur I.E.G. et radio E.S.E.*

## 1. — Introduction.

Depuis cinq années, l'utilisation des pots fermés Ferroxcube comme noyaux de bobines d'inductances s'est généralisée. La détermination des inductances, avec ou sans noyau ferro-magnétique, est bien connue dans la technique des télécommunications. Cependant certains utilisateurs rencontrent des difficultés quand il s'agit d'effectuer cette détermination pour un pot fermé Ferroxcube. Pour cette raison, nous pensons qu'il est utile de donner, dans le présent article, un complément d'information sur ce sujet.

Nous commencerons par rappeler certaines données fondamentales sur les circuits magnétiques, portant particulièrement sur les circuits fermés avec entrefer. Nous indiquerons dans la suite de l'article quelques exemples de détermination de bobinages utilisant des types de pots fermés Ferroxcube les plus courants. Nous terminerons par des considérations d'ordre pratique sur la réalisation de ces bobinages.

On sait que les pots fermés Ferroxcube ont été initialement développés comme noyaux de bobines d'inductances de filtres utilisées en téléphonie par courants porteurs, avec les exigences d'une stabilité et d'une qualité élevées (1). Leur application s'est étendue aux inductances de charge des câbles téléphoniques (bobines Pupin). Ils s'imposent aujourd'hui dans tous les circuits d'équipements électroniques chaque fois que l'on a besoin d'inductances de performances élevées, sous un faible encombrement.

## 2. — Choix de la perméabilité du circuit.

La première question qui se pose est la détermination du coefficient de self-induction  $L$ .

Si le bobinage est réalisé sur un tore, de section homogène formé d'un même matériau ferro-magnétique, la self-induction de cette bobine idéale qui constitue un circuit magnétique fermé parfait (sans flux de fuite) est :

$$L = \mu L_0$$

avec :

$\mu$  : perméabilité torique du matériau ferro-magnétique.\*

$L_0$  : self-induction de la bobine sans noyau ferro-magnétique.

En utilisant les symboles définis par le tableau N° 1, on sait que :

$$L_0 = \frac{4\pi n^2}{l} 10^{-9} \text{ (henrys)}$$

Maintenant, si le tore est constitué par une suite

(\*) On écrit également :  $\mu_t = \mu_r \times \mu_0$

$\mu_r$  étant la perméabilité magnétique relative du milieu et  $\mu_0$  la perméabilité magnétique du « vide ».

de circuits magnétiques de perméabilité torique et de section différente, on a :

$$L = \frac{4\pi n^2}{\sum \frac{1}{\mu_t} \cdot \frac{l}{S}} 10^{-7} \text{ (henrys)} \quad (1)$$

L'expression  $\sum \frac{1}{\mu_t} \cdot \frac{l}{S}$  s'appelle la réluctance du circuit, on l'écrit habituellement sous la forme suivante :

$$\frac{1}{\mu'} \sum \frac{l}{S}$$

$\mu'$  est la *perméabilité effective* du circuit ; c'est la perméabilité d'un circuit magnétique de même forme, mais constitué avec un matériau imaginaire homogène et qui donnerait la même réluctance.

Il en résulte que la formule (1) s'écrit :

$$L = \mu' \frac{4\pi n^2}{\sum \frac{l}{S}} 10^{-7} \text{ (henrys)} \quad (1 a)$$

Les formules (1) et (1 a) sont donc applicables à un pot fermé avec ou sans entrefer. Toutefois les entrefers doivent être perpendiculaires aux lignes de force, et leurs longueurs suffisamment faibles pour que le flux de fuite qui en résulte puisse être considéré comme négligeable.

Il convient également de remarquer que pour obtenir des inductances de bonnes stabilité, qualité et reproductibilité, il faut utiliser des matériaux ferro-magnétiques préalablement désaimantés et travaillant à des champs de très faible intensité : c'est-à-dire, dans le domaine d'application de la loi de Rayleigh (2). Si les champs sont assez faibles, on peut confondre en première approximation, la perméabilité torique avec la *perméabilité initiale*  $\mu_0$ , cette dernière étant une véritable constante, à une température donnée et pour des fréquences peu élevées.\*

La perméabilité initiale varie de 1 (entrefer) à 50 000 (alliages à forte teneur de nickel).

Il résulte de la formule (1 a) que pour un circuit magnétique donné et un nombre de tours réduit, le maximum du self-induction sera obtenu en faisant  $\mu'$  le plus élevé possible, donc en supprimant les entrefers. Cependant la valeur de  $\mu'$  est, en pratique, limitée par les facteurs suivants :

- 1) coefficient de température de la perméabilité,
- 2) les pertes ferro-magnétiques,
- 3) la stabilité en fonction du temps.

Si les matériaux ne travaillent plus à des inductions très faibles, il faut y adjoindre les facteurs suivants :

- 4) distorsion due aux pertes par hystérésis.
- 5) modification de la perméabilité d'amplitude.

L'influence de ces facteurs est d'autant plus importante que  $\mu'$  est élevé. Cette influence sera examinée par la suite. Dès maintenant, nous pouvons dire qu'il existe toujours une limitation pour chacune de ces influences, et grâce au choix judicieux de  $\mu'$ . Ce choix ne peut être obtenu que si l'on dispose d'une gamme étendue de valeurs de  $\mu'$ , résultat possible si l'on donne à l'entrefer d'un même pot différentes longueurs, bien déterminées.

### 3. — Pots fermés Ferroxcube.

Les matériaux Ferroxcube (abréviation  $F \times C$ ) sont des ferrites magnétiques « doux ». En raison de leur structure non-métallique, leur résistivité électrique est relativement plus élevée que celle des autres matériaux magnétiques. Ils sont donc utilisables en HF sous forme massive, et l'influence des courants de Foucault reste limitée (1 et 2).

La forme de pot fermé, seul mode de construction employé dans le cas du Ferroxcube, présente certains avantages sur les réalisations en forme de tore encore pratiquées pour les bobines professionnelles, bien que cette dernière forme offre un flux de fuite minimum.

Tout d'abord, la méthode de bobinage est plus simple et la capacité répartie plus faible. Ensuite la longueur des entrefers peut être déterminée de façon à satisfaire la donnée la plus critique du problème posé (surtension optimum, coefficient d'hystérésis ou de température faibles, stabilité dans le temps élevée, ajustage du coefficient de self-induction). La perméabilité effective  $\mu'$  varie de 15 à 120 dans les différentes applications courantes. Par contre, les noyaux en poudre de fer ou d'alliage ont, pour ainsi dire, un entrefer « incorporé » que l'on ne peut pas diminuer. De plus, avec les alliages fer-nickel et les différentes poudres de fer, il existe un ou plusieurs groupes de perméabilités, chacun d'eux exigeant un procédé de fabrication différent. Il en résulte souvent des difficultés de reproductibilité. On ne rencontre pas ces difficultés avec le Ferroxcube (à condition que la perméabilité  $\mu_0$  soit assez élevée). Il est donc possible de réaliser une perméabilité effective  $\mu'$  identique, par le choix d'un même entrefer, pour des fabrications de série.

Les pots fermés en Ferroxcube permettent d'obtenir, d'une part, un blindage magnétique très efficace ; d'autre part, la haute perméabilité de ces matériaux, jointe à un degré élevé de fini mécanique, donne à la réluctance des contacts extérieurs une valeur

(\*) Dans le domaine d'application de la loi de Rayleigh on peut écrire :

$$\mu_t = \frac{B_t}{H_t} = \mu_0 + \alpha B_t$$

$\alpha$  : constante de Rayleigh fonction du matériau.

$H_t$  : amplitude du champ correspondant à l'induction  $B_t$ .



suffisamment faible et stable. De tels pots se prêtent à des réalisations compactes, sans qu'il soit nécessaire de blinder séparément chaque bobine pour éviter l'induction-mutuelle, et la stabilité mécanique demeure parfaite.

À inductance égale, la qualité des pots fermés Ferroxcube est supérieure à celle des bobines réalisées avec d'autres matériaux magnétiques. De plus la réduction de volume est importante. C'est ainsi qu'un pot fermé Ferroxcube de 44 cm<sup>3</sup> et  $Q = 600$  à 60 kc/s, remplace une bobine de 210 cm<sup>3</sup> et  $Q = 220$  à la même fréquence (1).

D'après la disposition de l'entrefer, on peut diviser les pots fermés Ferroxcube en deux groupes :

1. — Pots à entrefers symétriques. Les deux entrefers sont situés de part et d'autre du noyau central (Fig. 1). C'est le cas pour les types de pot 36/22 - 25/17,5 - 25/16 et 25/12. Afin de limiter

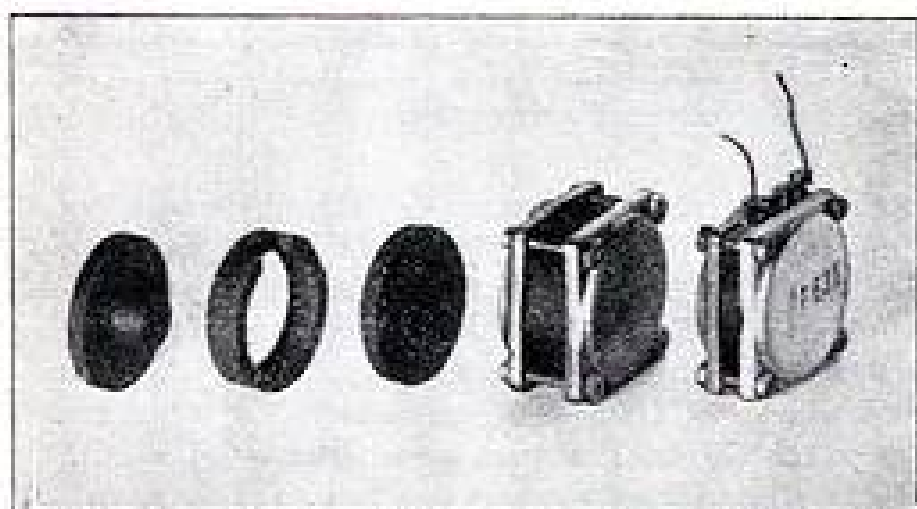


FIG. 1. — Pot à entrefers symétriques. — Le noyau central est collé sur un plateau en interposant une cale non-ferro-magnétique.

l'influence du flux de fuite, lorsque la longueur totale d'entrefer est supérieure à 0,5 mm, il y a lieu d'égaliser la longueur de chaque entrefer par interposition d'une cale non-ferro-magnétique. Cette construction est intéressante du point de vue de la technologie de fabrication.

2. — Pots à entrefer central. Ce groupe se subdivise lui-même en :

a) Pots doubles, dont la construction est identique à celle des pots du groupe précédent mais obtenue en doublant le nombre des anneaux et des noyaux centraux (Fig. 2). C'est le cas des types de pots de



FIG. 2. — Pot double utilisé en basses fréquences.

grandes dimensions : 60/42 - 45/39 - 36/32 et 36/25, utilisés en basses fréquences.

b) Pots en demi-coquilles. La construction est plus simple et se prête à la réalisation de pots de petites dimensions (Fig. 3). C'est le cas des types de pots 25/16 - 18/12 et 14/8.

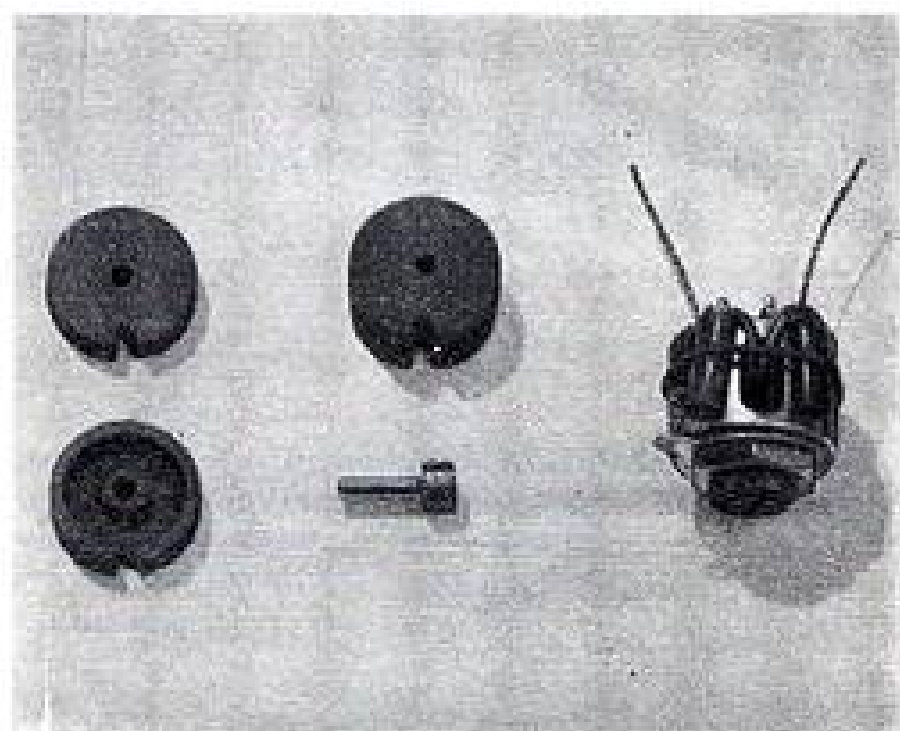


FIG. 3. — Pot en demi-coquille réglable par une vis de réglage se déplaçant dans le trou central.

Pour des raisons concernant seulement la stabilité et la qualité, les variétés de  $F \times C 3 B$  (ferrites Mn-Zn) sont utilisées à des fréquences ne dépassant pas 500 kc/s. Les  $F \times C 4 A$  et  $4 B$  (ferrites Ni-Zn) sont respectivement utilisés pour des gammes de fréquences de 500 kc/s à 1 Mc/s et de 1 Mc/s à 2 Mc/s.\*

#### 4. — Coefficient de température.

Dans l'équation (1 a) le seul terme qui soit fonction de la température est  $\mu'$ . En effet, les variations de l'expression  $\Sigma \frac{l}{S}$  peuvent être négligées (l'influence des dilatations intervenant dans le Ferroxcube ou le dispositif de montage est pratiquement inexistante).

Nous pouvons écrire :

$$\frac{dL}{L dT} = \frac{d\mu'}{\mu' dT} \quad (2)$$

Dans le cas d'un circuit magnétique de longueur  $l$  et dans lequel on a pratiqué un entrefer de longueur  $\Delta$ , on a par définition de  $\mu'$  :

$$\frac{1}{\mu'} \cdot \frac{l + \Delta}{S} = \frac{1}{\mu_0} \cdot \frac{l}{S} + \frac{\Delta}{S} \quad (3)$$

(\*) Les perméabilités initiales de ces variétés mesurées à 20° C (tolérances à  $\pm 20\%$ ) (3) sont les suivantes :

$F \times C - 3 B : 900$ .

$F \times C - 4 A : 600$ .

$F \times C - 4 B : 250$ .

(Si la section  $S$  n'est pas la même sur toute la longueur  $l$ , on devra considérer les éléments de circuit de section homogène  $S$  et de longueur  $l'$ , de façon que la réductance reste la même).

On déduit de (3) :

$$\mu' = \frac{l + \Delta}{\frac{l}{\mu_0} + \Delta} = \frac{\frac{l}{\Delta} + 1}{\frac{l}{\Delta} + \mu_0} \cdot \mu_0$$

Par différentiation par rapport à  $\mu_0$  on a :

$$\frac{d\mu'}{d\mu_0} = \frac{\left(\frac{l}{\Delta} + 1\right) \frac{l}{\Delta}}{\left(\frac{l}{\Delta} + \mu_0\right)^2} \quad (4)$$

Pour un petit entrefer  $\frac{l}{\Delta} \gg 1$  on peut écrire :

$$\frac{d\mu'}{d\mu_0} = \frac{\left(\frac{l}{\Delta} + 1\right)^2}{\left(\frac{l}{\Delta} + \mu_0\right)^2} = \left(\frac{\mu'}{\mu_0}\right)^2$$

Par conséquent :

$$\frac{d\mu'}{\mu' dT} = \frac{d\mu_0}{\mu_0^2 dT} \cdot \mu' \quad (5)$$

Le terme  $\frac{d\mu_0}{\mu_0^2 dT}$  est une constante pour un matériau donné\*. Le coefficient de température de l'inductance est donc :

$$\frac{dL}{L dT} = \frac{d\mu_0}{\mu_0^2 dT} \mu' \quad (6)$$

Pour le Ferroxcube le terme  $\frac{d\mu_0}{\mu_0^2 dT}$  est positif, aux températures usuelles d'utilisation. Il est possible de le diminuer, de l'annuler, et même de le rendre négatif par l'application d'un champ polarisant d'intensité appropriée (2). Cela peut être obtenu en remplaçant l'entrefer par du « Ferroxcube » : ferrites magnétiques « durs » à champ

coercitif et à résistivité élevés. Ce procédé présente l'inconvénient d'augmenter l'entrefer et de diminuer  $\mu_0$ , que l'on doit remplacer dans ce cas par la perméabilité différentielle  $\mu_d$ .

5. — Pertes dans le noyau et le bobinage.

Une inductance réelle comprend, en série avec le terme purement inductif, la résistance série de pertes totales  $R_{tot}$ , et en parallèle sur ces deux éléments la capacité répartie du bobinage.  $R_{tot}$  représente les pertes dans le bobinage et dans le noyau, chacune de ces pertes étant à son tour schématisée par une résistance.

Il est courant d'utiliser l'inverse du coefficient de surtension d'une inductance :

$$\frac{1}{Q} = \lg \delta = \frac{R_{tot}}{L\omega}$$

Ce facteur est obtenu en additionnant les divers facteurs correspondant aux diverses pertes. En pratique les termes  $\frac{R}{L}$  sont surtout utilisés et  $\frac{R_{tot}}{L}$  est désigné par  $q_1$ .

Les pertes peuvent être divisées en deux groupes :

A. — Pertes extérieures au noyau ferro-magnétique, qui se limitent aux pertes dans le bobinage.

- 1° Pertes dues à la résistance ;
- 2° Pertes par courants de Foucault ;
- 3° Pertes dues à la capacité répartie.

B. — Pertes ferro-magnétiques dans le noyau.

- 4° Pertes par courants de Foucault ;
- 5° Pertes par hystérésis ;
- 6° Pertes résiduelles.

Il existe une septième catégorie de pertes : ce sont les pertes dans le blindage. Avec les matériaux  $F \times C 3 B$  et  $4 A$  ces pertes sont très petites ( $\mu_0 \gg 500$ ) et par la suite nous les négligerons. Sinon il serait possible de les déterminer en mesurant la qualité de l'inductance avec et sans blindage. Ces pertes sont proportionnelles à  $\sqrt{f}$  si la profondeur de pénétration des lignes de force magnétiques est plus petite que l'épaisseur de l'écran de cuivre.

Nous rappelons d'abord brièvement les relations permettant de calculer le terme  $R/L$  correspondant aux diverses pertes. Pour cela nous considérons le pot fermé tel qu'il est défini par la Fig. 4 et nous substituons, dans les relations de base, les constantes dimensionnelles et électro-magnétiques de ce pot fermé. Le paragraphe 5.7, résume pour quelques types de pots fermés Ferroxcube, les expressions permettant de calculer les différents termes  $R/L$ .

(\*) Pour les différentes variétés de Ferroxcube, les valeurs maxima de  $\frac{d\mu_0}{\mu_0^2 dT}$  entre 20 et 50°C sont les suivantes (3) :

|                                         |                                         |
|-----------------------------------------|-----------------------------------------|
| $F \times C - 3 B 1 : 3 \times 10^{-6}$ | $F \times C - 3 B 4 : 4 \times 10^{-6}$ |
| $F \times C - 3 B 2 : 2 \times 10^{-6}$ | $F \times C - 4 A : 6 \times 10^{-6}$   |
| $F \times C - 3 B 3 : 2 \times 10^{-6}$ | $F \times C - 4 B : 8 \times 10^{-6}$   |

## 5.1. — PERTES DUES A LA RÉSISTANCE DU FIL.

En général le volume du pot est déterminé de telle façon qu'il soit le plus petit possible. Par conséquent, il est nécessaire d'utiliser entièrement l'espace réservé au bobinage, défini par la carcasse ou mandrin de bobinage.

Le rayon moyen du bobinage est  $\frac{r_3 + r_2}{2}$  (voir Fig. 4) ; la longueur totale du fil est  $(r_3 + r_2) \pi n$ . La section du fil est :  $\frac{(r_3 - r_2) A \cdot f_{cu}}{n}$ ,  $f_{cu}$  est le facteur de remplissage du cuivre ; il représente la

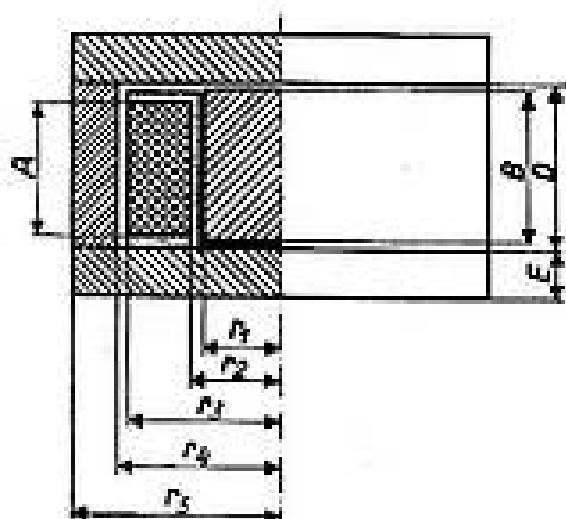


FIG. 4. — Section d'un pot fermé avec son bobinage

proportion de surface occupée par le cuivre, compte tenu de l'imprégnant, des isolants et de l'air.

La résistance du bobinage se réduit à la somme des résistances en courant continu  $R_0$  et de celles dues aux effets de peau et proximité. Ces dernières peuvent, en première approximation, être négligées, parce qu'un choix judicieux du fil permet de les réduire, tout au moins dans la gamme des fréquences d'utilisation des pots fermés Ferroxcube.

D'après la relation (1) le terme  $R/L$  correspondant à ces pertes peut alors s'écrire :

$$\frac{R_0}{L} = \frac{1}{\mu'} \cdot \frac{r_3 + r_2}{(r_3 - r_2) A} \cdot \frac{\rho_{cu}}{4 f_{cu}} \sum \frac{l}{S} \quad 10^9 \Omega/H \quad (7)$$

(voir tableau N° 1 pour les symboles utilisés).

Si l'espace de bobinage n'est pas entièrement utilisé, le facteur  $f_{cu}$  est plus petit, et cela dans la même proportion. Toutefois une erreur importante est introduite si la différence est grande entre le volume complet de bobinage de la carcasse et celui qui est réellement bobiné. En effet, dans ce cas, le rayon moyen n'est plus égal à  $\frac{r_3 + r_2}{2}$ .

## 5.2. — PERTES PAR COURANTS DE FOUCAULT DANS LE BOBINAGE.

Les courants de Foucault dus au courant alternatif  $I$  parcourant le bobinage, produisent, dans le

cuivre de ce bobinage, une perte d'énergie par effet Joule.

Un calcul classique montre que cette perte d'énergie est proportionnelle au carré de l'induction maximum  $B_{cu}$  dans le cuivre, au carré de la fréquence  $f$ , au volume de cuivre  $V_k$ , au carré du diamètre du fil  $d$  et à une constante de configuration  $C_{wcu}$ . Cette constante dépend des dimensions de la bobine et du noyau.

Donc pour ces pertes le terme  $R/L$  est égal à :

$$\frac{R_{cu}}{L} = \frac{C_{wcu}}{f^2} \cdot \frac{B_{cu}^2}{L} \cdot f^2 \cdot V_k \cdot d^2 \quad (8)$$

Comme  $B_{cu}$  est proportionnel à  $nI$  et  $L$  à  $n^2 \mu'$ , la relation précédente devient :

$$\begin{aligned} \frac{R_{cu}}{L} &= \frac{k}{\mu'} \cdot V_k \cdot f^2 \cdot d^2 \\ &= \frac{1}{\mu'} (r_3^2 - r_2^2) \pi \cdot k \cdot A \cdot f_{cu} \cdot d^2 \cdot f^2 \cdot 10^{19} \Omega/H \quad (9) \end{aligned}$$

Le facteur  $k$  peut être déterminé expérimentalement (6). Pour cela, on mesure les pertes de deux bobines montées successivement dans le même pot. Le nombre de tours est le même, mais une bobine est réalisée, par exemple, avec du fil divisé de  $36 \times 0,04$ , et l'autre avec du fil divisé de  $12 \times 0,07$ . De cette façon, la section du cuivre pour chaque bobinage est la même, mais l'épaisseur des fils est différente. Si la mesure est faite à basse fréquence, les pertes dues à la capacité répartie peuvent être négligées, par contre les pertes ferro-magnétiques et celles dues à la résistance du bobinage restent les mêmes. Donc, la différence des pertes provient seulement des pertes par courants de Foucault dans le cuivre (valeurs de  $d$  différentes). D'après cette différence, le facteur  $k$  peut être calculé.

## 5.3. — PERTES DUES A LA CAPACITÉ RÉPARTIE.

Nous considérons le cas où la résistance ohmique de la bobine est petite, comparée au terme réactif ; autrement dit :  $R \ll L \omega$ .

De plus la fréquence de travail doit être très au-dessous de la fréquence de résonance ( $LC \omega^2 \ll 1$ ).

En effet, si la fréquence de travail est peu inférieure à la fréquence de résonance, les pertes deviennent importantes, car la résistance et la self-induction apparentes augmentent considérablement. La bobine ne doit plus alors être considérée comme une inductance, mais comme une résistance.

Si les conditions précédentes sont remplies ( $R \ll L \omega$  et  $L C \omega^2 \ll 1$ ) l'impédance totale d'un circuit à constantes localisées comprenant une self-induction  $L$ , en série avec une résistance  $R$ , le tout shunté par une capacité pure  $C$ , sera de la forme :

$$Z = j L \omega (1 + L C \omega^2) + R (1 + 2 L C \omega^2) \quad (10)$$

Le second terme représente les pertes ohmiques totales, lesquelles sont augmentées de :

$$2 R L C \omega^2 = \frac{2}{Q} \omega^2 L^2 C.$$

Si la capacité répartie  $C$  comporte des pertes diélectriques définies par un angle de pertes  $\operatorname{tg} \delta_e$ , l'augmentation de l'inductance apparente  $j \omega^2 L^2 C$  entraînera une augmentation de la résistance ohmique de  $\omega^2 L^2 C \operatorname{tg} \delta_e$ .

L'augmentation totale de résistance due à la capacité répartie sera alors :  $\left(\frac{2}{Q} + \operatorname{tg} \delta_e\right) \omega^2 L^2 C$  et l'on en déduit le terme :

$$\frac{R_{cap}}{L} = \left(\frac{2}{Q} + \operatorname{tg} \delta_e\right) \omega^2 L C \quad (11)$$

La valeur de  $\operatorname{tg} \delta_e$  dans le cas des bobines pour pots fermés Ferroxcube, imprégnées sous un vide élevé, est de 0,5 à 1 % environ. Elle peut être mesurée et on peut considérer qu'elle est constante.

#### 5.4. — PERTES PAR COURANTS DE FOUCAULT DANS LE NOYAU

Pour calculer les pertes par courants de Foucault dans une pièce constituée par un matériau homogène et de section constante, on utilise une formule analogue à celle déjà citée pour le calcul des pertes par courants de Foucault dans le cuivre du bobinage, à savoir :

$$R_{co} = \frac{2 \pi^2 10^{-14}}{\rho} \cdot \frac{B^2}{f^2} \cdot f^2 \cdot S \cdot l \cdot \delta^2 \cdot C_e \quad (12)$$

$\delta$  : plus petite dimension perpendiculaire à la direction du flux.

$B$  : induction maximum.

$I$  : courant efficace.

$C_e$  : constante de configuration.

$S$  : section du noyau.

$l$  : longueur du noyau.

$$\text{Mais } L = \frac{n B S}{I} 10^{-7}$$

il en résulte que :

$$\frac{R_{co}}{L} = \frac{10^{-7}}{2 \rho} \frac{B}{n I} \omega^2 l \delta^2 C_e \quad (13)$$

$$B S = \frac{4 \pi n I \mu'}{\sum \frac{l}{S}}$$

finalement :

$$\frac{R_{co}}{L} = \frac{2 \pi \cdot 10^{-7}}{\rho} \cdot \frac{\mu'}{\sum \frac{l}{S}} \cdot \frac{l}{S} \cdot \omega^2 \cdot \delta^2 \cdot C_e \quad (14)$$

On a calculé que pour un bâtonnet de section ronde ou carrée :  $C_e = \frac{1}{16}$ , et pour un disque plat ou une bande de faible épaisseur :  $C_e = \frac{1}{6}$ . Dans le cas d'un pot fermé Ferroxcube, composé de différents circuits de formes très différentes, on doit écrire :

$$\frac{R_{co}}{L} = \frac{2 \pi \cdot 10^{-7}}{\rho} \cdot \frac{\sum C_e \frac{l \delta^2}{S}}{\sum \frac{l}{S}} \cdot \omega^2 \mu' \quad (15)$$

Pour le pot de la Fig. 4, on a calculé que :

$$\sum C_e \frac{l \delta^2}{S} = \frac{\beta}{\pi} \quad (16)$$

avec :

$$\beta = \frac{B}{4} + 0,35 E + \frac{2}{3} E \log_e \frac{r_1}{r_2} + \left(1 - \frac{r_1^2}{r_2^2}\right) \left\{ \left(0,245 - 0,076 \frac{r_1}{r_2}\right) D + \left(0,908 - 0,66 \frac{r_1}{r_2}\right) E \right\}$$

en remplaçant dans l'équation (15) :

$$\frac{R_{co}}{L} = \frac{2 \cdot 10^{-7}}{\rho} \cdot \frac{\beta}{\sum \frac{l}{S}} \cdot \omega^2 \mu' \quad (17)$$

#### 5.5. — PERTES PAR HYSTÉRÉSIS.

Lorsqu'un matériau magnétique décrit un cycle complet d'hystérésis, l'énergie nécessaire à l'aimantation est plus grande que l'énergie fournie durant la désaimantation : la différence est dissipée sous forme de chaleur dans le matériau, elle représente les pertes hystérétiques. Pour un cycle, l'énergie dissipée est égale à :

$$\frac{V}{4 \pi} \int H \cdot dB \cdot 10^{-3} \text{ joule,}$$

$V$  = Volume du noyau.

$H$  = Champ magnétique.

$B$  = Induction magnétique.

Si  $V$  est exprimé en  $\text{cm}^3$ ,  $H$  et  $B$  sont exprimés respectivement en oersteds et en gauss. Par la suite  $V$  sera exprimé en  $\text{m}^3$ , il convient alors d'exprimer  $H$  en milli-oersteds, et  $B$  en milli-gauss, moyennant quoi la formule reste inchangée.

La puissance perdue sera :

$$W_H = \frac{f}{4\pi} V \int H \cdot dB \cdot 10^{-7} \text{ watts} \quad (18)$$

Pour pouvoir calculer cette puissance, il est nécessaire de connaître la loi  $B(H)$  et de pouvoir la mettre sous une forme mathématique. Cette forme analytique est connue pour les champs de très faible intensité (Inductions de l'ordre de 10 gauss). C'est la loi de Rayleigh dont nous avons déjà parlé (6). Elle est valable pour de nombreux matériaux. On représente les deux branches du cycle d'hystérésis par une expression quadratique en fonction du champ. Pour un cycle entier symétrique par rapport à l'origine, cette loi s'écrit :

$$B = (\mu_0 + 2bH_1)H \pm b(H_1^2 - H^2) \quad (19)$$

$H_1$  représente l'amplitude du champ,  $\mu_0$  et  $b$  sont des constantes pour un matériau donné, le signe  $+$  n'étant valable que pour la branche supérieure (descendante).

Le Ferroxcube ne suit pas la loi de Rayleigh exactement, mais, pour des inductions inférieures à 60 gauss, l'écart est faible.

D'après la relation (19) on trouve que l'aire du cycle d'hystérésis est :

$$\int H \cdot dB = \frac{8}{3} b H_1^3 \quad (20)$$

En portant cette expression dans la relation (18) :

$$W_H = \frac{2}{3\pi} H_1^3 \cdot b \cdot f \cdot V \cdot 10^{-7} \text{ watts} \quad (21)$$

Ce qui précède s'applique à un circuit magnétique fermé et homogène ayant une perméabilité initiale  $\mu_0$ . Si un entrefer est ajouté, la même induction maximum  $B_1$  sera obtenue pour un champ  $H'$ , supérieur à  $H_1$ , c'est-à-dire avec un supplément d'ampère-tours correspondant à l'augmentation de reluctance de l'entrefer. Le cycle de l'hystérésis est modifié et tout se passe comme si la perméabilité maximum (ou torique)  $\mu_t$  se trouvait ramenée à  $\mu'$  (Fig. 5). Si la même induction maximum  $B_1$  est obtenue, l'aire du cycle d'hystérésis reste la même, et ceci avec un champ d'aimantation maximum

$\frac{\mu_t}{\mu'}$  fois plus élevé que  $H_1$ . (D'après ce que nous avons dit au paragraphe 2, on peut confondre en première approximation  $\mu_t$  avec  $\mu_0$ ).

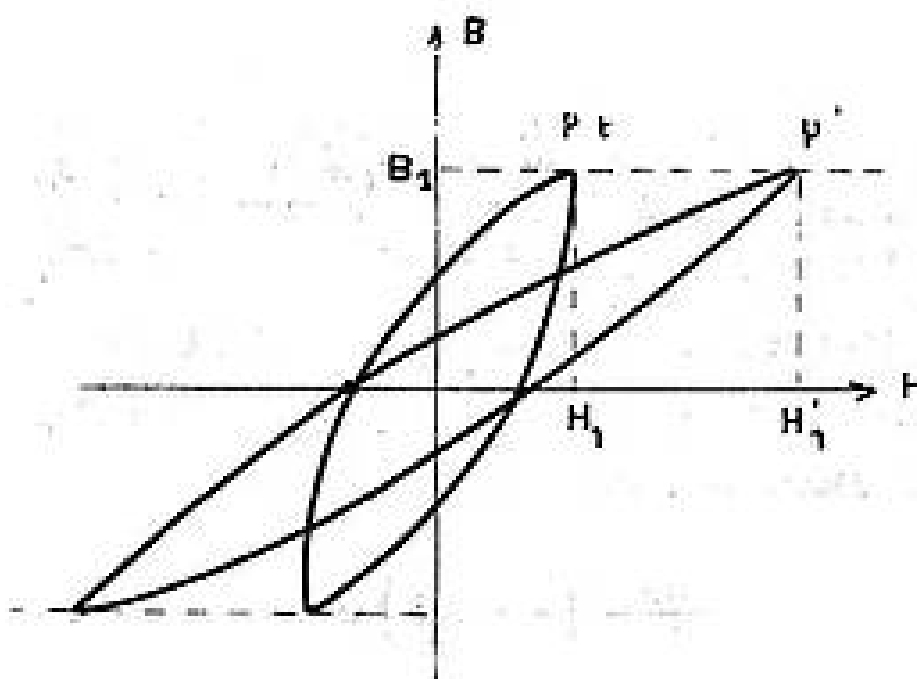


FIG. 5. — Modification du cycle d'hystérésis par un entrefer.

Il en résulte que  $H_1$  de la relation (21) doit être remplacé par :

$$H_1 = \frac{\mu'}{\mu_t} \cdot \frac{4\pi n I_{max}}{l} = \frac{\mu'}{\mu_t} \cdot \frac{4\pi n I \sqrt{2}}{l}$$

Par conséquent :

$$W_H = \frac{256 \sqrt{2}}{3} \cdot \pi^2 \cdot \frac{n^2 P^2}{P} \cdot b \cdot f \cdot V \cdot \left(\frac{\mu'}{\mu_t}\right)^3 \cdot 10^{-7} \text{ watts} \quad (22)$$

Ces pertes peuvent être considérées comme si elles étaient produites par une résistance série  $R_H$ .

$$W_H = R_H I^2$$

Si  $L = \frac{4\pi n^2 S \mu'}{l} \cdot 10^{-7}$  (cela n'est vrai que pour une valeur constante de la section). Donc on peut écrire :

$$\frac{R_H}{L} = \frac{32 \sqrt{2} \pi}{3} \cdot \frac{b}{\sqrt{V}} \cdot \frac{\mu' \sqrt{\mu'}}{\mu_t^2} \cdot 3162 \cdot f \cdot I \sqrt{L} \Omega/H \quad (23)$$

Dans cette équation, le facteur  $\frac{32 \sqrt{2} \pi}{3} \cdot 3162 \cdot \frac{b}{\mu_t \sqrt{\mu'}}$  est appelé  $C_h$  ou encore  $h$  ; c'est la constante d'hystérésis (6).  $C_h$  est fonction de  $b$  et de  $\mu_t$  : c'est une constante pour un matériau donné.

En remplaçant  $C_h$  par sa valeur dans la relation (23) on en déduit :

$$\frac{R_H}{L} = C_h \cdot \frac{\sqrt{L}}{\sqrt{V}} \cdot f \cdot I \left(\frac{\mu'}{\mu_t}\right)^{3/2} \quad (24)$$



Cette dernière relation montre que la résistance des pertes par hystérésis est proportionnelle au courant traversant la bobine. Ce point est à remarquer, car toutes les autres résistances de pertes sont indépendantes du courant.

Pour des raisons pratiques et concernant la téléphonie (bobine Pupin en particulier) on n'utilise pas la constante  $C_h$ , mais un autre facteur :  $q_2$  défini par le C.C.I.F.

En téléphonie il est courant de faire les mesures à une fréquence de 800 c/s. Si le terme  $R_{HI}$  est mesuré à cette fréquence, pour une fréquence  $f$  il peut être supposé  $\frac{f}{800}$  fois plus grand ou plus petit.

En reprenant la relation (24), les mesures étant effectuées à 800 c/s on écrit :

$$\frac{R_H}{L} = q_2 I \sqrt{L} \frac{1}{800} \Omega/H \quad (25)$$

avec :

$$q_2 = C_h \left( \frac{\mu'}{\mu_0} \right)^{3/2} \frac{800}{\sqrt{V}}$$

Ce facteur n'est pas une constante du matériau, car il dépend du volume et de la perméabilité effective du circuit. Il est inversement proportionnel à  $\sqrt{V}$  et proportionnel à  $\sqrt{\mu'^3}$  et ceci, pour des circuits de section homogène.

On a essayé de rendre le facteur  $q_2$  indépendant des grandeurs géométriques du circuit de façon à ce qu'il soit une véritable constante du matériau.

Tout d'abord, pour s'affranchir de l'influence du volume, on ramène  $q_2$  à un volume de 24 cm<sup>3</sup> (volume courant d'une ancienne bobine Pupin). On le ramène ensuite à une perméabilité effective de 100. On a ainsi pour  $q_2 (V - \mu')$  c'est-à-dire correspondant à un certain volume  $V$  et à une certaine perméabilité effective  $\mu'$  :

$$q_2 (24 - 100) = q_2 (V - \mu') \left( \frac{100}{\mu'} \right)^{3/2} \sqrt{\frac{V}{24}}$$

$q_2 (24 - 100)$  est alors une constante comme  $C_h$  précédemment défini et ceci pour des circuits de section homogène.

Si la section n'est pas homogène, et c'est le cas d'un pot fermé, on est obligé de définir la notion de volume effectif  $V'$ .

Le volume effectif  $V'$  est défini comme étant le volume d'un anneau d'un même matériau (avec entrefer), de même perméabilité  $\mu'$  donnant les mêmes pertes par hystérésis que celles du pot.

Le volume effectif d'un pot est déduit par la relation suivante :

$$V' = \frac{\left( \sum \frac{l}{S} \right)^2}{\left( \sum \frac{l}{S^2} \right)}$$

et dans laquelle  $l$  et  $S$  représentent les longueurs et les sections homogènes du pot.

Donc, connaissant  $q_2 (24 - 100)$ , il est facile de déterminer, pour un pot fermé de perméabilité  $\mu'$  et de volume effectif  $V'$ , le facteur  $q_2$  :

$$q_2 = q_2 (24 - 100) \left( \frac{\mu'}{100} \right)^{3/2} \left( \frac{24}{V'} \right)^{1/2} 10^{-3} \quad (26)$$

Dans cette relation  $V'$  est exprimé en m<sup>3</sup>.

$q_2 (24 - 100)$  est déduit des mesures faites sur un tore en mesurant simplement la variation de résistance  $\Delta R_H$  à une fréquence  $f$ , provoquée par une variation de courant  $\Delta I$ . On calcule :

$$q_2 = \frac{1}{L \sqrt{L}} \frac{\Delta R_H}{\Delta I} \frac{800}{f} \Omega/H^{3/2} mA$$

$L$  est alors exprimé en  $H$ ,  $\Delta R_H$  en  $\Omega$ .

$\Delta I$  en mA et  $f$  en c/s.

Bien que  $q_2$  soit théoriquement indépendant de la fréquence, celle-ci ne doit pas dépasser 4 kc/s car on constate qu'à des fréquences supérieures, les mesures donnent une valeur de  $q_2$  plus élevée.

Si la loi de Rayleigh est applicable,  $\frac{\Delta R_H}{\Delta I}$  est indépendant du courant  $I$  et  $R_H (I)$  est une droite. Pour le Ferroxcube, et comme nous l'avons déjà dit, le cycle d'hystérésis ne suit pas exactement la loi de Rayleigh :  $\frac{\Delta R_H}{\Delta I}$  augmente en général

lorsque  $I$  augmente. Dans ce cas, il est donc nécessaire de définir pour quelle valeur de l'induction la mesure a été faite (le nombre de tours et le courant doivent être fixés). Les valeurs données pour  $q_2 (24 - 100)$  correspondent à des valeurs maxima pour des inductions inférieures à 30 gauss. Ces valeurs ne peuvent être utilisées jusqu'à 50 à 60 gauss sans introduire des erreurs importantes.\*

Pour des valeurs de l'induction élevées, la comparaison des  $q_2$  n'a plus aucun sens, et dans ce cas il est nécessaire d'examiner les pertes totales des différents matériaux. Ces pertes sont données en W/cm<sup>3</sup> en fonction de la fréquence et de l'induction (2 et 3).

Dans la plupart des circuits de télécommunications, les pertes par hystérésis peuvent être négligées ; à des inductions de 10 à 20 gauss, elles restent inférieures à moins de 5 % des pertes totales.

(1) Valeurs maxima de  $q_2 (24 - 100)$  mesurées à 4 kc/s, pour des variations d'inductions de 5 à 15 gauss, et pour quelques variétés de  $F \times C - 3$ .

$F \times C - 3 B 1 : 12$

$F \times C - 3 B 4 : 5,5$

$F \times C - 3 B 2 : 12$

$F \times C - 3 B 5 : 1,5$

$F \times C - 3 B 3 : 12$

5.6. — PERTES RÉSIDUELLES.

Les pertes par courants de Foucault sont très petites dans le cas du Ferroxcube et les pertes par hystérésis peuvent être réduites si l'on diminue suffisamment l'amplitude du champ magnétique.

Malgré cela, on constate qu'il existe d'autres pertes, presque constantes, sur une large gamme de fréquence, et qui augmentent rapidement à partir des fréquences élevées. Ce sont ces pertes résiduelles qui limitent en fréquence l'emploi du Ferroxcube et conduisent à envisager diverses variétés ayant une perméabilité initiale de plus en plus faible.

La nature de ces pertes, aux fréquences basses, n'a pas encore été clairement établie. Mais leur augmentation aux fréquences élevées est en liaison avec les résonances mécaniques des moments magnétiques élémentaires. Par conséquent, ces pertes ne peuvent pas être calculées, elles peuvent seulement être mesurées.

$\frac{R_{co} + R_R}{L}$ , correspondant aux pertes par courants de Foucault et aux pertes résiduelles dans le noyau.  $R_{co} \ll R_R$  et il est préférable de mesurer la somme de ces pertes.

Si l'on ménage un petit entrefer dans ce circuit magnétique de section homogène, on trouve pour un matériau et une fréquence donnés que :

$$\frac{R'_{co} + R'_R}{\mu' \omega L} = \frac{tg \delta'_{co} + tg \delta'_R}{\mu'} = \frac{tg \delta}{\mu_t} \cong \frac{tg \delta}{\mu_0}$$

Ce rapport est indépendant de  $\mu'$ , il est facile à mesurer et il caractérise les pertes aux faibles inductions pour un matériau donné (Pertes par hystérésis négligeables). Pour les différentes variétés de Ferroxcube, on donne donc  $\frac{tg \delta}{\mu_0}$  ( $f$ ) mesuré sur un tore sans entrefer (Fig. 6).

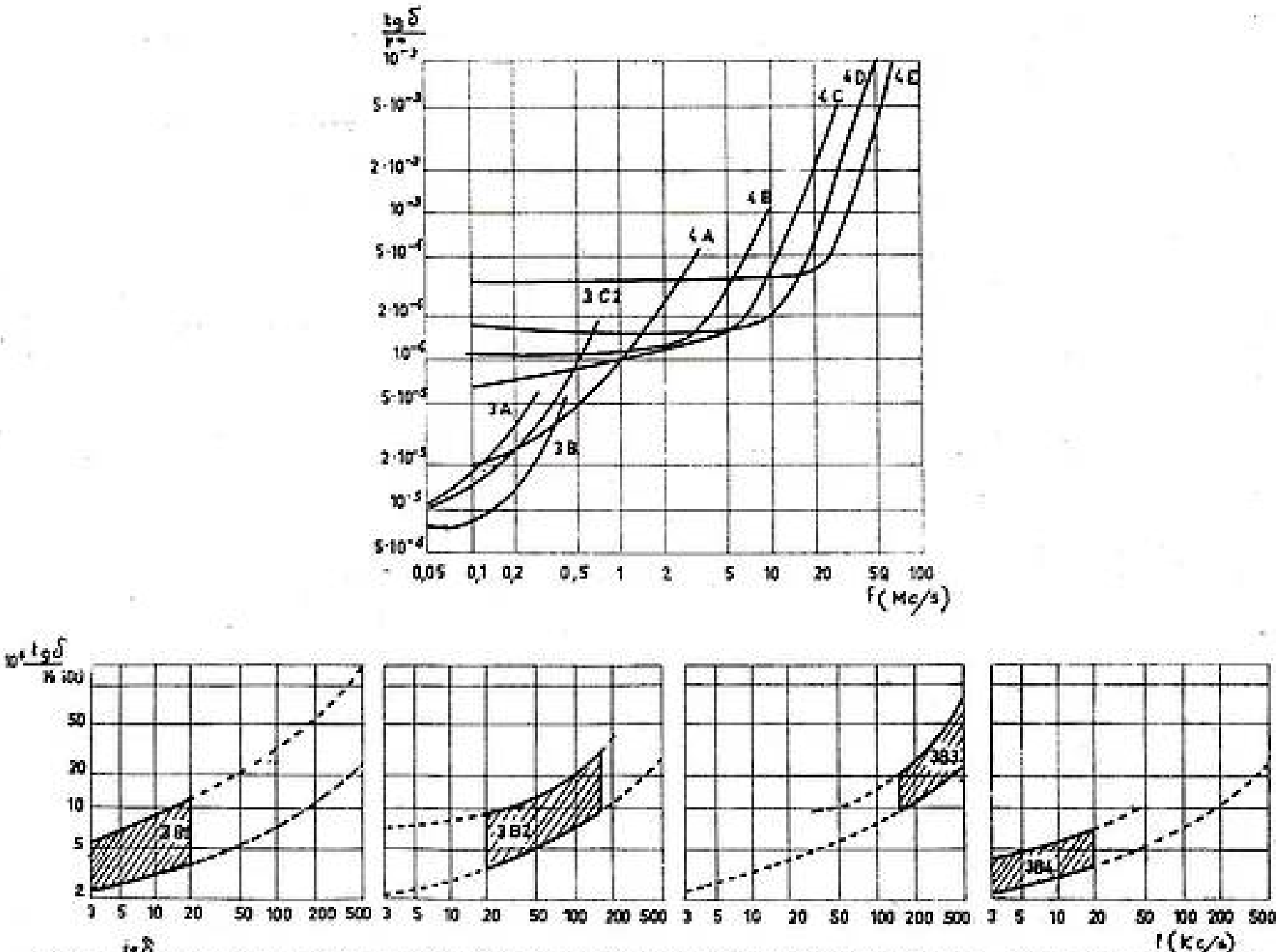


FIG. 6. —  $\frac{tg \delta}{\mu_0}$  en fonction de la fréquence pour les différentes variétés de  $F \times C$ . Pour les variétés  $F \times C - 3 B 1 - 3 B 2 - 3 B 3 - 3 B 4$  les limites de variations sont également indiquées.

Une mesure de  $\frac{R_{tot}}{L}$  d'un bobinage sur un tore en Ferroxcube de section homogène, permet, si elle est pratiquée à basse fréquence et à faible induction, de négliger  $R_{cu}$ ,  $R_{cap}$  et  $R_H$ . Les pertes par courant continu dans le bobinage sont aisément calculées et peuvent alors être soustraites. Il reste le terme

Dans le cas où la section n'est plus uniforme (cas d'un pot fermé) la relation :

$$\frac{tg \delta}{\mu'} = \frac{tg \delta'}{\mu'}$$

n'est plus vérifié. Elle est restée vraie seulement

dans le cas des pertes résiduelles et l'on a :

$$\frac{\lg \delta_R}{\mu_t} = \frac{\lg \delta'_R}{\mu'} \quad (27)$$

En effet les pertes par courants de Foucault dépendent de la forme du circuit. Si la fréquence n'est pas trop élevée, les pertes résiduelles ne dépendent ni de la forme, ni du volume du circuit, et c'est là une constatation expérimentale.

D'après ce que nous venons de dire, et pour déterminer  $\frac{\lg \delta'_R}{\mu'}$  dans le cas d'un pot fermé, on calcule

d'abord  $\frac{\lg \delta_{co}}{\mu_t} = \frac{R_{co}}{\mu_t \omega L}$  pour un circuit homogène sans entrefer (avec le même matériau et la même fréquence) et on le retranche de  $\frac{\lg \delta}{\mu_t}$ . On obtient

alors  $\frac{\lg \delta_R}{\mu_t}$  et grâce à la relation (27), on peut en déduire  $\frac{\lg \delta'_R}{\mu'}$ .

Un circuit magnétique sans entrefer et de section uniforme est fourni par l'anneau d'un pot à entrefers symétriques. En se référant aux cotes indiquées par la Fig. 4, ce circuit est un bâtonnet rectangulaire de dimensions  $a \times (a + b)$  avec  $a = r_5 - r_4$  et  $b = D - a$ .

Le calcul des pertes par courants de Foucault donne, pour cet anneau :

$$\frac{\lg \delta_{coR}}{\mu_t} = \frac{4\pi \cdot 10^{-3}}{\rho} \cdot \frac{4\pi \cdot f}{a(a+b)} \left( \frac{a^4}{64} + \frac{a^2 b}{32} + \frac{a^2 b^2}{128} - \frac{a b^3}{128} + \frac{b^4}{256} \log_e \frac{2a+b}{b} \right) \quad (28)$$

Les pertes résiduelles dans ce noyau sont donc :

$$\frac{\lg \delta_R}{\mu_t} = \frac{\lg \delta}{\mu_t} - \frac{\lg \delta_{coR}}{\mu_t} \quad (29)$$

D'après ce que nous venons de dire  $\frac{\lg \delta_R}{\mu_t}$  aura la même valeur pour le pot complet, et l'on pourra écrire :

$$\frac{\lg \delta_R}{\mu_t} = \frac{\lg \delta'_R}{\mu'} = \frac{R'_R}{\mu' \omega L}$$

Par conséquent :

$$\frac{R'_R}{L} = \mu' \omega \frac{\lg \delta'_R}{\mu'} = \omega \mu' \left[ \frac{\lg \delta}{\mu_t} - \frac{4\pi \cdot 10^{-3}}{\rho} \cdot \frac{4\pi \cdot f}{a(a+b)} \left( \frac{a^4}{64} + \frac{a^2 b}{32} + \frac{a^2 b^2}{128} - \frac{a b^3}{128} + \frac{b^4}{256} \log_e \frac{2a+b}{b} \right) \right] \quad (30)$$

## 5.7. — CALCUL DES PERTES POUR DIFFÉRENTS POTS FERMÉS FERROXCUBE.

Afin de ne pas trop surcharger cette exposé, nous limiterons volontairement les exemples à deux types de pots à entrefers symétriques les plus courants, à savoir : 36/22 et 25/16.

Donnons tout d'abord les principaux symboles utilisés.

TABLEAU N° 1

### Symboles Utilisés

$r_1, r_2, r_3, r_4, r_5, A, B, D, E$  : dimensions du pot en mètres (voir Fig. 4).

$\mu_t$  = perméabilité torique à basse induction et à basse fréquence très peu différente de la perméabilité initiale  $\mu_0$ .

$\mu'$  = perméabilité effective du circuit.

$\rho_{cu}$  = résistivité du fil en ohm/mètre (pour le cuivre  $1,76 \times 10^{-8}$ ).

$\rho$  = résistivité du matériau magnétique en ohm/mètre.

(Pour le  $F \times C = 3B1$  et  $3B4$  : 0,2 ;  $F \times C = 3B2$  et  $3B3$  : 0,6 ;  $F \times C = 4$  : 1 000).

$d$  = diamètre du fil en mètre (pour le fil divisé diamètre de chaque brin).

$f_{cu}$  = facteur de remplissage du cuivre.

$k$  = constante de configuration pour les pertes par courants de Foucault dans le fil.

$\Delta$  = longueur de l'entrefer en mètre.

$\sum \frac{l}{S}$  = somme des rapports longueur/section pour différentes parties du circuit magnétique de section homogène.

$f$  = fréquence en cycles/seconde.

$\omega$  = pulsation en radians/seconde.

$C$  = Capacité répartie de la bobine en Farad.

$L$  = Self-induction en Henry.

$Q$  = Coefficient de surtension.

$\delta$  = angle de pertes totales.

$\delta_c$  = angle de pertes diélectriques dans le bobinage.

$\delta_{co}$  = angle de pertes par courants de Foucault dans le noyau.

$\delta_{coR}$  = angle de pertes par courants de Foucault et pertes résiduelles mesurées sur un anneau.

$\delta_R$  = angle de pertes résiduelles sur un circuit fermé.

$\delta'_R$  = angle de pertes résiduelles dans un circuit avec entrefer.

$g_2 (24 - 100)$  = facteur de pertes par hystérésis.

$V'$  = volume effectif en  $m^3$ .

$n$  = nombre de spires.

$H$  = champ magnétique en milli-oersted.

$I$  = intensité efficace du courant en Ampère.

Pour les types de pots 36/22 et 25/16 les différentes constantes sont résumées par le tableau N° II (toutes les dimensions sont en mètre,  $\Sigma \frac{l}{S}$  en  $m^{-2}$  et  $V'$  en  $m^3$ ).

TABLEAU N° II

| Type de Pot          | 36/22                | 25/16                 |
|----------------------|----------------------|-----------------------|
| $r_1$                | 0,0064               | 0,0044                |
| $r_2$                | 0,0070               | 0,0051                |
| $r_3$                | 0,0135               | 0,0094                |
| $r_4$                | 0,0140               | 0,0099                |
| $r_5$                | 0,0180               | 0,0127                |
| $A$                  | 0,0076               | 0,0081                |
| $B$                  | 0,010 $-\Delta$      | 0,010 $-\Delta$       |
| $D$                  | 0,010                | 0,010                 |
| $E$                  | 0,006                | 0,003                 |
| $C$                  | 23 $pF$              | 21 $pF$               |
| $\Sigma \frac{l}{S}$ | 214                  | 405                   |
| $k$                  | $1,6 \cdot 10^{-2}$  | $3,0 \times 10^{-2}$  |
| $tg \delta_c$        | 0,005 - 0,01         | 0,005 - 0,01          |
| $V'$                 | $9,3 \times 10^{-4}$ | $2,74 \times 10^{-4}$ |

Les capacités réparties du bobinage, indiquées ci-dessus sont valables seulement si l'espace réservé au bobinage est complètement rempli et si une extrémité de ce bobinage est reliée à la masse. Si cet espace n'est pas complètement bobiné, la valeur de  $C$  est plus basse. Comme, dans ce cas, les bobinages ne sont plus également répartis dans l'espace réservé au bobinage, il n'y a pas une relation nette entre  $f_{cu}$  et  $C$ , et la valeur  $C$  devra être déterminée d'après une mesure.

Aux fréquences élevées, par exemple supérieures à 500 kc/s, la valeur de  $C$  est parfois rendue volontairement très basse, soit en évitant de remplir l'espace réservé au bobinage, soit en fractionnant le bobinage. En se rappelant que les pertes dues à cette capacité sont proportionnelles à  $\omega^2$ , elles représentent donc à ces fréquences une part importante des pertes totales.

On peut alors calculer les différentes pertes dans chaque cas particulier. Pour cela nous donnons ci-dessous les principales formules utilisées sans oublier les remarques suivantes :

1° Le fil est supposé en cuivre ( $\rho_{cu} = 1,76 \times 10^{-8}$ ) et toutes les dimensions sont exprimées en  $m$  ;

2° La valeur de  $\rho$  a été prise égale à 0,6. Cela n'est vrai que pour le  $F \times C$  - 3B2 et 3B3.

Pour d'autres variétés de  $F \times C$ , la formule donnant  $\frac{R_{cu}}{L}$  et le deuxième terme de  $\frac{R'_R}{L}$  (toujours inversement proportionnel à  $\rho$ ) doivent être corrigés.

3° Pour la formule donnant les pertes par hystérésis, la valeur de  $q_s$  (24-100) a été prise égale à 12 ;

cela ne s'applique qu'aux variétés de  $F \times C$  3B1, 3B2 et 3B3. Pour les autres variétés de Ferroxcube il convient de faire la même remarque que précédemment ;

4° Les carcasses de bobinages sont supposées être celles indiquées par le fournisseur.

A. — Pot type 36/22.

$$\frac{R_o}{L} = \frac{1}{\mu'} \cdot \frac{3910}{f_{cu}} \Omega/H \quad (31)$$

$$\frac{R_{cu}}{L} = \frac{1}{\mu'} \cdot 508 \cdot f_{cu} \cdot d^2 \cdot f^2 \Omega/H \quad (32)$$

$$\frac{R_{cap}}{L} = \left( \frac{2}{Q} + 0,01 \right) \cdot \rho \cdot L \cdot 59,5 \cdot 10^{-16} \Omega/H \quad (33)$$

$$\frac{R_{co}}{L} = 5,76 \cdot 10^{-10} \cdot \mu' \cdot f^2 \Omega/H \quad (34)$$

$$\frac{R_H}{L} = 315 \cdot \mu' \cdot \frac{L}{n} \cdot I \cdot f \Omega/H \quad (35)$$

$$\frac{R'_R}{L} = \left( \frac{tg \delta}{\mu_o} - 1,19 \cdot 10^{-11} f \right) 6,28 \mu' f \Omega/H \quad (36)$$

B. — Pot type 25/16.

$$\frac{R_o}{L} = \frac{1}{\mu'} \cdot \frac{7420}{f_{cu}} \Omega/H \quad (37)$$

$$\frac{R_{cu}}{L} = \frac{1}{\mu'} \cdot 476 \cdot f_{cu} \cdot d^2 \cdot f^2 \Omega/H \quad (38)$$

$$\frac{R_{cap}}{L} = \left( \frac{2}{Q} + 0,01 \right) \rho \cdot L \cdot 52,1 \cdot 10^{-16} \Omega/H \quad (39)$$

$$\frac{R_{co}}{L} = 2,06 \cdot 10^{-10} \cdot \mu' \cdot f^2 \Omega/H \quad (40)$$

$$\frac{R_H}{L} = 799 \cdot \mu' \cdot \frac{L}{n} \cdot I \cdot f \Omega/H \quad (41)$$

$$\frac{R'_R}{L} = \left( \frac{tg \delta}{\mu_o} - 0,66 \cdot 10^{-11} f \right) 6,28 \mu' f \Omega/H \quad (42)$$

## 6. — Autres facteurs limitant $\mu'$ .

### 6.1. — STABILITÉ DANS LE TEMPS.

Les variations accidentelles d'entrefer, dues principalement à des modifications des surfaces de contact d'ordre microscopique, peuvent seules affecter la stabilité de  $\mu'$  dans le temps.

La présence d'un entrefer important limite beaucoup ces effets. Pour cette raison, on évite dans la construction des bobines de haute stabilité de donner à  $\mu'$  des valeurs dépassant 80 ou 100. Dans ce cas, la stabilité dans le temps reste bien meilleure que 0,04 %.

### 6.2. — DISTORSION NON LINÉAIRE.

Nous avons déjà vu que seule la résistance de pertes par hystérésis dépend du courant et qu'elle lui est directement proportionnelle. Il en résulte

que les pertes par hystérésis ne sont pas constantes durant un cycle, et la distorsion non-linéaire d'origine magnétique, provoque alors l'apparition d'harmoniques impairs.

En admettant que la courbe  $B(H)$  soit définie par la loi de Rayleigh, le taux d'harmonique 3 en % (cas le plus défavorable et bobine non chargée) est donnée par la relation :

$$d^3 = \frac{V_3}{V_1} = 0,6 \frac{R_H}{L \omega} \quad (43)$$

$V_1$  et  $V_3$  représentant respectivement les amplitudes des tensions fondamentale et de rang 3.

Les autres harmoniques décroissent rapidement ( $V_5 = \frac{5}{21} V_3$ ) mais  $d_3$  est le plus important. En général, les mesures de  $q_3$  sont plus faciles à faire que celles de  $d_3$ , et bien que ce dernier soit souvent intéressant, il est préférable de donner pour un matériau magnétique, la valeur de  $q_3$ . Cependant  $d_3$  est parfois indiqué pour différentes valeurs de la fréquence et de l'induction.

### 6.3. — PERMEABILITÉ D'AMPLITUDE.

Par suite de la non-linéarité de la courbe  $B(H)$ , la valeur de  $\mu = \frac{B}{H}$  dépend de la valeur de  $H$ , ou ce qui revient au même du courant  $I$ . Donc  $L$  variera pendant un cycle et dépendra également de la valeur efficace du courant.

La relation entre les variations de  $L$  et la résistance de pertes par hystérésis est donnée, dans le domaine d'application de la loi de Rayleigh, par :

$$\frac{dL}{dI} = \frac{3}{8f} \frac{dR_H}{dI} \quad (44)$$

Les effets mentionnés en 6.2 et 6.3 peuvent être habituellement négligés dans de nombreux circuits de télécommunications ou les inductions sont très faibles. Dans le cas d'inductions un peu plus élevées (bobines Pupin) ces effets doivent être pris en considérations. Ils peuvent être réduits en diminuant la valeur de  $\mu'$  ( $\frac{R_H}{L}$  est proportionnel à  $(\mu')^{3/2}$ ) et en utilisant des variétés de Ferroxcube ayant de faibles valeurs de  $q_3$  ( $F \times C - 3B4$  ou  $3B5$ ).

## 7. — Considérations pratiques sur la réalisation des bobinages utilisant des pots fermés Ferroxcube.

### 7.1. — MÉTHODE GÉNÉRALE DE CALCUL.

En général, les spécifications imposées à l'inductance sont les suivantes :

- a) valeur de  $L$  définie à quelques % ;
- b) Coefficient de température inférieur à un maximum fixé ;
- c)  $Q$  supérieur à un minimum fixé.

La plus haute valeur de  $\mu'$  sera imposée par l'exigence la plus sévère b) ou c). Bien entendu dans le cas où l'inductance doit être utilisée à faibles inductions, on s'assurera que les effets de distorsion et de perméabilité d'amplitude n'entrent pas en ligne de compte. On connaît évidemment la gamme des fréquences d'utilisation.

Les questions suivantes se posent :

- 1° Quel type de pot doit-on choisir ?
- 2° Quelle est la variété de Ferroxcube utilisée ?
- 3° Quelles sont les dimensions de l'entrefer ?
- 4° Quel fil choisira-t-on, et quelle est le nombre de tours ?
- 5° Quelles valeurs du coefficient de température obtiendra-t-on et sur quelle valeur de  $Q$  peut-on compter ?

La variété de Ferroxcube dépend de la gamme de fréquence utilisée et ceci se basant sur les remarques suivantes :

Au-dessous de 20 kc/s :  $F \times C - 3B1$  ou  $3B4$ , et si de très faibles pertes par hystérésis sont nécessaires, on prendra le  $F \times C - 3B5$ .

|                   |                      |
|-------------------|----------------------|
| de 20 à 150 kc/s  | : $F \times C - 3B2$ |
| de 150 à 500 kc/s | : $F \times C - 3B3$ |
| de 0,5 à 1 Mc/s   | : $F \times C - 4A$  |
| de 1 à 2 Mc/s     | : $F \times C - 4B$  |

Au-dessus de 2 Mc/s on peut utiliser le  $F \times C - 4C$  et souvent les pots sont remplacés par des noyaux droits cylindriques.

Les formules (31) à (42) donnant les valeurs de chacune des pertes et les valeurs de  $L$ ,  $f$  et  $\frac{\lg \delta}{\mu_0}$  sont déjà connues d'après ce qui précède.

Ainsi que nous l'avons dit, les pertes par hystérésis peuvent être négligées dans un premier calcul, et l'on recherche ensuite si cette omission est justifiée. En utilisant cette méthode il n'est pas nécessaire de connaître en premier lieu les valeurs de  $n$  et  $I$ . Une première estimation peut être faite pour le type de pot, et également pour les valeurs de  $f_{cu}$  et  $d$ , lesquelles dépendent de la qualité du fil utilisé (pour une carcasse de bobinage complètement bobinée).

On déterminera alors si le type de pot le mieux approprié a été choisi. Sinon, le calcul doit être recommencé.

Généralement deux ou trois calculs seront nécessaires pour arriver à des résultats satisfaisants.



7.2. — CHOIX DU TYPE DE POT ET DU FIL.

Une méthode générale telle qu'elle a été indiquée précédemment est souvent inapplicable en raison des nombreux cas particuliers possibles. Des considérations pratiques permettent de résoudre ces cas particuliers.

De plus grandes valeurs de  $L$  et des coefficients de température plus bas conduisent à des types de pots de plus grand volume. Habituellement un  $Q$  élevé conduit à un  $\mu'$  faible et à un grand nombre de tours. Le maximum du coefficient  $Q$  est obtenu lorsque les pertes cuivre sont égales aux pertes fer, autrement dit si :

$$\frac{R_o}{L} + \frac{R_{cu}}{L} = \frac{R_{ro}}{L} + \frac{R_H}{L} + \frac{R_R}{L}$$

Comme les pertes cuivre sont inversement proportionnelles à  $\mu'$  et que les pertes fer proportionnelles à  $\mu'$ , cette égalité peut être obtenue en modifiant  $\mu'$  au moyen de différentes longueurs  $\Delta$  d'entrefer, sans omettre les répercussions des variations de  $\mu'$  sur les autres facteurs. Ne pas oublier que si l'on arrive à des valeurs de  $\mu'$  élevées, celles-ci risquent de nuire à la stabilité dans le temps de l'inductance et conduisent à des ajustages de  $L$  longs et difficiles. Ce cas se produit cependant pour des inductances utilisées en basses fréquences, avec des pots de grandes dimensions ; il est alors toujours dangereux de faire  $\mu' > 100$ . Pour des fréquences plus élevées,  $\mu'$  diminue ainsi que la dimension des pots.

Le fil est déterminé d'après les courants de Foucault dans le cuivre. Ces pertes sont proportionnelles à  $d^2$  et  $f^2$ . En hautes fréquences le fil divisé sera préféré, et plus la fréquence est élevée, plus le diamètre du fil sera réduit. Pour les pots 45/39 et 36/22 par exemple, les fils divisés commencent à être utilisés à partir de 10 kc/s ; dans les pots 14/8 à partir de 150 kc/s. Pour les autres types de pots, le fil divisé est utilisé à partir des fréquences de l'ordre de 50 kc/s.

Nous pouvons alors déduire la règle générale suivante :

—  $L$  et  $Q$  élevés, coefficient de température faible (c'est le cas habituel) : utiliser le type de pot le plus grand.

— Fréquence élevée et  $Q$  faible : utiliser le type de pot le plus petit.

Puisque le type de pot et le fil est maintenant déterminé, le facteur  $f_{cu}$  peut être déterminé. Pour cela, nous donnerons avec le tableau N° III un exemple limité de ce genre de renseignements, à la disposition des utilisateurs et permettant de connaître  $f_{cu}$ .

Ce facteur varie relativement peu avec le diamètre du fil, de sorte qu'une valeur moyenne peut être utilisée sans qu'il en résulte des erreurs trop importantes.

TABLEAU N° III

Maximum de tours et facteur de remplissage  $f_{cu}$

du cuivre avec le fil divisé de  $\Phi = 0,07$  mm avec les carcasses des pots : 36/22 et 25/16.

| Pot 36/22          |                 |          |
|--------------------|-----------------|----------|
| Désignation du Fil | Nombre de Tours | $f_{cu}$ |
| 5 × 0.07           | 550             | 0.214    |
| 8 × 0.07           | 440             | 0.274    |
| 10 × 0.07          | 340             | 0.265    |
| 12 × 0.07          | 324             | 0.302    |
| 20 × 0.07          | 194             | 0.302    |
| 24 × 0.07          | 173             | 0.324    |
| 28 × 0.07          | 143             | 0.312    |
| 32 × 0.07          | 131             | 0.327    |
| 36 × 0.07          | 102             | 0.286    |
| 40 × 0.07          | 100             | 0.312    |
| 45 × 0.07          | 95              | 0.333    |
| 50 × 0.07          | 90              | 0.355    |
| 56 × 0.07          | 63              | 0.275    |
| 63 × 0.07          | 59              | 0.290    |
| 70 × 0.07          | 56              | 0.306    |

| Pot 25/16          |                 |          |
|--------------------|-----------------|----------|
| Désignation du Fil | Nombre de Tours | $f_{cu}$ |
| 5 × 0.07           | 400             | 0.216    |
| 8 × 0.07           | 305             | 0.262    |
| 10 × 0.07          | 244             | 0.262    |
| 12 × 0.07          | 239             | 0.309    |
| 16 × 0.07          | 173             | 0.299    |
| 20 × 0.07          | 158             | 0.341    |
| 24 × 0.07          | 109             | 0.295    |
| 28 × 0.07          | 108             | 0.326    |
| 32 × 0.07          | 96              | 0.381    |
| 36 × 0.07          | 92              | 0.357    |
| 40 × 0.07          | 66              | 0.285    |
| 45 × 0.07          | 60              | 0.291    |
| 50 × 0.07          | 59              | 0.318    |

7.3. — CALCULS DÉFINITIFS.

Il existe deux possibilités :

a)  $L$  et le coefficient de température sont spécifiés :

b)  $L$  et le  $Q$  minimum sont spécifiés.

Si le coefficient de température et le  $Q$  sont spécifiés, la valeur qui détermine la plus basse valeur de  $\mu'$  doit être prise en considération.

a) dans ce cas  $\mu'$  peut être calculé d'après l'équation (6). Des graphiques analogues à ceux des Fig. 7 et 8 donnent les valeurs de  $\mu'$  et de  $\alpha$  en fonction de la longueur  $\Delta$  d'entrefer.  $\alpha$  est le nombre de tours, pour  $L=1$  H (cas du pot 36/22) ou 1 mH. (cas du pot 25/16). Pour le F×C-3 B et 4 A les valeurs de  $\mu'$

et de  $\alpha$  sont calculées sur une valeur de  $\mu_0 = 700$  et pour le  $F \times C - 4B$  :  $\mu_0 = 200$ .

Remarquons que  $\mu'$  peut également être déterminé en mesurant le coefficient de self-induction  $L$  d'une bobine avec un pot sans entrefer, et, le coefficient de self-induction  $L'$  avec la même bobine et le même pot avec entrefer, on a alors :  $\frac{L'}{L} = \frac{\mu'}{\mu_0}$

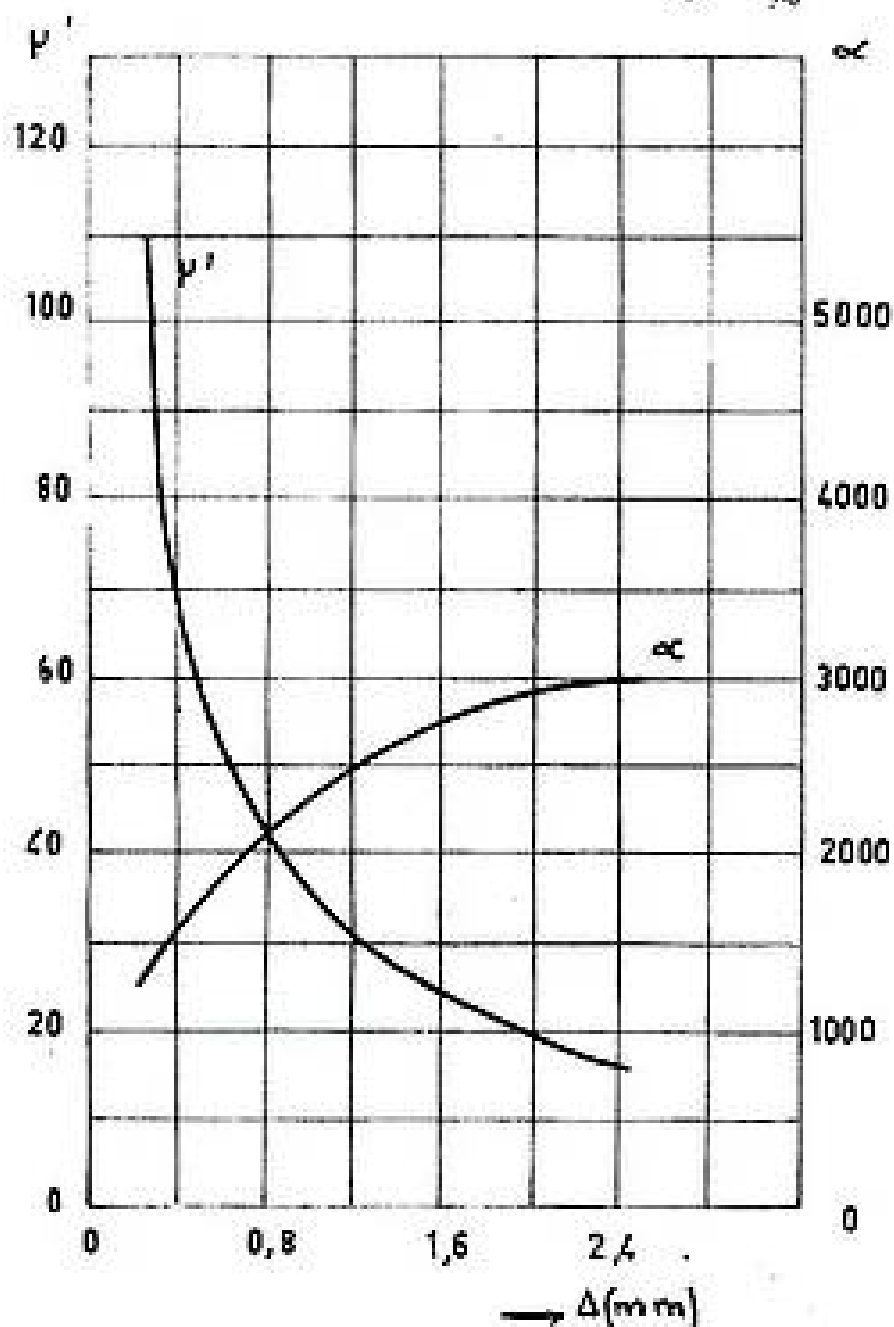


FIG. 7. —  $\mu'$  et  $\alpha$  en fonction de  $\Delta$ .

Pot 36/22 —  $F \times C - 3B$ .

( $\alpha$  = nombre de tours par henry).

On peut donc calculer  $\Delta$  et  $\alpha$ , ainsi que le nombre de tours par la relation :  $n = \alpha \sqrt{L}$

A l'aide de renseignements analogues à ceux du tableau n° III, on détermine ensuite le fil à utiliser pour que la carcasse soit complètement bobinée.

Ces tableaux permettent de déduire  $f_{cu}$  (pour les fréquences élevées, se rappeler que ces règles de bobinage ne sont pas toujours satisfaites afin de diminuer la capacité répartie du bobinage).

Il est possible maintenant de faire un premier calcul de  $Q$ . En comparant les pertes cuivre et les pertes fer, trois cas peuvent se présenter.

1° Pertes cuivre = Pertes fer.

C'est le cas idéal.  $Q$  à sa valeur maximum.

2° Pertes cuivre > Pertes fer.

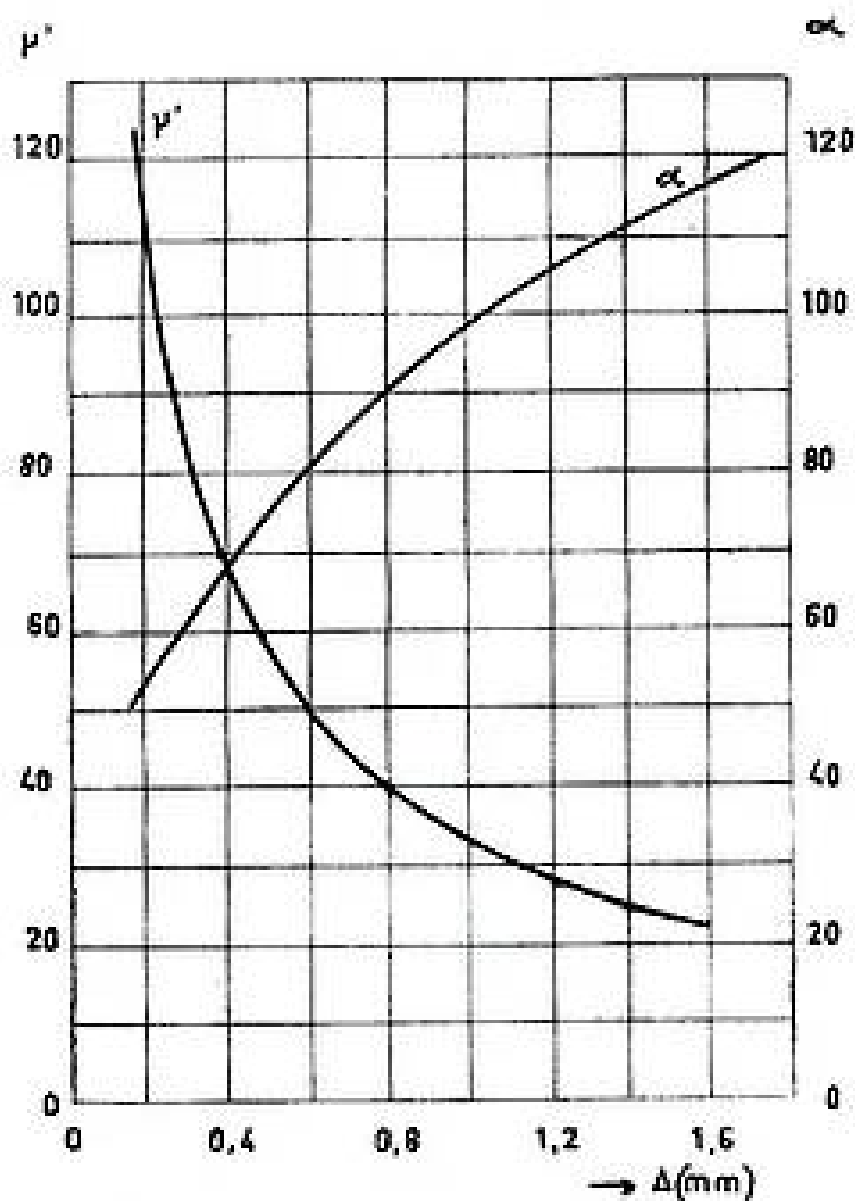


FIG. 8. —  $\mu'$  et  $\alpha$  en fonction de  $\Delta$ .

Pot 25/16 —  $F \times C - 3B$ .

( $\alpha$  = nombre de tours par milli-henrys).

Pour obtenir la valeur de  $Q$  maximum,  $\mu'$  doit être augmenté. Vérifier dans ce cas que le coefficient de température reste dans les limites avant d'essayer d'augmenter  $Q$ .

3° Pertes cuivre < Pertes fer.

Dans ce cas  $\mu'$  sera réduit pour obtenir la valeur de  $Q$  maximum. Le coefficient de température sera également réduit. Cependant le nombre de spires, pour  $L$  donné, sera augmenté, et simultanément le diamètre du fil sera diminué.

b) Si  $L$  et  $Q$  minimum sont donnés,  $\mu'$  ne peut pas être calculé directement. Il doit être déterminé d'après la relation donnant l'égalité des pertes cuivre et fer. La valeur de  $f_{cu}$  en sera estimée. La

valeur cherchée de  $\frac{R_{tot}}{L} = \frac{\omega}{Q}$  donne une équation

du second degré, d'après laquelle  $\mu'$  peut être calculé. Toutefois si le discriminant est négatif, ou si la valeur de  $\mu'$  est trop élevée (supérieure à 100 par exemple, ce qui nuit à la bonne stabilité dans le temps) les calculs doivent être repris avec un pot de plus grandes dimensions. On peut essayer d'atteindre un  $Q$  maximum du moment que le coefficient de température reste dans des limites raisonnables. Lorsque  $\mu'$  est connu, les calculs peuvent être complétés, comme nous l'avons expliqué en a).

#### 7.4. — DISTORSION ET PERMÉABILITÉ D'AMPLITUDE.

Si ces conditions sont spécifiées, les pertes par hystérésis sont d'abord calculées. D'après celles-ci

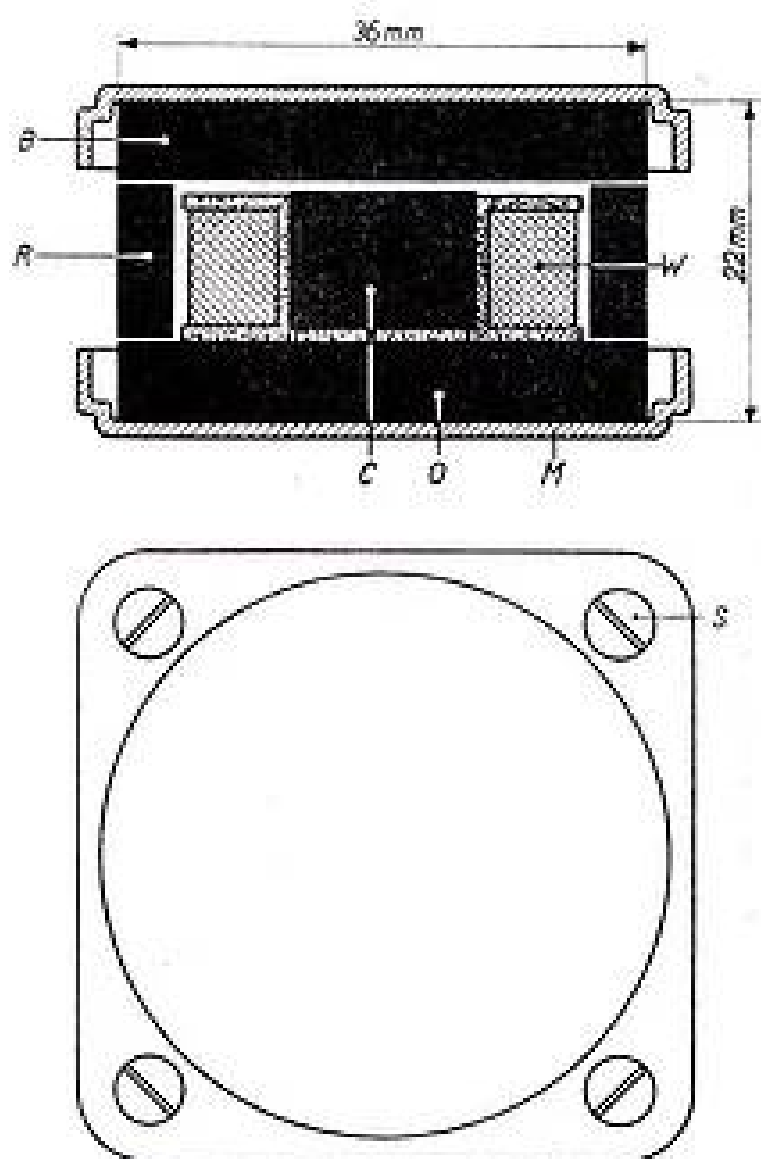


FIG. 9. — Montage d'un pot fermé Ferroxcube à entrefers asymétriques.  
 W : bobinage et sa carcasse.  
 O : Plateau inférieur sur lequel est collé le noyau Cental C avec interposition d'une cale non ferro-magnétique pour des longueurs d'entrefers  $\Delta > 0,5$  mm.  
 R : plateau supérieur.  
 R : anneau.  
 M : flasques d'assemblages maintenus à l'aide des vis et entretoises.  
 Les parties en noir sont en Ferroxcube.

on peut calculer le taux d'harmonique 3 et la variation  $L$  due à la perméabilité d'amplitude.

Si les limites sont dépassées,  $\mu'$  doit être réduit et le calcul doit être recommencé.

#### 7.5. — AJUSTAGE, IMPRÉGNATION ET MONTAGE.

Mis à part les dispositifs de réglage mobiles, l'ajustage du coefficient de self-induction peut être obtenu en retouchant très légèrement la longueur de l'entrefer. Ce travail peut se faire, par exemple, à l'aide de papier émeri. Pour les faibles valeurs de  $\mu'$ , il est possible d'obtenir pour le coefficient de self-induction des tolérances de  $\pm 0,5$  %. Afin de garantir la stabilité dans le temps, il est nécessaire d'imprégner d'abord la carcasse bobinée, puis, le pot complètement monté. Une bonne imprégnation est obtenue sous un vide poussé, par exemple de 0,05 mm de mercure. Au préalable, un étuvage

à 120° C et sous un vide primaire de quelques mm de mercure est conseillé. Dans bien des cas, on peut utiliser comme imprégnant l'ozokérite jaune (point de goutte 78° C). Si l'opération d'imprégnation est faite selon des spécifications bien déterminées, l'augmentation de self-induction qui en résulte est constante : elle est de l'ordre de 1 % et augmente pour des valeurs de  $\mu'$  élevées.

Lors du montage, il faut nettoyer soigneusement les surfaces en contact, l'émeri en particulier risque de produire des entrefers instables. Il faut serrer les flasques de maintien diagonalement et progressivement, sans effort : un mauvais serrage conduit à des difficultés de fabrication, et à des instabilités dans le temps. Pour des fréquences supérieures à 50 kc/s, le début et la fin du bobinage doivent se faire par le même passage du fil. On évite ainsi les flux de fuite, se refermant directement dans les parties extérieures du pot (sans entrefer) ce qui augmente les pertes, le coefficient de température, etc...

#### 8. — Exemple.

Donnons pour terminer un exemple de calcul.

On désire réaliser pour une bobine de filtre utilisée en téléphonie par courants porteurs, une inductance de 2,5 mH à 70 kc/s avec un coefficient de température inférieur à  $80 \times 10^{-6} ^\circ\text{C}$  et un coefficient de surtension le plus élevé possible.

Le choix du matériau s'arrêtera sur le  $F \times C-3B2$  ayant un  $\frac{d\mu_0}{\mu_0^2 dT} = 2.10^{-6}$  maximum.

D'après la relation (6) on voit que  $\mu'$  ne devra pas dépasser 40. Etant donné que la fréquence de travail est relativement basse et que le coefficient de self-induction est élevé, le calcul sera fait avec un pot d'assez grandes dimensions, du type 36/22. Pour cette fréquence, il est recommandé de choisir un fil divisé dont le diamètre ne soit pas trop faible : par exemple 0,07 minimum.

De la fig. 7 on déduit pour  $\mu' = 40$ , une longueur d'entrefer de 0,85 mm. Le nombre de tours  $n$  pour un henry est de 2140 donc pour 2,5 mH, le nombre de tours sera :

$$n = 2140 \sqrt{\frac{2,5}{1000}} = 107$$

Le tableau N° III conduit à utiliser le fil divisé de  $32 \times 0,07$  avec 131 tours dans le cas où la carcasse serait complètement bobinée. Le facteur  $f_{en}$  sera dans ce cas réduit à :

$$f_{en} = 0,327 \times \frac{107}{131} = 0,267$$

En supposant que le facteur de surtension  $Q = 400$  et le courant  $I = 1$  mA (valeur moyenne dans ce

genre d'application), les valeurs de  $R/L$  peuvent être calculées d'après les relations 31 à 36.

$$\frac{R_s}{L} = 366 \, \Omega/H ; \quad \frac{R_{cu}}{L} = 81,5 \, \Omega/H ;$$

$$\frac{R_{cap}}{L} = 75,5 \, \Omega/H ; \quad \frac{R_{co}}{L} = 113 \, \Omega/H ;$$

$$\frac{R_H}{L} = 21 \, \Omega/H ; \quad \frac{R'_R}{L} = 162 \, \Omega/H ;$$

$$\frac{R_{tot}}{L} = 819 \, \Omega/H ; \quad Q = \frac{\omega}{819} = 537$$

La correction de  $\frac{R_{cap}}{L}$  pour  $Q = 537$  donne 69,5  $\Omega/H$  et  $Q$  se trouve porté à 541.

Les pertes cuivre dépassent les pertes fer ; il faudrait donc augmenter  $\mu'$  ; chose impossible pour que le coefficient de température soit respecté.

La valeur élevée obtenue pour le coefficient de surtension montre qu'il serait possible d'utiliser un pot plus petit, par exemple le pot 25/16.

Pour  $\mu' = 40$ , la fig. 8 donne une longueur d'entrefer de 0,75 et un nombre de tours  $n$  pour un millihenry de 88.

$$n = 88 \sqrt{2.5} = 139 \text{ tours}$$

Dans ce cas le fil divisé de  $20 \times 0,07$  sera utilisé et le tableau N° III donne :

$$I_{cu} = \frac{139}{158} 0,431 = 0,30$$

En supposant  $Q = 300$  et  $I = 1$  mA, on peut calculer, d'après les relations 37 à 42, les diverses valeurs de  $R/L$ . On trouve  $Q = 428$ .

La correction de  $\frac{R_{cap}}{L}$  pour  $Q = 428$  donne finalement  $Q = 431$ . Si cette valeur est suffisante dans l'application envisagée, le pot 25/16 peut être utilisé.

## 9. — Conclusions.

Les nombreuses approximations admises dans la méthode de calcul précédente, ne permettent pas d'obtenir une parfaite exactitude des résultats. L'expérience montre que le maximum d'erreurs sur ces résultats se chiffre entre 10 et 15 % environ. De telles erreurs englobent, dans un premier projet, les erreurs de mesures.

L'intérêt pratique de la détermination précédente est qu'elle permet de choisir le type de pot, et de définir le bobinage nécessaire. La mise au point finale doit être accompagnée de la mesure systématique des divers paramètres influant sur les résultats.

## BIBLIOGRAPHIE

- [1] Quelques applications du Ferroxcube, par W. SIX, *Revue Technique Philips*, Tome 13, N° 11, Mai 1952.
- [2] Les propriétés magnétiques et électriques des matériaux Ferroxcube, par J.J. WENR et E.W. GORTER, *Revue Technique Philips*, Tome 13, N° 8, Février 1952.
- [3] Le Ferroxcube. — Documentation « TRANSOCO ».
- [4] Survey of Possible Applications of Ferrites, par K.E. LATIMER et H.B. Mac DONALD, *P.I.E.E.*, 97, 11 avril 1950.
- [5] Ferrites core Inductors, par H.A. STONZ, *E.S.T.J.*, mars 1953.
- [6] Die ferro-magnetischen Konstanten für schwache Wechselfeder, par JOHAN, *E.N.T.*, juillet 1924.

CIRCUIT  
EN POTS

# FERRITES

## ferromagnétiques

A HAUTE STABILITÉ

CIRCUIT  
EN L

Agence Publiques-Domenach

### CARACTÉRISTIQUES

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

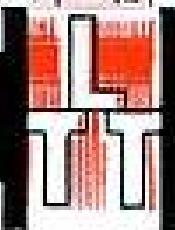
### AVANTAGES

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

| Type FERRITE | PROPRIÉTÉS | APPLICATIONS                                |                                        |
|--------------|------------|---------------------------------------------|----------------------------------------|
|              |            | Bobines d'inductance (circuit à entrefer)   | Transformateur (circuit sans entrefer) |
| 1002         | 1750       | 1 KHz à 300 KHz                             |                                        |
| 1003         | 1250       | 300 KHz à 500 KHz                           |                                        |
| 2001         | 2400       |                                             | 1 KHz à 20 MHz                         |
| 2002         | 2400       | Bobines, Papiers et Bobines basse fréquence |                                        |
| 3001         | 1500       |                                             | Transformateur de puissance H.F.       |
| Type FERRITE | PROPRIÉTÉS | APPLICATIONS                                |                                        |
|              |            | Bobines d'inductance                        | Transformateurs                        |
| 1101         | 800        | 0,2 à 2 MHz                                 | 1 KHz à 20 MHz                         |
| 1102         | 350        | 1 à 2 MHz                                   | 1 KHz à 50 MHz                         |
| 1103         | 100        | 5 à 15 MHz                                  | 1 KHz à 70 MHz                         |
| 1104         | 30         | 10 à 60 MHz                                 | 1 KHz à 100 MHz                        |
| 1105         | 15         | 50 à 120 MHz                                | 1 KHz à 200 MHz                        |

| FERRITES À CIRCUICTES |      | pour H <sub>c</sub> 10 gauss | B <sub>s</sub> G | B <sub>r</sub> G | $\frac{B_r}{B_s}$                                        | H <sub>c</sub> oe | APPLICATIONS                                            |
|-----------------------|------|------------------------------|------------------|------------------|----------------------------------------------------------|-------------------|---------------------------------------------------------|
| RECTALITE             | 4302 |                              | 3340             | 3080             | 0,92                                                     | 0,7               | Mémoire                                                 |
|                       | 4303 |                              | 2800             | 2570             | 0,92                                                     | 1,6               |                                                         |
|                       | 4304 |                              | 2500             | 2300             | 0,92                                                     | 1,4               |                                                         |
|                       | 4401 |                              | 3660             | 3360             | 0,92                                                     | 0,55              | Comande et Ampli magnétiques                            |
|                       | 4402 |                              | 3500             | 3220             | 0,92                                                     | 0,60              |                                                         |
|                       | 4001 |                              | 4000             | 3520             | 0,90                                                     | 0,60              |                                                         |
| FERRITES AMPLIS       |      |                              | B <sub>s</sub> G | H <sub>c</sub> G | B <sub>r</sub> H <sub>c</sub> 10 <sup>-3</sup> max. G oe |                   |                                                         |
| PERMUT                |      |                              |                  |                  |                                                          |                   |                                                         |
|                       | 5202 |                              | 2000             | 1500             | 1,3                                                      |                   | Amplis à champ constant dans bases préamplis mécaniques |

LIGNES TÉLÉGRAPHIQUES  
89, Rue de la Faisanderie



ET TÉLÉPHONIQUES  
PARIS-16° TRO. 45-50



# S.I.C

*Tous condensateurs  
au papier et électrochimiques*

**RADIO. TELEVISION**

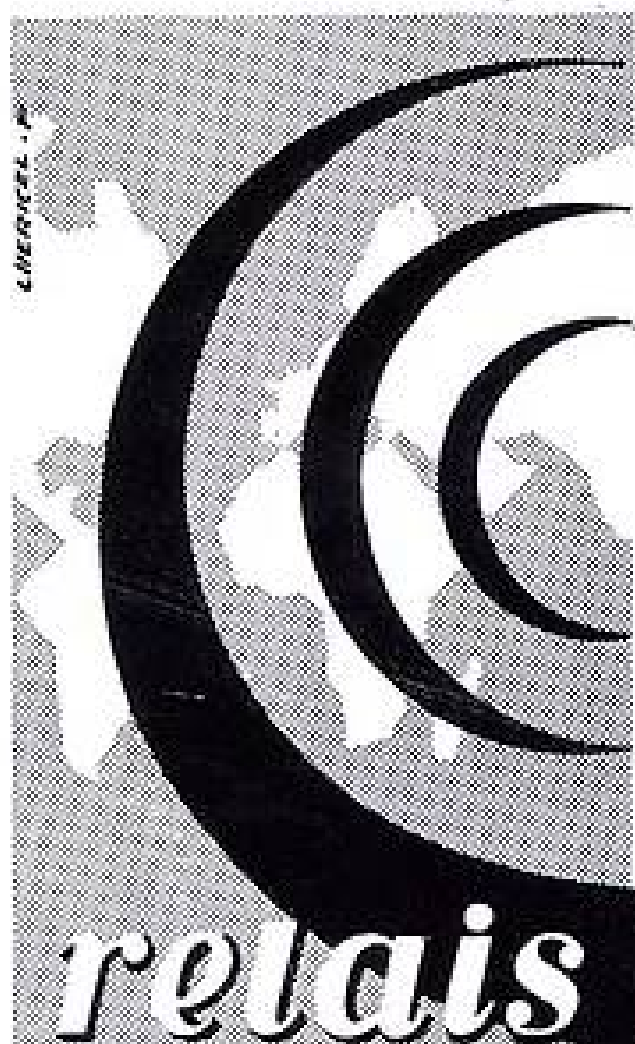
*Emission et Reception*

**MATERIEL PROFESSIONNEL**



## S<sup>TE</sup> INDUSTRIELLE DES CONDENSATEURS

95 à 107 rue Bellevue - Colombes - Charlebourg 29-22



**relais**  
**contacteurs**

**signalisation lumineuse**

*pour tout ce qui est*  
**télécommande**  
**télésignalisation**



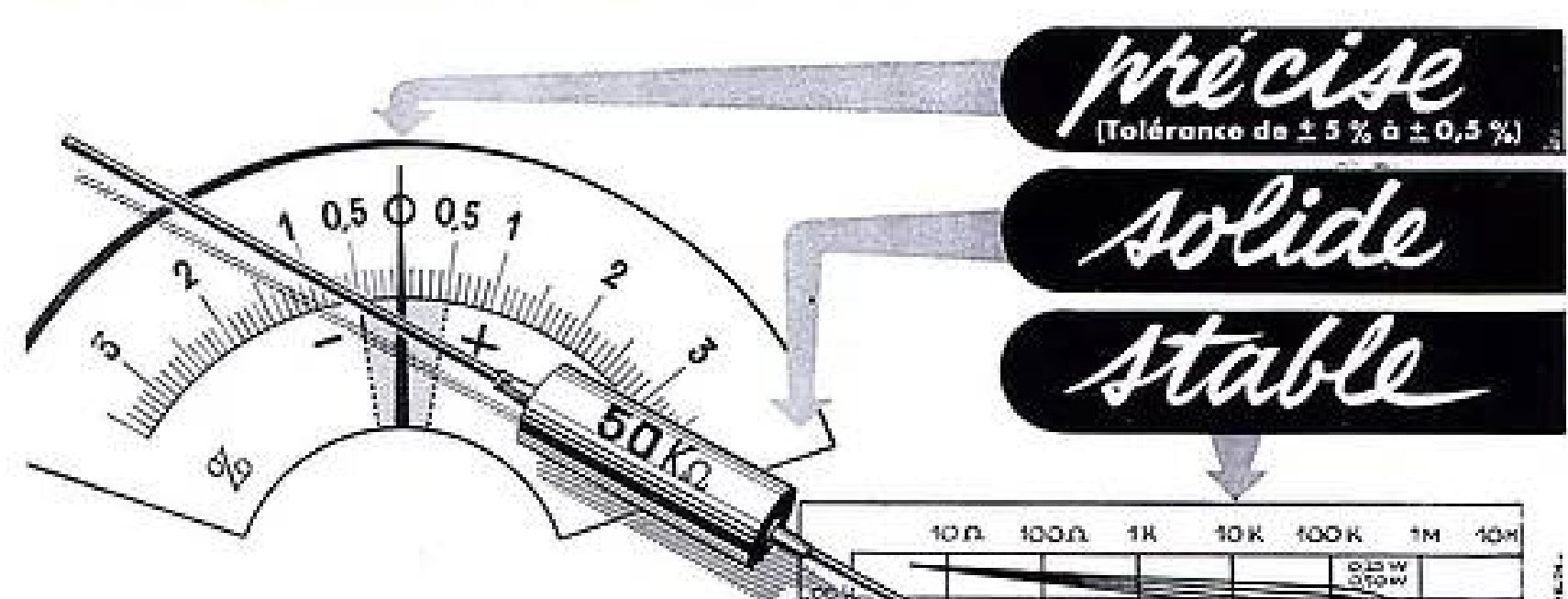
TYPE ADMO



Publi SARP

**LE MATÉRIEL TECHNIQUE ET INDUSTRIEL**  
23 et 40, rue du Pré Saint-Gervais, PARIS-19<sup>e</sup> — Tél. BOL 79-78 +

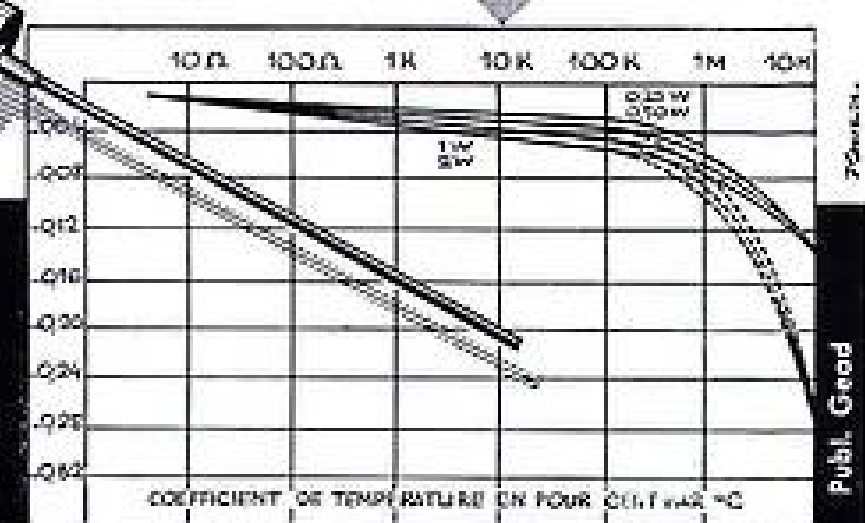
*Une résistance* MINIATURE...



Toutes nos fabrications sont conformes aux normes  
C.C.T.U. et I.A.M.

**RADIAC S.A.**  
Service Cl : 79, rue du Fg. Poissonnière  
Paris - 9<sup>e</sup> PRO. 39-51

➡ *Documentation technique sur demande*



# UN INSTRUMENT DE PROGRÈS



## DANS LE DOMAINE DES IMPULSIONS

vers la "FONCTION UNITÉ"!

temps de montée réduit à  $0,025 \mu s$

PAR LE

### GÉNÉRATEUR D'IMPULSIONS G I 52

- Durée de montée :  $0,025 \mu s$ .
- Durée des impulsions connue avec précision et réglable par bonds d'un dixième de  $\mu s$  : de  $0,2 \mu s$  à  $10 \mu s$ .
- Signal de sortie (positif ou négatif) de 50 V à 1 mV sur 75 ohms mesuré par voltmètre de crête.
- Atténuateur étalonné.
- Fuites non décelables même au niveau minimum.
- Fréquences de répétition : de 50 à 5.000 par seconde par générateur BF incorporé ou par signal extérieur de forme quelconque.
- Signal trigger réglable (positif ou négatif), pouvant être décalé en avance ou en retard de  $0,2$  à  $10 \mu s$  (par fraction étalonnée d'un dixième de  $\mu s$ ) par rapport à l'impulsion. Temps de montée :  $0,05 \mu s$ .
- Pas de jitter.

#### AUTRES APPAREILS C.R.C. :

Générateurs B.F. et H.F. - Voltmètres Electroniques - Millivoltmètres amplificateurs - Oscilloscopes - Ponts de Mesures - Amplificateurs de Ponts - Distorsionmètres - Chronoscopes électroniques - Vibrosondes - Stroboscopes - Transformateurs de modulation, etc...

\* NOTICE TECHNIQUE SUR DEMANDE



## CONSTRUCTIONS

## RADIOÉLECTRIQUES ET ÉLECTRONIQUES DU CENTRE

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

BUREAUX A PARIS : 36, RUE DE LABORDE - TÉLÉPHONE : LABorde 26-98



# SUR LES SCHÉMAS ÉQUIVALENTS DU TRANSISTRON

PAR

J. GASCHI

*Ingénieur à la Société « La Radiotechnique »*

La définition d'un transistor par un schéma équivalent s'est imposée dès le début de sa réalisation. L'intérêt d'une telle définition est que :

1° En essayant de relier les paramètres ainsi mis en évidence aux propriétés physiques du transistor, elle permet d'en mieux comprendre le fonctionnement, en faisant ressortir les caractéristiques, tant physiques que géométriques, qui influent sur ses propriétés. Par suite, elle peut servir de guide dans les études entreprises pour tenter d'en améliorer les caractéristiques ;

2° En donnant à l'utilisateur un schéma qui, du point de vue électrique, est assimilable à un réseau, elle permet à celui-ci de pouvoir effectuer les calculs nécessaires à la détermination des circuits associés au transistor.

Si l'on passe en revue les différentes étapes de l'évolution des schémas équivalents applicables au transistor, on peut approximativement diviser celle-ci en trois parties :

1° A l'origine du transistor, un premier schéma fut proposé par Shockley ; ce schéma était le résultat de l'analyse du fonctionnement physique du transistor. Bien qu'il ne fût pratiquement pas utilisé en tant que schéma pratique dans les applications, il convient de le signaler, car la méthode analytique qui servit à sa détermination est restée la méthode de base dans le calcul des paramètres des divers schémas équivalents proposés par la suite ;

2° La période de développement et de début de fabrication des transistors, où ceux-ci n'étaient pratiquement utilisés qu'en basse fréquence. L'étude des schémas équivalents se fit alors en prenant pour point de départ la théorie des quadripôles,

et en assimilant le transistor à un quadripôle actif ;

3° Au fur et à mesure que s'avançaient les recherches et les développements la gamme d'utilisation en fréquence des transistors allait en s'étendant. Il s'est avéré bien vite que les schémas développés suivant la théorie des quadripôles n'étaient plus suffisants pour représenter le fonctionnement du transistor aux fréquences élevées, par suite de l'apparition de phénomènes nouveaux.

Après un rappel de la théorie de Shockley et de la représentation suivant la théorie des quadripôles, nous donnerons un type de schéma utilisable dans une gamme de fréquences assez large.

Ce schéma est applicable dans le cas du transistor  $p-n-p$  obtenu par fusion, que nous désignerons par la suite sous le nom de transistor-fusion.

## La théorie de Shockley.

Le fonctionnement du transistor fut à notre connaissance décrit et analysé pour la première fois par Shockley en 1949.

En 1951, dans un article écrit conjointement Shockley, Sparks et Teal présentaient les résultats pratiques et théoriques d'une étude effectuée sur des transistors  $n-p-n$  développés par la Bell Telephone. La conclusion de leur étude était que les caractéristiques des éléments étudiés coïncidaient bien avec celles prévues par Shockley dans sa première analyse.

Pour développer cette analyse, Shockley avait avancé un certain nombre d'hypothèses :

1° Que la résistivité et la longueur de diffusion des porteurs minoritaires étaient uniformes, mais

différentes dans chacune des trois régions, émetteur, base et collecteur ;

2° Que dans la base, la concentration des porteurs minoritaires était faible devant celle des porteurs majoritaires.

Il reliait alors la densité des porteurs minoritaires de chaque côté des jonctions  $p-n$  à la différence de potentiel aux bornes de ces jonctions et résolvait l'équation de diffusion relative à ces porteurs dans chacune des trois régions. La relation entre les courants traversant les jonctions et les différences de potentiel aux bornes était ensuite facilement calculée.

Il en déduisait le schéma équivalent suivant où :

$$\alpha = \frac{q}{kT} I_e$$

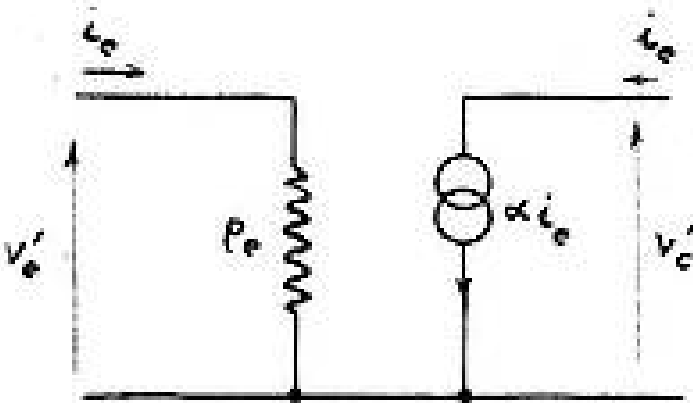


FIG. 1.

Dans ces conditions, il trouvait que le courant  $i_c$  était indépendant de  $V_c$ , pour autant que  $V_c$  soit beaucoup plus grand que  $\frac{kT}{q}$

En général, pour un quadripôle actif, les paramètres pour de faibles signaux sont fonction des conditions de polarisation ; sous cet angle le schéma précédent est inhabituel ; de plus, il ne fait apparaître aucun élément de sortie et de réaction.

Représentation suivant la théorie des quadripôles.

Lorsque l'on utilise un tube à vide, il n'est pas nécessaire d'en connaître les mécanismes internes tant physiques que chimiques, pour mettre au point un circuit. Il est maintenant de pratique courante de remplacer le tube à vide par un schéma équivalent, dont les éléments sont déterminés empiriquement par la mesure. Il était donc normal d'appliquer la même méthode au transistor pour en étudier les performances en considérant celui-ci comme un quadripôle. Le premier schéma adopté fut celui dit en  $T$ , car il avait de plus l'avantage d'être assez proche du fonctionnement physique du transistor. Dans ce schéma  $\rho_e$   $\rho_c$  représentent les résistances différentielles de l'émetteur et du

collecteur et dépendent des conditions de polarisation,  $r_b$  représente la résistance ohmique de base et  $\alpha$  le coefficient d'amplification en courant.

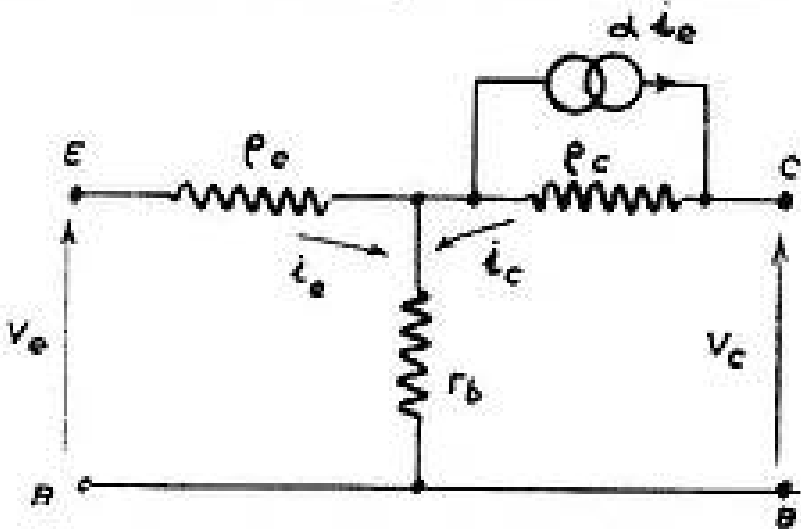


FIG. 2.

On retrouve dans ce schéma les éléments définis par Shockley ; on constate cependant la présence d'une résistance de sortie  $\rho_c$  qui, selon la théorie précédente, devrait être infinie ; sa valeur sera expliquée ultérieurement par Early.

Cependant, ce schéma, bien que très simple et d'un intérêt pratique incontestable, présente l'inconvénient d'être composé de paramètres difficilement accessibles, tout au moins à la mesure directe.

Aussi a-t-on cherché à définir d'autres paramètres en faisant appel à la théorie générale des quadripôles. Le nombre de variables indépendantes étant égal à deux, il existe six groupes de paramètres possibles ; en fait, trois seulement sont utilisés dans la pratique ; nous allons les examiner rapidement

1° Les paramètres « z ».

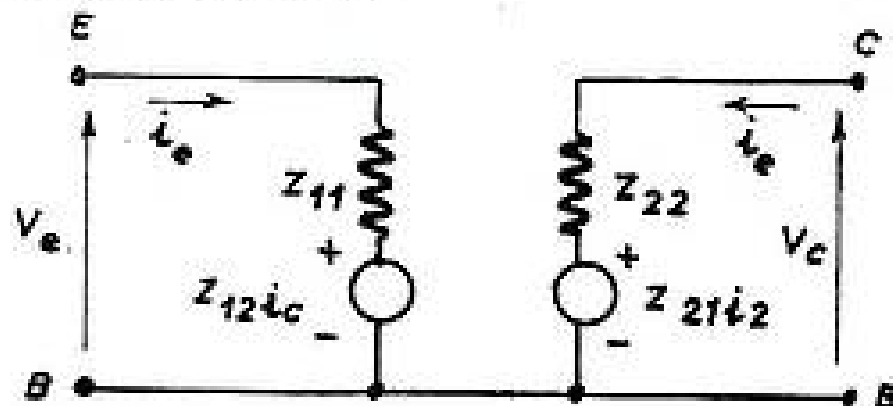


FIG. 3.

Ces paramètres représentent les impédances à circuit ouvert du quadripôle ; ils sont liés entre eux par les relations suivantes :

$$\begin{cases} v_e = z_{11} i_e + z_{12} i_c \\ v_c = z_{21} i_e + z_{22} i_c \end{cases}$$

S'ils permettent de passer facilement aux paramètres du circuit en  $T$ , ils présentent des difficultés de mesure, la condition de circuit ouvert du côté collecteur n'étant pas toujours aisément réalisable ( $\rho_c$  étant généralement supérieur à 1 MΩ).



### 2° Les paramètres « y ».

Entre ces paramètres représentant les admittances à circuit fermé, on a les relations :

$$\begin{cases} i_e = y_{11} v_e + y_{12} v_c \\ i_c = y_{21} v_e + y_{22} v_c \end{cases}$$

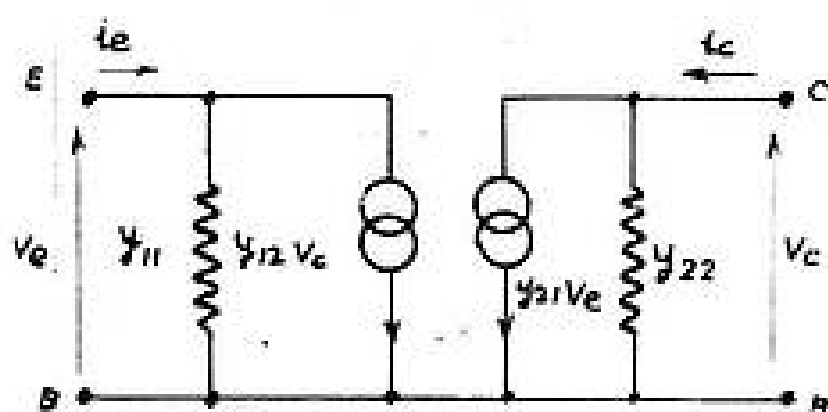


FIG. 4.

L'un des avantages de l'utilisation de ce système de paramètres est que les mesures s'effectuent en réalisant un court-circuit virtuel, éliminant ainsi les difficultés dues aux valeurs élevées de l'impédance de sortie.

De plus, mis sous la forme d'un schéma en  $\pi$ , il permet pour l'étude de circuit des analogies avec les schémas équivalents utilisés pour les tubes électroniques. Cependant, il reporte les difficultés de mesure du côté de l'émetteur, l'impédance d'entrée d'un transistor étant très faible.

### 3° Les paramètres « h ».

On a :

$$\begin{cases} v_e = h_{11} i_e + h_{12} v_c \\ i_c = h_{21} i_e + h_{22} v_c \end{cases}$$

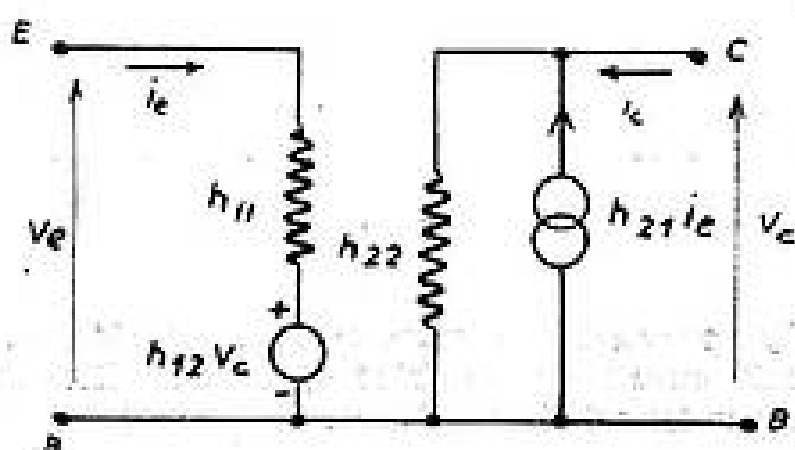


FIG. 5.

Ces paramètres, introduits par Guillemin lors de son étude sur les réseaux en télécommunications, sont appelés hybrides, car ils sont représentés par des coefficients ayant des dimensions diverses en effet ;  $h_{11}$  représente une impédance,  $h_{22}$  une

admittance, tandis que  $h_{12}$  et  $h_{21}$  représentent respectivement un coefficient de division de tension et un coefficient d'amplification de courant.

Ces paramètres ont l'avantage d'être facilement mesurables de par leur définition même, qui tient compte du fait qu'un transistor est un élément amplificateur ayant une impédance d'entrée faible et une impédance de sortie élevée. De plus, ils donnent des indications sur des facteurs importants influant sur les performances du circuit associé au transistor. D'une part,  $h_{11}$  et  $h_{22}$  donnent les informations nécessaires pour les adaptations d'impédances, et  $h_{12}$  et  $h_{21}$  celles relatives au degré de réaction interne et au gain en courant disponible.

### CHOIX D'UN SYSTÈME DE PARAMÈTRES.

Le choix entre l'un ou l'autre de ces systèmes résulte d'un compromis entre diverses exigences dont les plus importantes sont :

1° La facilité d'utilisation pour l'étude du circuit associé au transistor. Nous avons vu que les paramètres « h » donnent des informations utiles à l'ingénieur chargé de réaliser un circuit, mais il ne faut pas oublier que, selon que l'on connecte les transistors en série ou en parallèle, l'utilisation des paramètres  $z$  ou  $y$  peut être plus avantageuse. Il en est de même lorsque l'on utilise une contre-réaction externe ; l'un ou l'autre de ces systèmes peut conduire à des calculs plus ou moins simplifiés suivant le type de contre-réaction utilisé ;

2° La facilité de réalisation des mesures. Dans ce cas, l'avantage va incontestablement aux paramètres  $h$ , qui sont réellement bien adaptés aux mesures sur les transistors.

La tendance actuelle est de définir le transistor par l'intermédiaire des paramètres « h », probablement parce qu'ils sont plus facilement mesurables, mais aussi parce qu'en exprimant des spécifications à partir de ces coefficients, il découle des limites de fabrication que l'on peut avantageusement relier au fonctionnement des circuits. Néanmoins, il ne semble pas qu'il faille abandonner l'usage de la représentation en  $T$ , qui représente le mieux le concept physique du mécanisme d'un transistor, et qui est un langage pratique pour comparer des transistors de fabrication et d'origine différentes.

### SCHEMA ÉQUIVALENT EN FONCTION DE LA FRÉQUENCE.

Dans les tubes à vide, les propriétés d'amplification aux fréquences élevées sont limitées par deux facteurs, d'une part les capacités interélectrodes, et d'autre part le temps de transit des électrons.

Il en est de même pour les transistors, où l'on peut mettre en évidence des capacités interélectrodes, dites capacités de transition, dues à la présence d'une zone de transition à chacune des jonctions. L'existence d'un temps de transit est bien évidente, elle est la conséquence du phénomène qui régit le déplacement des porteurs minoritaires dans la

base ; elle se manifeste par l'apparition d'admittances, dites admittances de diffusion. L'ensemble de ces admittances constitue un quadripôle, qui représente le schéma équivalent d'une partie du transistor, que nous dénommerons par la suite le transistor idéal.

Indépendamment des capacités de transition, il existe un certain nombre d'autres éléments extérieurs au transistor idéal, dont il convient de tenir compte dans le schéma équivalent. Parmi ceux-ci, il faut citer les résistances de contact des sorties base, émetteur et collecteur ; en général, ces deux dernières peuvent être négligées, car elles sont faibles par rapport aux impédances avec lesquelles elles sont en série. Un autre élément est constitué par la conductance de fuite du collecteur, probablement due à la matière en excès sur le collecteur à l'endroit où la jonction rencontre la surface.

On peut donc représenter un transistor par le schéma de la figure 1, où  $r_b$  représente la résistance

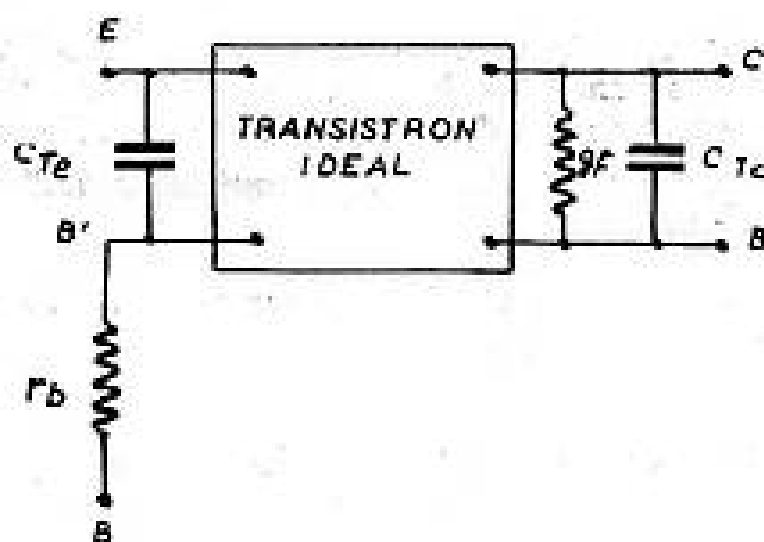


FIG. 6.

de la sortie de base,  $g_f$  la conductance de fuite du collecteur, et  $C_{Te}$ ,  $C_{Tc}$  respectivement les capacités de transition de l'émetteur et du collecteur.

Nous allons maintenant étudier chacun des éléments constitutifs de ce schéma.

#### La résistance de base.

Il existe un effet de réaction, par suite de la chute de tension existant entre la jonction émetteur base et le point de contact du fil de sortie de base. L'apparition de cette tension est une conséquence de la résistivité différente de zéro, que possède le matériau constitutif de la base, et du courant qui le traverse, par suite de la recombinaison d'une partie des lacunes injectées par l'émetteur dans la base. Cet effet de contre-réaction peut être symbolisé par une résistance  $r_b$ , placée entre un point  $B'$ , inaccessible pratiquement, représentant la jonction émetteur base et la sortie de base  $B$ . Du point de vue alternatif, cette résistance a pour origine, d'une part la différence entre les courants de diffusion émetteur et collecteur, d'autre part le courant de charge de la capacité de transition du collecteur. Suivant la géométrie du transistor, Early a montré

que les chemins parcourus par ces deux courants n'étaient pas forcément identiques ; aussi en résulte-t-il que  $r_b$  pouvait être formulée par une seule ou deux expressions.

#### Les capacités de transition.

Ces capacités mises en évidence par Shockley s'expliquent comme suit. Considérons une jonction  $p-n$ , sans aucune tension appliquée ; les lacunes ont tendance à diffuser vers la région de type  $n$ , et les électrons vers la région de type  $p$ . Il s'en suit un déséquilibre des charges dans les deux régions voisines de la jonction, et le potentiel électrostatique qui en résulte tend à garder chaque type de porteurs dans sa région propre. Ce potentiel apparaît aux bornes d'une zone de transition séparant les deux régions, où la densité des lacunes est plus faible que dans la région  $n$ , et celle des électrons inférieure à celle qui existe dans la région  $p$ , créant ainsi une zone de charge d'espace de densité de charges non nulle.

L'application d'une tension extérieure aux bornes de la jonction s'ajoute au potentiel électrostatique, et en neutralisant un nombre plus ou moins grand de charges, fait varier la largeur de cette zone de transition. Ce phénomène est équivalent à celui de décharge d'une capacité, formée par les surfaces délimitant la zone de transition et obéissant aux lois de l'électrostatique. La capacité de transition est donnée par la formule :

$$C_T = \frac{K \epsilon_0}{x}$$

où  $K$  représente la constante diélectrique du germanium ( $K = 16$ ),  $\epsilon_0$  représente la perméabilité de l'air ( $8,854 \times 10^{-12}$  farad-cm), et  $x$  représente la largeur de la zone de transition.

Pour un transistor-fusion,  $x$  est de la forme  $x = C^{1/2} \sqrt{V}$  ; par suite, la capacité de transition est inversement proportionnelle à la racine carrée de la tension.

En général, bien qu'ayant une valeur plus élevée que la capacité de transition du collecteur, celle correspondant à l'émetteur peut être négligée, car elle est placée en parallèle sur la capacité de diffusion beaucoup plus importante.

#### Le transistor idéal.

Les paramètres définissant le quadripôle équivalent au transistor idéal résultent du phénomène de déplacement par diffusion des porteurs minoritaires.

En effet, les lacunes injectées par l'émetteur dans la base se déplacent vers le collecteur, principalement par diffusion sous l'influence d'un gradient de concentration, l'influence des champs électriques pouvant être négligée dans le cas du transistor-fusion.

En conséquence, si l'on ne tient pas compte des effets de surface, on peut écrire que le mouvement des lacunes suivant une direction donnée est régi par une équation de diffusion identique à celle utilisée en thermodynamique, et qui est de la forme :

$$\frac{\delta p}{\delta t} = - \frac{p - p_n}{\tau_p} - \frac{1}{q} \frac{\delta i_p}{\delta x}$$

où  $p$  représente la concentration des lacunes,

$p_n$  la concentration des lacunes à l'équilibre thermique,

$\tau_p$  la durée de vie des lacunes,

et  $q$  la charge d'un électron.

Cette équation signifie que le taux de variation des lacunes est égal au nombre de celles qui se recombinent par unité de temps, plus celles qui se déplacent par seconde sous forme de courant.

Pour résoudre analytiquement cette équation, il convient d'exprimer les conditions aux limites. Ces conditions sont définies en tenant compte du fait que la densité des lacunes de chaque côté de chacune des jonctions est une fonction exponentielle des tensions appliquées aux bornes, cette dépendance exponentielle étant une conséquence de la distribution des énergies thermiques des lacunes qui suivent sensiblement la loi de Boltzmann. Cependant, en exprimant ces conditions aux limites, il ne faut pas oublier de tenir compte de l'influence des tensions appliquées sur le collecteur et l'émetteur sur la largeur de la base. Cette influence signalée par Shockley a été étudiée par Early et est maintenant connue sous le nom d'effet Early.

Cet effet résulte du fait qu'à chacune des jonctions, il existe une zone de transition, dont, — nous l'avons vu en examinant le mécanisme des capacités de transition, — la largeur varie avec la tension appliquée, suivant qu'un nombre plus ou moins grand de charges est neutralisé. En général, pour la jonction émetteur-base, polarisée positivement, la largeur de la zone de transition est faible et peut être négligée. Il n'en est pas de même du côté collecteur, où la largeur de la zone de transition augmente avec la tension collecteur, entraînant ainsi une diminution de la largeur de la base. Il nous faudra donc exprimer cette variation de la largeur de base en fonction de la tension du collecteur, lorsque nous écrirons les conditions aux limites.

L'équation de diffusion peut alors être résolue dans le cadre des hypothèses formulées par Shockley. On trouvera en annexe les résultats de calcul. Les courants dans l'émetteur et le collecteur seront facilement déduits, en appliquant la relation :

$$i_p = q Dp \frac{\delta p}{\delta x}$$

Schéma équivalent du transistor réel.

Nous donnerons ce schéma dans le cas du montage émetteur-masse, qui est le type de montage le plus employé dans les applications.

Le dessin de la fig. 2 donne le schéma correspondant au transistor réel, c'est-à-dire en tenant

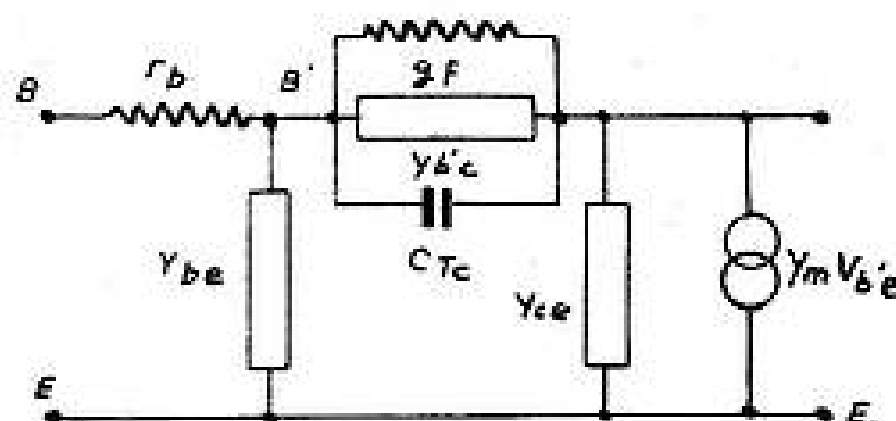


FIG. 7.

compte des éléments extérieurs au transistor idéal, résistance de base, capacité de transition collecteur-base, conductance de fuite du collecteur.

Examinons les différents paramètres constitutifs de ce schéma :

1° Admittance  $Y_{bc}$  dont l'expression est donnée par :

$$Y_{bc} = g_{bc} + j C_{bc} \omega = \frac{q}{kT} I_B + j \frac{q}{kT} I_C \frac{W_0^2}{2Dp}$$

Si l'on appelle  $b$  le gain en courant en basse fréquence pour le montage émetteur-masse, il vient :

$$r_{bc} = \frac{kT}{q I_B} = \frac{kT}{q I_C} (b + 1)$$

Or,  $\frac{kT}{q I_C}$  représente la résistance différentielle de l'émetteur  $r_e$  introduite par Shockley, d'où

$$r_{bc} = r_e (b + 1).$$

La capacité  $C_{bc}$  est la forme  $C_{bc} = \frac{1}{r_e} \frac{W_0^2}{2Dp}$

Or, l'on a  $\frac{1,2 Dp}{\pi W_0^2} = f_\alpha$ , où  $f_\alpha$  représente la fréquence de coupure du gain en courant dans le montage base-masse. Par suite, il vient  $C_{bc} = \frac{1}{0,8 r_e \omega_\alpha}$

2° L'admittance  $Y_{bc}$  donnée par la formule :

$$Y_{bc} = - I_C \frac{\delta W}{\delta V_c} \frac{W_0}{2Lp^2} - j I_C \frac{\delta W}{\delta V_c} \frac{W_0}{2Dp} = g_{bc} + j C_{bc} \omega$$

La capacité  $C_{b'e}$  est faible, de l'ordre du picofarad, et est donc négligeable devant la capacité de transition du collecteur (35 pF pour le transistor considéré), qui est placée en parallèle. Seule intervient donc dans l'admittance de réaction la composante  $g_{b'e}$ .

### 3° L'admittance $Y_{ce}$ .

L'expression de  $Y_{ce}$  attire deux remarques. D'une part le terme capacitif, donné par :

$$I_c \frac{\partial W}{\partial V_c} \frac{W_p}{6Dp}$$

peut être négligé devant la conductance, la capacité ainsi mise en évidence étant de l'ordre d'une fraction de picofarad.

D'autre part, la résistance émetteur-collecteur est pour le transistor étudié d'environ 150 000  $\Omega$ , c'est-à-dire très supérieure à la valeur des impédances de sortie généralement utilisées dans les applications. Celles-ci étant placées en parallèle sur  $r_{ce}$ , ce terme peut alors être omis dans la représentation du schéma équivalent.

### 4° Le générateur de courant $Y_m V_{b'e}$ .

Pour les fréquences considérées, le terme réactif peut être négligé devant le terme actif et l'expression du générateur de courant se réduit alors à :

$$g_m V_{b'e} = - \frac{q}{kT} I_c V_{b'e}$$

On peut encore exprimer ce générateur en fonction du courant  $i$ , circulant dans la résistance émetteur base. Il vient alors :

$$g_m V_{b'e} = - \frac{q}{kT} I_c i \frac{kT}{q I_B} = - \frac{I_c}{I_B} i = bi$$

En conclusion, le transistor peut être représenté par le schéma de la fig. 8 dans lequel, afin d'éviter

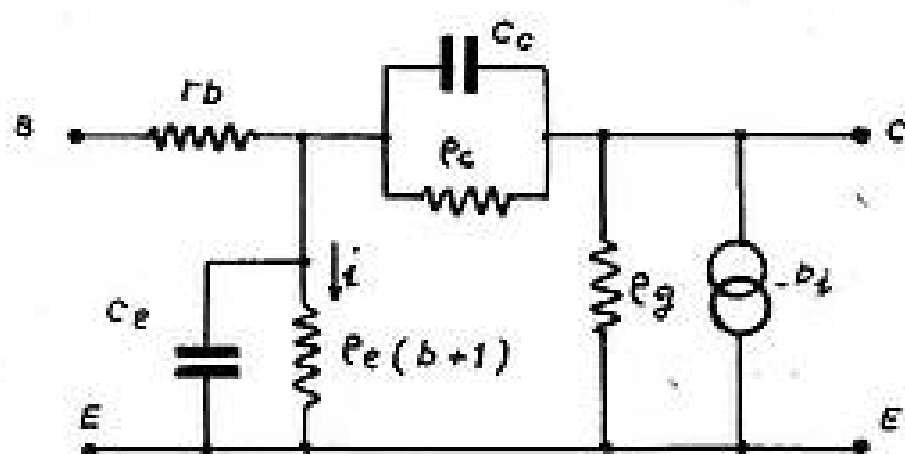


Fig. 8.

l'emploi de lettres suivies de deux symboles, pour caractériser un élément donné, nous avons posé :

$$r_g = r_{ce}$$

$$C_c = C_{re}; C_e = C_{b'e}; g_c = g_{b'e}.$$

Pour un transistor expérimental, développé à la Radiotechnique et mesuré au point de fonctionnement,  $V_c = -6V$ ;  $I_c = 1$  mA, les paramètres ont les valeurs suivantes pour une température ambiante de 25°C.

1° Résistance de base  $r_b = 350 \Omega$  ;

2° Gain en courant  $b = 39$  ;

3° Résistance différentielle d'émetteur  $r_e = 30 \Omega$ .

Cette valeur est légèrement supérieure à la valeur théorique donnée par  $r_e = \frac{26}{I_{emA}}$ . Cette différence tient probablement à ce que la température de la jonction est plus élevée que la température ambiante.

4° Capacité de l'émetteur  $C_e = 10\,000$  pF. Cette valeur correspond bien avec celle mesurée pour la fréquence de coupure  $f_c$ , qui est de 0,6 MHz ;

5° Capacité du collecteur  $C_c = 35$  pF ;

6° Résistance de réaction  $r_c = 2$  M $\Omega$ . Cette valeur est inférieure à la valeur calculée, par suite de la présence en parallèle de la conductance de fuite du collecteur, dont la valeur peut être déterminée expérimentalement par la mesure de  $r_c$  à courant émetteur nul.

## ANNEXE

On a l'équation de diffusion :

$$\frac{\partial p}{\partial t} = - \frac{p - p_n}{\tau_p} - \frac{1}{p} \frac{\partial i_p}{\partial x}$$

Si l'on porte dans cette équation la relation  $i_p = -qDp \frac{\partial p}{\partial x}$ , il vient l'équation suivante qu'il nous faut résoudre :

$$\frac{\partial p}{\partial t} = - \frac{p - p_n}{\tau_p} + Dp \frac{\partial^2 p}{\partial x^2} \quad (1)$$

Les solutions de cette équation sont, si l'on applique des tensions telles que :

$$V = V_0 + v e^{j\omega t}, \text{ de la forme ;}$$

$$p(x, t) = p_0(x, t) + p_1(x, t) e^{j\omega t}$$

D'où les solutions de l'équation (1) :

$$p(x, t) = p_n + A \operatorname{ch}(\gamma_0 x) + B \operatorname{sh}(\gamma_0 x) + [C \operatorname{ch}(\gamma_1 x) + D \operatorname{sh}(\gamma_1 x)] e^{j\omega t}$$

où l'on pose :

$$\gamma_0 = \frac{1}{\sqrt{D_p \tau_p}} = \frac{1}{L_p} \quad \gamma_1 = \gamma_0 (1 + j\omega \tau_p)^{1/2}$$

Conditions aux limites.

Les conditions aux limites sont :

$$\text{en } Jc \quad p(x, t) = p_n e^{\frac{q}{kT} (V_c + v_c e^{j\omega t})}$$

$$\text{en } Jc \quad p(x, t) = p_n e^{\frac{q}{kT} (V_c + v_c e^{j\omega t})}$$

En général  $v_c$  et  $v_e$  sont faibles devant  $kT/q$ , et l'on peut écrire :

$$\text{en } Jc \quad p(x, t) = p_n e^{\frac{q}{kT} V_c} \left(1 + \frac{q}{kT} v_c e^{j\omega t}\right)$$

$$\text{en } Jc \quad p(x, t) = p_n e^{\frac{q}{kT} V_c} \left(1 + \frac{q}{kT} v_c e^{j\omega t}\right)$$

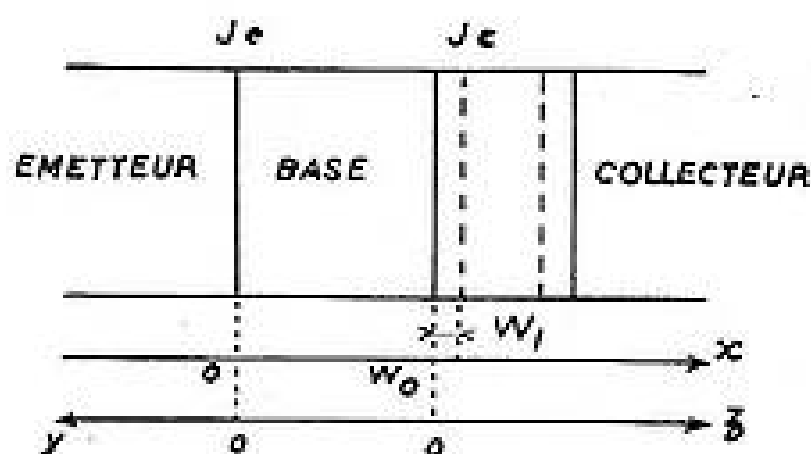


FIG. 9.

Mais le positionnement de  $Jc$  n'est pas connu avec précision par suite de l'effet Early ; c'est une fonction instantanée du temps, car la largeur de base  $W$  est fonction de  $V_c$ . Si l'on pose :  $w = w_0 + w_1$ , on a :

$W_1 = \left(\frac{\partial W}{\partial V_c}\right) v_c$  on peut se contenter d'un premier terme du développement en série, car  $v_c \ll V_c$ .

Solution de l'équation.

En tenant compte du fait que  $w_1$  est faible devant les longueurs de diffusion et qu'aux fréquences considérées la relation  $\gamma_1 w_1 \ll 1$  est toujours vérifiée,

on peut, dans l'expression des constantes, remplacer  $\operatorname{ch}(\gamma_1 w_1)$  par 1 et  $\operatorname{sh}(\gamma_1 w_1)$  par  $\gamma_1 w_1$ . De plus, les effets du second ordre dus aux termes en  $C \gamma_1 w_1$  et  $D \gamma_1 w_1$  qui font intervenir des expressions en  $v_c^2$  et  $v_e v_c$  peuvent également être négligés. D'où il vient :

$$p_0(x, t) = p_n + p_n \operatorname{ch}(\gamma_0 x) + \left[ \frac{p_n (e^{\frac{q}{kT} V_c} - 1)}{\operatorname{sh}(\gamma_0 w_0)} - p_n (e^{\frac{q}{kT} V_c} - 1) \operatorname{coth}(\gamma_0 w_0) \right] \operatorname{sh}(\gamma_0 x)$$

$$p_1(x, t) = \frac{q}{kT} p_n e^{\frac{q}{kT} V_c} v_c \operatorname{ch}(\gamma_1 x) + \frac{q}{kT} p_n \left[ \frac{e^{\frac{q}{kT} V_c}}{\operatorname{sh}(\gamma_1 w_0)} v_c - e^{\frac{q}{kT} V_c} \operatorname{coth}(\gamma_1 w_0) v_c \right] \operatorname{sh}(\gamma_1 x) - \gamma_0 \frac{\partial W}{\partial V_c} p_n \left[ (e^{\frac{q}{kT} V_c} - 1) \operatorname{coth}(\gamma_0 w_0) - \frac{(e^{\frac{q}{kT} V_c} - 1)}{\operatorname{sh}(\gamma_0 w_0)} \right] \frac{\operatorname{sh}(\gamma_1 x)}{\operatorname{sh}(\gamma_0 w_0)} v_c$$

D'où, en posant  $qDp \gamma_0 p_n = I_0$  et  $s = (1 + j\omega \tau_p)^{1/2}$ ,

on en déduit l'expression des courants :

$$I_{p_e} = -qDp \left. \frac{\partial p_0}{\partial x} \right|_{x=0} \quad i_{p_e} = -qDp \left. \frac{\partial p_1}{\partial x} \right|_{x=0}$$

$$I_{p_c} = -qDp \left. \frac{\partial p_1}{\partial x} \right|_{x=w_c} \quad i_{p_c} = -qDp \left. \frac{\partial p_1}{\partial x} \right|_{x=w_c}$$

Courants dus aux électrons dans l'émetteur et le collecteur.

Indépendamment des courants dus aux déplacements des lacunes dans la base, il existe des courants dus au passage d'électrons de la base vers l'émetteur et le collecteur, dont la valeur doit être incluse dans l'expression donnant les courants totaux circulant dans l'émetteur et le collecteur.

La densité de ces électrons suit une loi de diffusion de la forme :

$$\frac{\partial n}{\partial t} = -\frac{n - n_p}{\tau_n} + Dn \frac{\partial^2 n}{\partial x^2}$$

Les conditions aux limites sont :

1° Pour l'émetteur :

$$\text{en } y = 0, \quad n(y, t) = n_p e^{\frac{q}{kT} V_c}$$

$$\text{en } y = W_c, \quad n(y, t) = n_p$$



2°) Pour l'émetteur :

$$\text{en } z = 0 \quad n(z, t) = n_p e^{\frac{q}{kT} V_e}$$

$$\text{en } z = W_e \quad n(z, t) = n_p$$

Le calcul se conduit comme précédemment, en posant

$$\gamma'_0 = \frac{1}{\sqrt{Dn} \tau_e} \gamma''_0 = \frac{1}{\sqrt{Dn} \tau_e} \quad \text{et } s_e = (1 + j\omega \tau_e)^{1/2},$$

$$s_e = (1 + j\omega \tau_e)^{1/2}$$

Il vient en considérant en première approximation les longueurs de diffusion faibles devant  $W_e$  et  $W_c$  :

$$I_{ne} = -I_{n0} (e^{\frac{q}{kT} V_e} - 1) \quad i_{ne} = -\frac{q}{kT} I_{n0} s_e e^{\frac{q}{kT} V_e} \cdot v_e$$

$$I'_{ne} = -I'_{n0} (e^{\frac{q}{kT} V_e} - 1) \quad i'_{ne} = -\frac{q}{kT} I'_{n0} s_e e^{\frac{q}{kT} V_e} \cdot v_e$$

$$\text{où : } I_{n0} = q D_n n_p \gamma'_0 \quad \text{et } I'_{n0} = q D_n n_p \gamma''_0$$

#### Fonctionnement normal d'un transistron.

Dans l'utilisation normale d'un transistron,  $V_e$  est négatif et beaucoup plus grand que  $kT/q$  et le terme  $e^{\frac{q}{kT} V_e}$  peut être considéré comme nul. On a alors, en tenant compte du sens conventionnel des courants, c'est-à-dire courants entrant dans l'émetteur et le collecteur :

##### 1° Composantes continues.

$$I_e = I_0 (e^{\frac{q}{kT} V_e} - 1) \coth(\gamma_0 w_0) + \frac{I_0}{\sinh(\gamma_0 w_0)} + I_{n0} (e^{\frac{q}{kT} V_e} - 1)$$

$$I_c = -I_0 \frac{e^{\frac{q}{kT} V_e} - 1}{\sinh(\gamma_1 w_0)} - I_0 \coth(\gamma_0 w_0) - I'_{n0}$$

De ces expressions, on déduit la valeur de  $\alpha_0$ , coefficient d'amplification en courant,  $\alpha_0 = -\frac{\delta I_c}{\delta I_e}$  ;

on trouve :

$$\alpha_0 = \frac{1}{\coth(\gamma_0 w_0)} \times \frac{1}{1 + \frac{I_{n0}}{I_0} \tanh(\gamma_0 w_0)}$$

Le gain en courant est le produit de deux termes, le premier représente le facteur de transport  $\beta$ , c'est-à-dire le rapport du nombre de lacunes qui quittent l'émetteur au nombre de celles qui atteignent le collecteur. Le second terme est l'expression de  $\gamma$ , perte d'émission du collecteur, c'est-à-dire le rapport du courant émetteur dû aux lacunes au courant émetteur total. En général, le rapport  $\frac{I_{n0}}{I_p}$  est faible par suite de la plus grande résistivité du matériau  $p$  devant celle du matériau  $n$  ; nous supposons donc  $\gamma = 1$ .

De plus, le courant  $I'_{n0}$  est faible et généralement inférieur à  $I_{c0}$  (courant collecteur à émetteur ouvert) et peut être négligé.

De même, on peut définir un courant  $I_{es}$ , courant de saturation de l'émetteur lorsque celui-ci et le collecteur sont polarisés négativement ; on a donc :

$$I_e - I_{es} = I_0 e^{\frac{q}{kT} V_e} \coth(\gamma_0 w_0)$$

Comme dans la zone d'utilisation considérée,  $I_{es} \ll I_e$ , on peut donc négliger le courant de saturation.

##### 2° Composantes alternatives.

$$i_e = \frac{q}{kT} I_0 s e^{\frac{q}{kT} V_e} \coth(\gamma_1 w_0) \cdot v_e$$

$$- I_0 \gamma_0 \frac{\partial W}{\partial V_e} \frac{s}{\sinh(\gamma_1 w_0)} \left[ \coth(\gamma_0 w_0) + \frac{e^{\frac{q}{kT} V_e} - 1}{\sinh(\gamma_0 w_0)} \right] v_e$$

$$+ \frac{q}{kT} I_{n0} s_e e^{\frac{q}{kT} V_e} v_e$$

$$i_c = -\frac{q}{kT} I_0 s \frac{e^{\frac{q}{kT} V_e}}{\sinh(\gamma_0 w_0)} v_e$$

$$+ I_0 \gamma_0 \frac{\partial W}{\partial V_e} s \coth(\gamma_0 w_0) \left[ \coth(\gamma_0 w_0) + \frac{e^{\frac{q}{kT} V_e} - 1}{\sinh(\gamma_0 w_0)} \right] v_e$$

D'où l'expression du gain en courant en fonction de la fréquence :

$$\alpha = \frac{1}{\coth(\gamma_1 w_0)} \times \frac{1}{1 + \frac{I_{n0}}{I_0} \tanh(\gamma_1 w_0) \frac{(1 + j\omega \tau_e)^{1/2}}{(1 + j\omega \tau_p)^{1/2}}}$$

Pour les fréquences considérées, le deuxième terme est égal à 1. On a donc la chute de 3 dB du gain en courant, donnée par  $\frac{\alpha}{\alpha_0} = 0,707$  ; cette chute se produit pour une fréquence telle que

$$2 \pi f \alpha = 2,4 \frac{Dp}{w_0^2}$$

Des expressions donnant les composantes alternatives des courants, on tire un système de quatre admittances.

En remarquant que :  $I_0 e^{\frac{q}{kT} V_e} = I_c \operatorname{th} (\gamma_0 w_0)$

et que :  $-I_0 \left[ \frac{e^{\frac{q}{kT} V_e} - 1}{\operatorname{sh} (\gamma_0 w_0)} + \coth (\gamma_0 w_0) \right] = I_c$

l'expression de ces admittances devient :

$$y_{ee} = \frac{q}{kT} I_c \frac{(1 + j \omega \tau_p)^{\frac{1}{2}} \operatorname{th} (w_0/L_p)}{\operatorname{th} [(1 + j \omega \tau_p)^{\frac{1}{2}} (w_0/L_p)]}$$

$$y_{ec} = - \frac{I_c}{w_0} \frac{\partial W}{\partial V_c} \frac{(1 + j \omega \tau_p)^{\frac{1}{2}}}{L_p \operatorname{sh} [(1 + j \omega \tau_p)^{\frac{1}{2}} (w_0/L_p)]}$$

$$y_{ce} = - y_{ec} \alpha_0 \quad y_{cc} = - \frac{y_{ec}}{\alpha_0}$$

**Admittances du schéma équivalent (montage émetteur-masse).**

Les admittances du schéma équivalent au montage émetteur-masse se déduisent de celles précédemment calculées par l'application des relations suivantes :

$$Y_{b'e} = y_{ee} + y_{ec} \quad Y_{b'c} = y_{ec} + y_{cc}$$

$$Y_{ec} = - y_{ec} \quad Y_{cc} = y_{cc} - y_{ec}$$

Si l'on tient compte de ce que  $\frac{W_0}{L_p} \ll 1$ , et que pour

les fréquences telles que  $\omega \frac{w_0^2}{6Dp} \ll 1$ , les fonctions hyperboliques peuvent être développées en série, il vient :

$$\begin{aligned} Y_{b'e} &= \frac{q}{kT} I_B + j \frac{q}{kT} I_c \frac{W_0^2}{2Dp} \omega \\ Y_{b'c} &= - I_c \frac{\partial W}{\partial V_c} \frac{W_0}{2L_p^2} - j I_c \frac{\partial W}{\partial V_c} \frac{W_0}{2Dp} \omega \\ Y_{cc} &= - \frac{I_c}{W_0} \frac{\partial W}{\partial V_c} + - j I_c \frac{\partial W}{\partial V_c} \frac{W_0}{6Dp} \omega \\ Y_{ec} &= - \frac{q}{kT} I_c + j \frac{q}{kT} I_c \frac{W_0^2}{6Dp} \omega \end{aligned}$$

#### BIBLIOGRAPHIE

- [1] W. SHOCKLEY. — The theory of  $p-n$  junctions in semi-conductors and  $p-n$  junction transistors. *Bell System Technical Journal*, juillet 1949.
- [2] W. SHOCKLEY, M. SPARKS et G.K. TEAL. — The  $p-n$  junction transistors. *Physical Review*, juillet 1951.
- [3] R.M. RYDER and R.J. KIRCHER. — Some circuit aspects of the transistor. *Bell System Technical Journal*, juillet 1949.
- [4] R.L. WALLACE et W.J. PIETENPOL. — Some circuit properties and application of  $n-p-n$  transistors. — *I.R.E.*, juillet 1951.
- [5] L.C. PETERSON. — Equivalent circuits of Linear Active four terminal networks. *Bell System Technical Journal*, Octobre 1948.
- [6] J.M. EARLY. — Effects of space-charge layer widening in junction transistor. *P.I.R.E.*, novembre 1952.
- [7] L.J. GIACOLETTO. — Terminology and equations for linear active four terminal networks including transistors. *RCA Review*, mars 1953.
- [8] R.L. PRITCHARD. — Frequency variations of junction transistor parameters. *P.I.R.E.*, Mai 1954.
- [9] L.J. GIACOLETTO. — Study of  $p-n-p$  alloy junction transistor from D.C. through medium frequencies. *RCA Review*, décembre 54.
- [10] D<sup>r</sup> HANEMANN. — Expression for the « $\alpha$  cut-off frequency» in junction transistors. *P.I.R.E.*, décembre 1954.
- [11] J.M. EARLY. — Design theory of junction transistors. *Bell System Technical Journal*, novembre 1953.
- [12] J. MOULON. — Propriétés essentielles des transistors. *Onde Électrique*, mars 1955.
- [13] L. ZAWELS. — The natural equivalent circuit of junction transistors. *RCA Review*, septembre 1955.
- [14] E.A. GUILLEMIN. — Communication Networks. *John Wiley and son, N.Y.*, 1935.

# LA CÉRAMIQUE

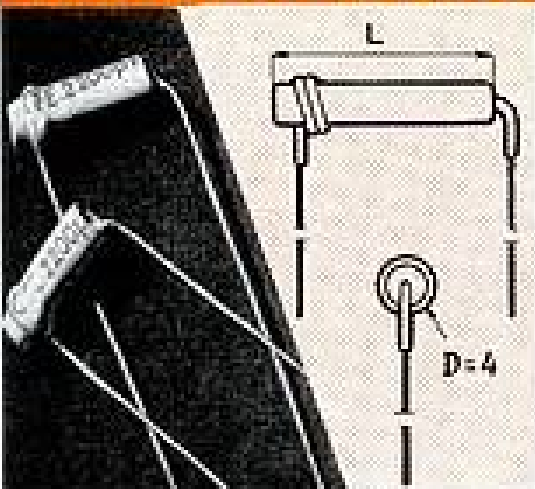
# CFE

# FERRO-ÉLECTRIQUE

Les condensateurs céramique "C.F.E." sont produits dans une grande gamme de capacités et pour des applications très variées, en forme de tube ou de pastille, permettant ainsi de les choisir ou mieux suivant les nécessités des circuits. Une sélection sévère des matières premières et des contrôles de production rigoureux dans la fabrication de nos compositions diélectriques à notre usine de Montfermeil assurent à nos condensateurs les meilleures performances.

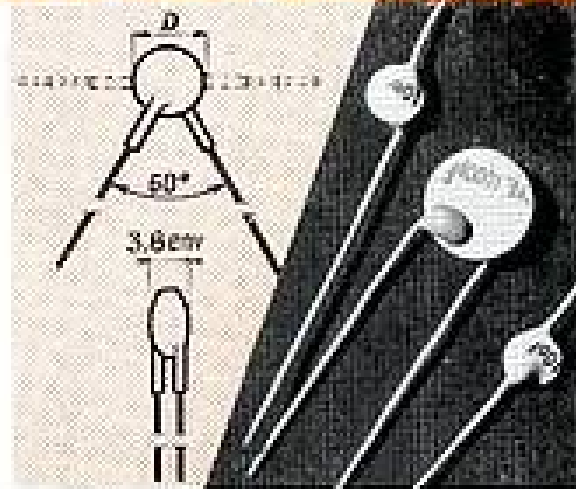
## S É R I E R A D I O - T É L É V I S I O N

### CIRCUIT ET DECOUPLAGE : TUBES



Longueur des tubes :  
10 à 35 mm.  
Tension de service :  
500 volts C.C.  
Gamme de capacité :  
Circuit type T. C. T.  
de 6,8 à 330 pf.  
Découplage type I.D.T.  
de 680 à 10.000 pf.

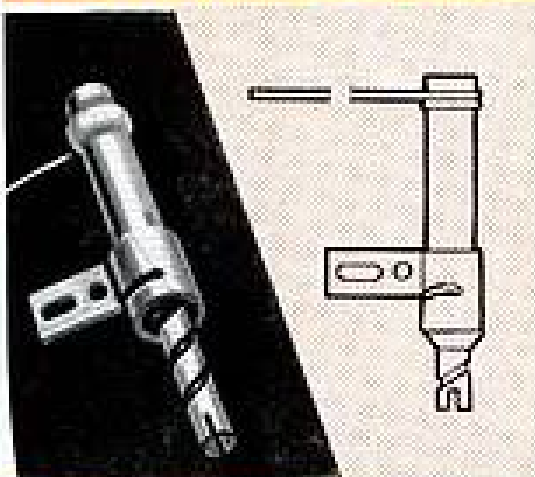
### CIRCUIT ET DECOUPLAGE : PASTILLES



Diamètre des pastilles :  
6,5 à 13 mm.  
Tension de service :  
500 volts C.C.  
Gamme de capacité :  
Circuits type T. C. P.  
1 à 100 pf.  
Découplage type I.D.P.  
220 à 1500 pf.

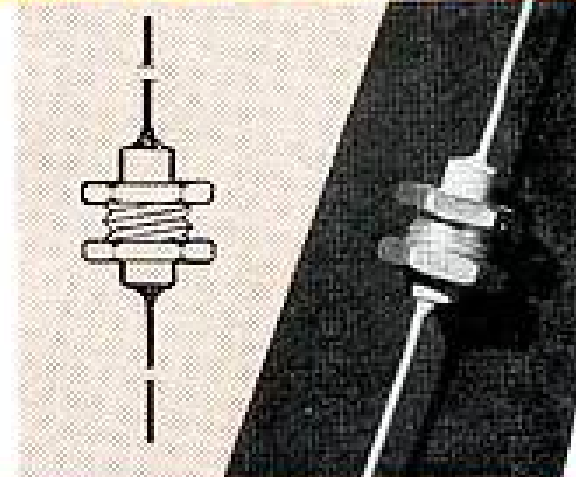
## ET S É R I E P R O F E S S I O N N E L L E

### CONDENSATEURS AJUSTABLES



Condensateurs céramique ajustables à piston plongeur.  
Capacité minimum :  
1 pf  
Capacité maximum :  
5 à 30 pf suivant modèle.  
Tension de service :  
500 volts C.C.

### CONDENSATEURS BY-PASS



Condensateurs de découplage type by-pass :  
Gamme de capacité :  
1.000 à 4.700 pf.  
Tension de service :  
500 volts C.C.  
Percage du châssis :  
ø 7,5 mm.

### EMBRAYAGES MAGNÉTIQUES

E. L. A.



### CARACTÉRISTIQUES DE DIÉLECTRIQUES DES CONDENSATEURS

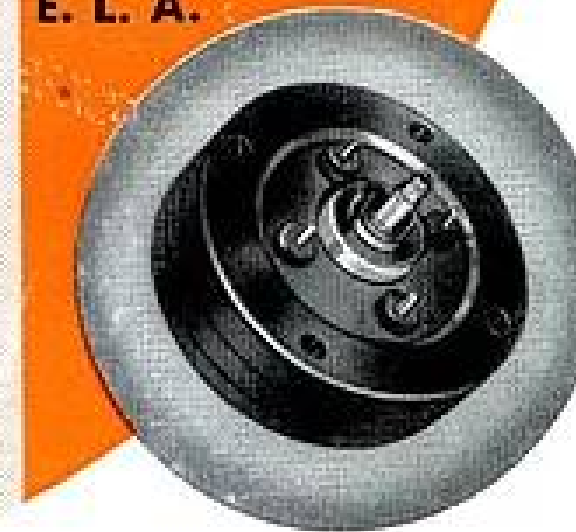
| Diélectriques | Constantes diélectriques | Angles de perte tg δ | Coefficients de température |
|---------------|--------------------------|----------------------|-----------------------------|
| R-7           | 6,5                      | $7 \cdot 10^{-4}$    | $-130 \cdot 10^{-6}$        |
| R-30          | 30                       | $3 \cdot 10^{-4}$    | 0                           |
| R-35          | 35                       | $3 \cdot 10^{-4}$    | $-100 \cdot 10^{-6}$        |
| R-85          | 85                       | $4 \cdot 10^{-4}$    | $-750 \cdot 10^{-6}$        |
| Z-7           | 2500                     | $200 \cdot 10^{-4}$  |                             |

L'embrayage magnétique E.L.A. est utilisé dans les servomécanismes pour communiquer quasi instantanément un mouvement de rotation à un système mécanique asservi.

Ce modèle spécial de condensateur est utilisé dans les calculateurs électromécaniques pour produire un déphasage électrique fonction linéaire d'un angle mécanique.

### CONDENSATEURS DE DÉPHASAGE

E. L. A.



25, RUE DU DOCTEUR - FINLAY - PARIS XV - TÉL. : SÉG. 86-07



# toutes les machines synchrones pour la téléindication de position et la télécommande

COURANT CONTINU ET ALTERNATIF

SYNCHRO-DÉTECTION

TRANSMISSION DIFFÉRENTIELLE

## ST CHAMOND

219 Bd St-DENIS

COURBEVOIE

SEINE. DÉF. 22-30

## GRANAT

*bougie*

# 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.



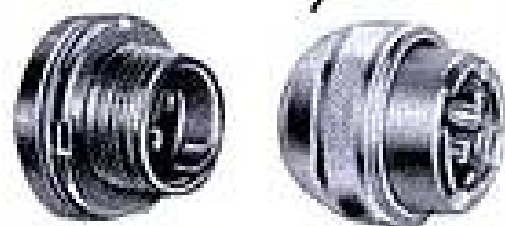
## TYPE 140-35

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



## 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

Licence Plessey et Cannon

LES PRISES DE HAUTE QUALITE

**SOURIAU** & **CE**

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



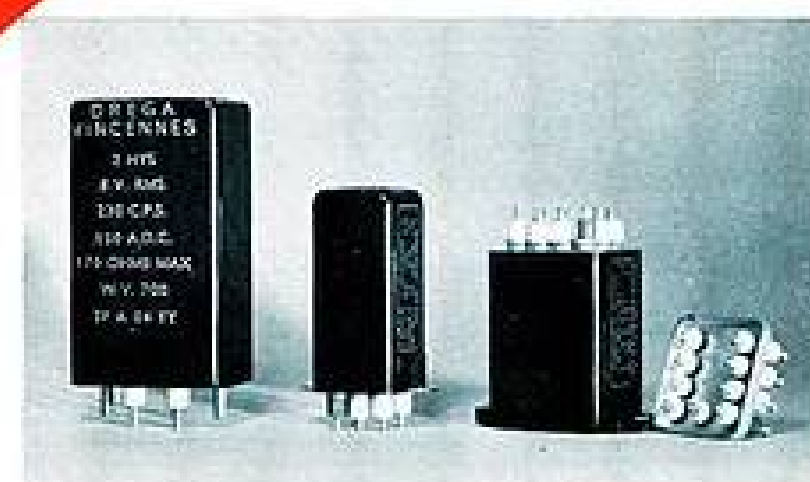
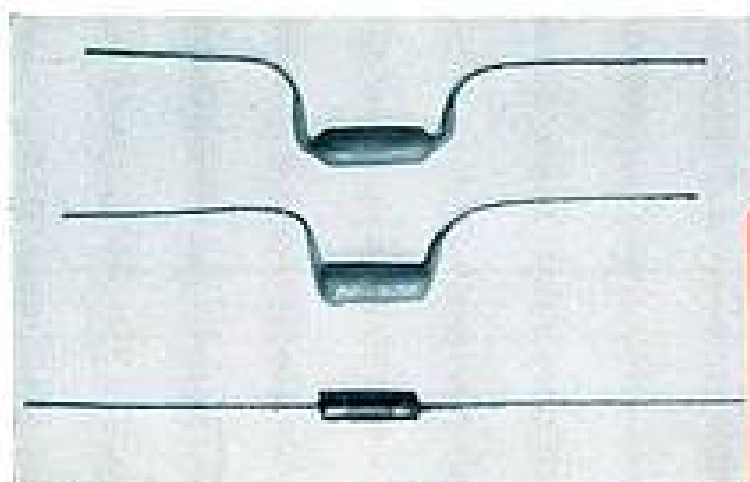
# Equipements PROFESSIONNELS

## Selfélanche 56

- Capot étanche.
- Peut contenir 1 ou 2 bobines à circuits magnétiques ou à air.
- Coefficient de self-induction de quelques  $\mu$  H à un Henry.

## Sellofer

- Bobine miniature exécutée sur Isofer. Se soude comme une résistance.
- Coefficient de self-induction de quelques  $\mu$  H à plusieurs mH.



## Transfos à grommet

Boîtiers étanches à bornes de sortie souples, pouvant contenir transformateurs ou selfs.

## Tores bobinés

toutes dimensions pour B.F. et H.F.

FILTRES — TRANSFOS D'ALIMENTATION  
TOUS CIRCUITS MAGNÉTIQUES AGGLOMÉRÉS SPÉCIAUX  
COUSSINETS AUTOLUBRIFIANTS



ÉLECTRONIQUE ET MÉCANIQUE

106, rue de la Jarry, Vincennes - Tél. DAU. 43-20 +

# TÉLÉVISION EN COULEUR

PAR

H. ANGLÈS D'AURIAC

*Directeur du Centre Technique de l'U.E.R.*

## DEUXIÈME PARTIE (\*)

*Aspects économiques (et généraux) du problème de la télévision en couleur*

*Solution américaine*

*Solution (ou solutions) européenne (s)*

La solution adoptée par les Etats-Unis mérite évidemment la plus grande considération. Elle constitue indiscutablement une donnée majeure pour ceux qui, en Europe, ont aujourd'hui à fixer leur choix et à définir leur politique. Un système qui est le fruit de 10 années de recherches — de recherches compétitives, soulignons-le — qui a été conçu et mis au point par la fine fleur de l'intelligence et de la technique américaines, un système pour l'élaboration et l'expérimentation duquel plusieurs dizaines de millions de dollars ont été dépensés, représente évidemment « quelque chose ». Il serait au moins léger de penser que reprenant le problème à la base, avec des moyens matériels d'ailleurs très inférieurs à ceux dont ont disposé les ingénieurs américains, nous pourrions facilement trouver une solution techniquement meilleure. Comme le faisait justement remarquer un Américain de mes amis, il nous faut éviter ici tout ce qui ressemblerait à une tentative de « redécouvrir l'Amérique ».

Cependant il y a à la base de la solution américaine deux conditions dont nous avons dénoncé le caractère non nécessaire a priori. L'obligation de satisfaire ces conditions a fatalement et fortement marqué la solution finale. Il est donc plus que normal, il est nécessaire que nous nous interrogeons sur la légitimité de ces conditions, car il se pourrait que, valables aux Etats-Unis, elles ne le soient pas en Europe ou au moins qu'elles le soient à un degré moindre. Et, à l'inverse, nous devons nous demander si la prise en considération de données spécifiquement européennes n'est pas de nature à nous

faire poser d'autres conditions auxquelles devrait satisfaire une solution européenne du problème de la télévision en couleur.

Répondant un jour aux reproches d'un délégué français — généralement mieux inspiré — qui regrettait lors d'une réunion du Comité Consultatif International des Radiocommunications que l'on ait mélangé les questions d'argent aux questions scientifiques, le Dr. van Duuren, de l'Administration des P.T.T. Hollandais, faisait justement observer que la technique, c'était précisément « la science plus l'économie ». Dans une matière comme la télévision en couleur qui intéresse la vie sociale et même la vie politique des peuples, il est même clair que la bonne technique, celle qui conduit aux solutions heureuses et solides, devrait ne pas s'appuyer seulement sur des données scientifiques et économiques.

Il n'y a pas que la nature et l'argent, il y a aussi les hommes, les institutions, les mœurs, les intérêts particuliers, la géographie, l'histoire enfin qui a pu créer des conditions à caractère contingent, etc.

C'est donc dans un contexte étendu et non étroitement technique qu'il nous faut examiner le problème.

*A. Le contexte américain. Logique des « conditions » et des décisions américaines.*

Analysons d'abord le contexte américain et montrons comment les décisions prises ont été commandées par ce contexte.

### 1) *Maintien de la largeur de la voie.*

La condition a priori introduite ici est justifiée par deux catégories de considérations. Si les Américains ont décidé que la voie de transmission de la télévision en couleur ne serait pas plus large que la voie de transmission du noir et blanc, c'est d'abord par un souci général d'économie du spectre. De nombreux facteurs existent, en effet, aux Etats-Unis, qui rendent

(\*) La première partie de cette étude a paru dans le numéro 347 de *l'Onde Électrique*, page 134 (février 1956).

cette économie particulièrement importante. C'est ainsi que l'on doit noter d'abord que les services de radiocommunications connaissent aux Etats-Unis un développement dont nous n'avons absolument pas idée en Europe. Ces services se trouvent tous à l'étroit dans les bandes de fréquences qui leur ont été allouées et ils ne cessent de s'adresser à la FCC pour obtenir un élargissement de leurs allocations. Cette situation ne peut que faire monter chaque jour davantage, et jusqu'à des cours très élevés, ce que l'on pourrait appeler le prix du mégacycle, le prix du canal.

A l'intérieur même des bandes de radiodiffusion et de télévision, l'on doit aussi tenir compte du développement considérable des réseaux. 400 émetteurs de télévision sont déjà en service et le plan d'allocations de la FCC en prévoit environ 2 000. On doit aussi souligner qu'il y a attribution compétitive des canaux, par la FCC, à des organismes commerciaux pour lesquels ces canaux représentent de l'argent. Une telle situation doit fatalement, elle aussi, conduire à une hausse constante du prix de la voie.

Rien ne saurait mieux illustrer le prix qu'on attache aux Etats-Unis à l'économie du spectre des fréquences que la déclaration récemment faite par le représentant en Europe de la RCA (le Commander C.G. Mayer) au cours d'une discussion qui suivait une communication que ce représentant venait de faire à la Royal Society of Arts (Londres) <sup>(1)</sup> :

« Comme je l'ai dit durant ma conférence, le spectre des fréquences radioélectriques est une ressource qui doit être soigneusement conservée. Toute tentative pour augmenter le spectre utilisé en radiodiffusion et en télévision en vue d'en retirer des avantages supposés — tels qu'un nombre élevé de lignes — avantages qui, en fait, ne peuvent pas être perçus dans les conditions normales de réception domestique, constitue un gaspillage du spectre. Il devrait y avoir une cour criminelle devant laquelle les ingénieurs et tous autres qui préconisent l'usage de largeurs de spectre plus importantes qu'il n'est réellement nécessaire et justifiable, devraient comparaître ».

Cependant la condition de maintien de la largeur de la voie ne repose pas uniquement sur des considérations d'économie. En conservant un canal de télévision en couleur de même largeur que le canal noir et blanc existant, on facilite considérablement la solution du problème des allocations de fréquence aux différentes stations.

Il y a certainement là pour la FCC une raison supplémentaire très forte d'imposer a priori le maintien du canal à 6 Mc/s et la rédaction même de ladite condition qui constitue le premier des sept critères de la FCC (dont il est parlé plus loin) fait ressortir la chose nettement puisqu'il y est écrit que le système de télévision en couleur à choisir

« must be capable of operating within a 6 Mc/s channel allocation structure ». Accepter une largeur de canal différente pour la couleur eût en effet signifié pour la FCC la nécessité de reprendre complètement l'étude de son plan de fréquences, établi en 1952, et ce dans des conditions a priori rendues beaucoup plus difficiles par l'existence de canaux de largeur différente : les canaux noir et blanc et les canaux de couleur.

L'on peut signaler aussi dans un ordre d'idées voisin que laissant inchangée la largeur de la voie, l'on crée des conditions a priori favorables en ce qui concerne la transmission des signaux de couleur par le réseau de câbles existant déjà utilisé pour la transmission des signaux noir et blanc <sup>(2)</sup>.

Enfin, comme on l'a déjà indiqué plus haut, le maintien de la voie facilite indirectement la compatibilité. Un système pourrait, en effet, être compatible au sens où nous avons défini plus haut la compatibilité, mais si l'information en couleur était par exemple transmise à l'extérieur du canal noir et blanc les plans de distribution de fréquences noir et blanc s'en trouveraient perturbés. L'on rejoint ici les considérations émises il y a un instant mais en les abordant sous un angle légèrement différent (nous avons dû simplifier la définition de la compatibilité ; les spécialistes ne distinguent pas moins de quatre sortes de compatibilité allant de la compatibilité simple à la pleine compatibilité...).

En résumé la condition du maintien de la voie était justifiée, aux Etats-Unis, par les considérations suivantes : économie de la voie, possibilité d'introduire la télévision en couleur sans perturber les plans d'allocation de fréquences, possibilité d'utiliser le réseau de câbles existant, indirectement enfin parfaire la condition de compatibilité.

## 2) Compatibilité.

Observons d'abord qu'il peut paraître inutile de s'étendre longuement sur ce sujet. Les avantages des systèmes compatibles apparaissent d'une façon extrêmement claire, et ce même aux profanes, sans qu'il soit nécessaire de s'y attarder. Cependant un trait spécifiquement américain rendait cette condition particulièrement nécessaire. Il s'agit du fait que la télévision est, aux Etats-Unis, non un service public, mais un service commercial qui repose essentiellement sur la publicité. Ce sont les téléspectateurs qui financent finalement les programmes qui leur sont prétendument « offerts », par les achats qu'ils font des produits commerciaux que ces programmes leur recommandent. Il est clair qu'une telle condition impose la compatibilité. Comment financer, en effet, les émissions de couleur, si ruineuses, si un très petit nombre de téléspectateurs seulement peut les recevoir ? Comment accepter de se trouver de nouveau, pour la couleur, devant le problème si difficile déjà rencontré pour la télévision noir et blanc, problème qui consiste à « amorcer la pompe » alors que la compatibilité permettait de lancer la

<sup>(1)</sup> Nous donnons cette précision pour situer le climat dans lequel cette déclaration a été faite. Il s'agissait d'une discussion orale et il est probable que tout en maintenant sa position le Commander Mayer se serait montré moins féroce s'il avait exprimé sa pensée par écrit.

<sup>(2)</sup> Le maintien de la largeur du canal ne suffit d'ailleurs pas à lui tout seul et un critère spécial a dû être rédigé par la FCC à ce sujet.

couleur dans des conditions économiques infiniment plus faciles, les émissions de couleur étant financées alors non plus seulement par les propriétaires de récepteurs de couleur (forcément en petit nombre dans les débuts), mais aussi par les 35 millions de propriétaires de récepteurs noir et blanc. Le statut commercial de la télévision américaine constituait donc une « justification supplémentaire » à la condition de compatibilité.

### 3) Position américaine vis-à-vis des appareillages.

Nous avons indiqué à propos du système NTSC que l'industrie américaine ne s'était nullement laissée arrêter par la perspective d'appareillages coûteux et compliqués et très précisément par la perspective de récepteurs coûteux et compliqués. Une telle position peut surprendre à première vue, mais elle est en réalité tout à fait normale si l'on prend en considération différentes données du « contexte américain ».

On évoquera d'abord le niveau de vie très élevé qui règne aux Etats-Unis. Non seulement les besoins économiques réellement essentiels sont satisfaits pour la quasi-totalité de la population, mais des « besoins » considérés en Europe comme ayant un caractère de luxe sont depuis longtemps passés aux Etats-Unis dans la catégorie des besoins essentiels. Aussi lorsque la FCC a fixé comme condition (quatrième critère) que les récepteurs devaient « être assez bon marché pour être accessibles à la grande masse de la clientèle américaine », devons-nous nous garder de lire la formule avec des yeux européens.

Il faut ensuite observer qu'il existe aux USA un marché unifié et immense (près de 35 millions de récepteurs noir et blanc déjà) servi par une industrie extrêmement puissante et très concentrée. Les problèmes d'appareillage se présentent donc sous un jour particulièrement favorable. La normalisation des types, la grande série, permettent un abaissement massif des prix de revient. Et 400 000 récepteurs d'un type même très complexe mais unique et fabriqué par une seule firme reviennent certainement infiniment moins cher que 400 000 récepteurs même beaucoup plus simples, mais de modèles divers et dont la construction est éparpillée entre un grand nombre de firmes. L'industrie américaine est donc naturellement peu portée à s'effrayer des complications d'appareillages et dans le problème général « voie contre appareillage », elle est normalement amenée à donner sa préférence aux solutions qui économisent la voie, même s'il doit en résulter des difficultés et des complications supplémentaires pour les appareillages.

### 4) Convertibilité.

Dans une économie basée sur une expansion continue et qui se doit de créer sans cesse de nouveaux marchés, il est même permis de penser que la complexité des appareillages peut constituer pour l'industrie un élément attractif. Et cette considération rend compte, non plus de l'existence de telle ou telle

condition, mais bien de l'absence d'une *autre* condition qui, comme la compatibilité, eût pu mériter de connaître elle aussi la vedette. Il s'agit de la *convertibilité*, c'est-à-dire de la possibilité pour les récepteurs noir et blanc existants d'être convertis facilement et à peu de frais en récepteurs de couleur.

Une telle condition peut, en effet, paraître — aux profanes — a priori aussi intéressante que la compatibilité et il semble que le téléspectateur renoncerait sans trop de regret à recevoir en noir et blanc les émissions en couleur s'il pouvait ajouter à son récepteur quelque dispositif peu coûteux permettant de recevoir en couleur les émissions de couleur.

Au lieu de réaliser une émission en couleur construite de façon à comporter un signal noir et blanc destiné aux récepteurs noir et blanc et un signal de coloriage qui ne peut être perçu que par un récepteur entièrement nouveau, l'on aurait pu partir d'une hypothèse différente et définir a priori un récepteur en couleur comme constitué par un récepteur noir et blanc complété par un dispositif simple permettant, le cas échéant, la réception en couleur (1).

Pourquoi donc la convertibilité n'a-t-elle pas été retenue comme une condition a priori aussi valable que la compatibilité ? L'on peut répondre à cette question — sans pouvoir ici évidemment entrer dans les détails — en invoquant les difficultés techniques supplémentaires très sérieuses qu'il aurait fallu ici rencontrer. Mais nous ne pensons ni faire preuve de machiavélisme, ni porter atteinte à la respectabilité de l'industrie américaine en exprimant l'opinion que, toutes difficultés techniques mises à part, la convertibilité, loin de pouvoir constituer aux yeux de cette industrie une condition a priori valable, risquait au contraire d'être considérée comme une tare rédhibitoire.

La convertibilité eût pu, en effet, signifier la mort dans l'œuf de ce marché immense et nouveau, celui des récepteurs de télévision en couleur. La solution finalement adoptée (système NTSC) a, au contraire, le mérite d'être strictement inconvertisible. Il n'y a aucun espoir de transformer en récepteur de couleur un récepteur noir et blanc et c'est bien un nouvel appareil que la clientèle devra acheter si elle désire un récepteur pour la couleur.

Lorsqu'on examine cette situation trop rapidement et avec des yeux européens, on est tenté de juger que l'intérêt des téléspectateurs est ici, dans une certaine mesure, sacrifié à celui de l'industrie. En réalité — et nous écrivons ceci sans aucune ironie, et peut-être même avec une certaine envie — le système économique américain est tel que l'intérêt de l'industrie et celui du public coïncident réellement, à long terme (2).

A ceux qui trouveraient cette digression un peu longue — puisque aussi bien la convertibilité est techniquement très difficile à satisfaire — l'on

(1) Le système CBS était du moins dans son principe un système convertible (voir par exemple le Rapport Condon, page 40).

(2) Et peut-être même à court terme.

répondrait que tout exposé du problème de télévision en couleur serait incomplet sans une mention de cette « condition cachée ». Toutes les fois qu'il nous a été donné de parler de ces questions avec des personnes non prévenues (nous voulons dire des non spécialistes) et que nous leur avons exposé ce qu'était la compatibilité, elles n'ont pas manqué d'énoncer elles-mêmes la condition de convertibilité et de nous demander pourquoi l'on avait retenu a priori une seule de ces conditions <sup>(1)</sup>.

#### 5) Autres « données » américaines.

A la vérité ce paragraphe est un peu une de ces « fausses fenêtres pour la symétrie » condamnées par Pascal. S'il existe bien, comme nous le verrons tout à l'heure, d'autres « données » européennes, il semble bien, en revanche, qu'il n'y ait rien à ajouter aux différents facteurs analysés ci-dessus. Tout au plus pourrait-on souligner (encore s'agirait-il plutôt d'un « écho » de ce qui sera écrit plus loin à propos de l'Europe) que le problème à résoudre par les Etats-Unis était un problème national, qu'il s'agissait de le résoudre dans le cadre d'un pays unique et à partir d'un standard noir et blanc unique, données qui permettaient au problème de la télévision en couleur d'exister vraiment, alors qu'en Europe un tel problème se brise en problèmes nationaux assez profondément liés entre eux mais apparemment indépendants.

L'on pourrait aussi noter l'existence d'un organisme technico-administratif (la FCC) ayant autorité non seulement en ces matières mais aussi en ce qui concerne les allocations de fréquences. La même autorité à laquelle il appartenait de prendre une décision en matière de télévision en couleur avait donc la possibilité d'apprécier pleinement avant de prendre une telle décision quelles seraient les incidences de celle-ci en différents domaines et notamment en ce qui concerne le plan de répartition des allocations sur le territoire des USA.

Les données ci-dessus, à caractère économique ou social, nous paraissent tout à fait déterminantes et expliquent la politique suivie par les Etats-Unis en la matière.

D'autres facteurs ont évidemment pu intervenir. Il aurait été, par exemple, fort intéressant de suivre pas à pas l'histoire des compétitions technico-administratives entre les différents systèmes américains (essentiellement CBS et RCA) de 1948 à 1953. Mais cette histoire est bien connue de nos lecteurs.

En résumé, et sans nous donner le ridicule de conclure que les Américains ont bien fait ou ont eu raison de se décider comme ils l'ont fait, nous pensons pouvoir au moins dire que leurs décisions

s'inscrivent logiquement dans ce que nous avons appelé le contexte américain.

#### B. Le contexte européen.

Il nous faut maintenant, pour terminer, examiner le contexte européen et voir si la solution NTSC ou une solution reposant sur les mêmes conditions lui convient aussi bien.

##### 1) Maintien de la largeur de la voie ?

Observons d'abord ici que la double pluralité des pays et des standards noir et blanc fait littéralement exploser cette première question et lui enlève même, jusqu'à un certain point, toute signification. Comment décider, par exemple, que l'on adoptera la condition USA de la voie, à savoir que l'on adoptera pour la couleur le même canal que pour le noir et blanc, alors que ce canal est lui-même différent d'un pays à un autre. Sans doute chaque pays ou groupe de pays pourrait-il adopter en ce qui le concerne cette condition, mais on voit bien qu'un certain nombre de justifications « américaines » énoncées plus haut seraient alors défaut.

Même sur le plan purement technique, il est bien évident d'ailleurs que de décider a priori qu'on s'en tiendra pour la couleur au canal noir et blanc, n'a pas la même valeur ni ne conduit aux mêmes difficultés pour le Royaume-Uni, par exemple, dont le canal est de 5 Mc/s, ou pour la France dont le canal est de 14 Mc/s. Et à l'inverse, pour enlever tout caractère tendancieux, s'il était besoin, à la phrase précédente, il est sûr aussi que décider que l'on augmentera la largeur de la voie n'a pas la même valeur ni ne conduit aux mêmes difficultés pour ces deux pays.

Les justifications « indirectes » rencontrées plus haut pour le maintien de la voie américaine disparaissent donc (et notamment celle relative à l'établissement des plans de fréquences : voir paragraphe 5 ci-dessous).

Quant à la justification « directe », à savoir l'intérêt qu'il y a à économiser le spectre, elle existe elle aussi bien évidemment en Europe. Mais elle est certainement beaucoup moins forte. Il est sûr que les services de radiocommunications et les services de télévision n'ont pas atteint le même degré de développement qu'aux Etats-Unis (à des réserves près touchant tel ou tel pays ou telle ou telle région du spectre). D'une façon générale, on peut avancer que le mégacycle est moins cher en Europe qu'aux Etats-Unis. Sans doute un mouvement à la hausse est-il à prévoir au fur et à mesure que les services de radiocommunications se développeront en Europe. Mais on est encore loin des conditions d'occupation du spectre existant aux Etats-Unis. (Aussi, si une Cour de Justice Internationale, proposée par le Commander Mayer pour la répression du gaspillage des fréquences, doit jamais voir le jour, faudra-t-il envisager la création d'une section spéciale où les délinquants européens seraient jugés par des juges également européens).

<sup>(1)</sup> Il est juste d'indiquer que dans la solution NTSC les nouveaux récepteurs construits sont convertibles. En d'autres termes, le récepteur de couleur est conçu (en gros) comme comprenant deux parties : un récepteur noir et blanc et des dispositifs additionnels pour la couleur. Mais il n'en est ainsi que pour les nouveaux récepteurs et non pour les anciens.



## 2) *Compatibilité.*

Les justifications « évidentes » de la compatibilité, si évidentes que nous ne les avons pas explicitées à propos des Etats-Unis, sont évidemment valables pour l'Europe et ont peut-être même une force particulière. On doit noter, en effet, que le marché du récepteur noir et blanc, à peine développé dans certains pays, est encore très vulnérable, de sorte qu'il est particulièrement nécessaire de ne pas le perturber. Aux Etats-Unis, il s'agissait d'introduire un marché nouveau au moment où le marché des récepteurs noir et blanc approchait de la saturation <sup>(1)</sup> (ou du moins avait derrière lui ses plus belles années). Sans doute fallait-il éviter de tuer ce marché noir et blanc dont on pouvait encore tirer quelque chose, mais rien de plus.

En Europe, la situation est entièrement différente et il faut définir et faire connaître au public une politique d'ensemble qui soit telle que le développement du marché noir et blanc ne soit pas immédiatement et irrémédiablement compromis. La compatibilité est certainement un excellent moyen (peut-être le seul mais pas forcément le seul) pour arriver à un tel résultat. Cependant nous pensons qu'il faudrait être ici tout à fait honnête avec le public (et c'est d'ailleurs l'intérêt de l'industrie) en ne lui cachant pas que, s'il peut capter en noir et blanc sur les récepteurs actuels les futures émissions de couleur, il lui faudra acheter un nouveau récepteur entièrement distinct du premier s'il veut recevoir en couleur ces émissions de couleur.

Il y a peut-être là un risque à prendre, mais qui ne serait sérieux que si la télévision en couleur se développait très rapidement (ce qui est malheureusement assez peu probable), qui est celui de voir le téléspectateur noir et blanc se considérer comme pénalisé par rapport à l'ouvrier de la 11<sup>e</sup> heure qui a suffisamment attendu pour acheter un récepteur de télévision en couleur et qui, de ce fait, a pu se procurer d'un seul coup un récepteur qui lui permet de prendre à la fois en noir et blanc les émissions noir et blanc et en couleur les émissions de couleur. Mais ce risque est certainement beaucoup moins grave que celui que l'on courrait en laissant régner dans l'esprit de la clientèle des incertitudes quant à la politique qui sera suivie et quant aux délais de réalisation de ses différentes étapes.

Pour en finir avec la condition de compatibilité, l'on notera enfin que la télévision étant en Europe un service public, certaines des justifications américaines énoncées plus haut disparaissent. De toute façon, en effet, avec ou sans compatibilité, la télévision en couleur devra longtemps vivre aux crochets de la radiodiffusion et de la télévision noir et blanc, tout comme cette dernière vit et vivra encore un certain temps aux crochets de la radiodiffusion sonore.

## 3) *Position vis-à-vis des appareillages.*

Les conditions sont ici très différentes de celles qui règnent aux Etats-Unis. D'une part, le niveau

de vie européen est, dans l'ensemble, assez nettement inférieur à celui des Etats-Unis. Alors que de nombreux besoins essentiels ne sont pas encore satisfaits — et notamment en matière d'habitation — alors que les récepteurs de télévision noir et blanc — au surplus inconnus dans certains pays — demeurent, du moins en Europe continentale, l'article de luxe qu'ils ont cessé d'être depuis longtemps aux Etats-Unis, l'introduction de la télévision en couleur devrait être conditionnée d'abord par l'impératif d'un *récepteur bon marché, robuste et d'entretien facile.*

Il est certain, d'autre part, que la simplicité des appareillages et tout simplement des récepteurs, est plus importante en Europe qu'aux Etats-Unis en raison du fractionnement et de l'éparpillement du marché des récepteurs, lesquels conduisent au régime de la petite série et quelquefois même de la toute petite série.

De ce point de vue aussi, des appareillages simples devraient constituer un critère essentiel pour l'Europe. Mais très paradoxalement il semble que, du moins jusqu'à ce jour et du moins dans certains pays, l'on se soit engagé dans une voie entièrement différente et que l'on ait même tout fait pour aggraver la situation par des mesures inspirées par un protectionnisme à courte vue et même par un malthusianisme assez surprenant. Dans un tel climat, le problème de la position à prendre vis-à-vis des appareillages risque dès lors de se poser en termes incohérents. La série de production courte et chère mais protégée risque d'apparaître comme désirable et la complication — voulue — allant jusqu'à la monstruosité des appareillages peut même, dans ces conditions, être considérée comme le fin du fin. Le problème général des importances relatives de la voie et des appareillages s'évanouit alors complètement ou prend tout au moins un caractère nettement académique.

Quoi qu'il en soit de ces tendances regrettables, répétons que la simplicité, le bon marché du récepteur (critère N° 4 de la FCC) paraissent s'imposer tout particulièrement en Europe.

## 4) *Convertibilité ?*

Ce paragraphe est introduit ici plutôt pour mémoire. Il n'y a guère à ajouter à ce qui est écrit plus haut à propos des USA et pour différentes raisons il paraît difficile d'imaginer que cette condition puisse être satisfaite.

## 5) *Autres « données » européennes.*

Ces autres données européennes sont toutes en relation avec le fait que l'Europe est constituée de plusieurs nations distinctes. Le problème purement national qui était posé aux Etats-Unis en devient ainsi un problème international. Un tel problème s'est déjà posé pour le noir et blanc et on sait que s'il a été possible jusqu'à un certain point de « limiter les dégâts », l'on est loin d'être parvenu à un

(1) Au Royaume-Uni, on n'est pas tellement loin de cette situation.

standard noir et blanc unique puisqu'il existe actuellement en Europe 6 standards différents. Il faut donc non seulement reprendre — comme on vient de le faire — toutes les données « nationales » américaines, mais il faut encore prendre en considération différentes données « internationales » spécifiquement européennes.

En 1951, la FCC avait défini 7 critères auxquels devait satisfaire un système de télévision en couleur. Sans entrer dans le détail de ces critères, nous indiquerons seulement qu'ils étaient constitués, à part des conditions techniques qui vont de soi, par les conditions que nous avons analysées plus haut.

Il conviendrait d'ajouter aux 7 critères nationaux américains (complétés par le critère de compatibilité, lequel pour des raisons historiques n'avait pu être explicité) les 3 critères internationaux suivants :

a) Le ou les systèmes choisis devraient être tels qu'il soit possible d'établir un plan ou des plans européens d'allocation de fréquences sans difficulté trop considérable et sans qu'il soit nécessaire de revenir de façon trop radicale sur la situation existante (Plans de Stockholm).

Il convient, en effet, de se demander jusqu'à quel point il sera possible d'introduire la télévision en couleur en Europe continentale (le cas du Royaume-Uni est assez différent et notamment pour des raisons géographiques) sans détruire complètement les Plans de Stockholm pour les Bandes I et III. Il est déjà permis de penser, en effet, que ces plans ne tiennent et ne tiendront en noir et blanc que dans la mesure où les réseaux de télévision prévus ne seront que partiellement réalisés.

Les difficultés rencontrées à Stockholm pour l'établissement de ces plans étaient dues à la nature même du problème mais étaient certainement en partie aggravées par la disparité des canaux européens. Ces difficultés ne deviendront-elles pas absolument insurmontables lorsqu'on voudra établir des plans comportant à la fois, dans les bandes prévues à Stockholm, des émissions en noir et blanc utilisant des canaux différents et des émissions de couleur utilisant elles aussi des canaux différents.

Une solution consisterait alors à cristalliser la situation telle qu'elle est définie par les Plans de Stockholm et à admettre que la télévision en couleur n'existerait que dans les Bandes IV et V. Mais c'est là un autre problème, que l'on ne peut qu'évoquer ici.

b) Le ou les systèmes choisis devraient être tels que les pays européens puissent échanger les programmes en couleur au moins aussi facilement et si possible même plus facilement qu'ils le font actuellement en noir et blanc.

Ici encore l'on peut noter que la pluralité des standards noir et blanc a certainement compliqué

et compliqué les échanges de programmes (même si les difficultés correspondantes ne sont pas les seules et même si ces difficultés ont été exagérées). Que sera-ce lorsqu'il s'agira d'échanger des programmes de couleur ? De nombreux spécialistes se montrent ici assez pessimistes.

c) Il faudrait enfin prendre en considération le problème des récepteurs dans les régions frontalières. Il faudrait que la solution choisie facilite autant que possible la possibilité de réception directe, dans ces régions, des émissions provenant de pays étrangers (comme c'est le cas en radiodiffusion sonore). Le problème peut apparaître comme mineur, mais compte tenu de l'augmentation des puissances, ces régions frontalières s'étendent chaque jour davantage et c'est ainsi par exemple que toute la Belgique et toute la Hollande sont déjà ou seront prochainement de telles « régions frontalières ». Au surplus, la répartition démographique européenne est telle que ces régions sont généralement des régions à grande densité de population et à niveau économique élevé.

\*\*\*

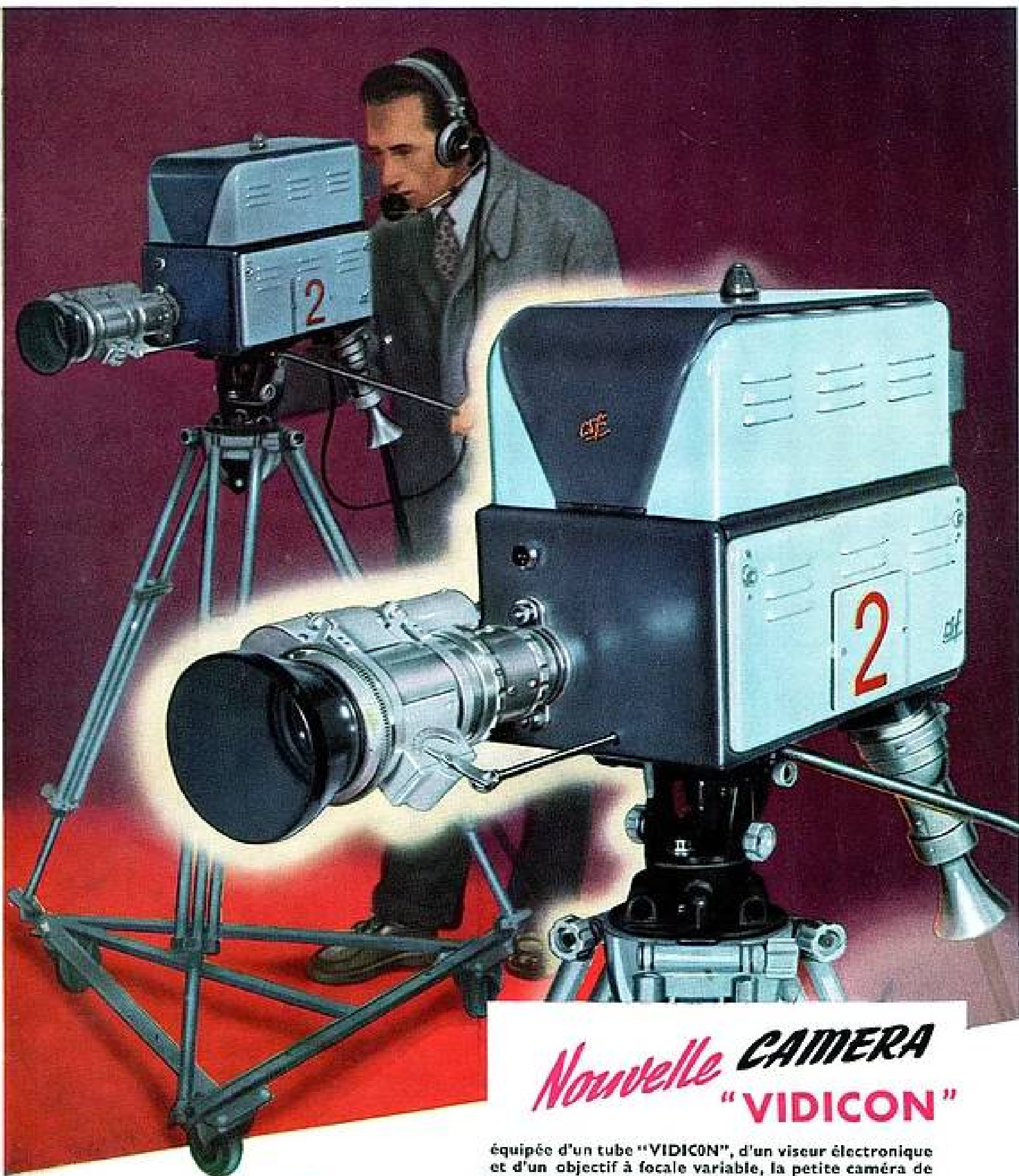
### C. Conclusions.

Il est temps de conclure. Nous pensons avoir montré combien le contexte européen est complexe. Le problème de la télévision en couleur y perd la belle simplicité, la belle unité qu'il présentait aux États-Unis, et, excepté peut-être sur un plan strictement technique, il est douteux que l'exemple américain soit ici de nature à nous montrer la voie d'une façon décisive, les données du problème étant par trop différentes en Europe et aux USA.

Il faudra donc que les administrations et les industries européennes intéressées, sans négliger l'expérience américaine, s'attachent à une étude directe du problème et ajoutent aux critères américains leurs propres critères. Il ne nous appartient pas de leur adresser des conseils, mais nous pouvons cependant exprimer en terminant le souhait que ces administrations et ces industries évitent deux écueils principaux.

Elles devraient en effet, éviter une hâte excessive et surtout de se lier elles-mêmes par des déclarations publiques ou des promesses qu'elles ne pourraient pas respecter et qui risqueraient de nuire gravement au développement de la télévision en noir et blanc.

Il faudrait enfin, et nous espérons que l'on trouvera ce souhait normal sous la plume d'un fonctionnaire d'une union européenne, bannir toute conception trop étroite des intérêts nationaux et se garder notamment d'identifier trop vite ceux-ci avec ceux des industries nationales, lesquelles en sont sans doute un des éléments essentiels, mais non le seul.



## *Nouvelle* **CAMERA** "VIDICON"

équipée d'un tube "VIDICON", d'un viseur électronique et d'un objectif à focale variable, la petite caméra de télévision C.S.F., type C.V. 821, dont les performances sont en bien des points supérieures à celles des plus grosses caméras de studio, actuellement utilisées, possède sur celles-ci des avantages incontestables de légèreté, maniabilité, rapidité d'installation et simplicité d'exploitation.

**CSF**

**COMPAGNIE GÉNÉRALE DE TÉLÉGRAPHIE SANS FIL**

79, BOULEVARD HAUSSMANN - PARIS 8° - TÉL. : ANJ. + 84-60

Création AGENCE DOMENACH

# M.C.B. et VERITABLE ALTER

11 rue Pierre-Lhomme. Courbevoie

Tél. Défense 20-90

*qualité d'abord !*

POTENTIOMETRES  
RESISTANCES  
CONDENSATEURS  
TRANSFORMATEURS  
REGU VOLT





POUR LES MESURES DE : RESISTANCE, CAPACITE, INDUCTANCE, FACTEUR DE QUALITE DES RÉSISTANCES DE TUBES ELECTRONIQUES, JONCTION DE TRANSISTORS ET DE QUADRUPLES

| TYPE   | SCHEMATA | MOYENS | PRINCIPES | UTILISATION |
|--------|----------|--------|-----------|-------------|
| 1000-A | 1000-A   | 1000-A | 1000-A    | 1000-A      |
| 1000-B | 1000-B   | 1000-B | 1000-B    | 1000-B      |
| 1000-C | 1000-C   | 1000-C | 1000-C    | 1000-C      |
| 1000-D | 1000-D   | 1000-D | 1000-D    | 1000-D      |
| 1000-E | 1000-E   | 1000-E | 1000-E    | 1000-E      |
| 1000-F | 1000-F   | 1000-F | 1000-F    | 1000-F      |
| 1000-G | 1000-G   | 1000-G | 1000-G    | 1000-G      |
| 1000-H | 1000-H   | 1000-H | 1000-H    | 1000-H      |
| 1000-I | 1000-I   | 1000-I | 1000-I    | 1000-I      |
| 1000-J | 1000-J   | 1000-J | 1000-J    | 1000-J      |
| 1000-K | 1000-K   | 1000-K | 1000-K    | 1000-K      |
| 1000-L | 1000-L   | 1000-L | 1000-L    | 1000-L      |
| 1000-M | 1000-M   | 1000-M | 1000-M    | 1000-M      |
| 1000-N | 1000-N   | 1000-N | 1000-N    | 1000-N      |
| 1000-O | 1000-O   | 1000-O | 1000-O    | 1000-O      |
| 1000-P | 1000-P   | 1000-P | 1000-P    | 1000-P      |
| 1000-Q | 1000-Q   | 1000-Q | 1000-Q    | 1000-Q      |
| 1000-R | 1000-R   | 1000-R | 1000-R    | 1000-R      |
| 1000-S | 1000-S   | 1000-S | 1000-S    | 1000-S      |
| 1000-T | 1000-T   | 1000-T | 1000-T    | 1000-T      |
| 1000-U | 1000-U   | 1000-U | 1000-U    | 1000-U      |
| 1000-V | 1000-V   | 1000-V | 1000-V    | 1000-V      |
| 1000-W | 1000-W   | 1000-W | 1000-W    | 1000-W      |
| 1000-X | 1000-X   | 1000-X | 1000-X    | 1000-X      |
| 1000-Y | 1000-Y   | 1000-Y | 1000-Y    | 1000-Y      |
| 1000-Z | 1000-Z   | 1000-Z | 1000-Z    | 1000-Z      |

1000-A 1000-B 1000-C 1000-D 1000-E 1000-F 1000-G 1000-H 1000-I 1000-J 1000-K 1000-L 1000-M 1000-N 1000-O 1000-P 1000-Q 1000-R 1000-S 1000-T 1000-U 1000-V 1000-W 1000-X 1000-Y 1000-Z

APPAREILS DE MESURES

| TYPE   | APPAREIL | PRINCIPES | PRINCIPES | UTILISATION |
|--------|----------|-----------|-----------|-------------|
| 1000-A | 1000-A   | 1000-A    | 1000-A    | 1000-A      |
| 1000-B | 1000-B   | 1000-B    | 1000-B    | 1000-B      |
| 1000-C | 1000-C   | 1000-C    | 1000-C    | 1000-C      |
| 1000-D | 1000-D   | 1000-D    | 1000-D    | 1000-D      |
| 1000-E | 1000-E   | 1000-E    | 1000-E    | 1000-E      |
| 1000-F | 1000-F   | 1000-F    | 1000-F    | 1000-F      |
| 1000-G | 1000-G   | 1000-G    | 1000-G    | 1000-G      |
| 1000-H | 1000-H   | 1000-H    | 1000-H    | 1000-H      |
| 1000-I | 1000-I   | 1000-I    | 1000-I    | 1000-I      |
| 1000-J | 1000-J   | 1000-J    | 1000-J    | 1000-J      |
| 1000-K | 1000-K   | 1000-K    | 1000-K    | 1000-K      |
| 1000-L | 1000-L   | 1000-L    | 1000-L    | 1000-L      |
| 1000-M | 1000-M   | 1000-M    | 1000-M    | 1000-M      |
| 1000-N | 1000-N   | 1000-N    | 1000-N    | 1000-N      |
| 1000-O | 1000-O   | 1000-O    | 1000-O    | 1000-O      |
| 1000-P | 1000-P   | 1000-P    | 1000-P    | 1000-P      |
| 1000-Q | 1000-Q   | 1000-Q    | 1000-Q    | 1000-Q      |
| 1000-R | 1000-R   | 1000-R    | 1000-R    | 1000-R      |
| 1000-S | 1000-S   | 1000-S    | 1000-S    | 1000-S      |
| 1000-T | 1000-T   | 1000-T    | 1000-T    | 1000-T      |
| 1000-U | 1000-U   | 1000-U    | 1000-U    | 1000-U      |
| 1000-V | 1000-V   | 1000-V    | 1000-V    | 1000-V      |
| 1000-W | 1000-W   | 1000-W    | 1000-W    | 1000-W      |
| 1000-X | 1000-X   | 1000-X    | 1000-X    | 1000-X      |
| 1000-Y | 1000-Y   | 1000-Y    | 1000-Y    | 1000-Y      |
| 1000-Z | 1000-Z   | 1000-Z    | 1000-Z    | 1000-Z      |

APPAREILS DE MESURES

| TYPE   | APPAREIL | PRINCIPES | PRINCIPES | UTILISATION |
|--------|----------|-----------|-----------|-------------|
| 1000-A | 1000-A   | 1000-A    | 1000-A    | 1000-A      |
| 1000-B | 1000-B   | 1000-B    | 1000-B    | 1000-B      |
| 1000-C | 1000-C   | 1000-C    | 1000-C    | 1000-C      |
| 1000-D | 1000-D   | 1000-D    | 1000-D    | 1000-D      |
| 1000-E | 1000-E   | 1000-E    | 1000-E    | 1000-E      |
| 1000-F | 1000-F   | 1000-F    | 1000-F    | 1000-F      |
| 1000-G | 1000-G   | 1000-G    | 1000-G    | 1000-G      |
| 1000-H | 1000-H   | 1000-H    | 1000-H    | 1000-H      |
| 1000-I | 1000-I   | 1000-I    | 1000-I    | 1000-I      |
| 1000-J | 1000-J   | 1000-J    | 1000-J    | 1000-J      |
| 1000-K | 1000-K   | 1000-K    | 1000-K    | 1000-K      |
| 1000-L | 1000-L   | 1000-L    | 1000-L    | 1000-L      |
| 1000-M | 1000-M   | 1000-M    | 1000-M    | 1000-M      |
| 1000-N | 1000-N   | 1000-N    | 1000-N    | 1000-N      |
| 1000-O | 1000-O   | 1000-O    | 1000-O    | 1000-O      |
| 1000-P | 1000-P   | 1000-P    | 1000-P    | 1000-P      |
| 1000-Q | 1000-Q   | 1000-Q    | 1000-Q    | 1000-Q      |
| 1000-R | 1000-R   | 1000-R    | 1000-R    | 1000-R      |
| 1000-S | 1000-S   | 1000-S    | 1000-S    | 1000-S      |
| 1000-T | 1000-T   | 1000-T    | 1000-T    | 1000-T      |
| 1000-U | 1000-U   | 1000-U    | 1000-U    | 1000-U      |
| 1000-V | 1000-V   | 1000-V    | 1000-V    | 1000-V      |
| 1000-W | 1000-W   | 1000-W    | 1000-W    | 1000-W      |
| 1000-X | 1000-X   | 1000-X    | 1000-X    | 1000-X      |
| 1000-Y | 1000-Y   | 1000-Y    | 1000-Y    | 1000-Y      |
| 1000-Z | 1000-Z   | 1000-Z    | 1000-Z    | 1000-Z      |

CONSTRUCTEURS ETAGES ELEMENTS VARIABLES

| TYPE   | CONSTRUCTEURS | ELEMENTS VARIABLES | UTILISATION |
|--------|---------------|--------------------|-------------|
| 1000-A | 1000-A        | 1000-A             | 1000-A      |
| 1000-B | 1000-B        | 1000-B             | 1000-B      |
| 1000-C | 1000-C        | 1000-C             | 1000-C      |
| 1000-D | 1000-D        | 1000-D             | 1000-D      |
| 1000-E | 1000-E        | 1000-E             | 1000-E      |
| 1000-F | 1000-F        | 1000-F             | 1000-F      |
| 1000-G | 1000-G        | 1000-G             | 1000-G      |
| 1000-H | 1000-H        | 1000-H             | 1000-H      |
| 1000-I | 1000-I        | 1000-I             | 1000-I      |
| 1000-J | 1000-J        | 1000-J             | 1000-J      |
| 1000-K | 1000-K        | 1000-K             | 1000-K      |
| 1000-L | 1000-L        | 1000-L             | 1000-L      |
| 1000-M | 1000-M        | 1000-M             | 1000-M      |
| 1000-N | 1000-N        | 1000-N             | 1000-N      |
| 1000-O | 1000-O        | 1000-O             | 1000-O      |
| 1000-P | 1000-P        | 1000-P             | 1000-P      |
| 1000-Q | 1000-Q        | 1000-Q             | 1000-Q      |
| 1000-R | 1000-R        | 1000-R             | 1000-R      |
| 1000-S | 1000-S        | 1000-S             | 1000-S      |
| 1000-T | 1000-T        | 1000-T             | 1000-T      |
| 1000-U | 1000-U        | 1000-U             | 1000-U      |
| 1000-V | 1000-V        | 1000-V             | 1000-V      |
| 1000-W | 1000-W        | 1000-W             | 1000-W      |
| 1000-X | 1000-X        | 1000-X             | 1000-X      |
| 1000-Y | 1000-Y        | 1000-Y             | 1000-Y      |
| 1000-Z | 1000-Z        | 1000-Z             | 1000-Z      |

7 Ave. M.A. RADIOPHON CORP. 305 MADISON AVENUE NEW YORK

AGENT EXCLUSIF FRANCE ET N. F. ETS RADIOPHON 11, FAUBOURG POISSONNIERE - PARIS 1000 - F. - TEL. 1201-04

TUBES CATHODIQUES DU MONT POUR OCHROLOGRAPHES ET POUR UTILISATIONS SPECIALES

| TYPE   | UTILISATION | PARTICULARITES |
|--------|-------------|----------------|
| 1000-A | 1000-A      | 1000-A         |
| 1000-B | 1000-B      | 1000-B         |
| 1000-C | 1000-C      | 1000-C         |
| 1000-D | 1000-D      | 1000-D         |
| 1000-E | 1000-E      | 1000-E         |
| 1000-F | 1000-F      | 1000-F         |
| 1000-G | 1000-G      | 1000-G         |
| 1000-H | 1000-H      | 1000-H         |
| 1000-I | 1000-I      | 1000-I         |
| 1000-J | 1000-J      | 1000-J         |
| 1000-K | 1000-K      | 1000-K         |
| 1000-L | 1000-L      | 1000-L         |
| 1000-M | 1000-M      | 1000-M         |
| 1000-N | 1000-N      | 1000-N         |
| 1000-O | 1000-O      | 1000-O         |
| 1000-P | 1000-P      | 1000-P         |
| 1000-Q | 1000-Q      | 1000-Q         |
| 1000-R | 1000-R      | 1000-R         |
| 1000-S | 1000-S      | 1000-S         |
| 1000-T | 1000-T      | 1000-T         |
| 1000-U | 1000-U      | 1000-U         |
| 1000-V | 1000-V      | 1000-V         |
| 1000-W | 1000-W      | 1000-W         |
| 1000-X | 1000-X      | 1000-X         |
| 1000-Y | 1000-Y      | 1000-Y         |
| 1000-Z | 1000-Z      | 1000-Z         |

TUBES SPECIAUX (EXTRAORDINAIRES)

| TYPE   | UTILISATION | PARTICULARITES |
|--------|-------------|----------------|
| 1000-A | 1000-A      | 1000-A         |
| 1000-B | 1000-B      | 1000-B         |
| 1000-C | 1000-C      | 1000-C         |
| 1000-D | 1000-D      | 1000-D         |
| 1000-E | 1000-E      | 1000-E         |
| 1000-F | 1000-F      | 1000-F         |
| 1000-G | 1000-G      | 1000-G         |
| 1000-H | 1000-H      | 1000-H         |
| 1000-I | 1000-I      | 1000-I         |
| 1000-J | 1000-J      | 1000-J         |
| 1000-K | 1000-K      | 1000-K         |
| 1000-L | 1000-L      | 1000-L         |
| 1000-M | 1000-M      | 1000-M         |
| 1000-N | 1000-N      | 1000-N         |
| 1000-O | 1000-O      | 1000-O         |
| 1000-P | 1000-P      | 1000-P         |
| 1000-Q | 1000-Q      | 1000-Q         |
| 1000-R | 1000-R      | 1000-R         |
| 1000-S | 1000-S      | 1000-S         |
| 1000-T | 1000-T      | 1000-T         |
| 1000-U | 1000-U      | 1000-U         |
| 1000-V | 1000-V      | 1000-V         |
| 1000-W | 1000-W      | 1000-W         |
| 1000-X | 1000-X      | 1000-X         |
| 1000-Y | 1000-Y      | 1000-Y         |
| 1000-Z | 1000-Z      | 1000-Z         |

TUBES PHOTOMULTIPLIEURS

| TYPE   | UTILISATION | PARTICULARITES |
|--------|-------------|----------------|
| 1000-A | 1000-A      | 1000-A         |
| 1000-B | 1000-B      | 1000-B         |
| 1000-C | 1000-C      | 1000-C         |
| 1000-D | 1000-D      | 1000-D         |
| 1000-E | 1000-E      | 1000-E         |
| 1000-F | 1000-F      | 1000-F         |
| 1000-G | 1000-G      | 1000-G         |
| 1000-H | 1000-H      | 1000-H         |
| 1000-I | 1000-I      | 1000-I         |
| 1000-J | 1000-J      | 1000-J         |
| 1000-K | 1000-K      | 1000-K         |
| 1000-L | 1000-L      | 1000-L         |
| 1000-M | 1000-M      | 1000-M         |
| 1000-N | 1000-N      | 1000-N         |
| 1000-O | 1000-O      | 1000-O         |
| 1000-P | 1000-P      | 1000-P         |
| 1000-Q | 1000-Q      | 1000-Q         |
| 1000-R | 1000-R      | 1000-R         |
| 1000-S | 1000-S      | 1000-S         |
| 1000-T | 1000-T      | 1000-T         |
| 1000-U | 1000-U      | 1000-U         |
| 1000-V | 1000-V      | 1000-V         |
| 1000-W | 1000-W      | 1000-W         |
| 1000-X | 1000-X      | 1000-X         |
| 1000-Y | 1000-Y      | 1000-Y         |
| 1000-Z | 1000-Z      | 1000-Z         |

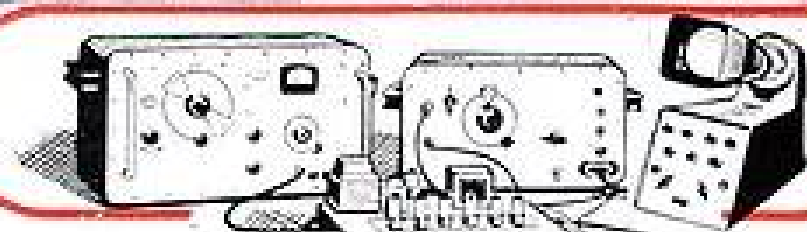
PHOTOPHORES NORMAUX  
P1 Vert, phosphore rouge  
P2 Vert, phosphore orange  
P3 Orange persistant et bleu clair non persistant  
P11 Bleu non persistant pour photographie  
PHOTOPHORES SPECIAUX  
P2, P11, P12

AGENT EXCLUSIF FRANCE ET N. F. ETS RADIOPHON 11, FAUBOURG POISSONNIERE - PARIS 1000 - F. - TEL. 1201-04

7 Ave. M.A. RADIOPHON CORP. 305 MADISON AVENUE NEW YORK



# ENSEMBLE *d'études* V.H.F. *TÉLÉVISION*



## MEIRIX

Une création unique en France pour l'étude,  
la mise au point et le dépannage V.H.F. et Télévision

- ★ **GÉNÉRATEUR 936** — 8 à 200 MHz;  
en 6 gammes.  
Sortie réglable 1  $\mu$ V à 250 mV;  
Impédance 75  $\Omega$ .  
Atténuateur à piston de précision type  
H 11. Mesure permanente du niveau.
- ★ **WOBULATEUR 210** — 5 à 220 MHz;  
Swing : 1, 2, 5, 10, 20 MHz. Simple et  
double trace; sortie 10  $\mu$ V à 0,1 V.  
Rayonnement négligeable.
- ★ **OSCILLOSCOPE 222** — Tube orien-  
table à volonté, grande finesse de spot,  
excellente stabilité d'image, bande  
passante constante indépendante des

réglages de niveaux, bonne transmis-  
sion des fronts raides, signaux carrés  
à 50 c/s transmis sans déformation  
notable, expansion du balayage hori-  
zontal.  
Diamètre utile du tube 80 mm.  
Ampli. Vert. : sensibilité — 10 mV eff/cm  
impédance d'entrée — m $\Omega$   
bande passante — 500 Kc/s  
à 3 dB  
Ampli. hor. : sensibilité — 100 mV eff/cm  
bande passante — 300 Kc/s  
à 3 dB  
impédance d'entrée — 50 K $\Omega$   
Base de cps : linéaire de 10 c/s à 40 Kc/s



★ **OSCILLOSCOPE 222**



★ **WOBULATEUR 210**



**C<sup>IE</sup> GÉNÉRALE DE MÉTROLOGIE**

ANNECY

FRANCE

## LE MATÉRIEL PROFESSIONNEL AU SALON 1956 DE LA PIÈCE DÉTACHÉE

Le Salon National des Fabricants de Pièces Détachées Radioélectriques, où sont présentées pièces détachées, tubes électroniques, appareils de mesure et accessoires, s'est tenu du 2 au 6 mars 1956 à Paris, au Parc des Expositions, et a remporté un très vif succès. Ce compte rendu est limité à ceux des éléments professionnels exposés qui ont paru les plus nouveaux et les plus caractéristiques des différentes productions actuelles.

Peu de nouveautés révolutionnaires ont été révélées à l'occasion de ce Salon. Par contre, le progrès sur les précédentes manifestations analogues est certain : d'une part de nombreux modèles, déjà annoncés ou exposés mais seulement comme prototypes, sont maintenant construits en série ; d'autre part la qualité est dans l'ensemble nettement améliorée, pour ce qui est notamment de la tenue en température, de l'étanchéité, et de la stabilité dans le temps ; cette amélioration de qualité est souvent un des aspects de la tendance générale des constructeurs à fabriquer des matériels conformes aux différentes spécifications professionnelles, aux spécifications C.C.T.U. en particulier.

### 1. Résistances et condensateurs.

Peu de nouveautés dans le domaine résistances à couches de carbone à part la création par SPERNICE de modèles 1/2, 1 et 2 watts à sorties radiales. Ces résistances du type RHS sont dites à haute stabilité.

L.C.C. fidèle à la miniaturisation a créé une nouvelle résistance, son type C 1/8 de watt.

OMIC, en résistances agglomérées présente le type 2 watts qui vient compléter sa gamme. Ses potentiomètres à piste montée méritent l'appellation « professionnel ».

Dans le même ordre Merox expose un potentiomètre miniature pouvant dissiper une puissance de 0,3 watt en service continu.

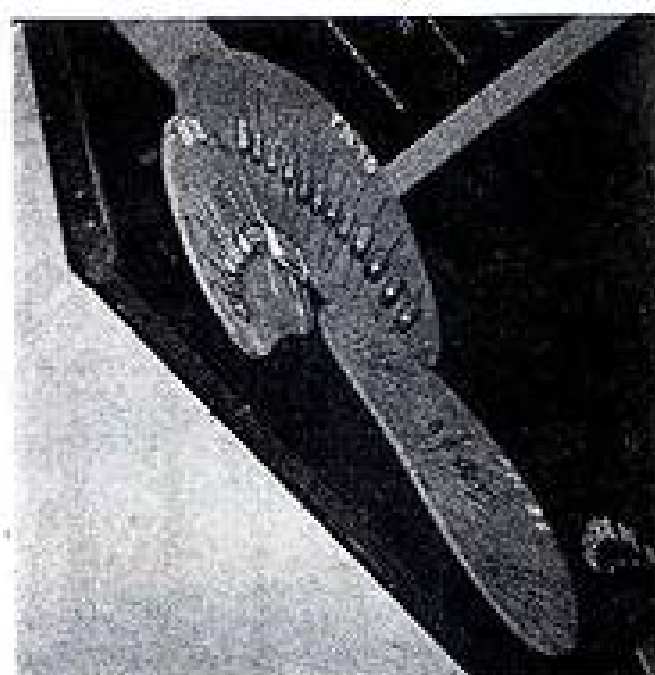
Signalons chez POLYWATT, l'extension des gammes de résistances « Stabimétal » particulièrement dans le domaine haute fréquence avec le type C, et potentiométriques avec le type P.

Les Etablissements BARINGOLZ présentent des rhéostats d'un type nouveau ; pour les fortes valeurs ohmiques le modèle à curseur roulant sans contact glissant et pour les faibles valeurs ohmiques et forts débits le modèle à curseur à surface de contact variable.

WIRELESS-THOMAS toujours fidèle à la précision présente des potentiomètres à rotation continue dans ses modèles « Mildohm » et « Gyrohm ».

M.C.B. & VÉRITABLE ALTER présente un potentiomètre « sinus » à loi de variation sinusoïdale, dont la précision sur la courbe peut être de 0,1 %.

Signalons que des condensateurs au styrollex sont apparus chez STÉARIX dans une gamme très étendue avec ses modèles PN 16 et PN 25 ainsi que



Condensateurs STÉARIX PN 16 et PN 25 au polystyrène

chez CAPA. Ils peuvent être utilisés comme condensateurs de compensation en raison de leur coefficient de température négatif.

La miniaturisation des condensateurs au mica apparaît de plus en plus chez STÉARIX avec ses modèles moulés étanches type CM 15 et ses enrobés T 1 000, 5 - 9 et ses boutons ainsi que chez S.S.M. Radio avec son modèle 59 prévu jusqu'à 500 pF pour TE 1 500 volts.

De même les condensateurs P I moulées en polyamide format « Lilliput » ou « Microscopique » se rangent dans la catégorie miniature.

On peut trouver des condensateurs au papier métallisé chez L.C.S.M. présentés sous boîtiers métalliques étanches dans des gammes très étendues de capacités et de tensions.

SAPCO - TREVOUX et SIC font aussi plusieurs modèles pour une seule gamme de tension de service, 200 volts C.C.

FRANKEL présente aussi les modèles E.F.C.O. sous licence ainsi que des condensateurs au mylar métallisé pouvant être utilisés jusqu'à 150° C.

L'évolution des condensateurs au papier est surtout orientée vers l'étanchéité et aussi sur la normalisation par la plupart des fabricants des tensions de service en  $5\sqrt{10}$  et des capacités nominales en  $3\sqrt{10}$ .

SECO - NOVEA en condensateurs électroniques a créé les modèles « Aviation » de plusieurs types. Ils sont étanches et de qualité professionnelle.

Des condensateurs électrochimiques miniatures type étanche, sont présentés par SAPCO - TREVOUX, SIC et TRANSCO.

Les condensateurs au tantale sont toujours un monopole L.C.C. qui a étendu sa gamme des tensions de service (8 et 35 volts). De même les condensateurs céramiques de puissance sont venus s'enrichir du type T. 65/90.

Dans la miniaturisation des condensateurs céramiques, S.E.P. présente 2 types nouveaux, le Mini-seal ayant 2 mm de diamètre et le type « plaquette », ultraminiature à haut pouvoir inducteur spécifique. La série précision a été complétée dans une grande variété de coefficients de température.

LA CÉRAMIQUE FERRO-ÉLECTRIQUE en dehors de la grande variété de ses condensateurs céramiques présente un enrobage magnétique E.L.A. qui peut être utilisé dans les servomécanismes pour communiquer, quasi instantanément un mouvement de rotation à un système mécanique asservi.

Un condensateur ajustable de 2,5 à 40 pF vient compléter la gamme des céramiques.

TRANSCO présente des condensateurs tubulaires céramiques miniatures à coefficient négatif de température, type C302 AC.

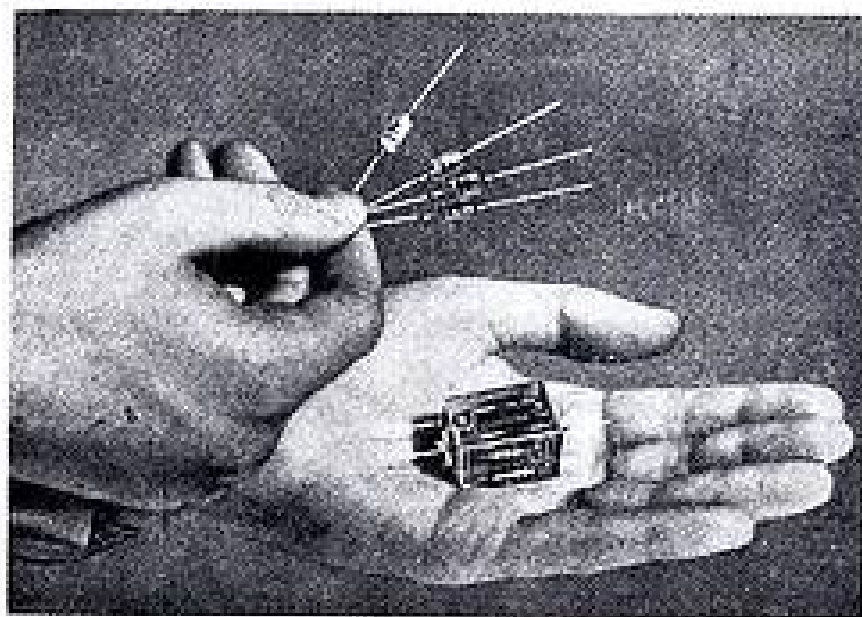
## II. — Éléments non linéaires et assimilés.

Quelques nouveautés dans ce domaine, notamment à la RADIOTECHNIQUE où des diodes à cristal de germanium sont scellées sous verre; les types OA70 pour utilisation en détection vidéo, OA71 et OA74 pour usages divers, et les OA79 apparées pour détecteurs de rapport donnant un amortissement

plus faible et de meilleures caractéristiques mécaniques; enfin les diodes monocristal OA81 et OA85 ayant des caractéristiques inverses élevées et une variation moins sensible à la température.

Signalons aussi la photodiode OAP 10 à jonction qui est un type nouveau de cellule photoélectrique miniature à faible bruit de fond. Elle constitue un détecteur de choix pour la mesure du flux lumineux.

C.F.T.H. en plus de ses diodes normales présente un modulateur en anneau TH 8400.



Diodes à cristal de germanium et modulateur en anneau C.F.T.H.

Plus récentes sont les diodes à pointe d'or qui tout en ayant d'excellentes performances en inverse permettent de forts débits à bas niveau. Par exemple la C.F.T.H. présente la TH 8 000 qui à + 1 volt a un courant direct minimum de 80 mA. La RADIOTECHNIQUE a ses types OA6.

On voit apparaître chez L.C.T. et C.F.T.H. les premières diodes au silicium monocristallin. Un avantage de ce dernier, qui consiste à supporter des températures élevées est mis en évidence chez C.F.T.H. par un montage où une diode à pointe fonctionne en permanence dans l'eau bouillante, sa caractéristique étant visible sur un oscilloscope. D'autres avantages paraissent avec une série de diodes à jonctions, identiques extérieurement aux diodes germanium, et pour lesquelles la THOMSON annonce une tension inverse de 500 volts avec un débit en direct de 500 mA.

L.C.C. présente des types nouveaux de thermistances R G 100, 200, 300, 312 et le type D F 100 pour la compensation d'ambiances dans les bobines de déflexion.

TRANSCO produit aussi toutes les variétés à disques, batonnets, miniatures, etc... pour toutes applications.

## III. — Circuits magnétiques.

M.C.B. présente des transformateurs sous montage étanche pour basse fréquence ou circuits d'alimentation de petite puissance. Ces réalisations permettent des écarts de température compris entre -100° et +105° C. Les tôles employées pouvant être pour certains emplois des tôles à grains orientés.

Les transformateurs pour transistors ont un volume inférieur à 1 cm<sup>3</sup>.

La C.S.F. a mis au point les matériaux ferrites Ferrinox U1 et Ferrinox U2 pour hyperfréquences, permettant la réalisation de guides d'ondes unidirectionnels, de girateurs ou de modulateurs.

Transco a toujours ses Ferroxcubes à cycle d'hystérésis rectangulaire, précieux pour les mémoires des machines à calculer.

Nous avons noté la présence des aciéries d'Imphy, qui présentaient, non seulement leurs noyaux en « C » d'Imphysyl devenus d'un usage courant, mais également différents alliages aux propriétés physiques intéressantes en radioélectricité : bilames, matériaux magnétostrictifs, matériaux à cycle d'hystérésis rectangulaire (rectimphy), etc...

LIPA et Oréga pour leur part présentent, leurs gammes très variées de circuits en poudre de fer.

#### IV. — Nouveaux tubes.

La série « Noval » continue à s'accroître et prend une place de plus en plus prépondérante.

Nous avons noté les diodes EY 82 et 6 V 3 P, les pentodes 6 CF 8, 6 DR 6 et 21 B 6, ces deux dernières prévues comme tubes de sortie balayage lignes et la pentode-triode 6 U 8 en mélangeuse oscillatrice.

Les types professionnels se sont accrus des pentodes à faisceaux dirigés 6 BQ 6 GA et 6 CD 6 GA. Dans la série sécurité la 6 X 4 S (double diode), 5727 (thyatron tétrode), 6136 (pentode), 6201 (double triode à cathodes séparées), la R 150 (P.T.T. 217) pentode pour amplification à large bande et R 152 (tubes détecteur de coïncidences à faisceau laminaire).

En UHF, on note la diode de bruit K 50 A pour ondes de 3 cm et la K 51 A pour ondes de 10 cm, on voit aussi l'EA 52 diode à vide poussé pour mesures jusqu'à 1 000 MHz et les triodes à disques scellés EC 56 (1 W) et EC 57 (3 Watts) pour amplification à large bande jusqu'à 4 000 MHz.

Remarquons parmi les fabrications très variées de la C.S.F. :

— la triode préamplificatrice à faible souffle type 141 P avec une pente égale à 22 mA/V ; ce tube prend place dans la série à longue durée utilisée par l'administration des P.T.T. dans ses équipements de faisceaux hertziens.

— la série très complète des tubes du type « Subnitron ».

Examinons maintenant les nouveautés apparues dans le domaine des tubes spéciaux : tubes d'émission de Radiodiffusion ou de télévision, tubes destinés aux Radars, aux Radiocommunications en hyperfréquences, à la nucléonique.

La Compagnie C.F.T.H., pour sa part, présente des modèles nouveaux dans toutes ces catégories de tubes spéciaux, ce sont en particulier :

— les tubes d'émission de Radiodiffusion TH 474, délivrant une puissance de 50 kW jusqu'à 50 Mc/s et TH 471 délivrant une puissance de 15 kW jusqu'à 20 Mc/s.

— Les tubes de télévision suivants :

Le staticon destiné à équiper les caméras de faible volume, plus spécialement pour la télévision industrielle.

Un amplificateur de brillance pour image à rayons X.

Un tube monoscope pour l'analyse d'images fixes.

Et enfin, un tube supericonoscope-photicon particulièrement remarquable puisqu'il réunit les qualités du supericonoscope et du photicon.

— Dans le domaine de la nucléonique la triode TH 470 capable de délivrer une puissance de crête de 2 MW à 200 Mc/s pour des impulsions de 2  $\mu$ s ; ce tube est destiné notamment à l'équipement d'accélérateurs linéaires de particules.

— Les tubes suivants pour l'application aux radiocommunications et à la HF industrielle :

Les tétrodes TH 4 T 1 100 et TH 4 T 4 100 délivrant respectivement 1 et 4 kW jusqu'à 50 Mc/s.

Les triodes TH 3 T 2 100, TH 3 T 4 100, TH 275 et TH 475 fournissant de 2 à 15 kW jusqu'à 60 Mc/s.

— Pour l'application aux radiocommunications hyperfréquences, signalons :

— la triode TH 021 délivrant 15 W à 3 000 Mc/s et jusqu'à 4 000 Mc/s.

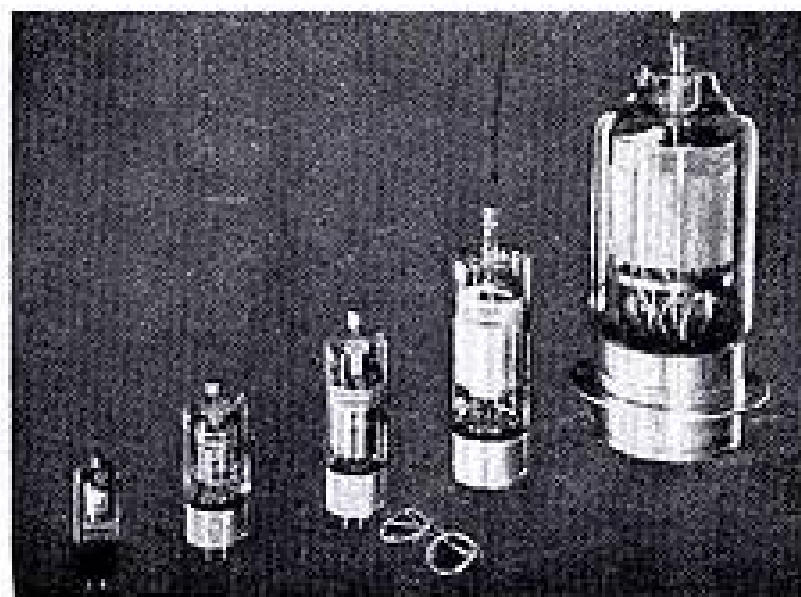
— les klystrons TH 2 220 et TH 2 203 monoblocs à cavité incorporée, le premier destiné à la gamme 10 000 Mc/s, le second à la gamme 7 000 Mc/s ; ces tubes sont capables de délivrer une puissance de 1 W.

— le tube à ondes progressives TH 9 101 pour la gamme 7 000 Mc/s.

— Enfin pour les applications spéciales aux radars :

La diode redresseuse X 80 pour un courant de 4 A de crête sous 40 kV.

Le thyatron TH 6257 utilisable comme modulateur pour une intensité de 1 500 A de crête sous 40 kV à droite sur la figure ci-dessous.



Thyatron à hydrogène de la Compagnie Française Thomson-Houston



Le magnétron TH 1658 à 3 000 Mc/s délivrant une puissance de 1 MW de crête pour des impulsions de 1  $\mu$ s et une puissance moyenne de 1 kW.

Les magnétrons de la bande 9 000 Mc/s sont accordables. Le type TH 1 452 C peut délivrer 100 kW et le type TH 1 780 250 kW.

Signalons, enfin le klystron de grande puissance TH 2087 capable de délivrer une puissance de crête de 2 MW pour des impulsions de 5  $\mu$ s de durée. La puissance moyenne atteint 2 kW et son gain est de 55 dB.

La C.S.F. réunit également dans son important stand une gamme très variée de tubes spéciaux destinés tant aux télécommunications qu'aux usages spéciaux. Il faut noter en particulier :

— La gamme complète des carcinotrons O et M à focalisation magnétique. Ce tube, dernier né dans le domaine des hyperfréquences existe en six types différents pour les carcinotrons O, de 1 000 à 11 000 Mc/s et en deux types de 2 500 à 4 000 Mc/s pour les carcinotrons M. Il en existe également deux récents modèles le CO 1 308 délivrant 5 W de 22 500 à 37 500 Mc/s, et le CO 2012 délivrant 10 W de 15 000 à 23 500 Mc/s.

— Le tube à ondes progressives TPO 920 pour la gamme des télécommunications 3 800 à 4 200 Mc/s, est réalisé également à focalisation magnétique. Beaucoup moins encombrant que l'ancien modèle à focalisation électromagnétique, ne nécessitant pas de refroidissement par air soufflé il procure un gain supérieur à 20 dB au lieu de 16 pour l'ancien.

— Dans le domaine de la HF industrielle, citons le tube E1667 à induction délivrant une puissance de 45 kW. Le refroidissement de ce tube ne nécessite qu'un très faible débit d'eau et celle-ci peut être tout simplement l'eau de la distribution urbaine.

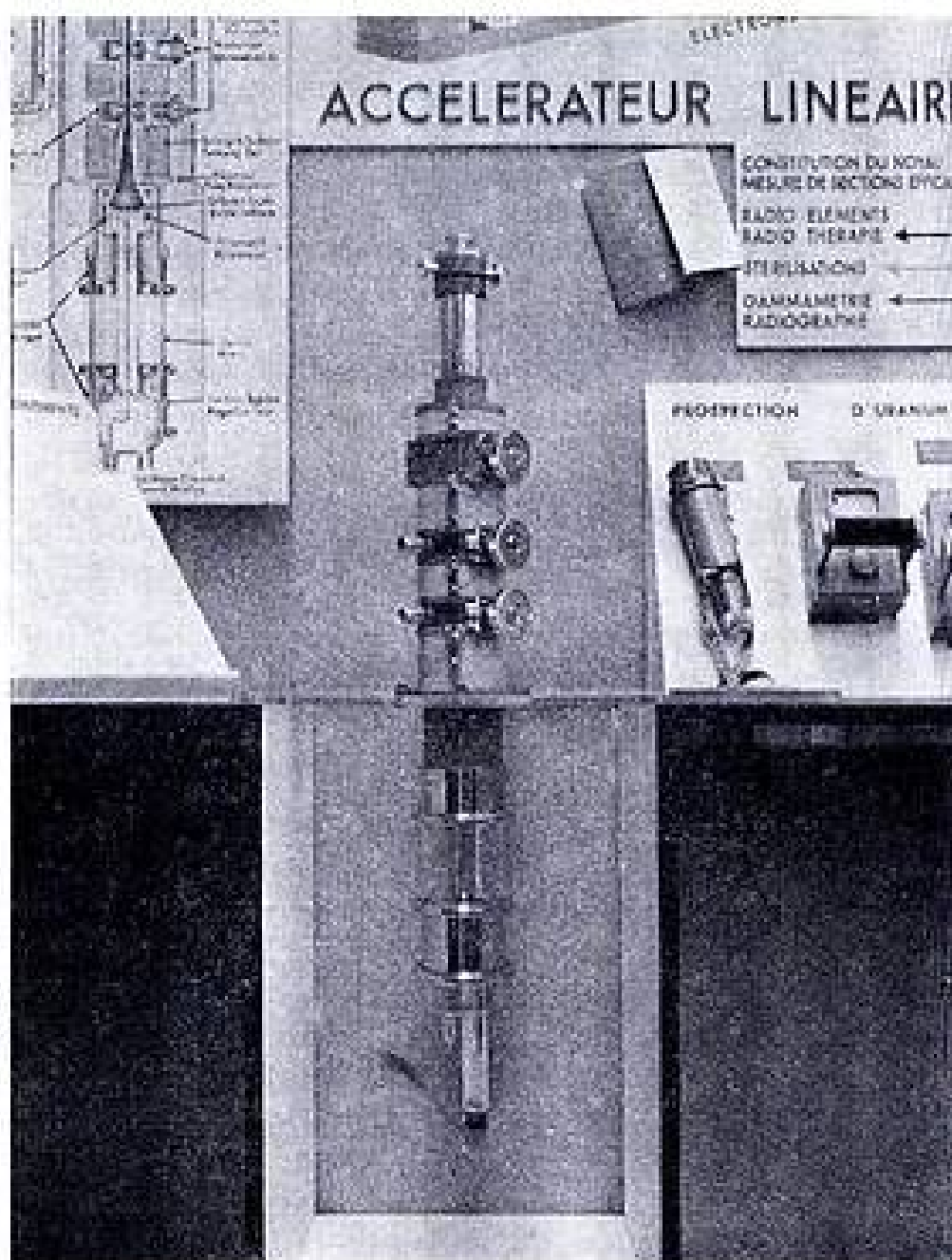
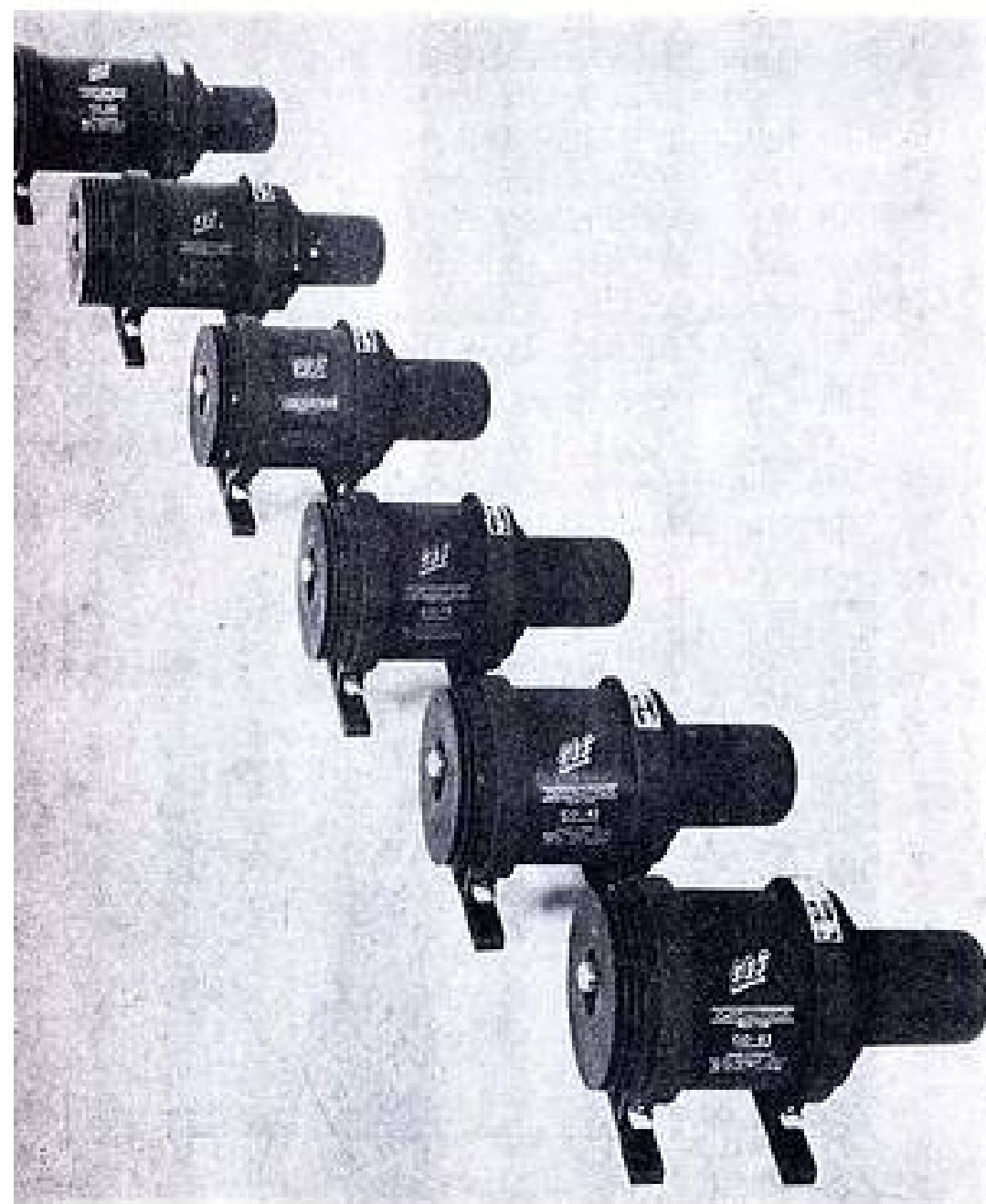
— Pour la nucléonique un klystron de 1 MW est présenté, destiné à réaliser des accélérateurs linéaires.

La Radio Industrie présente une gamme étendue de tube et pièces détachées dans la gamme des 35 000 Mc/s.

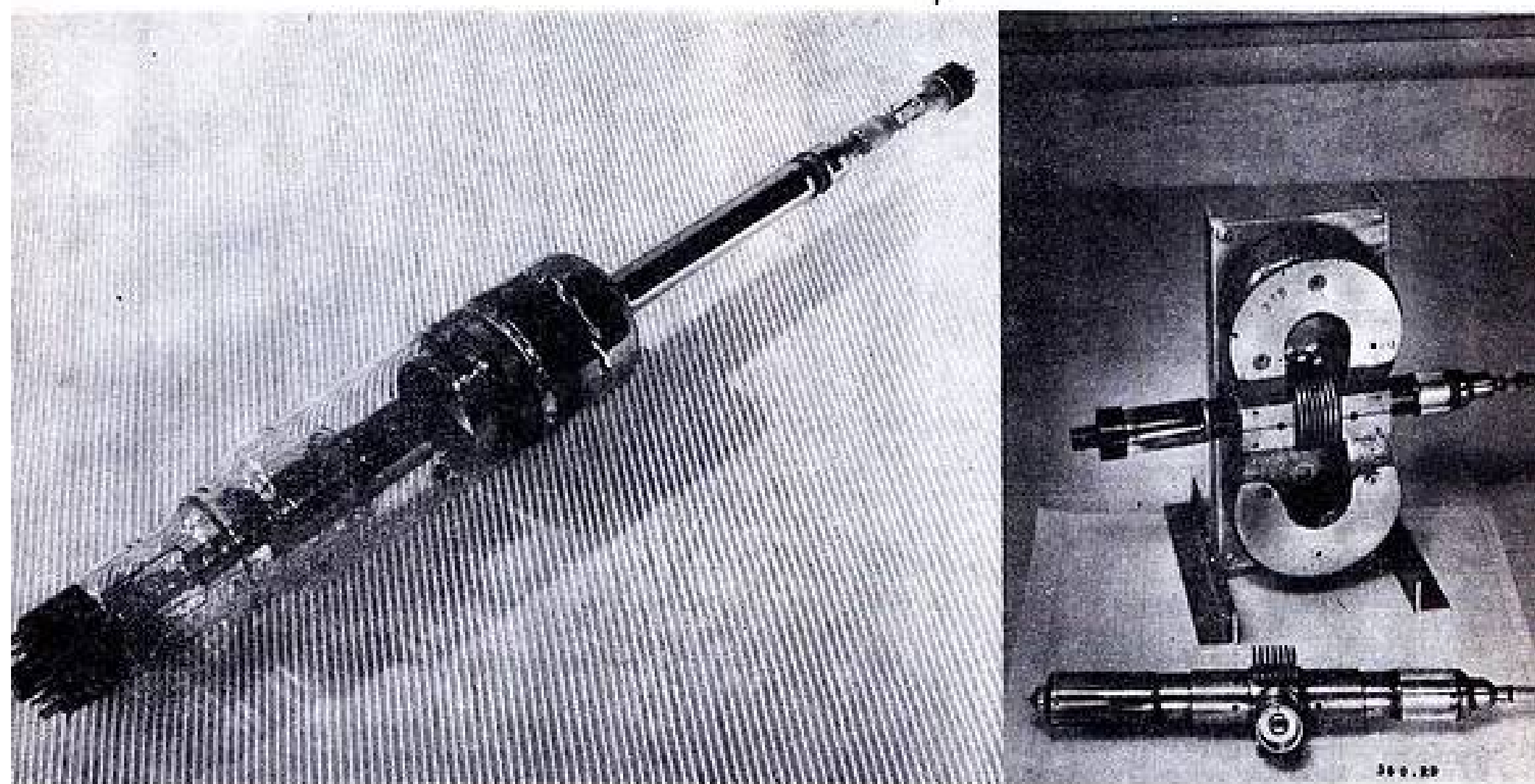
Parmi les tubes, signalons deux modèles de klystron reflex pour l'utilisation dans le domaine des télécommunications, le KL 2T1 comme klystron hétérodyne, et le KL 2T2 comme klystron modulateur, et 3 modèles de magnétrons pour les applications au radar et délivrant respectivement des

*A gauche : La gamme complète des « Carcinotrons O » de la Compagnie Générale de T. S. F.*

*A droite : Klystron 4 MW pour accélérateur linéaire de la Compagnie Générale de T. S. F.*







*À gauche* : Tube à mémoire analyseur, transformateur d'images, type TMA 402 X, utilisé en particulier dans les équipements C. S. F. — S. F. R. permettant la transmission hertziennne à grande distance d'images radar.  
*À droite* : Magnétron MG16T1 de la Radio-Industrie (bande 35 000 Mc/s, puissance de crête 100 kW).

puissances de crête de 15 kW (type MG1 T1) de 40 kW (MG 9 T 1) et 100 kW (type MG 16 T 1). Remarquons que le magnétron MG 16 T1 n'a pas actuellement son équivalent.

#### V. — Transistrons.

Dans le domaine des transistrons, il faut noter l'apparition de transistrons à fonctions H.F., dont les fréquences de coupure sont de quelques mégacycles (10 Mc/s au maximum), et le développement croissant des transistrons de puissance. Plusieurs appareils équipés de transistrons sont présentés par les différents constructeurs, dans un but de démonstration.

**C.S.F.** : A côté des transistrons basse fréquence TJN 1, TJN 2, TJN 13 et TJN 23 en fabrication depuis plus de deux ans, C.S.F. présente le TJN 100, transistron de puissance (2 watts en air calme), un transistron de moyenne puissance (200 mW) et un transistron H.F. (de fréquence de coupure comprise entre 3 et 5 Mc/s). Tous ces transistrons sont à jonctions du type P N P et fabriqués par alliage.

**RADIOTECHNIQUE** : La RADIOTECHNIQUE présente une large gamme de transistrons : outre l'OC 70 — OC 71 déjà classiques, l'OC 73 pour applications professionnelles, l'OC 45, transistron H.F. de fréquence de coupure égale à 5 Mc/s, l'OC 72 prévu pour être monté en push-pull, l'OC 76

pour les convertisseurs de tension continue, l'OC 15, transistron de puissance et l'OC 65 — OC 66 dont les dimensions sont extrêmement réduites.

**L.C.T.** : L.C.T. présente 3 types de transistron au germanium N P N par tirage : le 3604, le 3607, le 3609 dont les fréquences de coupure typiques sont 800 kc/s, 800 kc/s et 1,8 Mc/s.

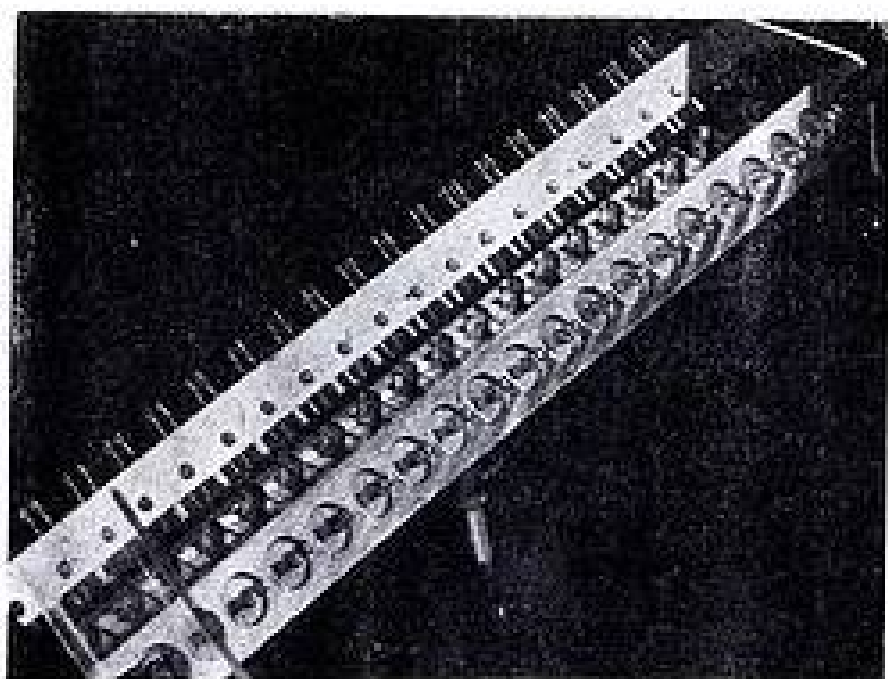
**C.F.T.H.** : C.F.T.H. présente des transistrons basse fréquence : 2 N 43, 2 N 44, 2 N 45 et des transistrons H.F. par alliage : le 2 N 135, 2 N 136, 2 N 137 de fréquence de coupure typique respectivement égale à 4,5 Mc/s, 6,5 Mc/s et 10 Mc/s.

#### VI. — Commutateurs. — Relais. — Moteurs.

Dans le domaine des commutateurs rotatifs JEANRENAUD va proposer aux utilisateurs le contacteur type SB dont la dimension des galettes correspond à une pièce de 100 Francs. Ce contacteur est livrable de 1 à 12 positions.

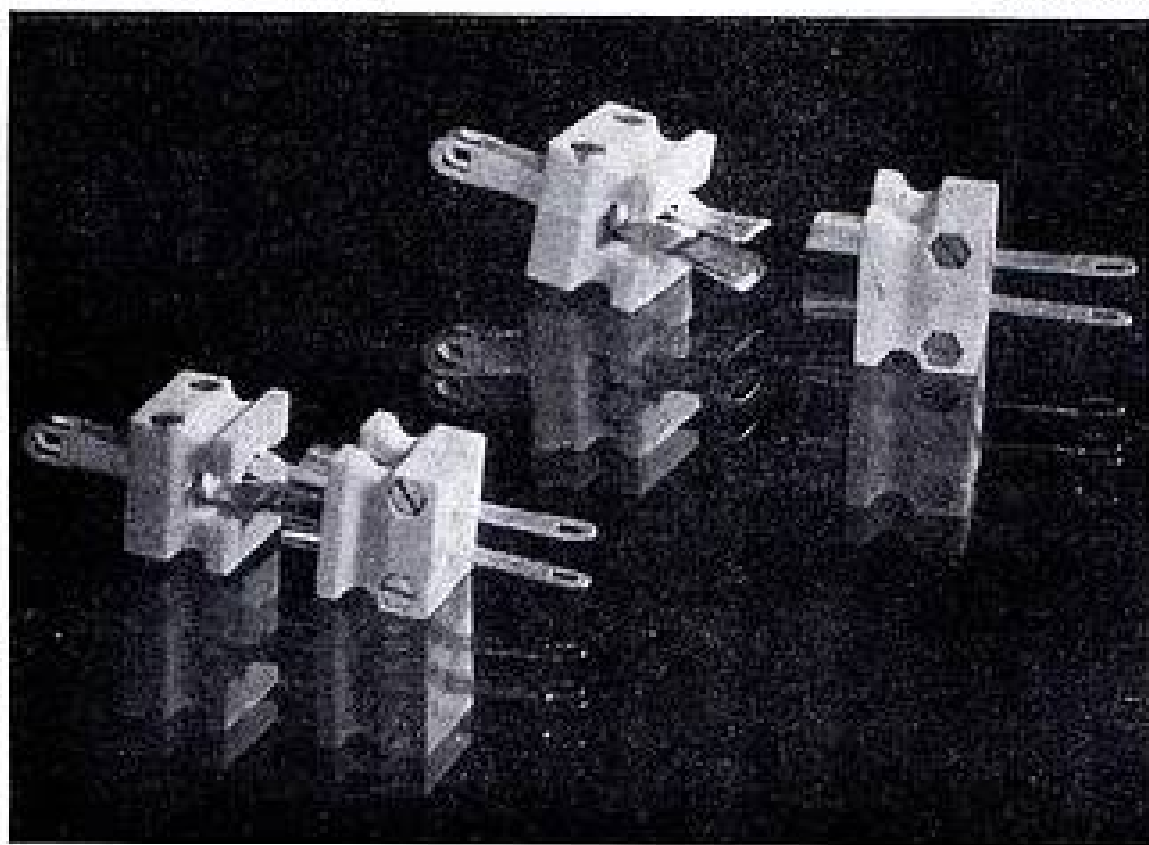
**RADIO-ELECTRO-SELECTION** modifiant la technique du commutateur rotatif dans le cas d'un ensemble de commutation à très grand nombre de contacts, a créé des éléments de contact (élastiques ou rigides) montés sur blocs en stéatite ; avec ce système 288 circuits électriques deviennent possibles sur un même ensemble.

Le relais est un élément très souple de commutation, aussi en voit-on de nombreux : M.T.I améliore d'année en année sa production orientée



Commutateur à très grand nombre de contacts, présenté par Radio Electro Sélection.

sur la série industrielle. BRANIFF a ajouté à sa production le relais type PM miniature étanche à 2 RT. S.I.T.T. a des relais temporisés à courant alternatif ou continu, à contacts de mercure avec des temporisations pouvant varier de 4 secondes à 4 heures, ainsi que des montages de relais à maximum de très grande précision. S.T.P.I. avec le relais type 236 répondant à la milliseconde, a le relais ultra-rapide du salon.



Éléments de contact du commutateur de Radio Electro Sélection.

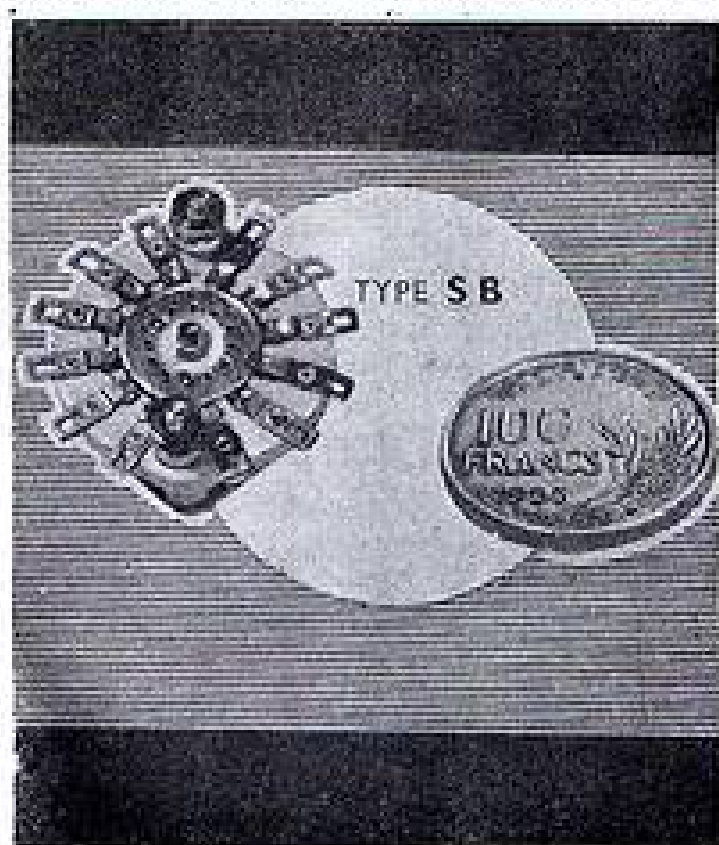
A.C.R.M. tout en perfectionnant ses relais type étanche, miniature et subminiature, a créé le type R.T.T., temporisé de précision et le type T.H.T. pour coupure de circuits à haute tension.

Parmi les relais sensibles, SADIR-CARPENTIER a rendu étanche le relais télégraphique. Cette même société a complété la gamme de ses moteurs d'asservissement diphasés, par un modèle d'encombrement réduit (taille 15) et présente par ailleurs des éléments de commutateur rotatif en circuits imprimés. D'autres maisons : METOX, CAMECA, CROUZET présentent par ailleurs différents types de petits moteurs pour asservissements, contrôle à distance, calculateurs, etc...

## VII. — Fils de câblage. Raccordements. Organes de jonction.

Les fils de câblage sont à peu près tous maintenant sous gaine thermoplastique, celle-ci déjà de très haute qualité, n'a pas subi d'amélioration depuis le dernier salon. La société FLORAX a réalisé un câble coaxial dont le diélectrique est constitué par du téflon : par rapport aux câbles similaires à diélectrique polyéthylène, il conserve les mêmes caractéristiques pour la transmission, cependant la résistance d'isolement aux hautes températures est améliorée, il est d'une incombustibilité absolue, son inertie chimique est complète et sa tenue en température lui permet une utilisation possible entre  $-80^{\circ}\text{C}$  et  $250^{\circ}\text{C}$ .

A l'exclusion de la S.F.R. qui présente sa série complète de fiches et connecteurs coaxiaux, les autres sociétés : METOX, BERNIER, OTTAWA, RADIAL ont toute la gamme des fiches et connecteurs coaxiaux conformes aux spécifications officielles américaines. Cependant OTTAWA a créé des connecteurs coaxiaux miniature et subminiature (brevets et fabrication françaises). D'autre part OTTAWA, BERNIER, RADIAL nous proposent aussi des relais coaxiaux. RADIAL en particulier se signale par son relais sub-miniature ( $48 \times 44 \times 37 \text{ mm}$ ) à impédance caractéristique de 50 ohms, taux d'ondes station-



Galette de commutateur miniature Jeansenaud

naires 1,08 à 400 Mcs et 1,14 à 1 000 Mcs ; puissance d'utilisation 200 watts.

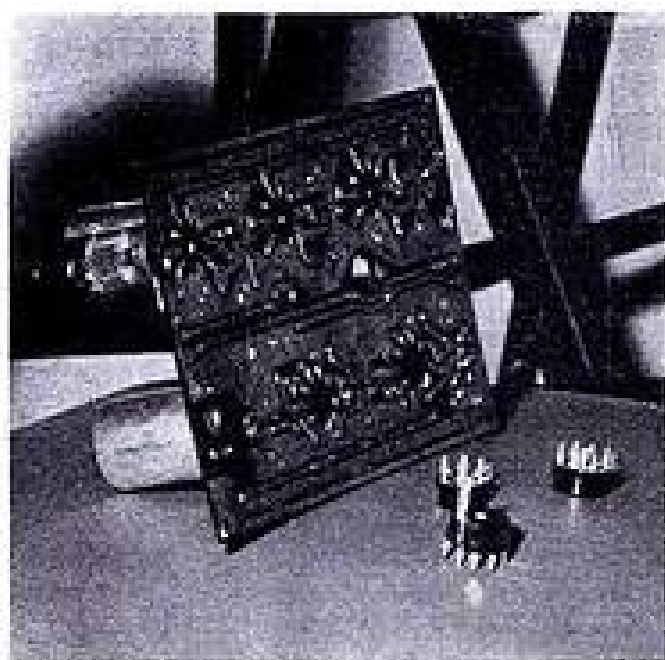
Les traversées étanches de la S.F.R. du type perles de verre voient leur nombre s'augmenter de quelques unités. La C.I.C.E. par contre fait des traversées soudables en pâte corallite et cherche à les adapter à la miniaturisation du matériel. La société E.C.O. représentant de HENNERIC-SEAL donne un aperçu des traversées américaines en verre fritté.

Les besoins de maximum d'accès dans des surfaces de plus en plus réduites ont amené les constructeurs à présenter des prises multibroches de



Commutateur coaxial Radiall

toutes conceptions et de toutes capacités. METROX, SOURIAU, SOCAPEX, BERNIER présentent dans ce domaine des réalisations qui devraient pouvoir satisfaire la plupart des utilisateurs. La qualité des matériaux utilisés pour les fiches et les prises est suivie, ce qui accroît la sécurité du contact et ce qui a sans doute incité SOCAPEX à créer sa famille de fiches monobroches. On commence aussi à se préoccuper des pièces de raccordement pour les circuits imprimés, c'est ainsi que SOCAPEX qui a réalisé dans son stand un système amplificateur en fonctionnement sur circuits imprimés, présente tout un jeu de connecteurs à contacts dorés pour le montage de ces circuits. Les sociétés TRANSO et



Elément de circuit imprimé avec support de lampe agrafable M.F.G.M

VISSEUX (RADIO-BELVU) ont aussi présenté quelques montages en circuits imprimés. Evidemment on ne saurait encore parler de matériel professionnel dans cette spécialité, sachons toutefois que la FIBRE-DIAMOND est susceptible de fournir les produits supports (Dilecto) et que JEANRENAUD et METROX produisent des supports de lampes pour ces systèmes.

Si vous avez des problèmes de suspension souple ou antivibratoire, voyez VIBRACHOC, il a remplacé le caoutchouc, habituellement utilisé par du fil d'acier inoxydable tissé.

Enfin STORCIRCUIT qui veille sur vos installations, pourra les protéger plus efficacement encore grâce à son système électromagnétique F2 à grande rapidité de fonctionnement.

#### VIII. — Appareils de mesure.

Le salon de la pièce détachée fait une place de plus en plus importante aux appareils de mesure, parmi lesquels on remarque des nouveautés intéressantes.

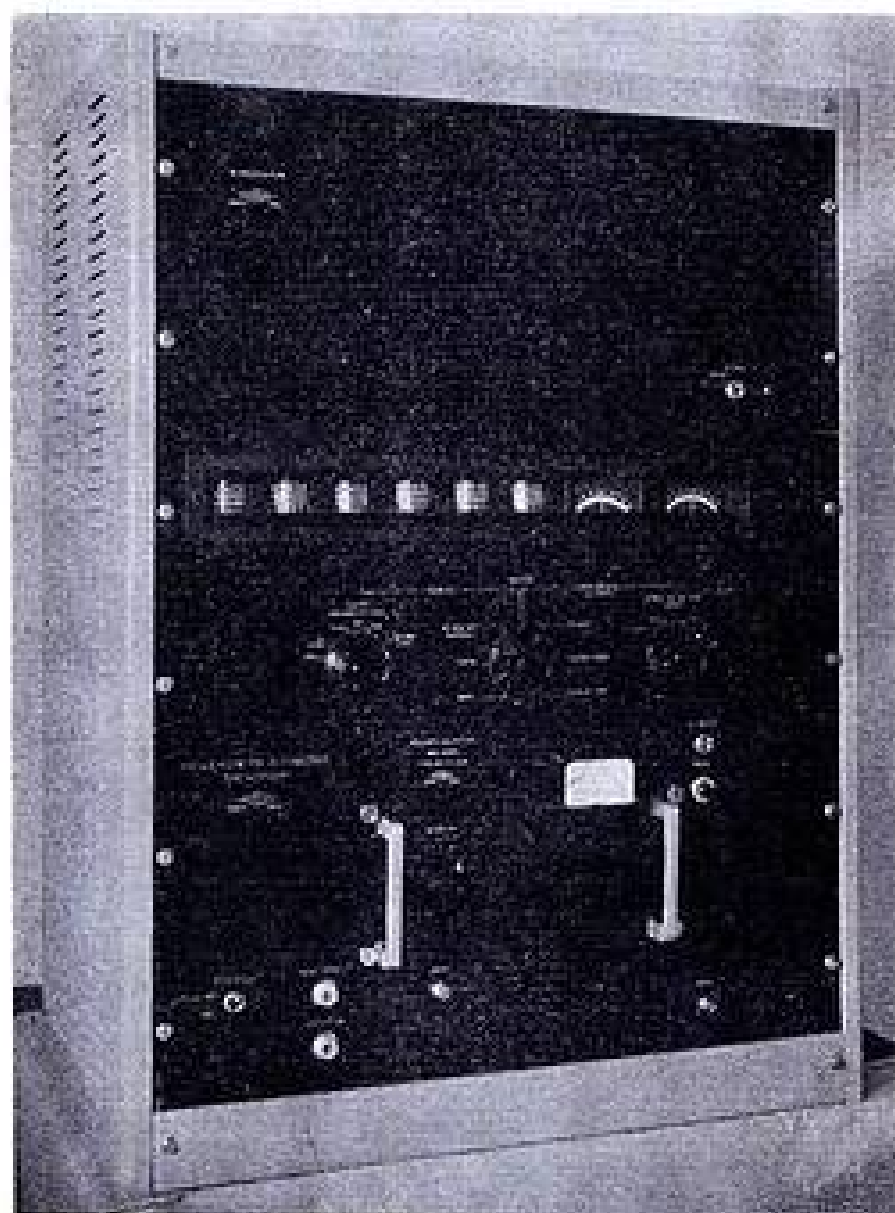
La gamme des appareils C.R.C. s'est enrichie, en particulier :

— d'un générateur de très basse fréquence GB 64 fournissant soit des signaux sinusoïdaux, soit des dents de scie ou des signaux carrés dont les fréquences vont de 0,005 c/s à 500 c/s avec une précision de 1 %.

— d'un oscilloscope à fonctions multiples OC. 410, constitué par un châssis principal et des tiroirs fonctionnels.

Le châssis principal équipé d'un tube de 130 mm, contient la base de temps étalonnée en temps de 10  $\mu$ s à 1 s, et l'amplificateur horizontal.

Parmi les tiroirs fonctionnels, l'un permet d'observer la bande 0 à 2 Mc/s avec une sensibilité de 10 mV/cm, le second est équipé d'un préamplificateur à grand gain (sensibilité 2 mV/cm) et à coefficient de discrimination élevé, le troisième est constitué par un commutateur électronique à deux voies identiques ayant une bande passante de 0 à 1 Mc/s et une sensibilité de 100 mV/cm.



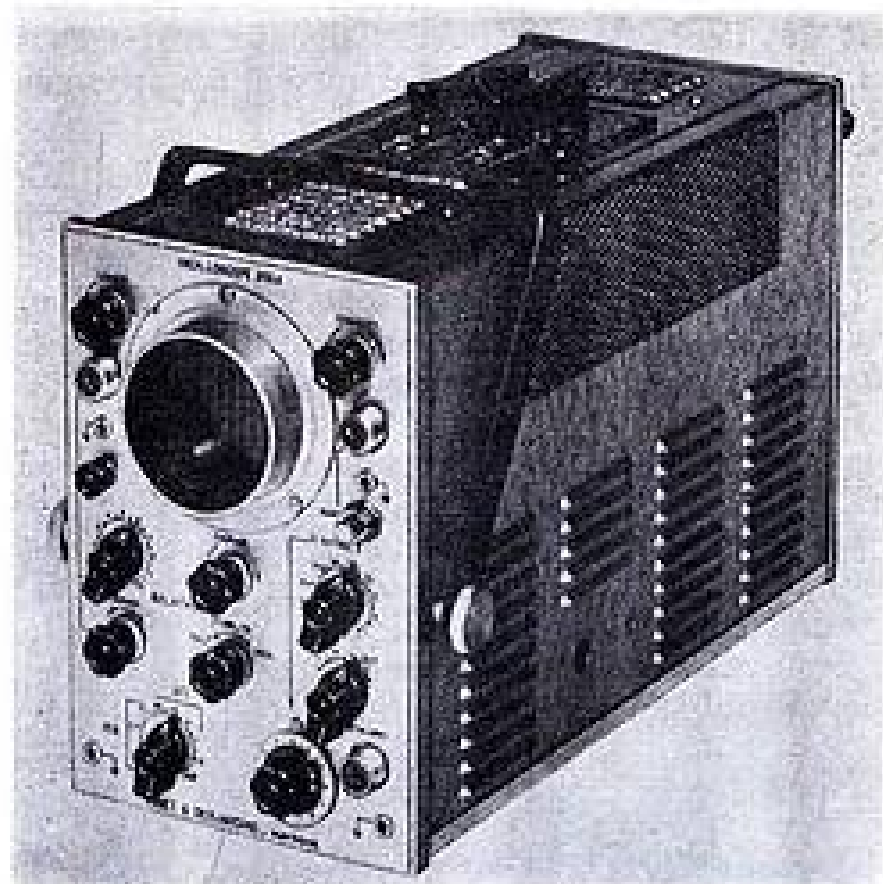
Fréquence-mètre Ferisat à décades (Photo Henri Favreault).

Des fréquencesmètres à compteurs nous sont proposés par deux Constructeurs « ROCHAR » et « FERISOL ».

ROCHAR présente 4 modèles, spécialisés chacun à une bande de fréquences.

Le modèle FERISOL, par contre est utilisable dans la bande 0 à 220 Mc/s, il fonctionne en fréquencesmètre directement dans la bande 10 c/s à 10 Mc/s et successivement dans les bandes 10 à 100 Mc/s et 100 à 220 Mc/s, en utilisant des tiroirs auxiliaires contenant des convertisseurs de fréquences, et en périodemètre de 0 à 10 kc/s.

Ces appareils comprennent des échelles décimales en cascade et peuvent afficher huit chiffres significatifs.



Synchroscope Ribet-Desjardins 255 A.

Parmi les appareils nouveaux exposés par la Société RIBET-DESJARDINS, remarquons le synchroscope portatif 255 A, qui a dans un encombrement réduit, des performances élevées. Le balayage peut être déclenché ou relâché, avec une vitesse de balayage comprise entre 0,3  $\mu$ s/cm et 10 ms/cm. L'amplificateur vertical a une bande de 0 à 4 M/cs avec un temps de montée de 0,12  $\mu$ s et une sensibilité de 150 mV par cm.

\* \* \*

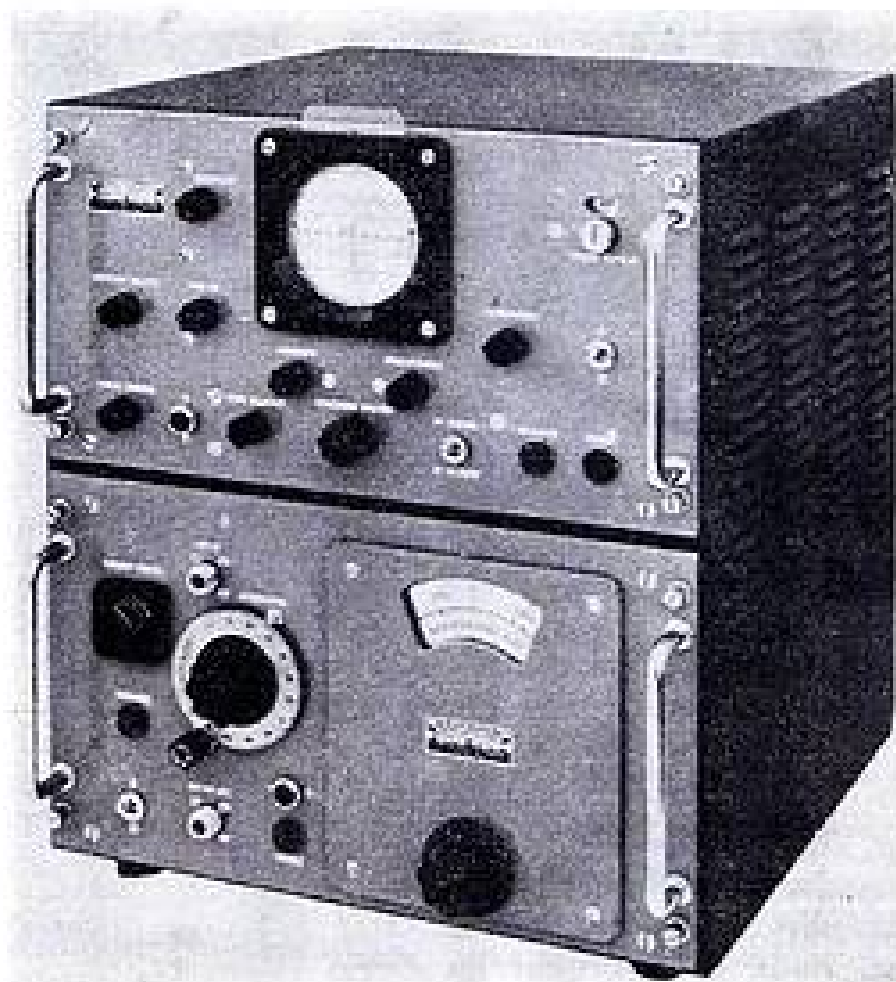
Examinons maintenant les appareils spécialement destinés aux mesures en hyperfréquences.

Les laboratoires DERVEAUX présentent une gamme étendue d'appareils et d'organes correspondant aux diverses bandes hyperfréquences.

On remarque en particulier :

— un banc complet de mesure à 8 mm.

— un analyseur de spectre universel (type 469) couvrant la bande de fréquences 900 à 20 000 Mc/s par changement de tiroir HF. Le balayage de fréquences, l'excursion pouvant être comprise entre



Analyseur de spectre des Laboratoires R. Derveaux (type 469).

500 kc/s et 25 Mc/s, est obtenu dans le tiroir moyenne fréquence qui contient également l'oscilloscope.

— des atténuateurs pour les gammes 3 et 8 cm, utilisant une lame graphitée tournant autour de l'axe d'une section de guide circulaire insérée entre deux tronçons de guide rectangulaire.

La Société FERISOL a complété sa gamme déjà étendue d'appareils de mesure pour un ensemble complet d'appareils et d'accessoires dans la gamme 70 à 4 300 Mc/s, certains étant d'ailleurs utilisables en deçà et au delà de cette bande.

Les oscillateurs de la série OS permettent de constituer des sources dans tous les cas où l'emploi d'un générateur étalonné, beaucoup plus encombrant et coûteux n'est pas nécessaire. Leur puissance de sortie de 50 mW les rend particulièrement intéressants, notamment pour les études d'antennes.

Ces oscillateurs couvrent respectivement les bandes :

|                  |              |          |
|------------------|--------------|----------|
| 70 à 500 Mc/s    | pour le type | OS 101   |
| 250 à 900 Mc/s   | »            | » OS 201 |
| 800 à 2100 Mc/s  | »            | » OS 301 |
| 2000 à 4300 Mc/s | »            | » OS 401 |

Ces appareils peuvent être modulés extérieurement soit par un signal sinusoïdal soit par des impulsions pour les deux premiers types, soit en fréquence soit par des impulsions pour les deux autres types.

Ces appareils ne comportent pas d'alimentations incorporées, mais deux types d'alimentations stabilisées sont proposées. L'une permet d'alimenter l'un quelconque des oscillateurs OS 101 ou OS 201. L'autre correspond aux oscillateurs OS 301 ou OS 401.

La ligne de mesure V 101 du type à plans parallèles d'impédance 50  $\Omega$  est utilisable dans la bande 500 à 4 000 Mc/s (TOS résiduel = 1,04) avec l'indicateur de taux d'ondes stationnaires type AG 101. Cet



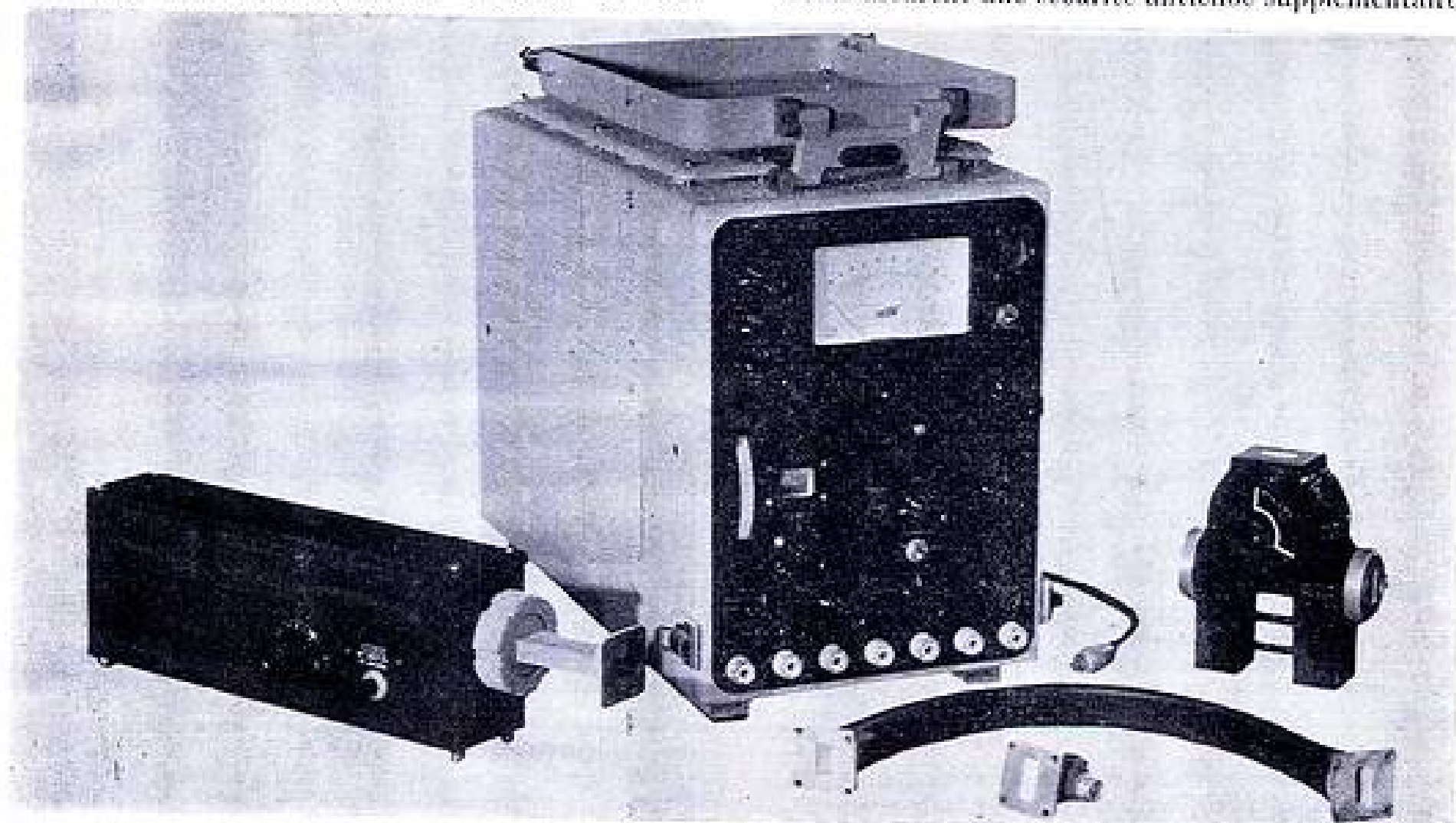
appareil est un voltmètre amplificateur très sensible gradué directement en TOS, et en dB, et comporte une échelle étalée pour les taux d'ondes stationnaires compris entre 1 et 1,3.

Le Wattmètre hyperfréquence NA 101 permet la mesure directe des puissances de 0,1 à 10 mW. En utilisant la monture coaxiale S402, on couvre la gamme 500 à 10 000 Mc/s.

Remarquons également dans le domaine de l'appareillage usuel, l'alimentation stabilisée CF 201

Avant de quitter le domaine des appareils de mesure, il faut noter que deux constructeurs de galvanomètres, BRION-LEROUX et PERLY, proposent des systèmes de suspensions du cadre mobile par deux lames, sous tension mécanique.

Ces lames sont constituées par un matériau à haute ténacité (supérieure à celle de l'acier), amagnétique et absolument incorrodable dont les dimensions se définissent en microns. Deux faux pivots intérieurs assurent une sécurité antichoc supplémentaire.



Equipements d'un banc de mesure à  $\lambda = 3$  cm de la Société Philips

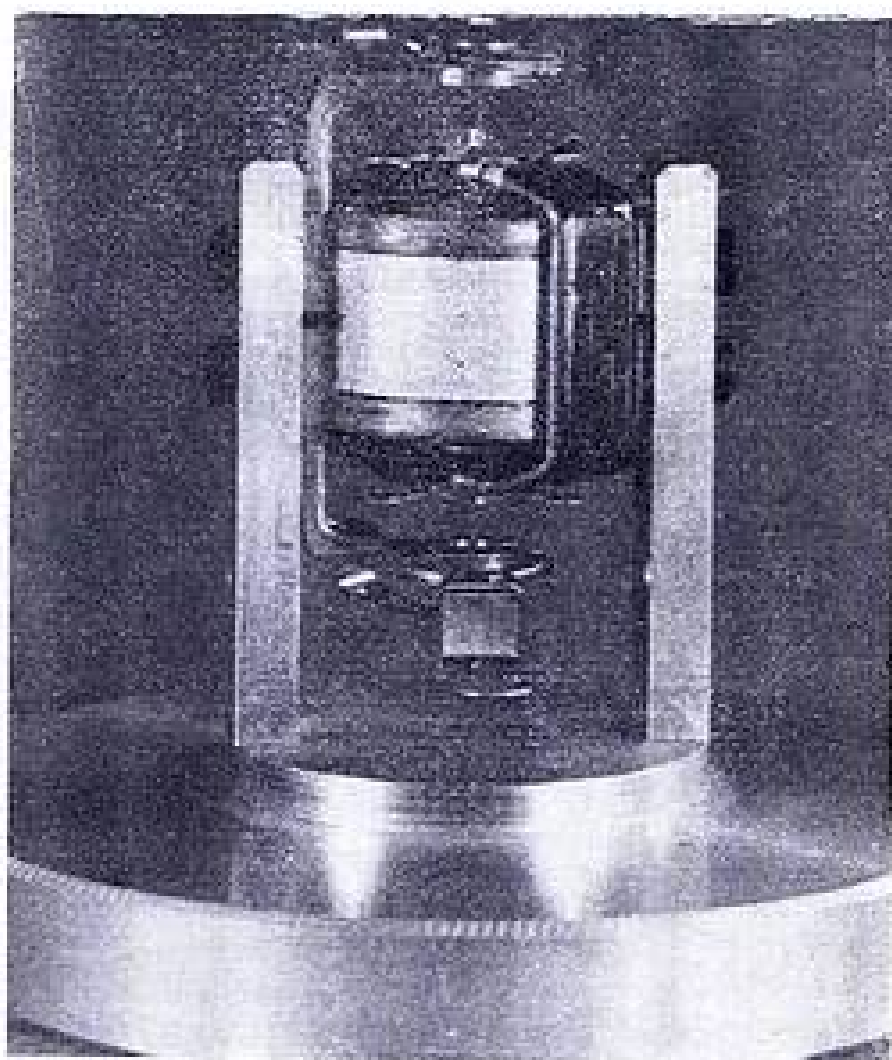
dérivée du type CF 101, qui peut débiter 100 mA pour une tension variable de 30 à 300 V. La tension de chauffage alternative de 6,3 V peut débiter 5 A. Cet appareil est réalisé sous un faible encombrement.

La Société Philips présente un banc complet de mesures à  $\lambda = 3$  cm. On y remarque en particulier : un élément de guide unidirectionnel où une pièce de ferrocube est soumise au champ d'un aimant en ferroxdure. L'atténuation dans le sens direct est inférieure à 1 dB et supérieure à 20 dB dans le sens inverse.

— un ondemètre à lecture directe de la fréquence sur une échelle linéaire.

— une ligne de mesure dont la réalisation mécanique très précise permet de mesurer des TOS à partir de 1,005.

Ce banc à 3 cm est complété par un équipement de mesure type SG M 122/00 particulièrement bien adapté au contrôle des installations de Radar et permettant d'effectuer les mesures suivantes : puissance, fréquence, facteur de bruit. Il permet aussi de régler la partie HF d'un équipement de radar, et en combinaison avec l'oscilloscope type SG M 120 (GM 5660) il permet l'étude du spectre de l'impulsion, de l'enveloppe HF de l'impulsion de la bande passante moyenne fréquence.



Galvanomètre à lames de torsion Brion-Leroux



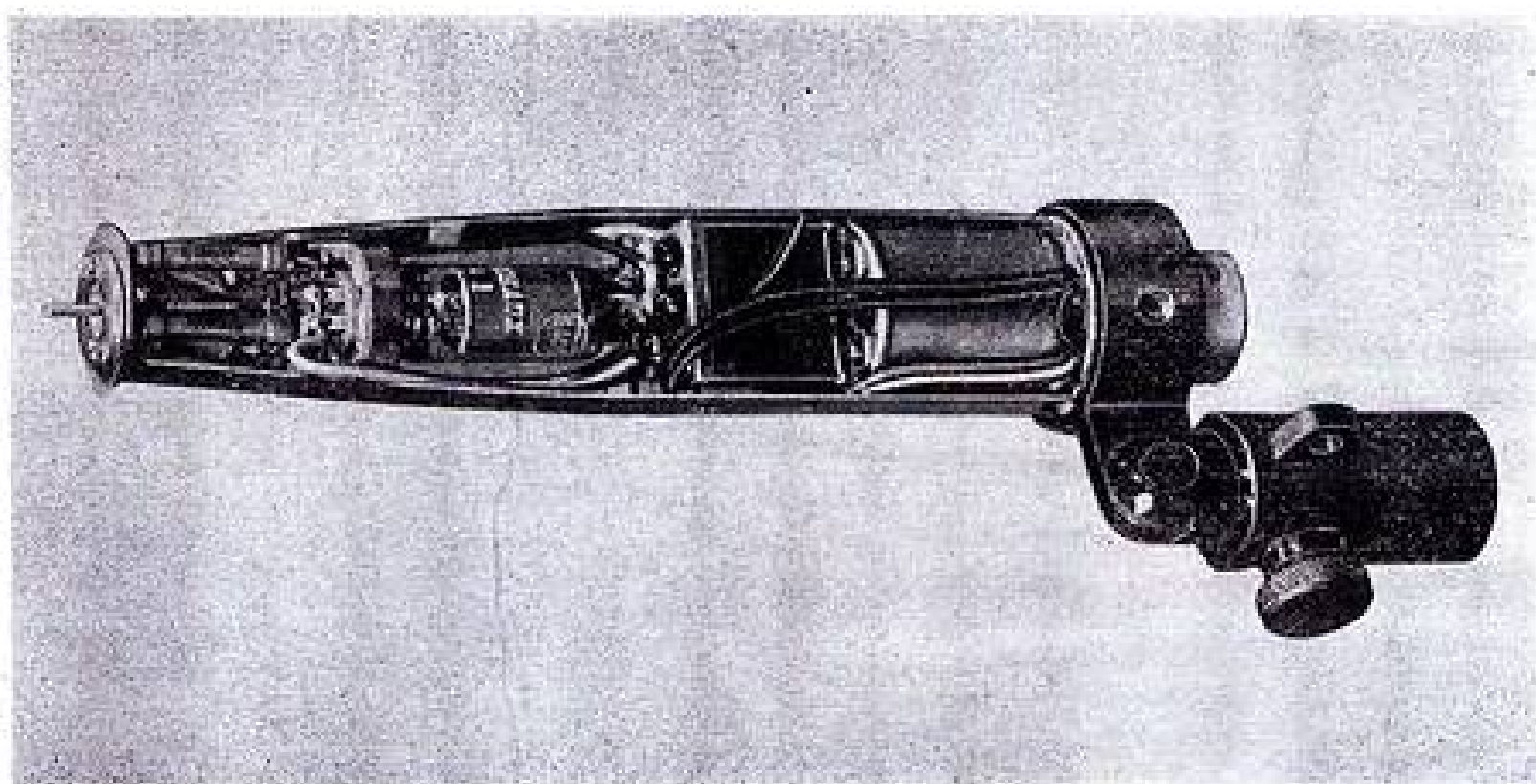
Dans le domaine de l'acoustique, signalons deux réalisations de microphones électrostatiques à haute fidélité, et à préamplificateur incorporé :

Ce sont respectivement, le modèle 515 C présenté par Melodium et le modèle EL 6010 de la Société Philips.

Ces appareils de faible encombrement assurent, en même temps un très bon rapport signal/bruit, une

haute fidélité et un effet directif uniforme dans toute la gamme des fréquences 10 à 20 000 c/s.

La Société AUDAX présente un haut-parleur elliptique exponentiel de grandes dimensions (21 × 32), ainsi que des cellules électrostatiques pour assurer la reproduction des sons de fréquences élevées. Le modèle 5 X en particulier procure un angle d'ouverture du rayon sonore, très important (135°).



Microphone électrostatique de la société Melodium (type 515 C). Vue d'ensemble et coupe

# NOUVEAUX MATÉRIELS "Hyperséquences" R. DERVEAUX

## MESUREUR DE FACTEUR DE BRUIT

*type 467*

Générateur de bruit - Tube de décharge : Type BG • Niveau de bruit : 15,7 db • Gamme de fréquence : Suivant monture utilisée.

| TYPE      | GAMME DE FRÉQUENCE Mc/s | STANDARD GUIDE |
|-----------|-------------------------|----------------|
| MTB 31    | 8600 - 9700             | RG 52/U        |
| MTB 81    | 3500 - 4200             | CNET 7, 6      |
| MTB 101   | 2900 - 3550             | CNET 7, 7      |
| MTB 101 A | 2700 - 3500             | RG 48/U        |

Dispositif de Mesure - Facteur de bruit mesurable : 7 à 22 db  
Précision de la mesure :  $\pm 0,5$  db • Postamplificateur : (Largeur de bande : 26 à 44 Mc/s - Gain 34 db) - (Largeur de bande : 54 à 66 Mc/s - Gain 40 db) • Alimentation : 110-130-150-220-240 V 50 p/s  
Dimensions (mm) : 460 x 245 x 275 • Poids 16 kg environ.

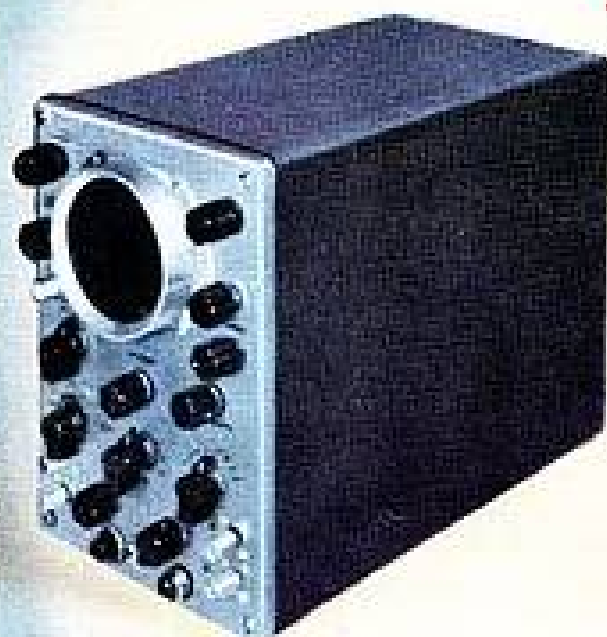


## SYNCHROSCOPE

*type 473*

Balayage déclenché - durées fixes ... 5-20-100-500-2000  $\mu$ s  
Balayage relaxé ... de 20 à 60000 p/s  
Générateur de déclenchement interne ... de 200 à 5000 p/s  
Retard déclenchement ... 1 microseconde environ  
Synchronisation de : 1) sur le secteur à 50 Hz - 2) Extérieure négative  
la base de temps : 3) Extérieure positive - 4) Générateur de déclenchement interne - 5) Vidéo négative - 6) Vidéo positive.  
Amplificateur Vidéo ... Bande 5 Mc/s - Gain 250 environ  
Atténuateur compensé à l'entrée ... 1-1/3-1/10-1/30-1/100  
Alimentation sur secteur, 115-130-150-220-240 V 50 à 400 Hz  
Dimensions (mm) ... 165 x 235 x 30 - Poids ... 7 kg environ

NOTA : Une boîte d'alimentation permet d'utiliser l'appareil sur du 24 Volts continu.



## GÉNÉRATEUR 3 CM

*type 253*

Gamme d'utilisation ... 7000 à 11000 Mc/s  
Niveau de sortie maximum ... 1 mW  
Atténuation variable de ... 0 à 120 db  
Modulation ... Par impulsions de 0,5 à 10 microsecondes  
Retard ... de 3 à 300 microsecondes  
Déclenchement ... Intérieure ou Extérieure  
Fréquence de répétition ... 50 à 5000 p/s  
Alimentation ... 110-130-150-220-240 V 50 p/s  
Dimensions (mm) ... 510 x 430 x 370  
Poids ... 35 kg environ



## T.O.S. MÈTRE 3 CM

*type 455*

Gamme de fréquence ... 9375 Mc/s  $\pm$  200 Mc/s  
Gamme de Mesure du TOS ... 1,05 à 2 avec une précision de  $\pm 5\%$   
2 à 3 avec une précision de  $\pm 10\%$   
Couplage ... 30 db  
Limites d'utilisation ... 20 à 200 Watts moyen  
Standard guide ... RG 52/U  
Alimentation ... 110-130-150-220-240 V 50 p/s  
Dimensions (mm) ... 380 x 195 x 190  
Poids ... 5 kg environ



**LABORATOIRES RENÉ DERVEAUX**

6, Rue Jules-Simon - BOULOGNE-sur-SEINE - Tél. : MOL. 37-00



# STRATIFIÉS de VERRE

## POUR L'ÉLECTRONIQUE

Ag. Publieditec-Domenach

Usinage de toutes pièces sur plans en tissu de verre textile Silicone.

★ Plaquette pour condensateurs.

★ Support pour transfos.

★ Barrette relais.

★ Manchons repères imprimés.  
● Tous coloris.  
● Inscription à la demande.

★ Pièces en oraldite sur plans

Société des Anciens Établissements :

# BERGER

28, RUE DU DOCTEUR  
ÉMILE ROUX - SAINNOIS (S.-M.-O.)  
TÉLÉPHONE : ARG. 21-64

## APPAREILS DE MESURES ÉLECTRONIQUES À HAUTES PERFORMANCES

# LEMOUZY

Spécialiste des mesures sur circuits à haute impédance et des courants faibles  
Pico-Ampère, Milliards de  $M\Omega$  ( $10^{15}\Omega$ ) 1 de pF 1 de pH.

Millivolts, Kilovolts, Milliers de F, etc.



**MULTIMESUREUR UNIVERSEL E.R.I.C.** R d'entrée  $10^{14}\Omega$  Courant grille  $10^{13}\Omega$  A.

Véritable laboratoire, mesure tous phénomènes d'ampleur suffisante qu'il est possible de traduire en quantités électriques, donc certains ne sont pas décelables par les appareils classiques.

**PRINCIPALES RÉALISATIONS :** (dérivés du montage du Multimètre) R d'entrée fonction Y =  $10^{14}\Omega$  R. fonctions R.I.C.  $S_{dq}$  = nulle. Courant-grille  $10^{13}$  A.

**ISO R. MÈTRE MILLIARD DE  $H$**  ( $10^{12}\Omega$ ) sous 12 volts et  $10^{15}\Omega$  sous 1 000 volts. Précision 2 % jusqu'à  $10^{13}\Omega$ . Tension réglable incorporée 12 v à 500 v.

**PICO-AMPÈREMÈTRE** mesure depuis 0,1 pA ( $10^{-11}$  A pleine déviation)

**CONTROLEUR D'ISOLEMENTS** pour : Résistances, isolants, capacités, câbles, etc. prise de point rapide, 0,1  $M\Omega$  à 5 millions de  $M\Omega$  ( $5 \cdot 10^{12}\Omega$ ) tension réglable 20 à 500 V.

**MILLIVOLTMÈTRE CONTINU** R d'entrée  $10^{14}\Omega$  Courant-grille  $10^{13}$  A. Sensibilité 0,5 mV. Pleine déviation pour 50 mV à 20 volts.

**OHMMÈTRE HEGGOMÈTRE** 2 échelles, 2 tensions :  
0,1  $\Omega$  à 1  $M\Omega$  sous 4 volts de tension appliquée;  
0,5  $M\Omega$  à 50 000  $M\Omega$  sous 40 volts, précision 2 %.

**INDICATEUR DE ZÉRO :** R d'entrée  $10^{14}\Omega$  Courant-grille  $10^{13}$  A. Sensibilité 5 mV. Calibres : 500 mV, 1 V, 5 V, 20 V.

**SONDE ALTERNATIVE T.H.F. B.F.** à haute impédance pour multimètre.

$Z = R = \frac{10^9 \text{ à } 10^{13} \Omega}{C = 0,3 \text{ à } 3 \text{ pF}}$  (selon calibre)  $F = < 20 \text{ H à } > 300 \text{ MHz}$ .

## EN COURS DE RÉALISATION

Appareils pour mesures en alternatif à haute impédance d'entrée.

$R = 10^9 \text{ à } 10^{13} \Omega$   
 $Z = \frac{C = 0,3 \text{ à } 3 \text{ pF}}$  selon calibre.

**KILOVOLTMÈTRE DE CRÊTE** 50 V à 50 kilovolts.  $F = 20 \text{ Hz à } 500 \text{ KHz}$ .

**MILLIVOLTMÈTRE DE CRÊTE** (ou de creux) sensibilité 100 microvolts pleine déviation pour 10 millivolts à 10 volts.  
 $F = < 20 \text{ H à } 500 \text{ KHz}$ .

**PICO-MÈTRE DE PRÉCISION** 1 de pF à plusieurs pF  
1 000

pleine déviation pour 1 de pF, fréquence de mesure à la demande.

**ÉLÉVATEUR D'IMPÉDANCE** pour oscilloscopes et amplificateurs.  
 $R = 10^9 \text{ à } 10^{13} \Omega$   
 $Z = \frac{C = 0,3 \text{ à } 3 \text{ pF}}$   $F = < 20 \text{ Hz à } > 300 \text{ MHz}$ .

Documentation et démonstrations sur demande.

Étude de tous modèles spéciaux ou problèmes particuliers.

# LEMOUZY.

Usine et Bureaux

63, rue de Charenton  
Paris-12<sup>e</sup> Métro Bastille

Tél. DIDEROT 07-74 - 75

Fondé en 1915 - S.A.R.L. Cap. 10 Millions

**FOURNISSEUR DE LA PLUPART DES GRANDS LABORATOIRES**  
Centres atomiques - P.T.T. - E.O.F. - R.T.F. - Guerre - Aviation - Marine - O.N.E.R.A. - C.N.R.S. - C.N.E.T. - S.F.R. - C.S.F. - C.F.T.H. - PHILIPS - MICHELIN - PEUGEOT - ST-GOBAIN - AIR LIQUIDE - ESSO - USINOR - I.R.S.I.O., etc





# TUBES ÉLECTRONIQUES

*pour usage industriel*

| DOUBLE TRIODE E 6080<br>POUR REGULATION DE TENSION |                      |       |     |
|----------------------------------------------------|----------------------|-------|-----|
| Mode                                               |                      | Eq. 1 |     |
| Couple                                             | Tension              | V     | 0,3 |
|                                                    | Courant              | A     | 2,5 |
| Caractéristiques<br>(voir max.)                    | Courant anodique     | mA    | 125 |
|                                                    | Dissipation anodique | W     | 13  |
| Résistance interne                                 |                      | Ω     | 280 |
| Pente                                              |                      | mA/V  | 7   |
| Coefficient d'amplification                        |                      |       | 2   |

| RELAIS THERMIQUES DE TEMPORISATION<br>(Type miniature) |                                                            |       |       |
|--------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|-------|-------|
|                                                        |                                                            | XT 45 | XT 90 |
| Coupure<br>à temps                                     | Coupure<br>de contact repart                               | sec.  | 25    |
|                                                        | Établissement<br>du contact triac.                         | sec.  | 45    |
|                                                        | Retour sur contact<br>repart après coupure<br>de chauffage | sec.  | 100   |
| RELAIS THERMIQUE A RUPTURE BRUSQUE<br>GH2392-1         |                                                            |       |       |
| Élément chauffant : 160 mA sous 5 V                    |                                                            |       |       |
| Puissance de coupure max. : 2 A — 16 V c.c.            |                                                            |       |       |

## Compteurs de Geiger Müller à halogène

| - TYPES                     |                        | FC 1      | FC 3             | FC 4             |
|-----------------------------|------------------------|-----------|------------------|------------------|
| Seuil moyen (à 20 °C)       | V                      | 390 ± 30  | 390 ± 30         | 390 ± 30         |
| en fort courant<br>en G. M. | Plateau min.           | V         | 150              | 150              |
|                             | Pente pour 100 V       | %         | 15               | 12               |
|                             | Taux de comptage norm. | coups/min | 20000            | 20000            |
|                             | Vie utile              | coups     | 10 <sup>10</sup> | 10 <sup>10</sup> |
|                             | Taux limite            | coups/s   | 3000             | 2000             |
|                             | Sur tension max.       | V         | 120              | 150              |
|                             | Domaine de courant     | μA        | 0 à 50           | 0 à 50           |
|                             | Domaine de champ       | R/Ω       | 10 à 200         | 0,01 à 10        |
| Durée de vie probable       |                        |           |                  | 500 h à 45 μA    |

DÉPARTEMENT LAMPES :

# COMPAGNIE GÉNÉRALE DE T. S. F. SOCIÉTÉ FRANÇAISE RADIO-ÉLECTRIQUE

SERVICES COMMERCIAUX : 55, rue Greffulhe, LEVALLOIS-PERRET (Seine) Téléphone : PEReire 34.00  
Siège Social : 79, Boulevard Haussmann — PARIS (8<sup>e</sup>)

## Tubes redresseurs

| TYPES                           | A VAPEUR DE MERCURE |                  |                  | A GAZ              |                   | A VIDE |           |              |      |      |       |
|---------------------------------|---------------------|------------------|------------------|--------------------|-------------------|--------|-----------|--------------|------|------|-------|
|                                 | VH 510 A<br>836 A   | VH 7400<br>872 A | VH 8500<br>849 B | VX 110 A<br>3 B 25 | VX 7400<br>4 B 25 | Y 30   | Y 35 B    | Y 40<br>8420 |      |      |       |
| Limites de température ambiante | °C                  | 5-40             | 5-50             | 10-40              | 10-30             | 10-40  | -55 à +90 | -55 à +90    |      |      |       |
| Fréquence maximum               | Hz                  | 150              | 150              | 150                | 50                | 50     | 150       | 500          | 150  | a    | b     |
| Tension inverse max.            | kV                  | 10               | 2                | 10                 | 15                | 10     | 10        | 5            | 10   | 15   | 30    |
| Courant anodique de pointe max. | A                   | 1                | 2                | 5                  | 10                | 20     | 1         | 2            | 5    | 0,3  | 5     |
| Courant redressé moyen max.     | A                   | 0,35             | 0,5              | 1,25               | 5                 | 2,5    | 0,25      | 0,5          | 1,25 | 0,05 | 0,015 |
| Tension filament                | V                   | 2,5              | 5                | 5                  |                   | 2,5    | 5         |              | 5    | 5    | 5     |
| Courant filament                | A                   | 5                | 7,5              | 20                 |                   | 5      | 7,5       |              | 1,1  | 2    | 6     |

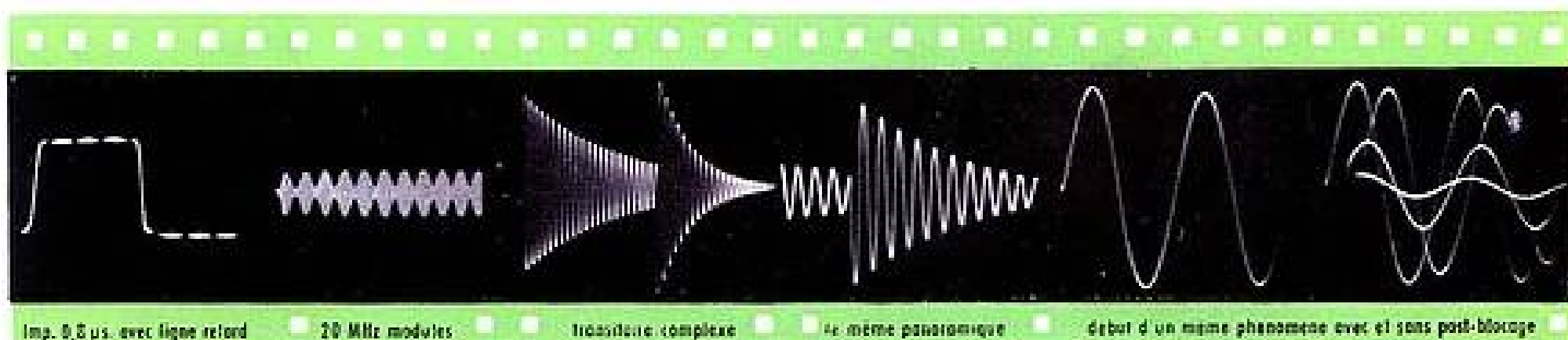
a) Fonctionnement en redressement avec capacité en série du filtre de 0,1 μF b) Fonctionnement en impulsion

## Tubes pour HF industrielle

| EXEMPLE DE FONCTIONNEMENT EN OSCILLATRICE SUR<br>POSTE HF<br>pour<br>CHAUFFAGE<br>par : |              |             |            |               |         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|--------------|-------------|------------|---------------|---------|
| Va<br>V                                                                                 | Ia<br>A      | Ig<br>mA    | Wu<br>W    | F<br>MHz      |         |
| E 1200                                                                                  | 3200<br>3000 | 0,55<br>0,5 | 60<br>60   | 1000<br>800   | 1<br>30 |
| E 1300                                                                                  | 4000<br>5000 | 1,2<br>1,2  | 130<br>150 | 3000<br>3000  | 1<br>30 |
| E 1567                                                                                  | 4600<br>8000 | 2,55<br>3   | 370<br>400 | 7000<br>14000 | 1<br>1  |
| E 1607                                                                                  | 12000        | 6,75        | 800        | 45000         | 1       |

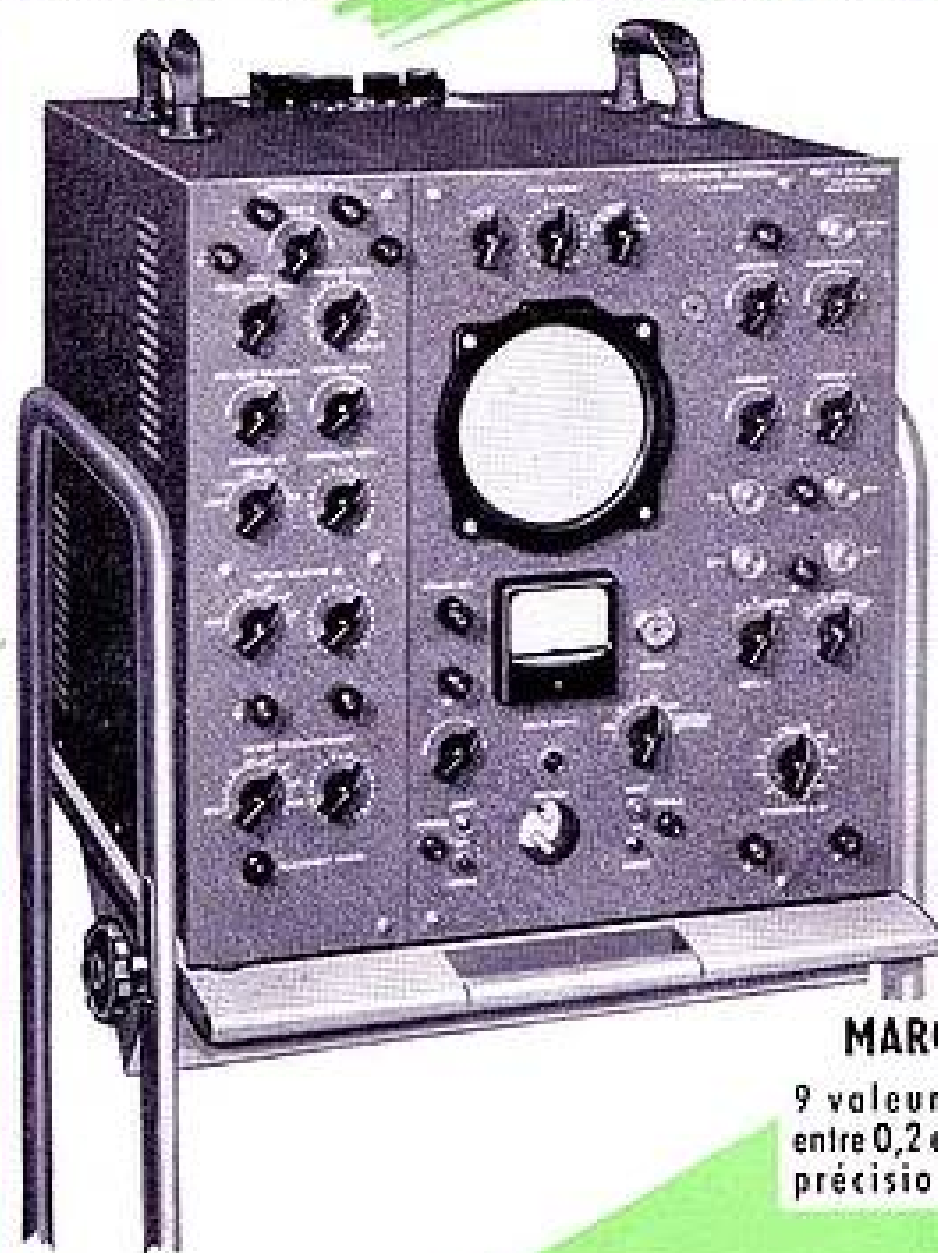
## Thyratron au xénon TYPE C3JA

| Nature de la cathode                             |                                                                               | Ox. direct. |
|--------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| Tension                                          | V                                                                             | 2,5         |
| Courant                                          | A                                                                             | 9 ± 2       |
| Temps de désionisation max.                      | μs                                                                            | 1000        |
| Chute de tension inverse val. moy.               | V                                                                             | 10          |
| Conditions limites<br>d'utilisation<br>Val. abs. | Tension anodique de crête inverse                                             | V           |
|                                                  | Tension anodique de crête directe                                             | V           |
|                                                  | Courant anodique redressé moy.                                                | A           |
|                                                  | de surcharge (1 sec.)                                                         | A           |
|                                                  | de crête                                                                      | A           |
|                                                  | accidentel de pointe (0,1 sec.)                                               | A           |
|                                                  | Facteur de commutation max.<br>(pour une tension initiale inv. max. de 100 V) | Vu/s = A/μs |
| Limites de température ambiante                  | °C                                                                            | -55 à +75   |



TECHNIQUE NOUVELLE DANS L'OSCILLOSCOPE

# LE SYNCHROSCOPE TYPE 252 A



## AMPLIFICATEUR VERTICAL

0-10 MHz sensibilité 0,15 V. p à p/cm  
20-10 MHz — 0,03 V. p à p/cm.  
(mesures jusqu'à 20 MHz); avec câble  
de retard de 0,3  $\mu$ s incorporé; ampli  
distribué, étalonné en tensions

## TUBE CATHODIQUE $\varnothing$ 12,5

à post-accélération  
34 tubes normalisés ou  
novel. Un seul coffret

## BALAYAGE DÉCLENCHÉ

de 0,01 sec/cm à 0,1  $\mu$ s/cm

## et RELAXÉ

10 Hz - 500 KHz

## MARQUEUR

9 valeurs comprises  
entre 0,2 et 1.000  $\mu$ s,  
précision = 2 %

## BALAYAGE PANORAMIQUE

retard au déclenchement de  
1 à 100.000  $\mu$ s. Blocage du  
redéclenchement pendant  
1  $\mu$ s à 1 sec

Ses performances  
le destinent particulièrement  
à certains domaines  
de l'**ELECTRONIQUE**

Calculateurs électroniques  
Radar, Télévision  
Télécommunications

**LABORATOIRE - MAINTENANCE**



ACTA

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

Agent pour la Belgique : URB, 51, quai Bonaparte, LIÈGE



LE PLUS HAUT  
*Standard de qualité*  
 EN  
 CONDENSATEURS..

CONDENSATEURS  
 POUR TÉLÉVISION

CONDENSATEURS  
 ELECTROLYTIQUES AU  
 PAPIER - TUBULAIRES  
 ANTIPARASITES  
 TÉLÉPHONIQUES - BLINDÉS

CONDENSATEURS  
 POUR FLUORESCENCE  
 A DÉCHARGE - FILTRES  
 - DE DÉMARRAGE -  
 POUR L'AMÉLIORATION DU  
 FACTEUR DE PUISSANCE

CONDENSATEURS  
 ÉMISSION - RÉCEPTION  
 MICA - CÉRAMIQUE  
 TÉLÉPHONIE POUR H.T.  
 A GAZ - AVIATION - ETC...

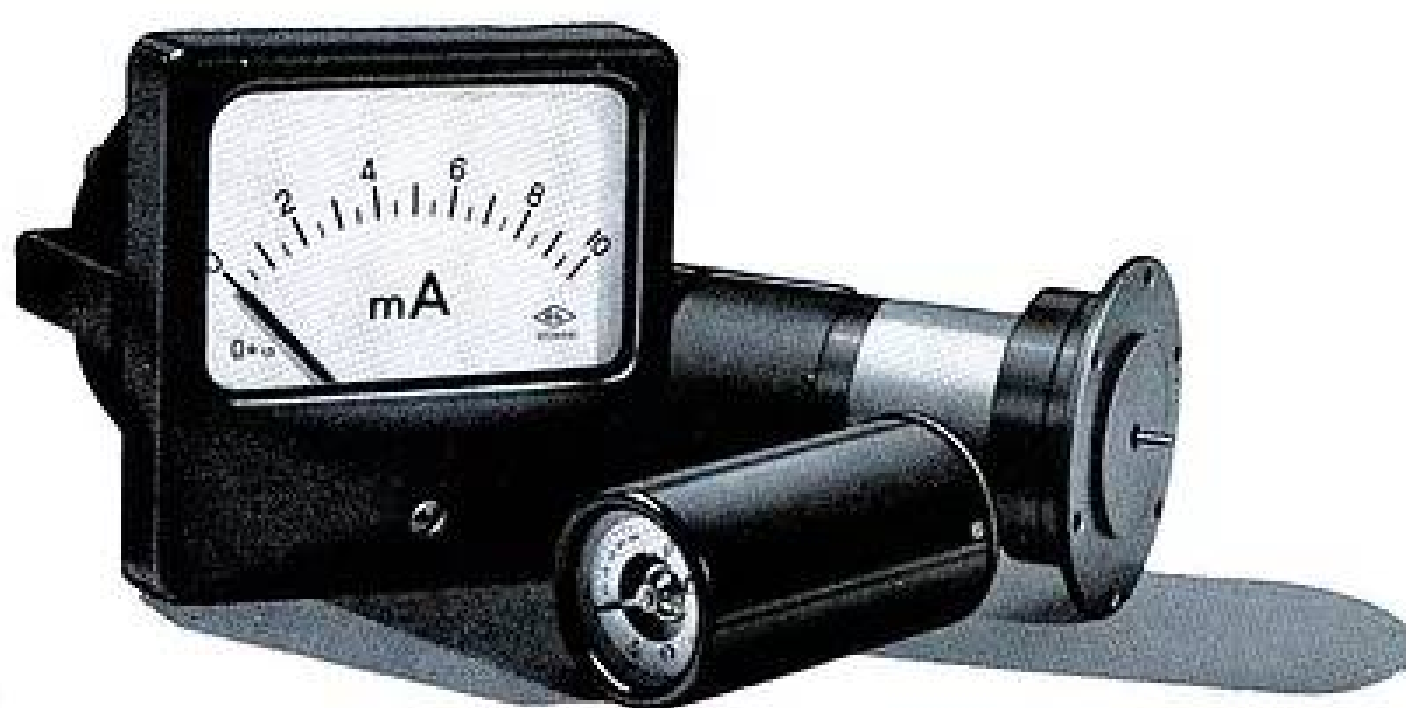
CONDENSATEURS - RHEOSTATS - RESISTANCES

**SAFCO**

**TRÉVOUX**

40 RUE DE LA JUSTICE PARIS-20°  
 TELEPHONE : MEN. 96-20

USINES A PARIS - SAINT-OUEN - TRÉVOUX

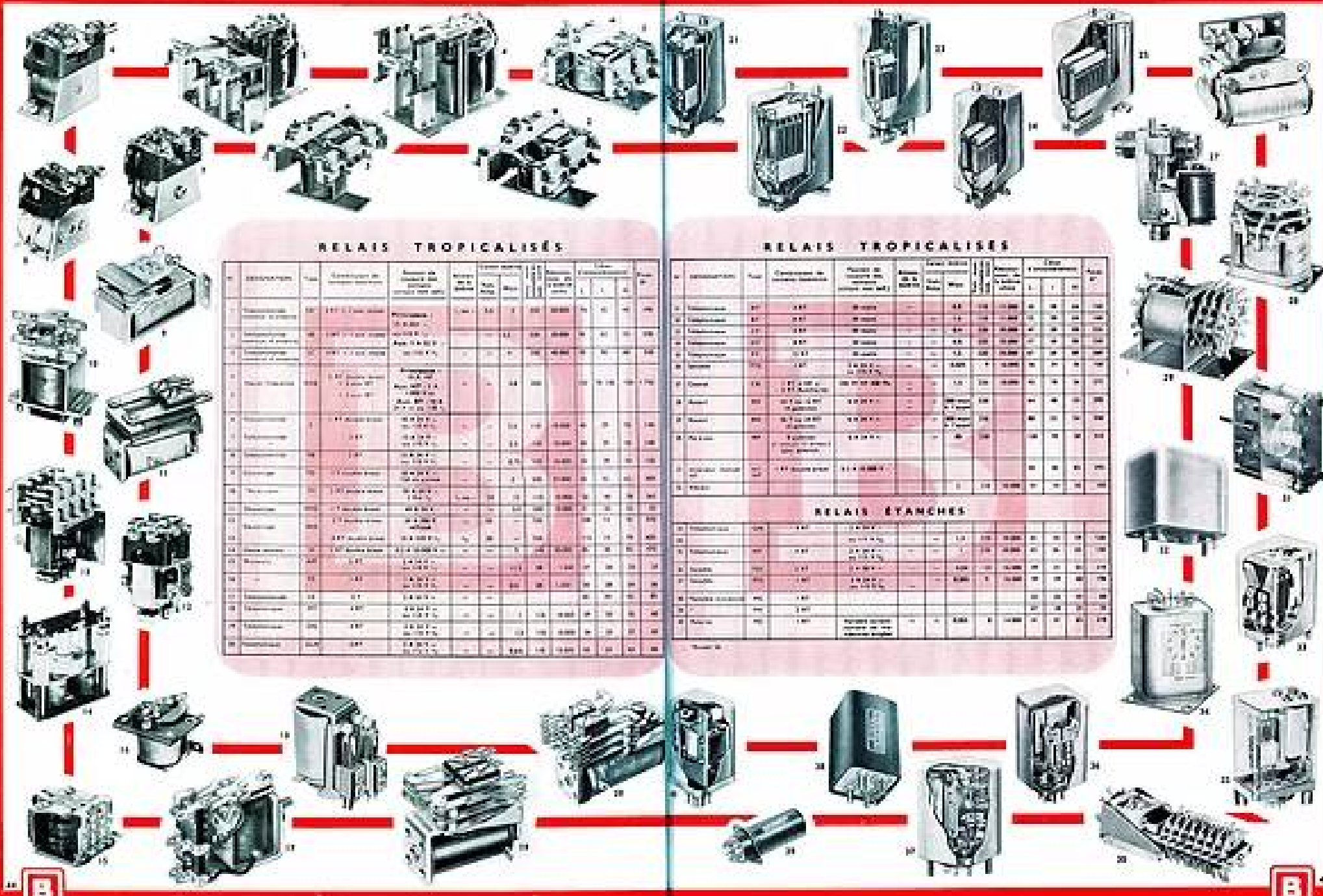


# BRION-LEROUX & C<sup>IE</sup>

40, QUAI DE JEMMAPES. PARIS-10<sup>E</sup> \* TÉL. NORD 81-48

*un matériel de qualité  
au service de la radioélectricité*

- \* TOUS MATÉRIELS DE MESURE ÉLECTRIQUES  
SENSIBLES, TROPICALISÉS, SUIVANT  
CAHIERS DES CHARGES, ÉCLAIRABLES,  
A GRANDE DÉVIATION... etc.
- \* RELAIS DE MESURE EXTRASENSIBLES
- \* MICROMOTEURS A COURANT CONTINU
- \* AMPLIFICATEURS MAGNÉTIQUES
- \* STABILISATEURS DE TENSION



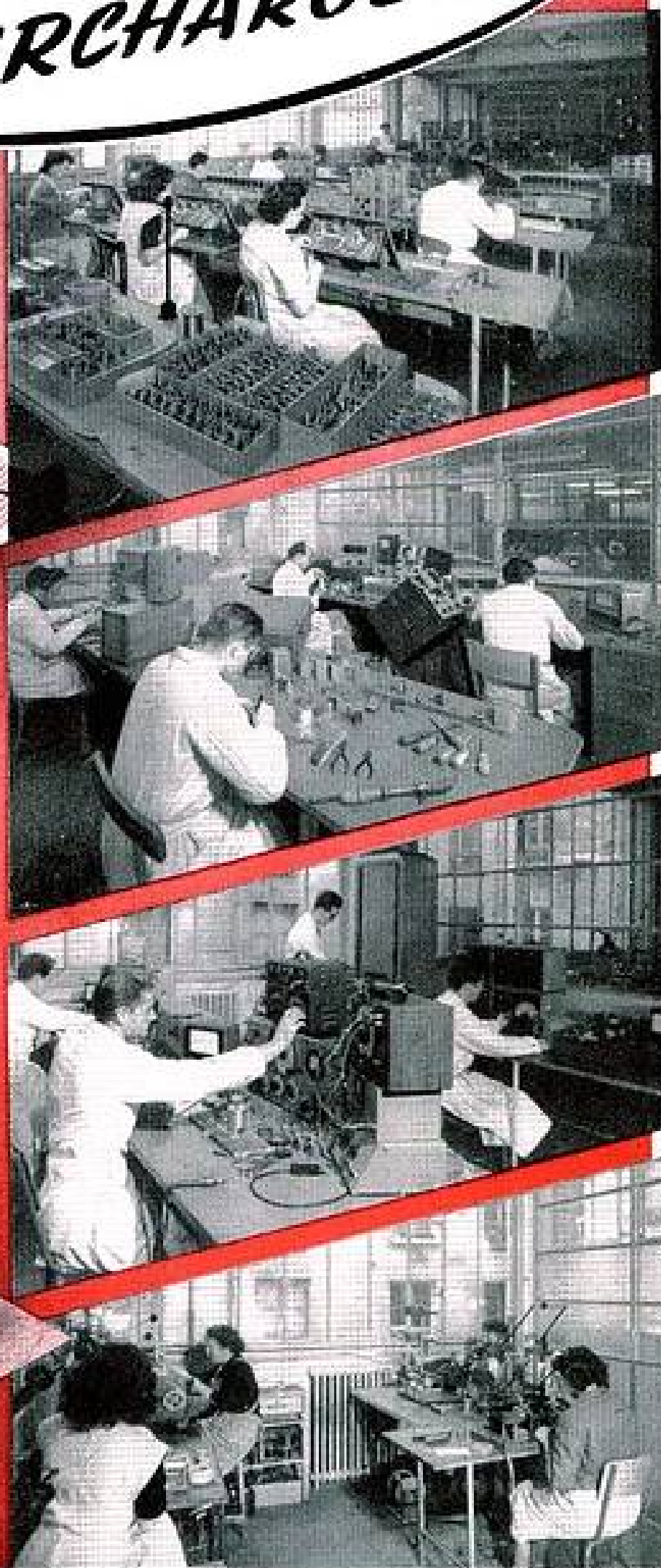


**DÉLIVREZ**  
*vos ingénieurs*  
**SURCHARGÉS...**

LE *problème*  
**DES FILTRES**  
*est notre spécialité*

★

B.F. - M.F. - Haute  
fréquence à bande  
étroite ou à large  
bande, passe-bas,  
passe-haut, passe-  
bande, coupe-bande



**SOCIÉTÉ**  
NORD 29-57

**SECRE**

**D'ÉTUDES ET DE CONSTRUCTIONS ÉLECTRONIQUES**  
214-216, FAUBOURG SAINT-MARTIN - PARIS X

Agence DOMENACH



# Equipements de vibrations linéaires et sinusoïdales

# CALIDYNE

*...pour l'étude* de la réalisation mécanique de matériels robustes et économiques.

*...pour les essais* conformes aux normes françaises et étrangères (aéronautique, armée, administrations civiles).

**VIBRATEURS ET LEURS AUXILIAIRES.** — Installations complètes comprenant :

- 1) Vibrateurs électrodynamiques développant des poussées vibratoires de 11 à 6.500 kgs d'amplitude.
- 2) Leurs alimentations soit électroniques, soit à machines tournantes, pour des bandes de fréquences comprises entre 1 c/s et 5.000 c/s.
- 3) Leurs panneaux de contrôle contenant les commandes, sécurités et appareils de contrôle nécessaires à un fonctionnement sûr et précis.
- 4) Des auxiliaires pour :
  - a) La commande automatique suivant le programme désiré.
  - b) L'affichage du niveau de vibration.
  - c) La réduction du champ magnétique de fuite.

**VIBREURS A FONCTION SINUSOÏDALE** poussée 275 kg - fréquence 50/5.000 grs.

Equipements de calibrage des capteurs.

**APPAREILS DE CALIBRAGE.**

— Spécialement conçus pour le calibrage des capteurs de vibration, les calibreurs CALIDYNE, modèle I et modèle 6C constituent deux dispositifs de base complets pour le calibrage rapide et précis des capteurs d'accélération et de vitesse. Ces calibreurs sont étalonnés en usine de façon à permettre le calibrage rapide et précis des capteurs par des méthodes potentiométriques.

**CAPTEURS D'ACCÉLÉRATION.**

— Des accéléromètres à courant continu, de sensibilité exceptionnelle, sont disponibles; des modèles standard ont des accélérations maxima de 5 à 50 g., des fréquences propres de 200 à 500 c/s et une tension de sortie de 15 volts pour l'accélération maximum. Des alimentations miniatures à piles, des alimentations par secteur et des circuits de couplage ont été conçus pour ces accéléromètres.

**APPAREILS DE MESURE ET DE RÉFÉRENCE.**

— Le « Vibration Meter », à utiliser avec un capteur de vitesse standard, est un appareil à piles conçu pour fournir une lecture directe de l'accélération, de la vitesse ou du déplacement de vibration.

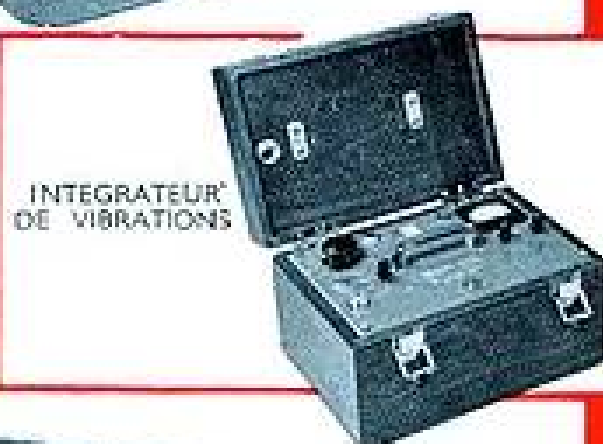
Le « Signal Monitor » est un appareil analogue conçu pour être utilisé avec les vibreurs pourvus d'un capteur de vitesse incorporé.

Le « Vibrascope », utilisé avec les accéléromètres CALIDYNE, fournit une lecture directe de l'accélération, de la vitesse ou du déplacement de vibration et comprend en outre, un oscilloscope calibré pour la mesure des fréquences et l'examen des formes de vibration.

Le « Calivolt » est un instrument de précision servant l'étalon de tension dans les opérations courantes de calibrage; facilement contrôlable par comparaison avec les étalons primaires de tension de laboratoire.



VIBRATEUR



INTEGRATEUR DE VIBRATIONS



SIGNAL MONITOR



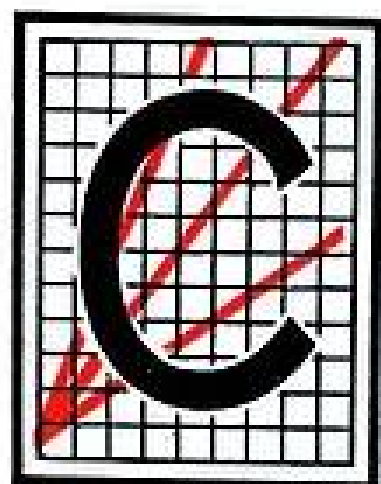
CALIBRATEUR DE CAPTEURS D'ACCÉLÉRATION



CAPTEUR D'ACCÉLÉRATION



BAIE DE COMMANDE ET DE PROGRAMMATION D'UN VIBRATEUR



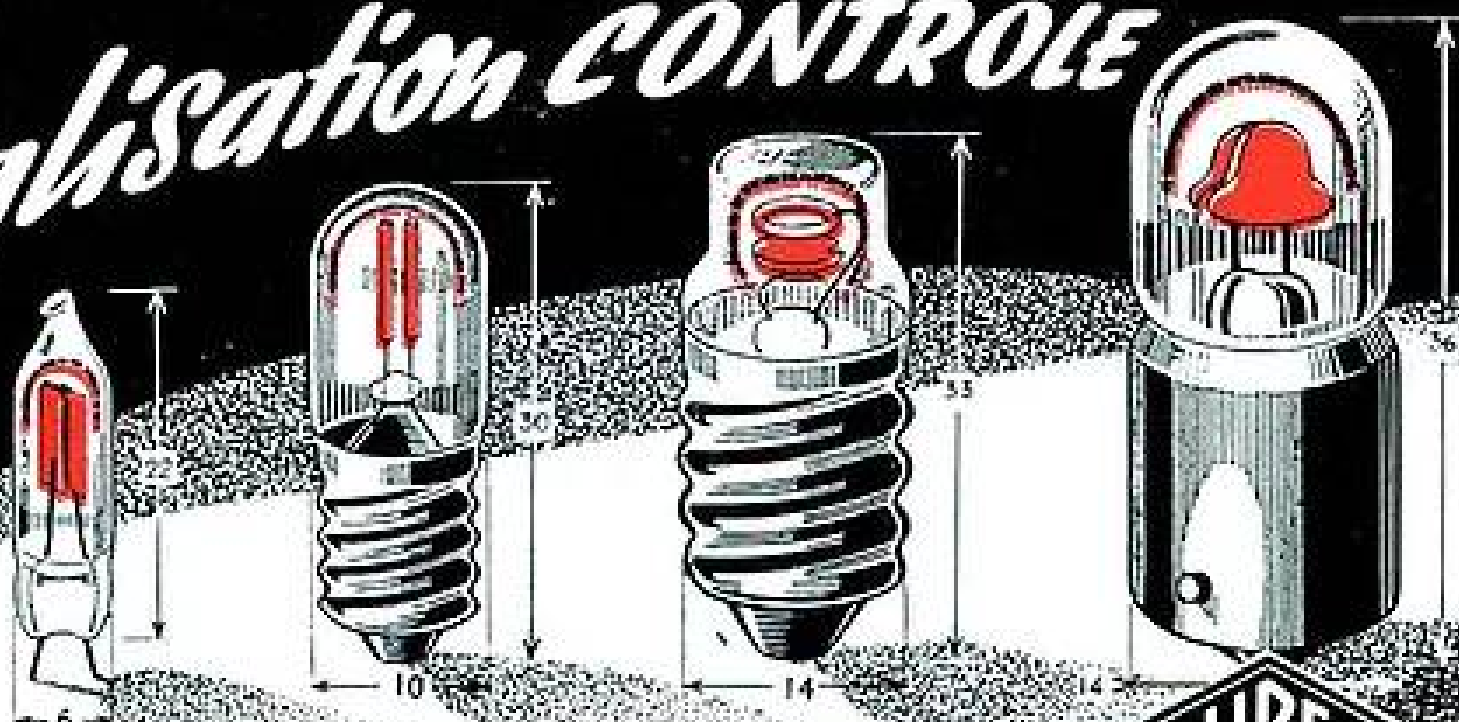
Pour toute documentation et tous conseils techniques concernant vos problèmes d'Essais de Vibration, adressez-vous aujourd'hui même à

## ROCKE INTERNATIONAL

BUREAU DE LIAISON : 113, Rue de l'Université - PARIS - INV. 99-20



*Signalisation CONTRÔLE*



**NÉON L.I.R.E.**

LABORATOIRE INDUSTRIEL  
ET DE RECHERCHES ELECTRONIQUES

69, RUE DES GALVENTS — CLAMART (SEINE) — TÉL. : MIC 46-19

DEMANDEZ  
notre documentation  
complète

Agence COMENACH

**3 Kc/s à**



**140 Mc/s**

**QUARTZ**

**PRÉCISION**

**STABILITÉ**

**LABORATOIRES de PIEZO-ELECTRICITE**

4 et 6, rue des Montibœufs. PARIS 20<sup>e</sup> - Tél: MEN 51-50 Lignes groupées

PUBLRAPHY

## APPAREILS ÉLECTRIQUES DE MESURE



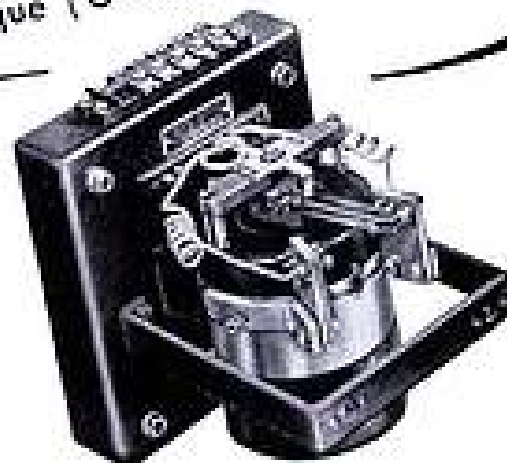
### APPAREILS ÉTANCHES ANTICHOCS

Microampèremètres depuis  $2\mu A$   
Millivoltmètres dep.  $1mV$  (sur cadre)  
Ampèremètres - Voltmètres, etc...

APPAREILS SPÉCIAUX SUR DEMANDE

### RELAIS GALVANOMÉTRIQUES DE SÉCURITÉ

Courant de commande depuis  $3\mu A$   
à minimum et maximum  
symétrique (0 central)  
différentiel  
régulateur



# ALBERT LE BŒUF & FILS

194 RUE DES GROS-GRÈS . COLOMBES . CHA.56-03+

## SOCIÉTÉ INDUSTRIELLE DU TERNOIS

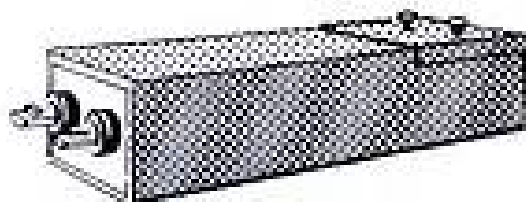
ST-MICHEL-SUR-TERNOISE (P.-de-C.)

### FILTRES

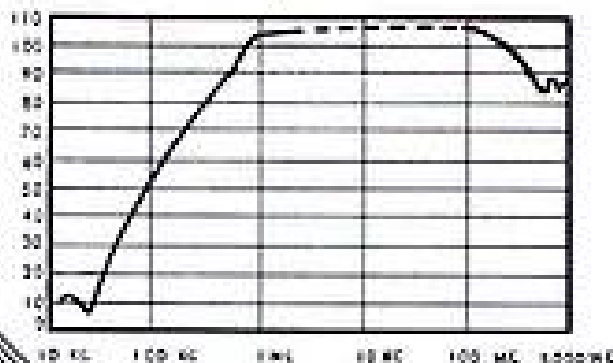
POUR CAGES DE FARADAY S.I.D.T.

AGENT GÉNÉRAL POUR

L'EUROPE DES FILTRES HOPKINS

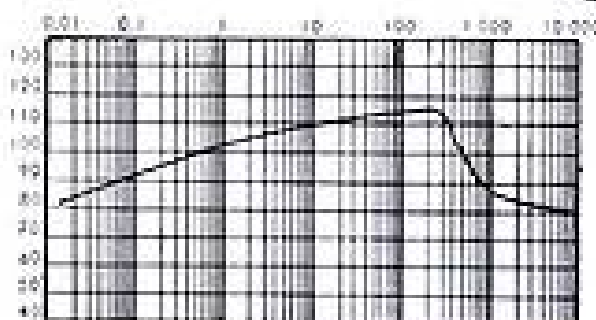


Courbe d'affaiblissement du filtre bifilaire, type 146 - 250 v. 30 ampères  
400 périodes.



Brochure D. 13

Affaiblissement  
 $100^{db}$   
de la 500 Mégacycles



Amélioration  
mesures dans la zone  
de lecture des appareils

Brochures DI. 11

### CAGES DE FARADAYS.I.D.T.

BREVETÉ S.G.D.G.

Ces cages sont de type cellulaire, c'est-à-dire extensibles, réducibles, 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

# FTH

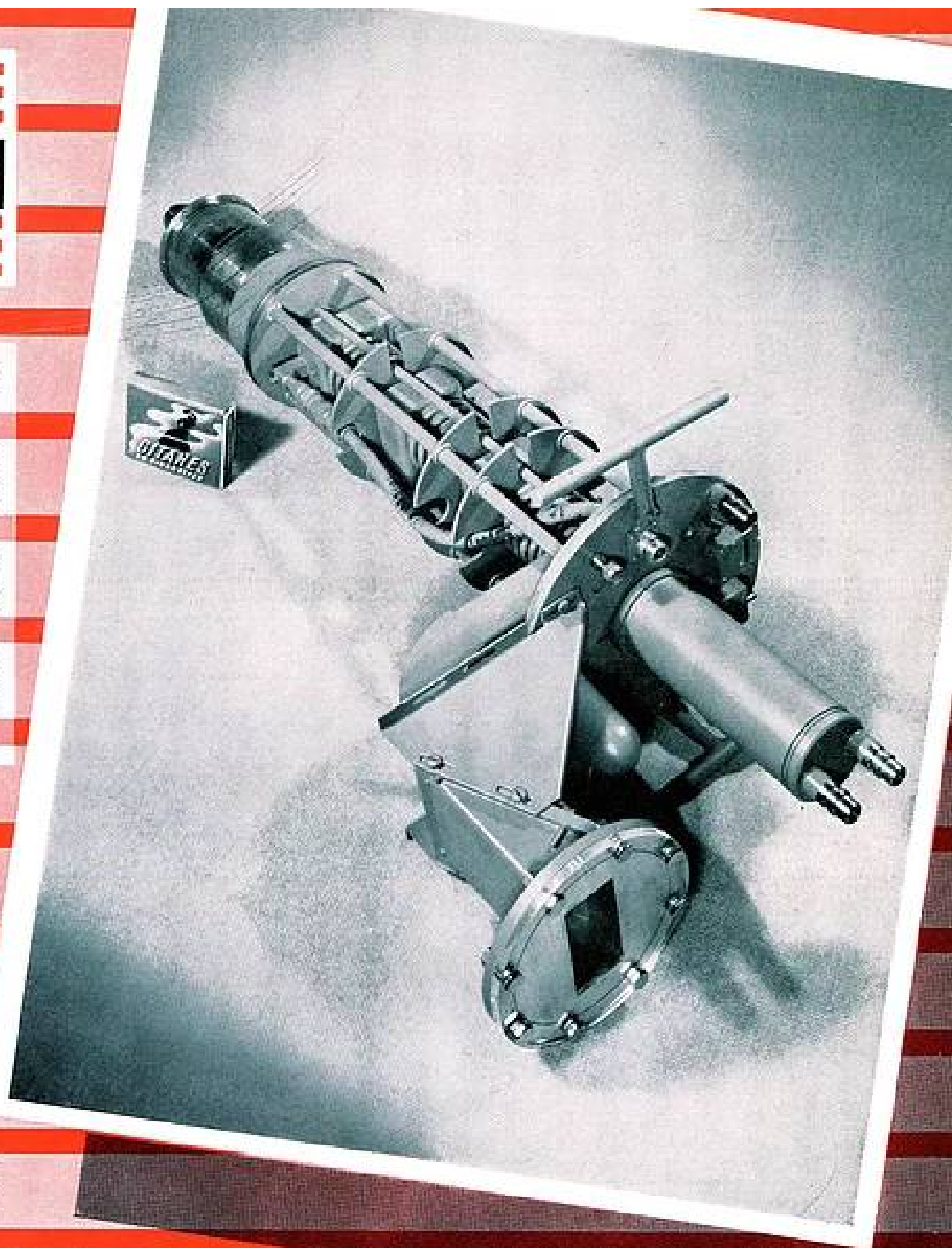
## LYSTRONS AMPLIFICATEURS

gion élevée fonctionnant, en  
typiques, dans la bande S. Ils  
sont destinés à être utilisés  
avec une source HF dans les

secteurs à grande puissance  
dans les accélérateurs nu-  
cléaires. Ils sont à sortie directe  
et guidés d'onde par une fenêtre

monobloc et à cavités incorporées.  
Leur refroidissement est  
assuré par circulation d'eau.

LYSTRON - AMPLIFICATEUR  
DE 2 MW à 87 C DE GRANDE  
PUISSANCE (2 MW - BANDE S)



C O M P A G N I E F R A N Ç A I S E

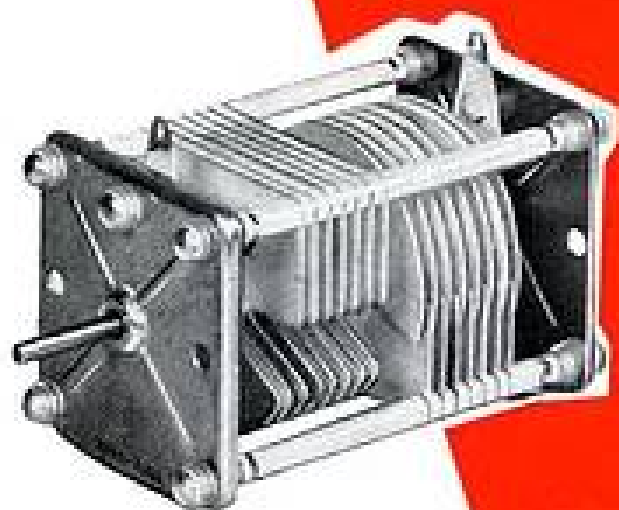
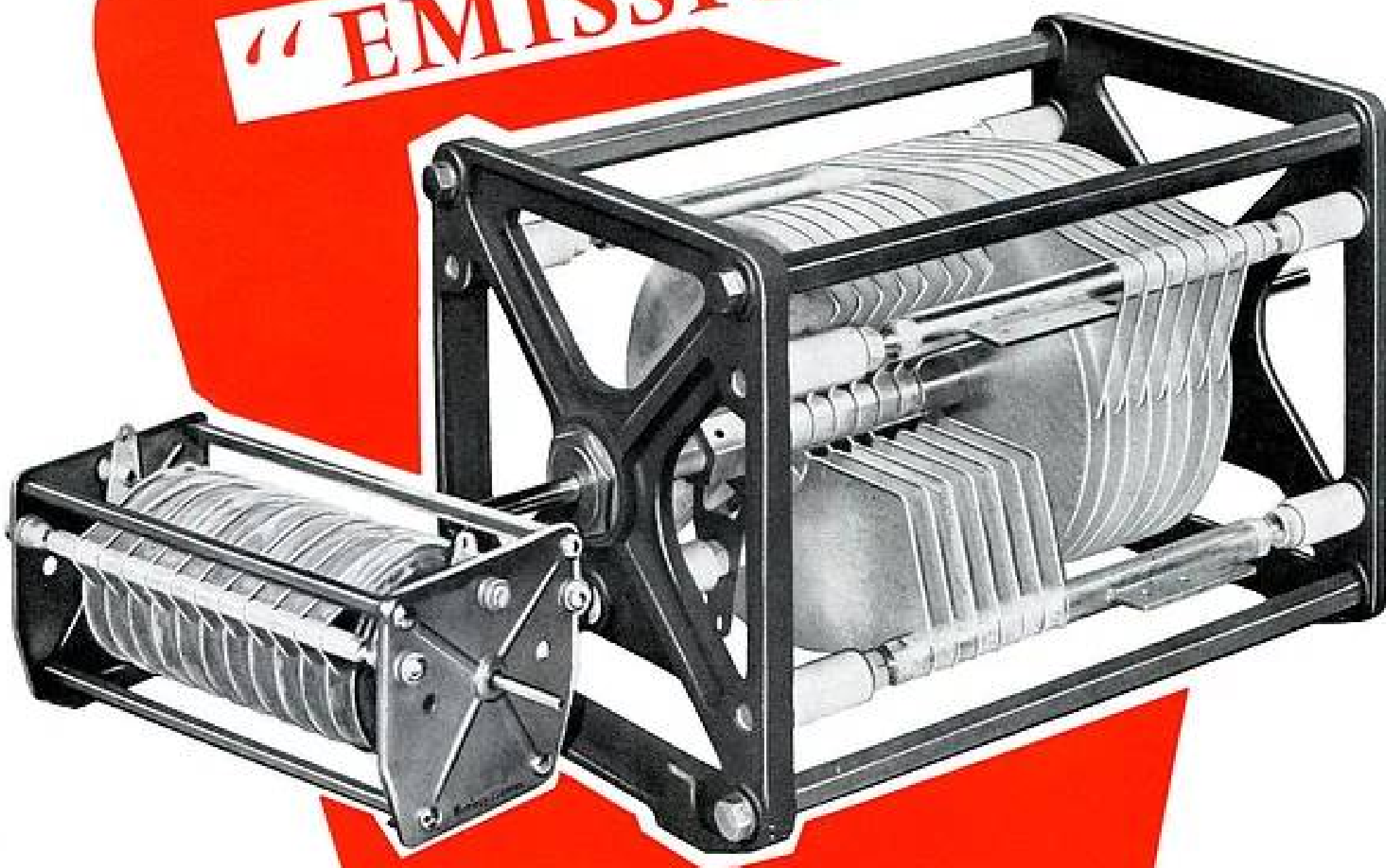
# THOMSON-HOUSTON

## 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

# CONDENSATEURS VARIABLES

“EMISSION”



FABRICATIONS

**Wireless**  
THOMAS

NOTICE SUR DEMANDE

63, RUE EDGARD-QUINET - MALAKOFF (Seine) - Téléphone ALE. 52-40



# ALIMENTATIONS

## Stabilisées



### ● 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 1 000 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 à  $\pm 1\%$  (pour  $\pm 10\%$  secteur ou 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 = 6,3 V - 5 A. L'une ou l'autre des bornes extrêmes à la masse.

Fusibles de sécurité.

#### ● ALIMENTATION STABILISÉE type CF 201 C

Tension continue stabilisée à  $\pm 1\%$  (pour  $\pm 10\%$  secteur ou 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 = 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**





### CONTROLEUR DE CRESTAUX

type 233

Cet appareil permet d'effectuer les mesures suivantes sur les cristaux de type 1N11 - 1N218 - 1N311 - 1N328.  
 1) Mesure de la résistance directe.  
 2) Mesure de la résistance inverse.  
 3) Mesure du courant inverse.  
 Alimentation : Sur pile 1,5 à 450 V.  
 Poids : environ 1 kg.  
 Dimensions (en mm) : 200 x 150 x 80.



### ANALYSEUR DE SPECTRE 10 CH

type 233

Gamme d'utilisation : 1,700 à 2,500 Mc/s.  
 Fréquence de balayage : 7 à 30 Mc/s.  
 Répétition fréquence : 20 Mc/s.  
 Bande passante IF : 50 Kc/s.  
 Sensibilité (en onde continue) : 75 dB sous le bruit.  
 Sensibilité (en impulsion) : 15 dB sous le bruit.  
 Alimentation : 110 - 120 - 220 - 240 V - 50 pps.  
 Poids : environ 45 kg.  
 Dimensions (en mm) : 470 x 500 x 240.



### ECHO BOX 10 CH

type 237 A-B-C

Gamme d'utilisation : 1,700 à 2,500 Mc/s.  
 Sensibilité moyenne : 25,000.  
 Précision de lecture : 0,000 Kc/s.  
 Poids : environ 14 kg.  
 Dimensions (en mm) : 410 x 270 x 280.

### PONT DE MESURES

type 177

Cet appareil permet de mesurer des puissances H.F. en lui relayant un message transmetteur ou récepteur.  
 Gamme de puissance : 0,1 - 1 - 10 - 100 mW.  
 Résistance de travail : 50 - 100 - 150 - 200 - 250 ohms.  
 Précision de mesure : 0,5%.  
 Alimentation : 110 - 120 - 220 - 240 V - 50 pps.  
 Poids : environ 11 kg.  
 Dimensions (en mm) : 280 x 270 x 270.



### GÉNÉRATEUR 10 CM

type 213

Gamme d'utilisation : 2,500 à 4,500 Mc/s.  
 Niveau de sortie maximum : 1 mW.  
 Amplitude variable de : 0 à 100 dB.  
 Modulation : Par impulsion de 0,1 à 10 pps.  
 Retard : 1 à 100 pps.  
 Déclatage (en ms) : 400 à 2,000 pps.  
 Fréquence de répétition : 100 - 150 - 200 - 240 pps.  
 Alimentation : 110 - 120 - 220 - 240 V - 50 pps.  
 Poids : 15 kg.  
 Dimensions (en mm) : 300 x 400 x 400.



### GÉNÉRATEUR 30 CH

type 247

Gamme d'utilisation : 1,000 à 2,500 Mc/s.  
 Niveau de sortie maximum : 1 mW.  
 Amplitude variable de : 0 à 100 dB.  
 Modulation : Par impulsion de 0,1 à 10 pps.  
 Retard : 1 à 100 pps.  
 Déclatage (en ms) : 400 à 2,000 pps.  
 Fréquence de répétition : 100 - 150 - 200 - 240 pps.  
 Alimentation : 110 - 120 - 220 - 240 V - 50 pps.  
 Poids : environ 25 kg.  
 Dimensions (en mm) : 520 x 430 x 400.



### ALIMENTATION KLYSTRONS

type ALK 51

Tension sortie variable : 0 à 250 V maximum.  
 Courant sortie maximum : 50 mA.  
 Tension réflexeur variable de : 0 à 200 V.  
 Tension filaments : 6,3 volts.  
 Modulation interne : 0 à 100 pps.  
 Alimentation : 110 - 120 - 220 - 240 V - 50 pps.  
 Poids : environ 10 kg.  
 Dimensions (en mm) : 300 x 270 x 300.



### SYNCHROSCOPE

type 317

Balayeuse verticale : 0 à 10,000 pps.  
 Déclatage interne : 0,1 à 4,000 pps.  
 Sortie déclatage externe : 0,1 pps.  
 Balayeuse horizontale : 0 à 250,000 pps.  
 Amplitude variable : 0 à 100 V.  
 Amplitude compensée : 0,1 à 10 - 100 - 1,000 V.  
 Déclatage de tube : 0,1 à 100 pps.  
 Alimentation : 110 - 120 - 220 - 240 V - 50 pps.  
 Poids : environ 30 kg.  
 Dimensions (en mm) : 500 x 550 x 500.



L A B O R A T O I R E S

R . D E R V E A U X



# RELATIONS TECHNIQUES INTERCONTINENTALES

sont à votre disposition pour vous fournir toute la gamme des tubes commutateurs à gaz, ainsi que des magnétrons, des réflexes klystrons, des tubes à ondes progressives et des cavités de référence.



**EXPORT**  
Maurice I. Parisier & Co  
1860 Broadway,  
New-York 23 (N.Y.)  
Circle 5-5700

et dont les différents types vous sont présentés ci-dessous (la plupart répondent aux spécifications JAN, NAVY, etc)

TR

ATR

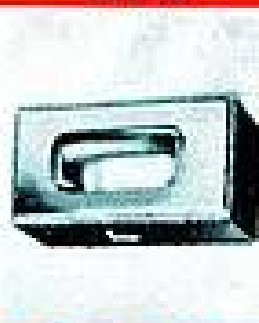
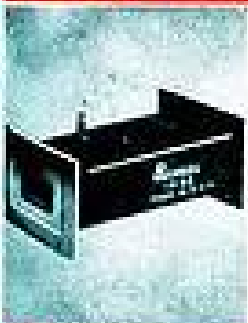
PRE-TR

SHUTTERS

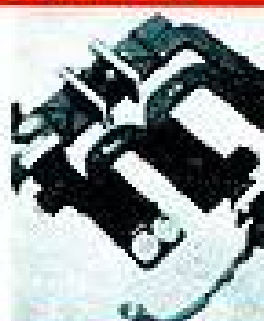
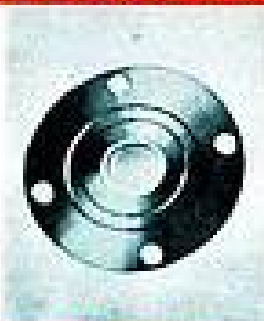
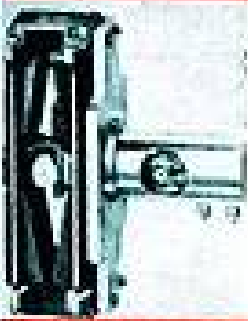
REFERENCE CAVITIES

THYRATRONS

DIODES



## BOMAC MICROWAVE PRODUCTS



MAGNETRONS

KLYSTRONS

DUPLEXERS

PRESSURIZING WINDOWS TRAVELING WAVE

SYSTEMS

SURGE PROTECTORS

Ces tubes sont de fabrication et de qualité inégalables. Si vous avez un problème particulier, posez-le nous; nous le ferons traiter par BOMAC car, quels que soient vos besoins — un tube ou un composant en production, une modification ou un produit complètement nouveau — BOMAC peut satisfaire vos demandes les plus exigeantes.

RTI



DISTRIBUTEUR OFFICIEL EN FRANCE ET DANS L'UNION FRANÇAISE  
**RELATIONS TECHNIQUES INTERCONTINENTALES**

S.A.R.L. au Capital de 10.000.000 de francs

145, Avenue de Malakoff \* PARIS-16<sup>e</sup> - Téléphone : PASsy 08-36, KLÉber 54-82

# CANETTI

*lance*  
*parmi sa gamme de Condensateurs...*

**le NOUVEAU**

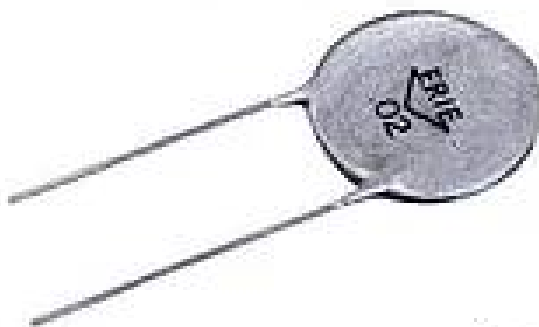
*Belton*



**TUBULAIRE AU PAPIER  
SOUS MATIÈRE POLYMÉRISÉE  
TROPICALISÉ - 10 + 85°  
DIMENSIONS RÉDUITES  
(TS 160 - 250 - 500 - 1000 volts)**

**LES NOUVEAUTÉS EN CÉRAMICONS**

**Erie**



- DISQUES
- TUBULAIRES
- TRIMMERS & AJUSTABLES



**LES CONDENSATEURS**

**DUCATI**



**TUBULAIRES** étanches  
miniatures sous enveloppe PVC  
**ÉLECTROLYTIQUES**  
dimensions réduites  
**MICA** domino (classe JAN)

**DISTRIBUTEURS EXCLUSIFS :**

**J.E. CANETTI & Cie**

16, rue d'Orléans, NEUILLY-sur-SEINE  
MAI. 54-00 (4 lignes)

Type-T

## JACKS, FICHES, CONNECTEURS, PORTE-FUSIBLES

Type IC

Commutateur

Type JC

Porte-fusible

Type-C

Type-C

Type-C

Type-MR

| SÉRIE | Référence | Combinaisons |         |           |
|-------|-----------|--------------|---------|-----------|
|       |           | 10 Amp.      | 40 Amp. | Coaxiales |
| C     | 80        | 10           | 0       | 0         |
|       | 81        | 16           | 0       | 0         |
|       | 82        | 8            | 0       | 1         |
|       | 83        | 6            | 0       | 1         |
|       | 84        | 8            | 0       | 2         |
|       | 85        | 4            | 0       | 2         |
|       | 86        | 4            | 0       | 1         |
|       | 87        | 8            | 2       | 2         |
|       | 88        | 16           | 0       | 2         |
| MR    | 16022     | 16           | 2       | 2         |
|       | 16021     | 16           | 2       | 1         |
|       | 28022     | 28           | 2       | 2         |
|       | 28021     | 28           | 2       | 1         |
|       | 51000     | 51           | 0       | 0         |
|       | 16003     | 16           | 0       | 3         |
| T     | 43000     | 43           | 0       | 0         |
|       | T4        | 4            |         |           |
|       | T3        | 3            |         |           |
|       | T2        | 2            |         |           |

Emploi

Connecteur de rack.  
Commutation de  
châssis et d'armoiresMATÉRIEL  
TROPICALConnecteur de rack  
blindéMATÉRIEL  
TROPICALMatériel miniature  
pour petits ensembles

PL-68

PL-55

JK-26

PP-18 SF

PP-12 CM

PP-33 SM

## Série PP à contacts plats 5 ampères

Types : PP4 - PP12 - PP15 - PP18 - PP21 - PP24 - PP27 - PP30 - PP33

La série PP est référencée pour le nombre de contacts par le chiffre qui suit immédiatement les lettres PP : ex. PP4 = 4 contacts, etc.

## PORTE-FUSIBLE ÉTANCHE

7-30 Porte-fusible de panneau pour fusible

cartouche jusqu'à 15 ampères

10-38 Porte-fusible de panneau pour fusible

cartouche jusqu'à 50 ampères 24 volts

## COMMUTATEUR 24 DIRECTIONS

Commutateur pouvant être équipé de

8 galetes à schéma multiple

Résistance de contact  $\leq 0,001$  ohms - Résis-tance d'isolement  $> 25\,000$  mégohmsRigidité diélectrique  $> 1\,000$  volts

## JACKS ET FICHES DE JACKS

Matériel tropical répondant aux JAN amé-

ricaines et aux CCTU

JACKS pour Fiches 2 contacts  $\geq 6,35$ (JAN-J-641) ou  $\geq 7$  (PTT)JACKS pour Fiches 3 contacts  $\geq 5,25$ (JAN-J-641) ou  $\geq 6,9$  (STTA)PL55 Fiche de JACK 2 contacts  $\geq 6,35$ 

(JAN-J-641)

PL68 Fiche de JACK 3 contacts  $\geq 5,25$ 

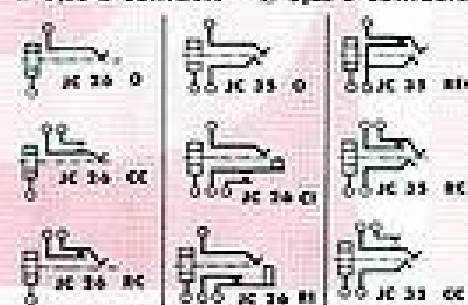
(JAN-J-641)

JK 26 Prolongateur pour Fiche PL55

Inter-Arme - fiche de JACK 3 contacts  $\geq 6,9$ 

(PTT - Marine - Aviation)

## SCHÉMAS DES JACKS

 $\geq 6,35$ -2 contacts  $\geq 5,25$ -3 contacts

## ACCESSOIRES POUR JACKS DE

## PANNEAU

TÊTINE C - Sortie droite

CAPOT D - Avec inscription à la demande

Micro - Écoute - Casque - Manip HP -

Phone - KEY

TÊTINE E - Sortie latérale

CAPOT F - Fermeture étanche

CANONS isolants pour Isoleries JACKS du

panneau.

TÊTINE-E

TÊTINE-C

CAPOT-D

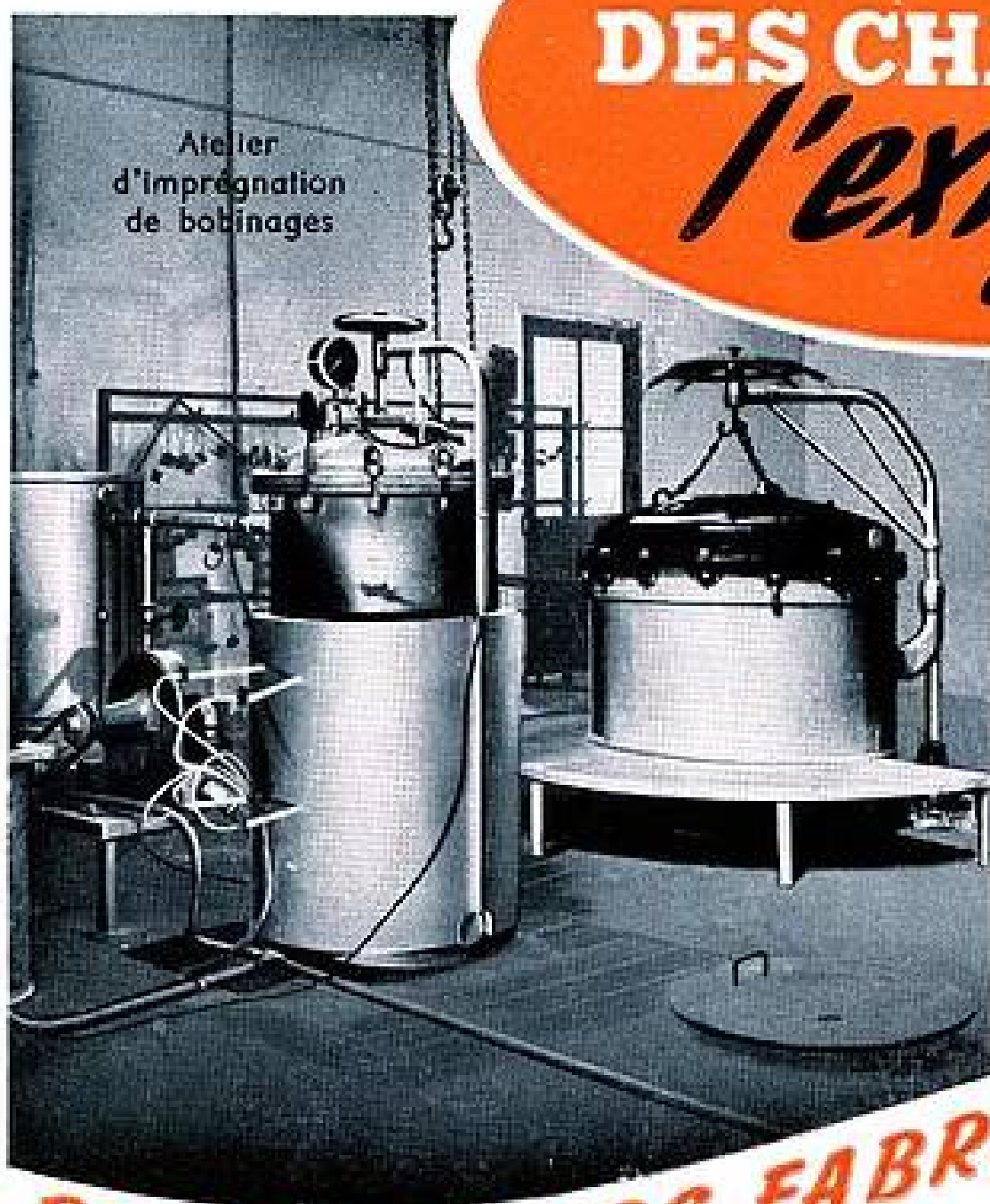
CAPOT-F

B

**ET<sup>S</sup> BERNIER & C<sup>IE</sup>** INGÉNIEURS-CONSTRUCTEURS  
 19 RUE MALTE-BRUN - PARIS-20<sup>e</sup> - TÉLÉPHONE : MENIL 07-24 & 25



# LE CAHIER DES CHARGES *l'exige!*



## PROTÉGEZ VOS FABRICATIONS CONTRE LES *moississures*

Tous nos traitements répondent aux normes CCTU 407 et sont agréés par les grandes administrations françaises et étrangères.

- ★ **PREMIER DÉPARTEMENT** : Revêtement tropicaux de toutes pièces détachées (Organiques et inorganiques)  
Ex. : Bakélite, ébonite, bois, cuir, métaux, stéatite, etc...
- ★ **DEUXIÈME DÉPARTEMENT** : Imprégnation sous vide de bobinages  
(Transformateurs, selfs, machines tournantes de petite et de grosse puissance)
- ★ **DÉPARTEMENT TEXTILES** : Traitement fongicide, ignifugeant et imperméabilisant  
Ex. : Bâches, cables, cordes, sangles, etc...
- ★ **MATIÈRES PLASTIQUES** : Protection de tous matériaux et matériels contre les agents chimiques (principalement accessoires utilisés dans l'industrie de revêtements électrolytiques) - bacs, montages, supports de fixation, tuyauterie, ventilation, etc.

# SIPM

212-214, RUE GALLIENI — BOULOGNE-SUR-SEINE  
TÉLÉPHONE : MOLITOR 71-17



MARCONI INSTRUMENTS LTD

## FM/AM SIGNAL GENERATOR

Type TF.995-A/1 — 1.5 à 220 MHz

Ce générateur permet d'obtenir une tension HF comprise entre 1.5 et 220 MHz modulée soit en amplitude, soit en fréquence. Un quartz de référence étalonné à  $2.10^{-4}$  permet d'obtenir un réglage très précis sur 14 points de chacune des 5 gammes.



### CARACTÉRISTIQUES

Précision :  $\pm 1\%$ .  
Tension de sortie :  $1\mu V$  à 100 mV.  
Impédances de sortie : 52 ohms et 75 ohms.  
Excursion de fréquence : 0 - 25 Kc/s et 0 - 75 Kc/s. Ces chiffres pouvant être multipliés par 2, 4, 6 ou 8 pour les gammes supérieures.  
Modulation : 1000 p/s.  $\pm 5\%$ .  
Modulation d'amplitude de 0 à 50 % avec une distorsion inférieure à 5 % pour un taux de modulation de 30 %.



## VOLTMÈTRE ELECTRONIQUE



Type TF. 1.041 — 20 Hz à 700 MHz

Cet instrument précis et très stable permet des mesures de tension dans la gamme de fréquences de 20 Hz à 700 MHz. Il permet également les mesures de tensions en courant continu et les mesures de résistance. Les mesures de tensions en continu se font en asymétrique ou symétrique.



### CARACTÉRISTIQUES

Mesures de tensions en alternatif :  
0-300 V en 6 gammes.  
20 Hz à 700 MHz.  
Capacité d'entrée :  $< 2\mu F$   
Mesures de tensions en continu :  
0-1000 V en 7 gammes.  
Impédance d'entrée  
40 Mégohms.  
Mesure de résistance :  
0,2 ohm à 500 Mégohms  
en 7 gammes.

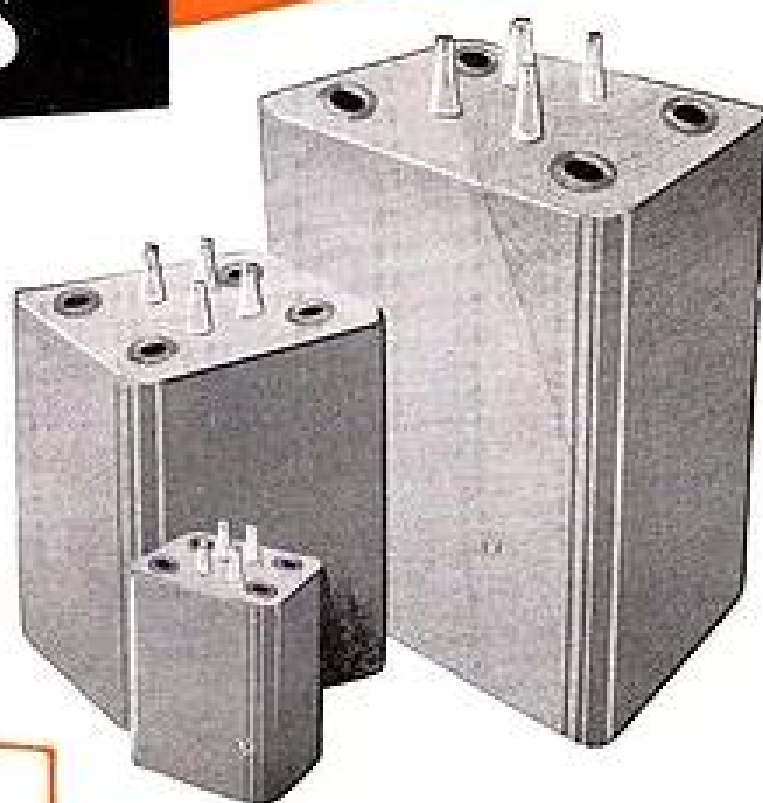
# LELAND RADIO IMPORT CO

M. BAUDET, 6, RUE MARBEUF, PARIS 8 - TÉL. ÉLY. 11.25

# 3 nouvelles séries de

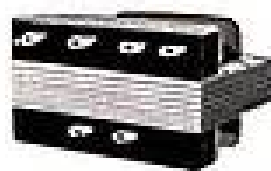
## TRANSFORMATEURS

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



TRANSFORMATEURS  
SUR CIRCUITS  
A GRAINS ORIENTÉS  
"C. CORE"

TRANSFORMATEURS  
MINIATURES  
POUR TRANSISTONS



### LABORATOIRE INDUSTRIEL D'ÉLECTRICITÉ

41, RUE ÉMILE-ZOLA - MONTREUIL-/S-BOIS - AVRON 39-20 +

MATÉRIEL DE QUALITÉ

# TECHNIQUE AVANCÉE

FABRICATION

*en série*

Ag. PUBLITEC-DOMENACH

★ PLATINE  
MFG 43

*Un AN a suffi*

... pour confirmer  
la qualité **indiscutable** de  
nos ensembles...

Ils sont **aujourd'hui adop-  
tés par les plus grandes  
marques.**

Leurs qualités correspondent  
très exactement à vos besoins.

- ★ Stabilité
- ★ Sécurité
- ★ Économie
- ★ Rendement

**C'est un matériel de  
classe internationale...**

★ Consultez nos services techniques

★ PIÈGE  
À IONS



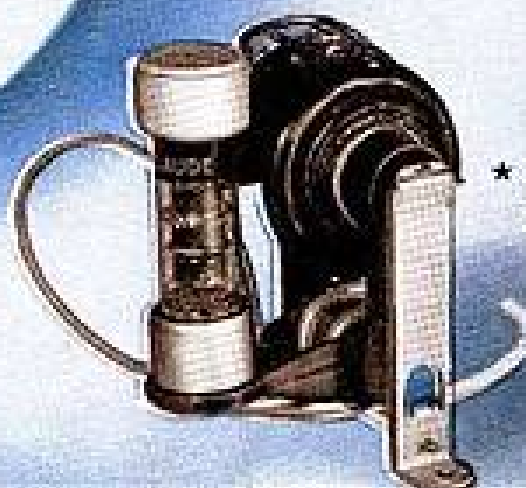
★ BOBINE DE  
DEFLEXION



★ CONCENTRATION  
BOBINÉE



★ CONCENTRATION  
PAR AIMANTS  
PERMANENTS



★ TRANSFORMATEUR  
DE SORTIE LIGNES  
T H T



**ETS RENÉ HALFTERMEYER**

33, AVENUE FAIDHERBE

— MONTREUIL-SOUS-BOIS —

TÉLÉPHONE : AVRON 28-90



# LES GRANDES MARQUES

# *Américaines*

## RADIO CORP. OF AMERICA

### V H F

TUBES RÉCEPTION et  
EMISSION toutes PUISSANCES



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

## SIERRA ELECTRONIC CORP.

### WATTMÈTKE HF

2 à 30 mégacycles



Modèle 141 - 25 à 250 Watts

Précision de Mesure de l'Impédance  $\pm 5\%$   
la Puissance  $\pm 10\%$   
Entrée en fiche coaxiale UG21 B/U.

## Mc JONES ELECTRONICS Co

### MICROMATCH série 700

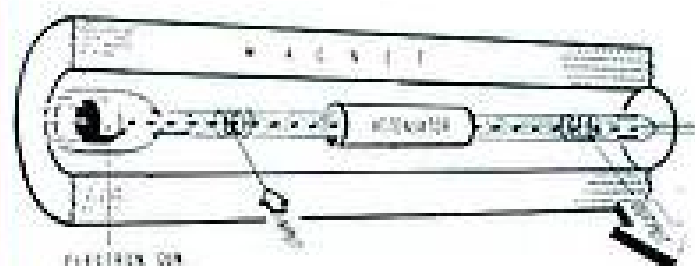


MESURES DE PUISSANCE ET DE T.O.S.  
DE 20 A 2.000 Mcs

Ces appareils robustes, compacts, et simples par l'utilisation d'un seul bouton, permettent les lectures suivantes : puissance incidente, puissance réfléchie, puissance vers la charge, et T.O.S. Munis d'une charge adaptée à la série 630, les Micromatch série 700 se transforment en Wattmètres à absorption (impédance 51 ohms).



## HUGGINS LABORATORIES INC



### Tubes à ondes progressives SOLENOÏDES

Fréquences de 2000 à 14000 mégacycles.



DISTRIBUTEURS OFFICIELS FRANCE ET U.F.

# RADIO-ÉQUIPEMENTS

65, r. de Richelieu  
PARIS 2<sup>e</sup>  
RIC. 49-88

★ **ANHYSSTER-  
MUMETAL**

Fe-Ni à haute  
perméabilité

★ **RECTIMPHY**

Pour amplificateurs  
magnétiques

★ **IMPHYSIL**

Fe-Si orienté  
à faibles pertes

★ **DILVER-  
PLATINITE**

Soudables au verre

★ **INVAR-ADR**

A faible dilatation

★ **SUPER-  
NICKIMPHY**

Nickel pour  
cathodes

★ **BILAMES**

Régulation  
thermostatique

★ **JOULPHY**

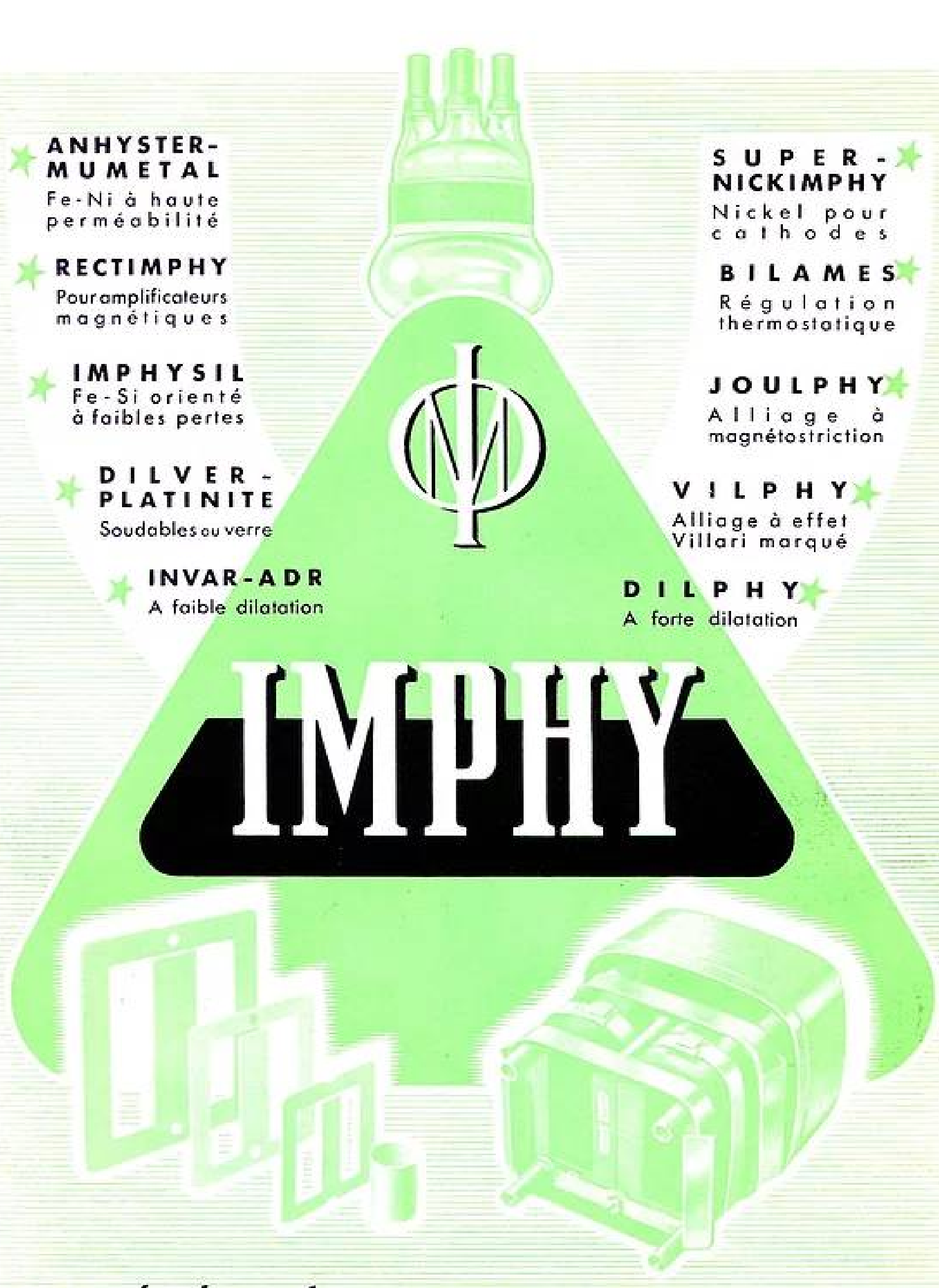
Alliage à  
magnétostriction

★ **VILPHY**

Alliage à effet  
Villari marqué

★ **DILPHY**

A forte dilatation



# IMPHY

**SOCIÉTÉ MÉTALLURGIQUE D'IMPHY**

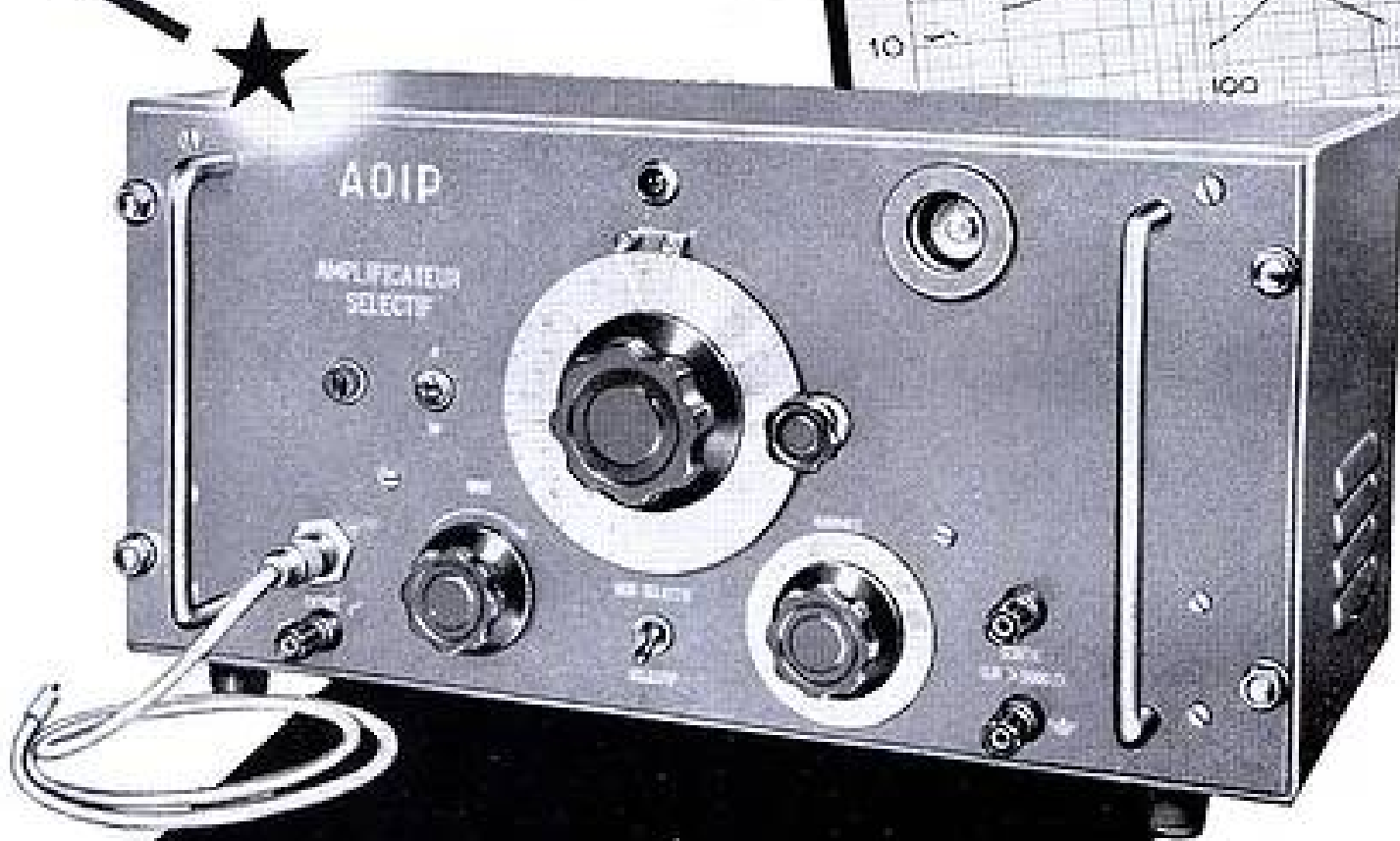
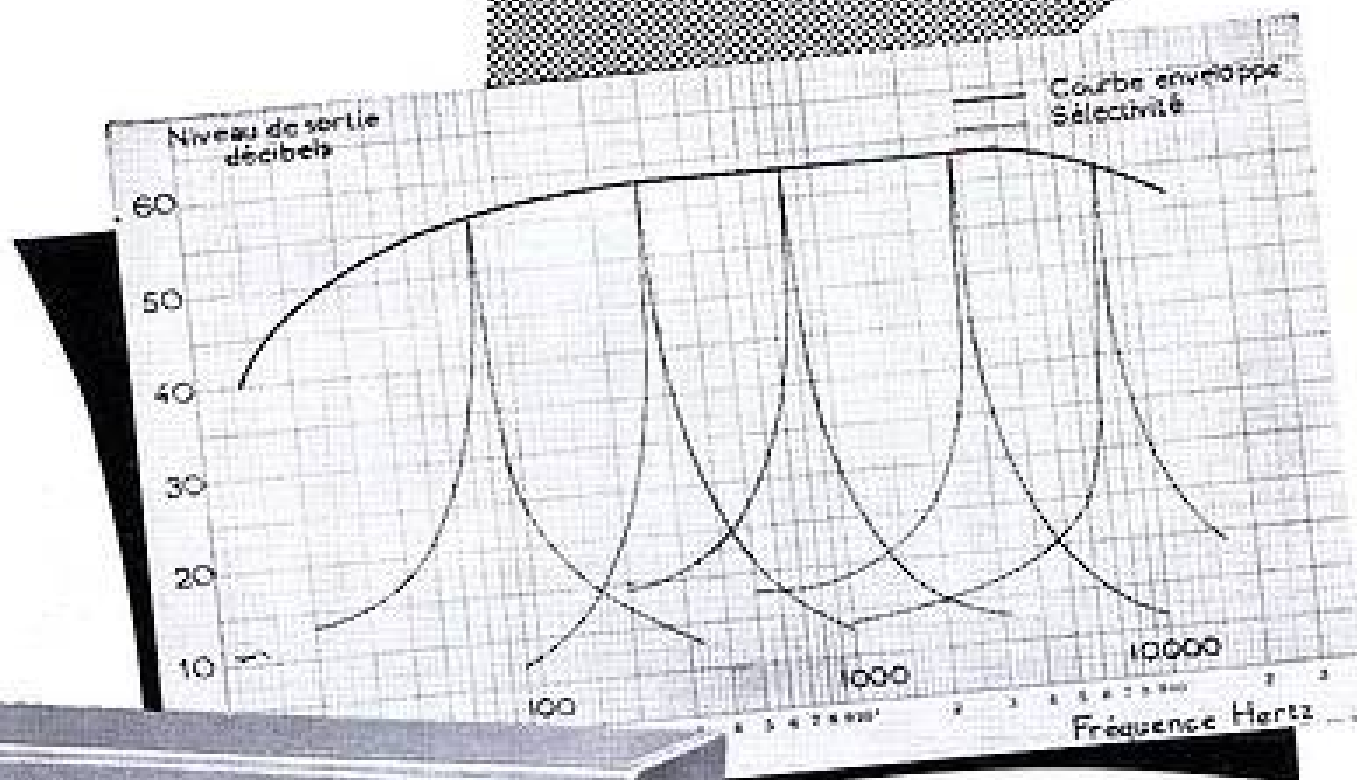
84, RUE DE LILLE, PARIS-7° ★ TÉLÉPHONE INV. 38-14



# AMPLIFICATEUR DÉTECTEUR SÉLECTIF

Couvre toute la gamme  
DE 12 A 12.000 Hz  
SANS DISCONTINUITÉ

Gain : 55 db en sélectif  
62 db en non sélectif  
Réglage continu par vernier  
étalonné en fréquence.  
En sélectif, affaiblissement de  
35 db sur l'harmonique 2.  
Trèfle cathodique. Réglage de  
sensibilité.



## Applications diverses

- Appareil de zéro dans les méthodes d'opposition (ponts, potentiomètres à courant alternatif, etc...).
- Analyseur d'harmoniques.
- Appareil à sélectivité variable.
- Fréquencemètre.
- Voltmètre électronique sélectif.
- Préamplificateur d'oscilloscope.
- Appareil d'alimentation pour les ponts de mesure ou simple filtre passe-bas associé à une source de tension alternative.

# AOIP

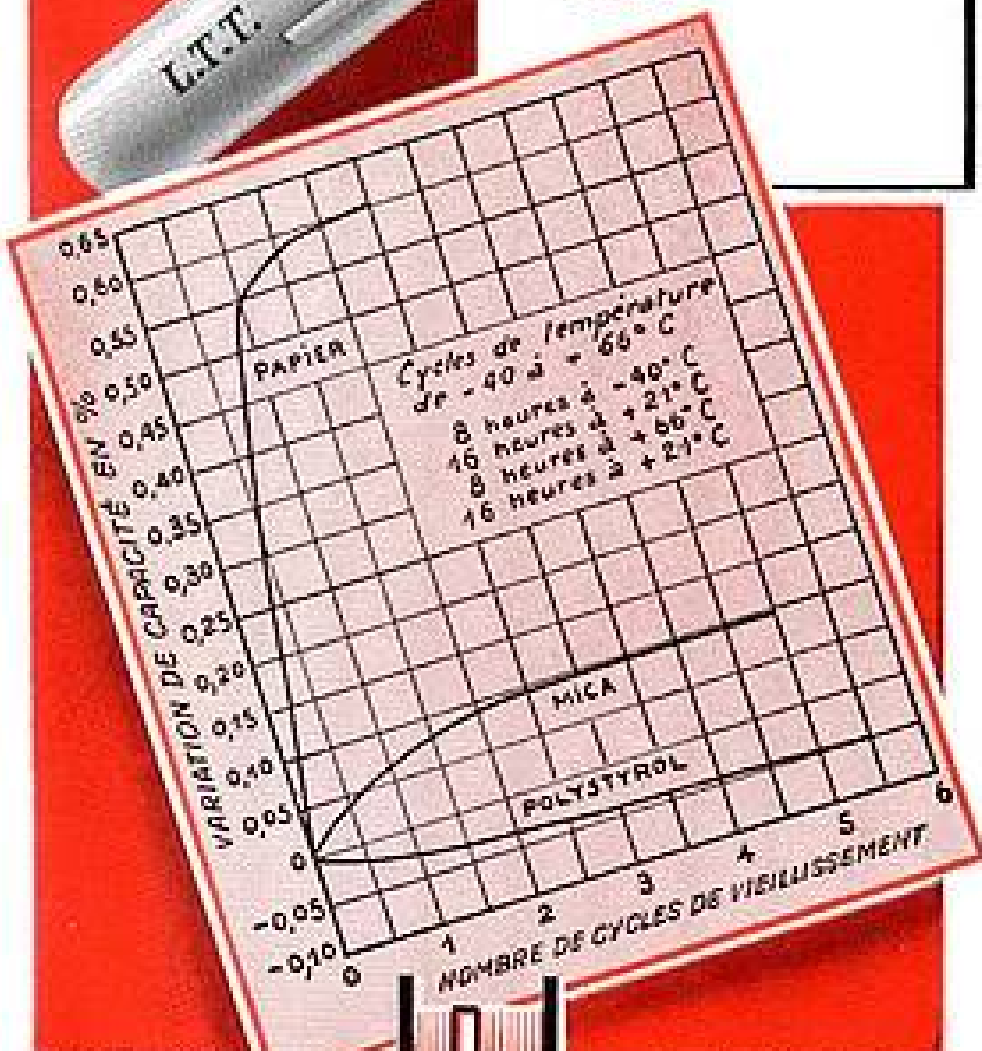
8 A 14, RUE CH. FOURIER - PARIS  
TÉL. GDB. 83-00 - TÉLÉGR. ASSOPRECI

# Stabilité...

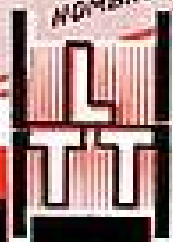
AG. PUBLÉDITEC-DOVENACH

## CONDENSATEURS AU *Polystyrol* PUR

- \* RÉSISTANCE D'ISOLEMENT TRÈS ÉLEVÉE.
- \* COEFFICIENT DE TEMPÉRATURE NÉGATIF  $-200.10^{-6}$  par degré C.
- \* TEMPÉRATURES LIMITES D'UTILISATION  $-40^{\circ} + 70^{\circ}$  C.
- \* ANGLE DE PERTE  $< 5.10^{-4}$



LIGNES TÉLÉGRAPHIQUES ET TÉLÉPHONIQUES



87, RUE DE LA FAISANDERIE, PARIS-16<sup>e</sup>  
Téléphone : TROCADERO 45-50

## COMPAGNIE INDUSTRIELLE DES TÉLÉPHONES

2 RUE DE L'INGÉNIEUR ROBERT-KELLER  
PARIS XV<sup>e</sup>  
VAU. 38-70



POSTES TÉLÉPHONIQUES  
ET D'INTERCOMMUNICATION

ÉQUIPEMENTS TÉLÉGRAPHIQUES  
ET TÉLÉPHONIQUES A  
COURANTS PORTEURS

CENTRAUX TÉLÉPHONIQUES  
ET TÉLÉGRAPHIQUES  
PUBLICS ET PRIVÉS

TÉLÉCOMMANDE

RADIODIFFUSION SONORISATION

PUBLIRARY

PIÈCES DÉTACHÉES POUR L'ÉLECTRONIQUE

de la grande précision...

**CONDENSATEURS  
CÉRAMIQUES**

**CONDENSATEURS  
électrolytiques  
au TANTALE**

**RÉSISTANCES**

**THERMISTANCES**

**FERRITES**

**LCC**

...à la grande série

LE CONDENSATEUR CÉRAMIQUE L.C.C.

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

S.F.R. AFRIQUE, 32, BOULEVARD DE LA RÉPUBLIQUE - CASABLANCA

# comptage électronique

**pour le laboratoire**

## MESURE

- des temps
- des fréquences
- des périodes
- des longueurs
- des angles
- des vitesses
- etc...

**et l'atelier**

## COMPTAGE

de tout  
ce qui est traduisible  
en impulsions électriques  
jusqu'à  
1 MILLION D'OBJETS  
PAR SECONDE.



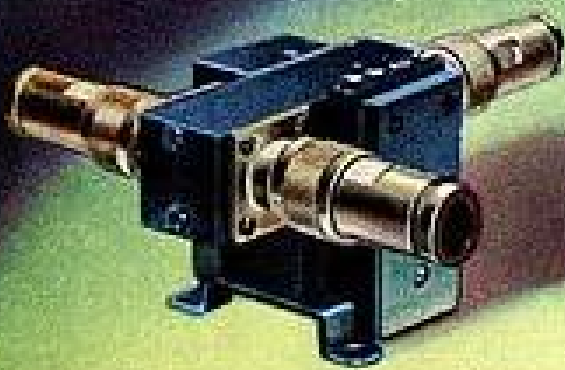
TYPE 45.18.1.  
COMPTEUR A 1 ME  
LICENCE L.C.A.

# BELIN

ETABLISSEMENTS EDOUARD BELIN  
296, AVENUE NAPOLEON BONAPARTE  
A RUEIL-MALMAISON (S.-et-O.)  
WAG 93-63 et MAL 05-54



# RELAIS CLASSIQUES ET Spéciaux



RELAIS DE TÉLÉCOMMANDE  
ou de signalisation  
DE TÉLÉCOMMUTATION  
d'antennes ou de circuits H.F.  
(normaux ou coaxiaux)  
DE DÉMARRAGE DE MOTEURS  
ou commutatrices (nus ou en coffret)  
DE PROTECTION  
haute et moyenne tension

## ETS S. GAILLARD

12 BIS, RUE DES PAVILLONS, CHATILLON S/BAGNEUX - ALÉ. 33-96

PLUS DE 400 MODÈLES DIFFÉRENTS EN SERVICE





## ALIMENTATION KLYSTRON

*type 255*

|                                   |                                                                                                                                                                                   |
|-----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Tension anode réglable .....      | de 200 à 350 V                                                                                                                                                                    |
| Régulation .....                  | $\pm 0,5$ V pour $\pm 10$ % du secteur                                                                                                                                            |
| Courant anode maximum .....       | 50 mA                                                                                                                                                                             |
| Tension réflecteur réglable ..... | entre 0 et $-250$ V                                                                                                                                                               |
| Régulation .....                  | $\pm 0,5$ V pour $\pm 10$ % du secteur                                                                                                                                            |
| Tension filament .....            | 6,3 V                                                                                                                                                                             |
| Courant filament .....            | 2 ampères maximum                                                                                                                                                                 |
| Modulation                        | <div> <div>interieure, signaux carrés : 1 kc/s</div> <div>amplitude réglable</div> </div> <div> <div>extérieure, dents de scie : 1 kc/s</div> <div>de 0 à 50 V crête</div> </div> |
| Alimentation .....                | 110-130-150-220-240 V 50 p/s                                                                                                                                                      |
| Dimensions .....                  | 440 $\times$ 290 $\times$ 280 mm                                                                                                                                                  |
| Poids .....                       | 25 kg environ                                                                                                                                                                     |

## ALIMENTATION KLYSTRON

*type 257*

Prévue pour Klystron KR 142 B incorporé.

Tension anode : 400 V • Régulation :  $\pm 0,5$  V pour  $\pm 10$  % du secteur • Courant anode maximum : 65 mA • Tension réflecteur réglable : entre 0 et  $-250$  V • Régulation :  $\pm 0,5$  V pour  $\pm 10$  % du secteur • Tension filament réglable : de 4 à 9 volts • Courant filament : 3 ampères maximum • Alimentation : 110-130-150-220-240 V 50 p/s • Dimensions (mm) : 440  $\times$  280  $\times$  380 • Poids : 25 kg environ.

*type 251*

Tension anode variable : de 500 à 2300 V • Régulation : (0,05 % pour  $\pm 10$  % secteur de 500 à 1600 V) - (0,07 % pour  $\pm 10$  % secteur de 1600 à 2300 V) • Tension de renflement : 40 mV maximum • Courant anode : 35 mA de 500 à 1600 V - 20 mA de 1500 à 2300 V • Tension réflecteur : Variable de 0 à 600 V • Régulation : 0,03 % pour  $\pm 10$  % secteur • Tension de renflement : 15 mV maximum • Courant réflecteur : 10 mA maximum • Tension de polarisation : Variable de 0 à  $-150$  • Tension filament : 6,3 V • Courant filament : 1,5 A • Alimentation : 115-130-150-220-240 V 50 p/s • Dimensions (mm) : 300  $\times$  450  $\times$  550 • Poids : 30 kg environ.



## WATTMÈTRE 3 CM

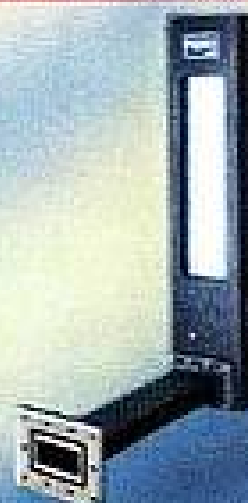
*type 451*

|                           |                               |
|---------------------------|-------------------------------|
| Gamme de fréquence .....  | 8600-9600 Mc/s                |
| Elément de mesure .....   | Thermistor                    |
| Gamme d'utilisation ..... | 0,2 à 2 mW                    |
| Précision .....           | $\pm 5$ %                     |
| Standard guide .....      | RG 52/U                       |
| Alimentation .....        | 110-130-150-220-240 V 50 p/s  |
| Dimensions (mm) .....     | 200 $\times$ 300 $\times$ 100 |
| Poids .....               | 3 kg environ                  |

## WATTMÈTRE A COIN D'EAU 10 CM

*type WG 7*

|                                  |                     |
|----------------------------------|---------------------|
| Gamme de fréquence .....         | 2900-3.550 Mc/s     |
| Standard guide .....             | CNET $\lambda/7$    |
| Dispositif de mesure .....       | Thermomètres        |
| Gamme d'utilisation .....        | 10 W à 1200 W moyen |
| Taux d'ondes stationnaires ..... | Inférieur à 1,07    |

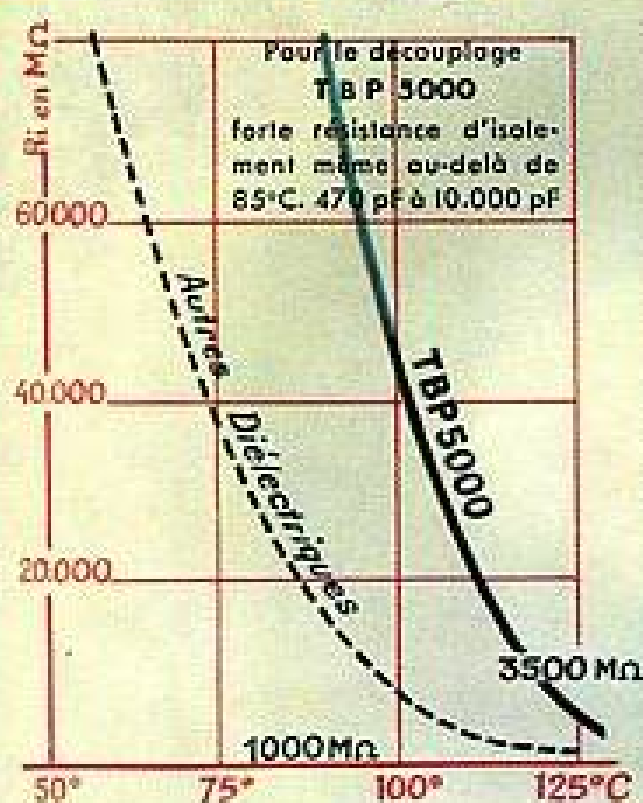


### LABORATOIRES RENÉ DERVEAUX

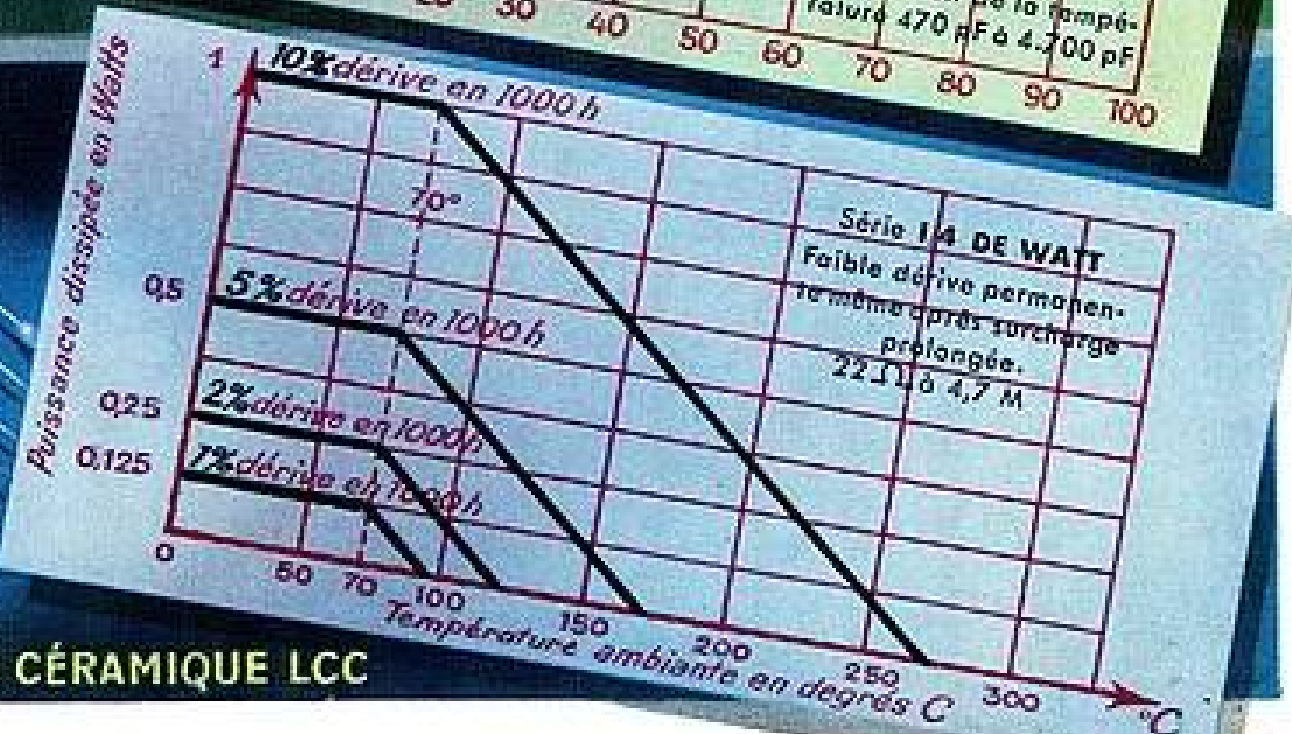
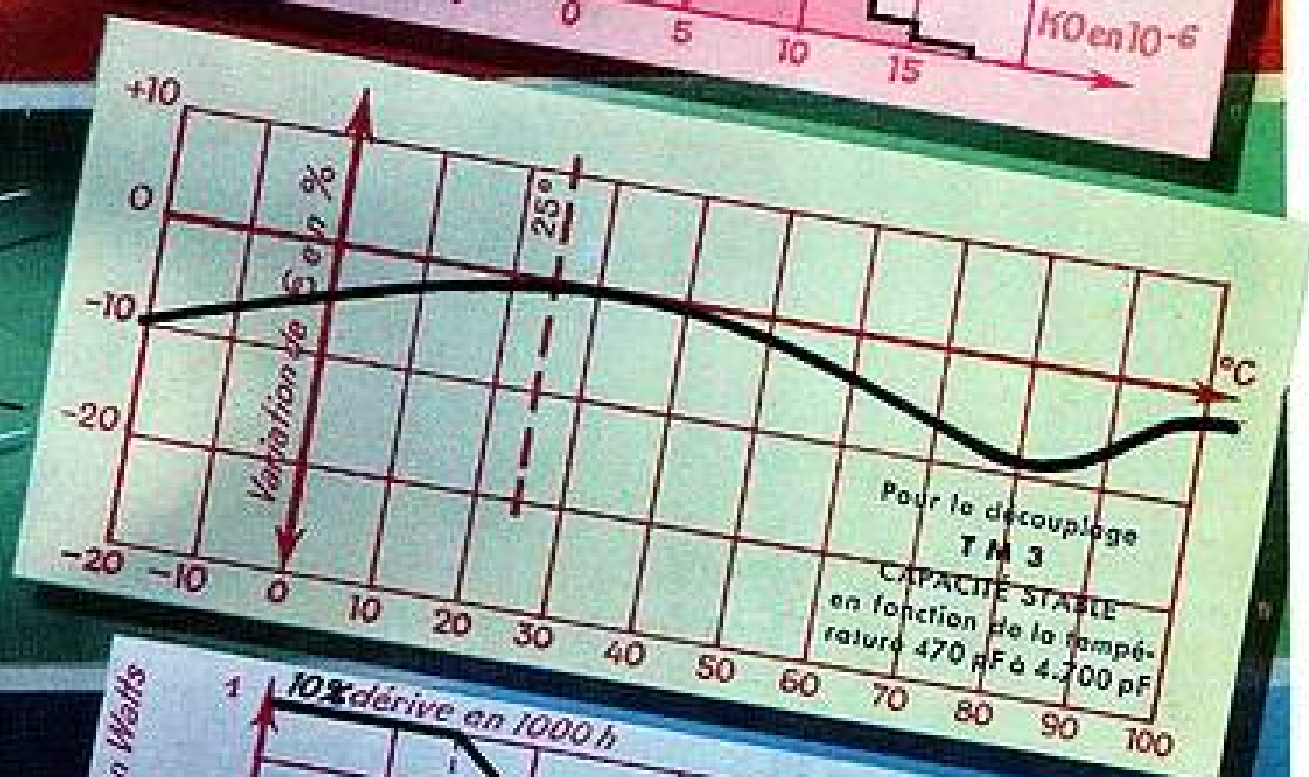
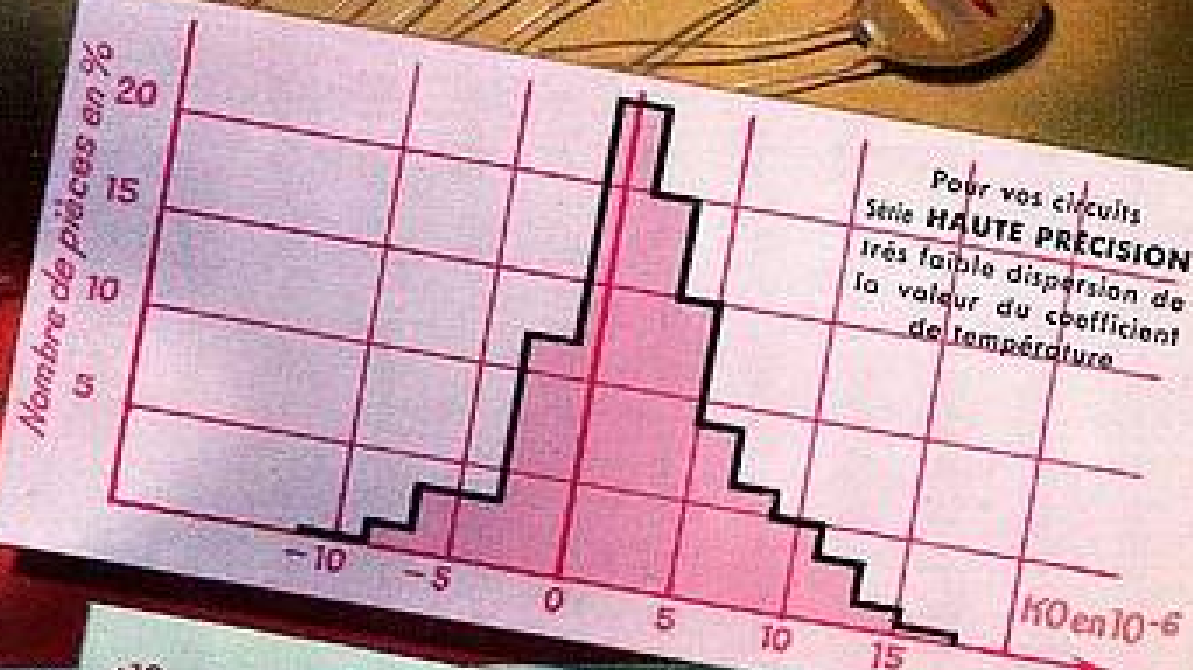
6, Rue Jules-Simon - BOULOGNE-sur-SEINE - Tél. : MOL. 37-00

## CONDENSATEURS

### Céramiques



## Nouvelles PIÈCES DÉTACHÉES LCC



## RÉSISTANCES

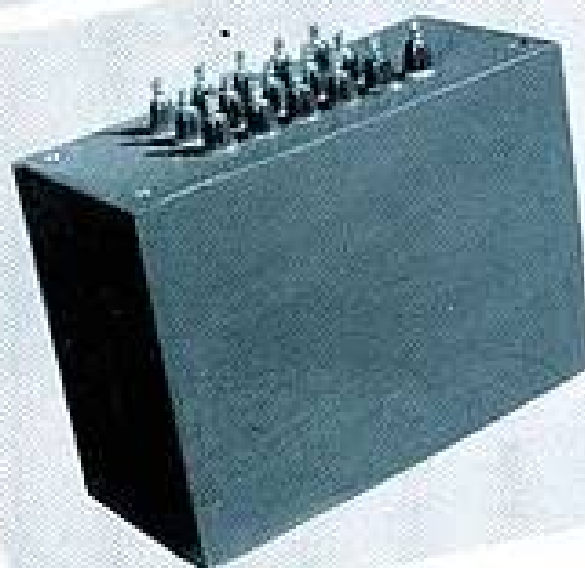
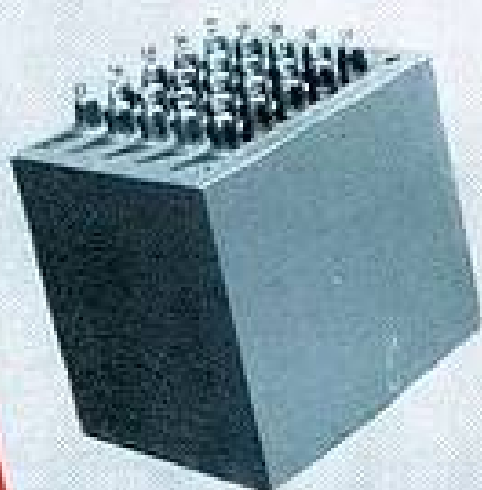
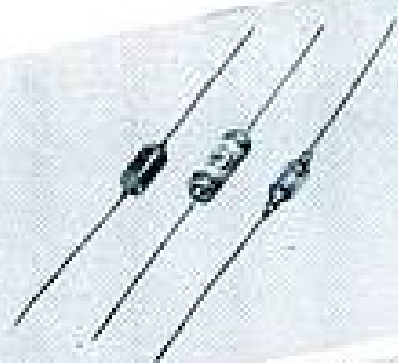
### Subminiatures



LE **LCC** CONDENSATEUR CÉRAMIQUE LCC

SERVICES COMMERCIAUX : 22, RUE DU GÉNÉRAL FOY, PARIS-8° LAB. 38-00

EN BOITIERS  
ÉTANCHES  
ÉLÉMENTS  
REDRESSEURS  
DE  
HAUTE QUALITÉ



COMPAGNIE DES FREINS ET SIGNAUX  
**WESTINGHOUSE**  
DÉPARTEMENT REDRESSEURS

51, Rue Lacordaire - Paris 15<sup>e</sup> - LE Courbe 46-20

• WESTALITE • OXYMÉTAL  
• GERMANIUM  
• CELLULES PHOTO-ÉLECTRIQUES WESTAPHOT

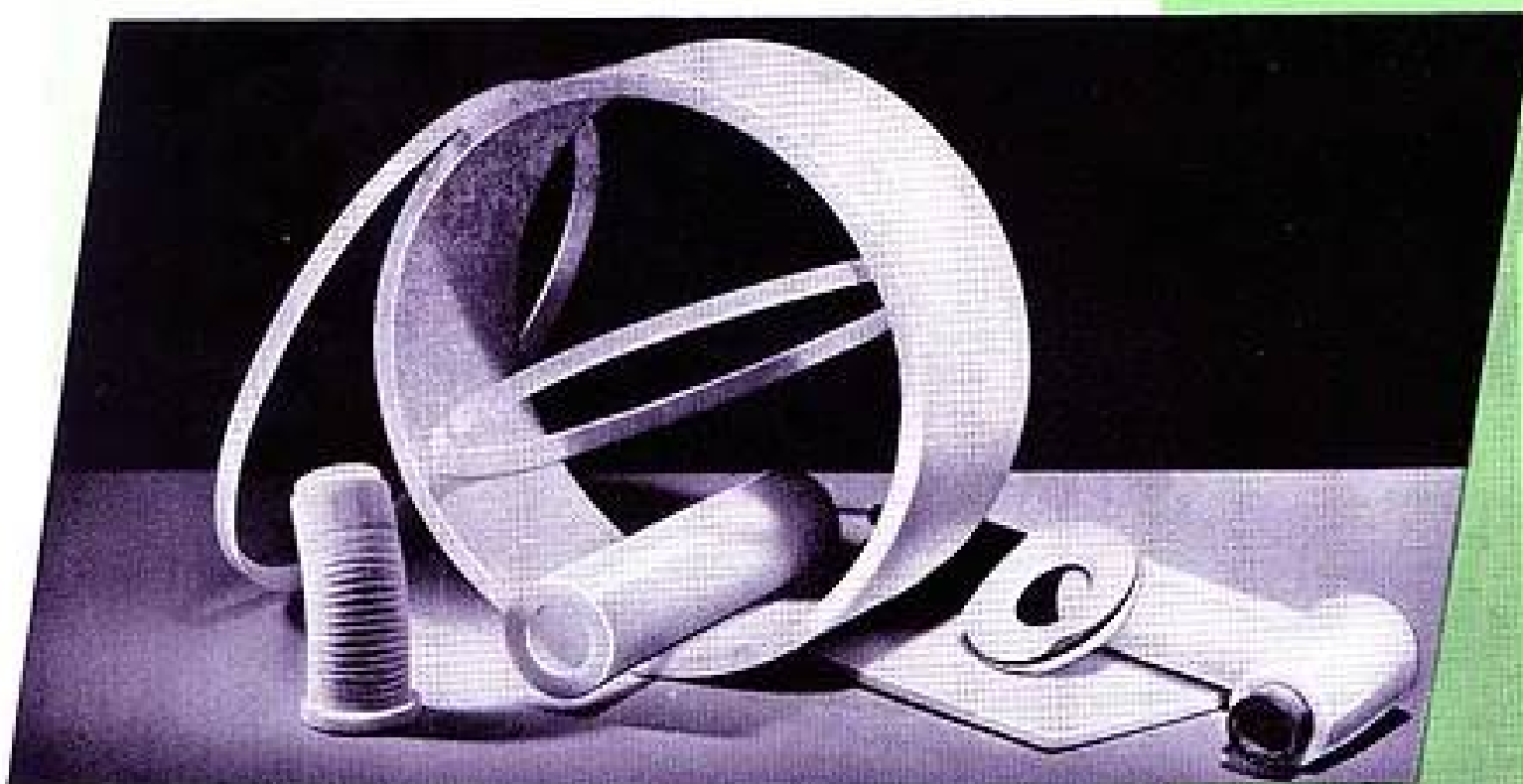
EPPOLT



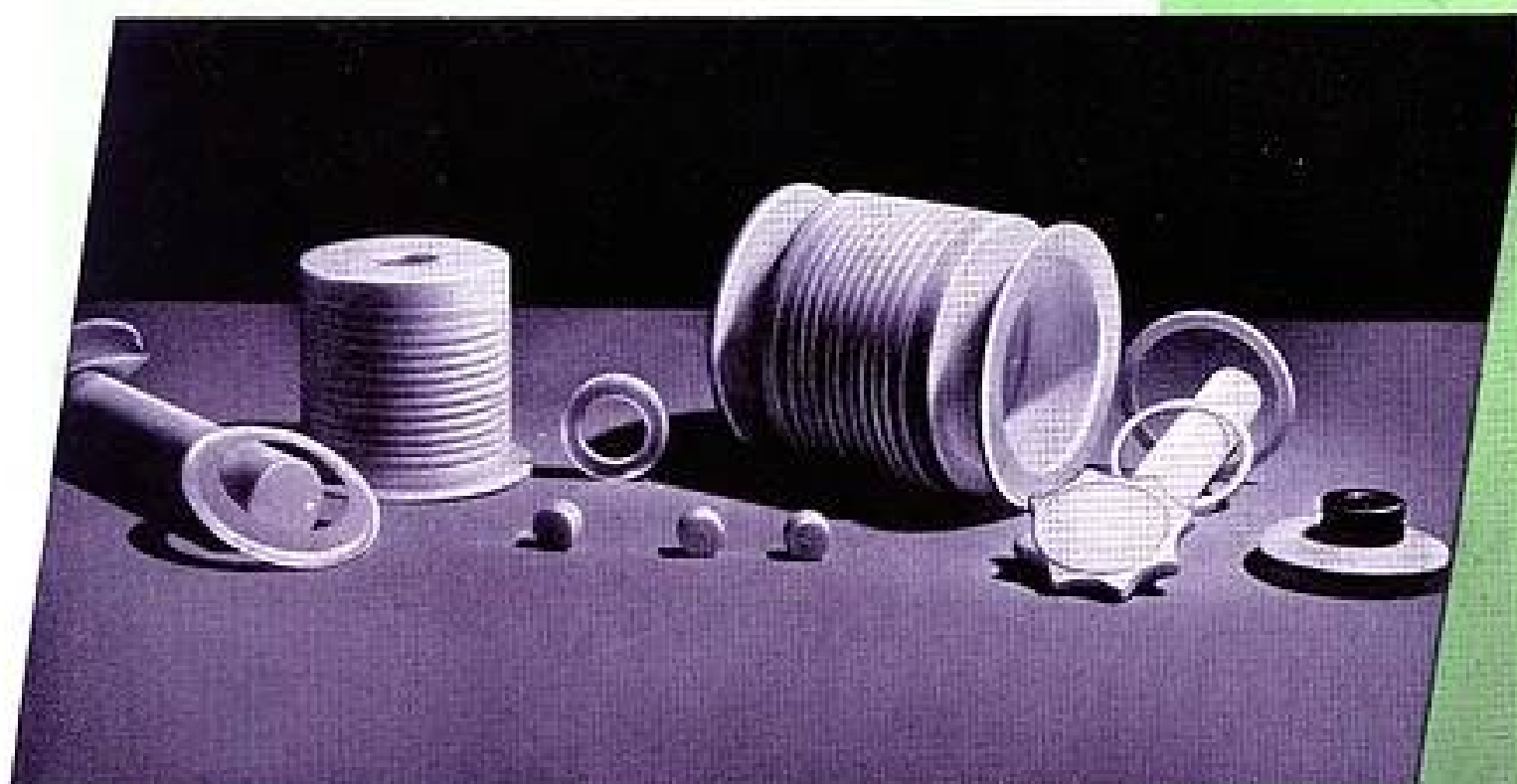
À L'AVANT-GARDE DES TECHNIQUES ÉLECTRONIQUES

# le TEFLON

AGENCE PUBLIDITEC - DOMENACH



**STABLE ENTRE  
-80° et +280°C**  
—  
**POUVOIR ISOLANT  
UNIQUE**  
—  
**CHIMIQUEMENT  
INERTE**  
—  
**ANTI-ADHÉSIF**  
—  
**HYDROFUGE**



**TOUTES PIÈCES  
SPÉCIALES  
MOULÉES & USINÉES**

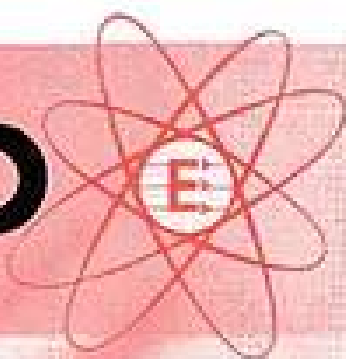
- Joints et garnitures spéciaux.
- Soufflets pour toutes applications.
- Recouvrement épais.
- Pièces décolletées.
- Toutes pièces sur plan.

# TEFLON

P. VIENNOT

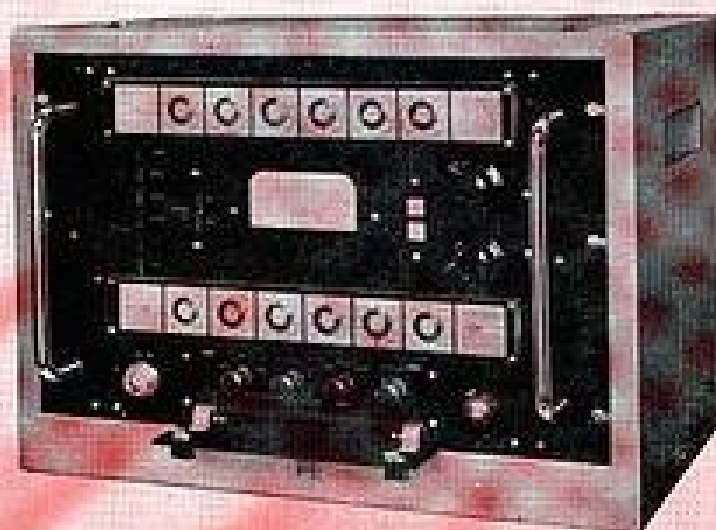
73, RUE DE LA VALLÉE DU BOIS - CLAMART (SEINE) ★ TÉL. MIC. 43-25

# EKCO



**ELECTRONICS LIMITED**  
Grande-Bretagne

- Amplificateurs linéaires - N 567, N 568
- Appareil de mesure des résistances élevées - N 535
- Alimentation stabilisée - N 570
- Détecteur pour recherche minéralogique N 533
- Détecteurs contrôleurs de radioactivité - N 569, MRS 2, N 571, N 554, N 555.
- Intégrateur - N 522
- Échelles de comptage - N 526, N 529 - N 530
- Compteurs de scintillations - N 550, N 559 A, N 559 B
- Compteurs GM
- Cristaux pour scintillateurs
- Appareillage auxiliaire pour manipulations et laboratoire
- Jauges d'épaisseur à simple et double canaux - N 562 - N 565



#### N 530 — Echelle Automatique

- Comptage prédéterminé
- Temps de résolution 5 micro-secondes
- Alimentation stabilisée pour G.M.



#### N 572 — Electromètre à lame vibrante

- 4 gammes de tension 30 - 100 - 300 - 1000 mV
- 3 Résistances d'entrée  $10^8$ ,  $10^{10}$ ,  $10^{12}$  ohms
- Stabilité :  $\pm 1$  mV par 24 heures.

★ **AGENT EXCLUSIF**  
**FRANCE & U.F**  
**DÉMONSTRATION-VENTE**  
**ENTRETIEN-RÉPARATION**

# JOUAN

S. A. AU CAP. DE 108.000.000 DE FRF  
**113, boulevard Saint-Germain**  
**PARIS-6<sup>e</sup> — Tél. : ODÉon 91-46**



# 5

# NOUVEAUX OSCILLOSCOPES PHILIPS

## L'Oscilloscope B.F. à couplage direct, GM 5656

- 2 amplificateurs identiques (0 à 200 kc : s)
- Base de temps : 0,1 c : s à 15 000 c : s.

## L'Oscilloscope miniature H.F. à couplage direct, GM 5650

- Utilisable jusqu'à 10 Mc : s
- Base de temps : 15 ms/cm à 0,5  $\mu$ s/cm.

## L'Oscilloscope H.F. de Service, GM 5644

- Utilisable jusqu'à 10 Mc : s
- Base de temps : 30 ms/cm à 0,3  $\mu$ s/cm
- Atténuateurs et sélecteurs à positions fixes calibrées.

## L'Oscilloscope H.F. à large bande, GM 5662

- Utilisable jusqu'à 25 Mc : s
- Base de temps : 6 ms/cm à 0,12  $\mu$ s/cm
- Etalonnage en temps et en tension.

## L'Oscilloscope industriel à couplage direct, GM 5666

- Gain élevé : 0 à 40 kc : s [1 mVeff/cm]
- Base de temps : 0,3 s/cm à 1,5  $\mu$ s/cm.

Demandez  
notre  
documentation  
N° 581A

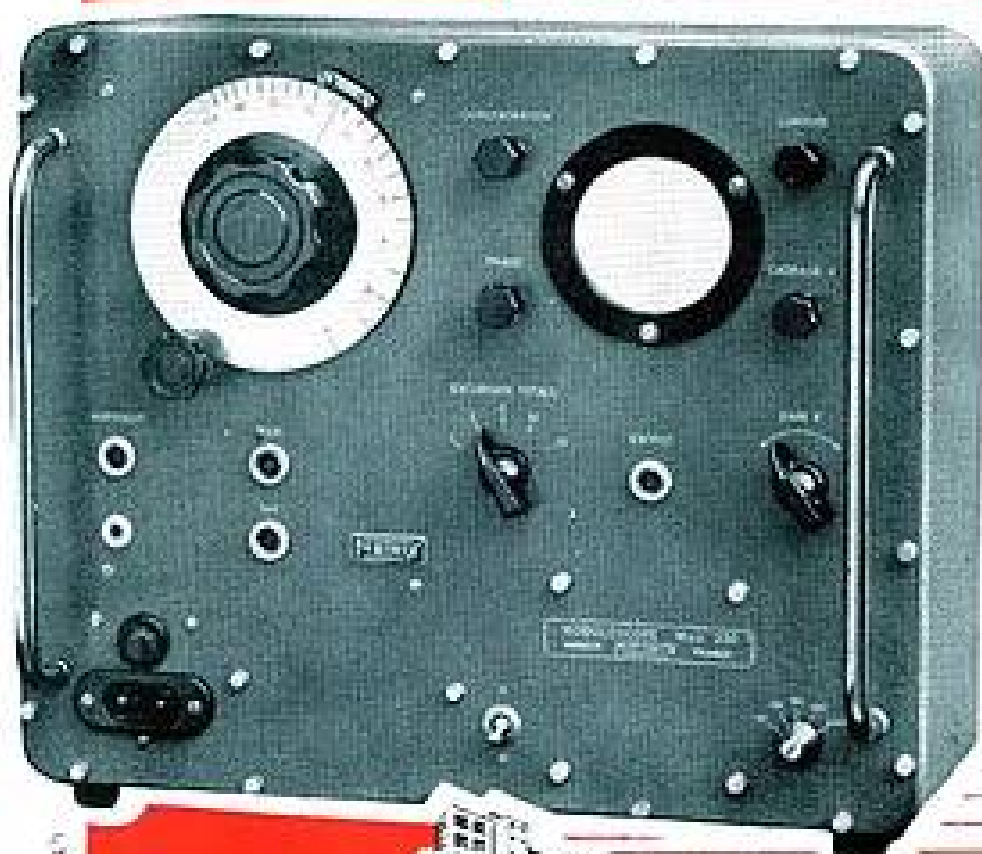
TOUTES LES BASES DE TEMPS SONT  
SYNCHRONISÉES, DÉCLENCHÉES  
MONOCOURSES.



## PHILIPS-INDUSTRIE

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

# RÉGLAGE et CONTRÔLE TV & FM



## WOBULOSCOPE MODÈLE 230

Pour le réglage et le contrôle des amplificateurs à large bande des récepteurs de Télévision et à modulation de fréquence - Oscilloscope incorporé, l'amplitude des marqueurs ainsi que leur position est totalement indépendante de l'amplification du circuit à contrôler - La tension H.F. de marquage n'étant pas appliquée au téléviseur sous mesure, ne peut ni saturer ni déformer la courbe.

### CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES

**FRÉQUENCE** : 5 à 220 Mc/s en une gamme - **TENSION DE SORTIE** : 50 mV et 1 mV - **IMPÉDANCE DE SORTIE** : 75  $\Omega$  - **EXCURSION TOTALE** : 1-2-5-10-20 Mc/s - **SIMPLE TRACE - DOUBLE TRACE** pour le calage de phase. Extinction de la trace de retour par le Wehnelt - **MARQUAGE** : par tension ext. de 100 mV à 10 mV pouvant être fournie par les générateurs METRIX 900-925-936. Aucun marqueur parasite. Largeur du "pip" indépendante de l'excursion. **TUBE CATHODIQUE** : diam. 7 cm.

Commandes : luminosité - concentration - cadrage vertical - phase - gain.

**DIMENSIONS** : 425 x 335 x 230 mm. - **POIDS** : 12,4 kg.

# METRIX

**COMPAGNIE GÉNÉRALE  
DE MÉTROLOGIE**  
ANNECY - FRANCE • BOITE POSTALE 30

AGENTS : ALGER, 14, Rue d'Alger - (R) 19 02 04 - CAEN, 10, Rue de la Gare - (R) 19 02 04 - CLERMONT-FERRAND, 10, Rue de la Gare - (R) 19 02 04 - COCOT, 10, Rue de la Gare - (R) 19 02 04 - DIJON, 10, Rue de la Gare - (R) 19 02 04 - LILLE, 10, Rue de la Gare - (R) 19 02 04 - LYON, 10, Rue de la Gare - (R) 19 02 04 - MARSEILLE, 10, Rue de la Gare - (R) 19 02 04 - MONTPELLIER, 10, Rue de la Gare - (R) 19 02 04 - NANTES, 10, Rue de la Gare - (R) 19 02 04 - NICE, 10, Rue de la Gare - (R) 19 02 04 - ORLÉANS, 10, Rue de la Gare - (R) 19 02 04 - PARIS, 10, Rue de la Gare - (R) 19 02 04 - ROUEN, 10, Rue de la Gare - (R) 19 02 04 - STRASBOURG, 10, Rue de la Gare - (R) 19 02 04 - TUNIS, 10, Rue de la Gare - (R) 19 02 04 - VALENCIENNES, 10, Rue de la Gare - (R) 19 02 04 - VITRY, 10, Rue de la Gare - (R) 19 02 04 - ARGENTINE, 10, Rue de la Gare - (R) 19 02 04 - AUSTRALIE, 10, Rue de la Gare - (R) 19 02 04 - BELGIQUE, 10, Rue de la Gare - (R) 19 02 04 - BRÉSIL, 10, Rue de la Gare - (R) 19 02 04 - CANADA, 10, Rue de la Gare - (R) 19 02 04 - CHILI, 10, Rue de la Gare - (R) 19 02 04 - COLOMBIE, 10, Rue de la Gare - (R) 19 02 04 - CÔTE D'IVOIRE, 10, Rue de la Gare - (R) 19 02 04 - ESPAGNE, 10, Rue de la Gare - (R) 19 02 04 - ÉTATS-UNIS, 10, Rue de la Gare - (R) 19 02 04 - FRANCE, 10, Rue de la Gare - (R) 19 02 04 - GABON, 10, Rue de la Gare - (R) 19 02 04 - GUINÉE, 10, Rue de la Gare - (R) 19 02 04 - HONGRIE, 10, Rue de la Gare - (R) 19 02 04 - INDONÉSIE, 10, Rue de la Gare - (R) 19 02 04 - JAPON, 10, Rue de la Gare - (R) 19 02 04 - KENYA, 10, Rue de la Gare - (R) 19 02 04 - LIBAN, 10, Rue de la Gare - (R) 19 02 04 - MAROC, 10, Rue de la Gare - (R) 19 02 04 - MEXIQUE, 10, Rue de la Gare - (R) 19 02 04 - NIGER, 10, Rue de la Gare - (R) 19 02 04 - NOROUEGE, 10, Rue de la Gare - (R) 19 02 04 - OMAN, 10, Rue de la Gare - (R) 19 02 04 - PAKISTAN, 10, Rue de la Gare - (R) 19 02 04 - PÉROU, 10, Rue de la Gare - (R) 19 02 04 - PORTUGAL, 10, Rue de la Gare - (R) 19 02 04 - ROUMANIE, 10, Rue de la Gare - (R) 19 02 04 - RUSSIE, 10, Rue de la Gare - (R) 19 02 04 - SÉNÉGAL, 10, Rue de la Gare - (R) 19 02 04 - SINGAPOUR, 10, Rue de la Gare - (R) 19 02 04 - SUÈDE, 10, Rue de la Gare - (R) 19 02 04 - SUISSE, 10, Rue de la Gare - (R) 19 02 04 - THAÏLANDE, 10, Rue de la Gare - (R) 19 02 04 - TUNISIE, 10, Rue de la Gare - (R) 19 02 04 - TURQUIE, 10, Rue de la Gare - (R) 19 02 04 - URUGUAY, 10, Rue de la Gare - (R) 19 02 04 - VÉNÉZUELE, 10, Rue de la Gare - (R) 19 02 04 - YÉMEN, 10, Rue de la Gare - (R) 19 02 04 - ZAMBIE, 10, Rue de la Gare - (R) 19 02 04 - ZANZIBAR, 10, Rue de la Gare - (R) 19 02 04 - ZIMBABWE, 10, Rue de la Gare - (R) 19 02 04

# Nouvelle MIRE Multistandard

## 819-625 LIGNES TYPE 260

Spécialement conçue pour les normes françaises, belges et européennes.

### CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES

**BARRES HORIZONTALES** variables jusqu'à suppression.

**SIGNAUX DE SYNCHRONISATION** à fronts très raides.

**TENSION DE SORTIE** positive ou négative réglable de 0 à 15 V. crête à crête.

**FRÉQUENCE SIGNAL-SON** : 1.000 c/s. env.

**DEUX MODULATEURS** : IMAGE SON

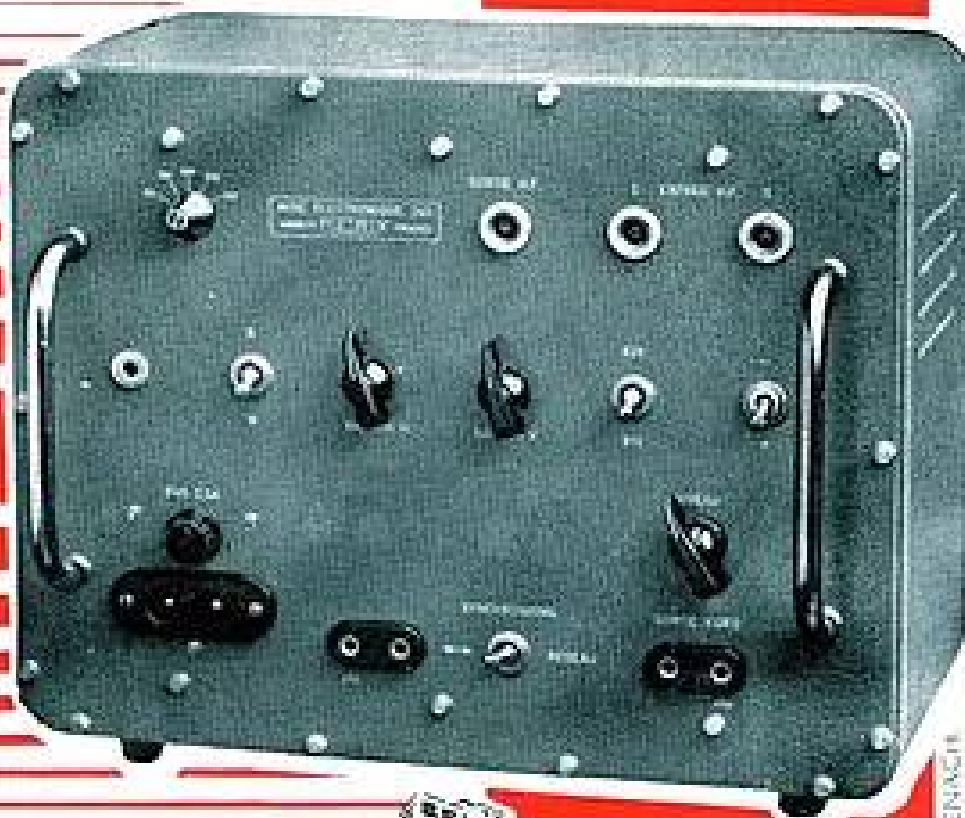
**TENSION H.F. A INJECTER** : 100 mV max. 100 mV max.

**IMPÉDANCE D'ENTRÉE** : 75  $\Omega$  75  $\Omega$

**TENSION DE SORTIE** : 5 mV sur 75  $\Omega$  6 dB au-dessous niveau image

**SORTIE COMMUNE** pour les deux modulateurs.

**DIMENSIONS** : 330x270x220 mm. - **POIDS** : 9,3 kg.



**COMPAGNIE GÉNÉRALE  
DE MÉTROLOGIE**  
ANNECY - FRANCE • BOITE POSTALE 30

# METRIX

# UN DÉPANNAGE COÛTE CHER!



Le prix d'achat des condensateurs est minime par rapport au coût des installations compliquées qu'ils équipent. Le moindre incident de fonctionnement d'un condensateur : instabilité, pénétration de l'humidité ou encore, claquage brutal d'un diélectrique calculé trop juste, amène des perturbations considérables qui souvent ne peuvent être décélées que par de longues recherches. L'examen est encore plus coûteux si, au lieu d'être demeurée sur place, l'installation a été envoyée Outre-Mer ou à l'Etranger. Dans ce cas, le déplacement d'ingénieurs et de Monteurs s'avère nécessaire.

C'est une économie mal comprise que d'adopter des condensateurs bon marché à épaisseur insuffisante de diélectrique. Assurez-vous contre les frais de dépannage en choisissant les condensateurs au mica STEAFIX. Rigoureusement stables, d'une étanchéité totale, utilisant des micas de première qualité, calculés largement, les condensateurs STEAFIX fonctionnent pendant des années sans incident se révélant ainsi non seulement les meilleurs, mais encore les plus économiques.

Les Condensateurs STEAFIX sont à l'épreuve du temps et du mauvais temps

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*



# CFTH

## Télévision Industrielle

### Contrôle à Distance

- Contrôle du traitement et des manipulations de matériaux radioactifs.
- Examen de l'état de surface de barreaux d'uranium et de leurs gaines.
- Observation de l'intérieur de piles atomiques.
- Surveillance de locaux d'accès dangereux.



- Balayage entrelacé à 637 ou 819 lignes.
- Large bande passante des amplificateurs.
- **HAUTE DÉFINITION.**
- Tube analyseur de type VIDICON.
- Amplificateur vidéo à gain élevé.
- **GRANDE SENSIBILITÉ.**
- Régulation de toutes les tensions continues.
- Circuits électroniques éprouvés.
- **STABILITÉ ABSOLUE.**
- Pièces détachées sélectionnées.
- Grand coefficient de sécurité.
- **ROBUSTESSE EXTRÊME.**

**COMPAGNIE FRANÇAISE THOMSON-HOUSTON**

GRUPE ÉLECTRONIQUE • 173, Bd HAUSSMANN, PARIS-8<sup>e</sup> — TÉL. 83-70 — TÉLÉGR. EUHU 42 PARIS



# Transco

## FERRITES MAGNÉTIQUES

Matériaux modernes à champs d'applications multiples

Eléments fondamentaux pour  
appareils magnétiques

### FERROXCUBE (FXC)

HAUTE PERMÉABILITÉ - FAIBLES PERTES

|                                              |                                                      | LIMITE DE<br>FRÉQUENCE                                                                                                                 | FORMES DES<br>PIÈCES FXC                                                                             | QUALITÉ<br>DE FXC                                    | EXEMPLES D'APPLICATIONS<br>FXC                                                                                                                                                                                                   |
|----------------------------------------------|------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| FAIBLES INDUCTIONS<br>(intensités < 1 gauss) | Q ÉLEVÉ<br>(300)                                     | jusqu'à 20 kc/s<br>" 150 kc/s<br>" 500 kc/s<br>" 2 Mc/s                                                                                | Pot fermé                                                                                            | 3 B<br>3 B3<br>3 B3<br>4 B                           | Filtres et inductances de circuits sélectifs                                                                                                                                                                                     |
|                                              | Q MOYEN<br>(100)                                     | 450 kc/s<br>10 Mc/s<br>jusqu'à 500 kc/s<br>100 à 2000 kc/s<br>jusqu'à 5 Mc/s<br>jusqu'à 10 Mc/s<br>jusqu'à 20 Mc/s<br>jusqu'à 100 Mc/s | Bâtonnets<br>Bâtonnets<br>Bâtonnets<br>Bâtonnets<br>Bâtonnets<br>Bâtonnets<br>Bâtonnets<br>Bâtonnets | 1 B<br>4 E<br>3 B<br>4 B<br>4 C<br>4 D<br>4 E<br>4 T | Transformateurs MF<br>Transformateurs MF pour FM<br>Antenne-câbles<br>Antenne-coâxes<br>Inductances réglables - filtres<br>Inductances réglables - filtres<br>Inductances réglables - filtres<br>Inductances réglables - filtres |
|                                              | CIRCUITS<br>APÉRIO-<br>DIQUES                        | Au-dessous 1 Mc/s<br>jusqu'à 100 kc/s<br>0,3 à 100 kc/s<br>0,1 à 10 Mc/s<br>jusqu'à 3 Mc/s                                             | Perles<br>Formes spéciales<br>E<br>E<br>U et E                                                       | 1 B - 4 B<br>3 C<br>3 A<br>3 A<br>3 E                | Écran<br>Tête d'enregistrement magnétique<br>Transformateurs BF et HF<br>Transformateurs HF à large bande<br>Transformateurs de télécommunication                                                                                |
|                                              | INDUCTIONS<br>comprises entre<br>1 et 200 gauss      | 0,3 - 3,4 kc/s<br>0,3 - 3,4 kc/s<br>jusqu'à 100 kc/s<br>Au-dessus de 100 kc/s                                                          | Pot fermé<br>Pot fermé<br>E et U<br>Tôres-Bâtonnets                                                  | 3 B4<br>3 B5<br>4 B<br>4 A - 4 B                     | Inductance BF de qualité<br>Bobine de charge<br>Transducteurs<br>Bobines d'arrêt                                                                                                                                                 |
|                                              | HAUTES<br>INDUCTIONS<br>(supérieures<br>à 200 gauss) | jusqu'à 100 kc/s<br>Impulsions de 0,1 $\mu$ s et plus longues                                                                          | U<br>Bagues<br>E-U - Bâtonnets<br>Tôres<br>Tôres - U-E<br>Cylindre                                   | 3 C2<br>3 C2<br>3 C1 - 4 B<br>6<br>3 C1 - 3 D3       | Transformateurs de lignes TV<br>Déflexion TV<br>Transformateurs d'impulsions<br>Mémoires magnétiques<br>Transformateurs HF de puissance<br>Inductances réglables - Bobines d'allumage                                            |

### FERROXDURE (FXD)

CHAMP COERCITIF ÉLEVÉ

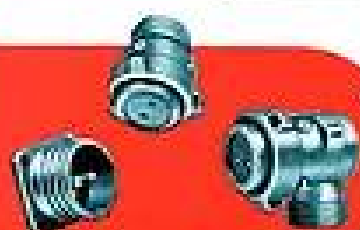
| EXEMPLES D'APPLICATIONS FXD                                                                                                                                           |                                                                                                                                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| RADIO - TÉLÉVISION - TÉLÉPHONIE                                                                                                                                       | ÉLECTROTECHNIQUE MÉCANIQUE                                                                                                       |
| Focalisation des tubes images - Haut-parleurs<br>Écouteurs téléphoniques - Aimants de polarisation<br>Transformateurs d'impulsions - Relais - Bobines<br>d'inductance | Rotors multipolaires - Plateaux magnétiques - Aimants<br>de fixation - Coupleurs magnéto-mécaniques<br>asynchrones et synchrones |

C<sup>IE</sup> DES PRODUITS ÉLEMENTAIRES POUR INDUSTRIES MODERNES

SERVICES COMMERCIAUX ET MAGASINS: 7, PASSAGE CHARLES-DALLERY - PARIS-XI<sup>e</sup> - VOLTAIRE 23-09

SIÈGE SOCIAL ET USINE A ÉVREUX (EURE)

# SOCAPEX



## CONNECTEURS RADIO AIR SÉRIE Y

Cette série des « Pressure Standard » comprend 11 dispositions de contacts (de 1 à 11 contacts) pour intensités de 10 - 20 - 30 ampères.

Les boîtiers sont en alliage d'aluminium anodisé oxydé. Ces connecteurs répondent à la spécification militaire (STCAN 549.538).

## CONNECTEURS RADIO AIR SÉRIE TEI

Ces connecteurs répondent à la spécification américaine MIL-C-12120. Ils sont assurés en 5 dispositions de contacts (4 - 5 - 14 - 15 - 20).

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'entourage par un couvercle.



## CONNECTEURS SOCAPEX SÉRIE F

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

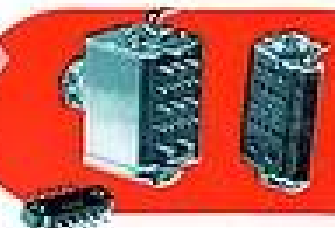
Ces mêmes connecteurs montés sous des racks en alliage anodisé sous pression offrent une nouvelle série de 5 - 10 - 15 - 20 - 30 contacts, adaptés de séries pour racks plus ou moins.



## CONNECTEURS SOCAPEX SÉRIE S M

Les éléments de base, du type miniature, possèdent deux séries séparées. Ils existent en 2 - 3 - 5 contacts pour intensités de 25 - 15 - 5 ampères. Ils sont empilables et permettent grâce à une série de 3 boîtiers de réaliser 33 combinaisons de contacts différentes.

CONSTRUCTION D'IMPREGNÉ SOUS VIDE EN TITANE S458



## BOUTONS DE COMMANDES

Boutons Socapex. Le type 60-70 mm (le type 80-25 mm) sont réalisés en alliage haute résistance. Le matériau de commande est inoxydable. Ils se fixent par un axe de 6 mm par une vis dérivée.

Boutons Radio-Air. Les 4 types de 10 - 15 - 20 - 30 mm sont en bakélite noire, avec une bague flexible en laiton sur un axe de 6 mm.



DEMANDEZ notre documentation



## COMMUTATEURS

Ces commutateurs sont réalisés en 3 types :

Type C - 5 - Ampères - Contact 95 mm.  
Type F - 0,5 - Ampères - Contact 51 mm.  
Type M - 0,25 - Ampères - Contact 30 mm.

Les galettes sont en alliage RF inoxydables et striées. Les types C et F pour des équipements montés avec des galettes en bakélite RF. Le type M est étanche.

## MICROPHONES ET COMBINÉS

Les microphones à main, sur pied, sur flexible, les combinés téléphoniques avec antenne à échantillon peuvent être montés de modèles microphoniques ou électro-magnétiques ou différentiels. Impédances : de 5 à 10 ohms à 1000 ohms.

Ces matériels sont homologués militaires et RTT.



## CASQUES À ÉCOUTEURS

Les casques à écouteurs perforés sont équipés de pistons magnétiques, dont l'impédance pour séries de 50 à 2000 ohms à 1000 ohms. Les écouteurs perforés possèdent un réglage parfait sur la tête de l'utilisateur.

La conception même du casque autorise le montage simultané d'un microphone.

Ces matériels sont homologués militaires et RTT.



## CASQUES DE PROTECTION

Le casque de protection type R03 se compose :

1° d'une plate protectrice en tôle d'aluminium.

2° d'un semi-casque perforé-écouteurs, équipé d'écouteurs à trois plots, d'une impédance totale de 500 ohms.

Le microphone est fixé sur une monture indépendamment sur la calotte ou sur la visière.

Ce matériel est autorisé d'exporter.



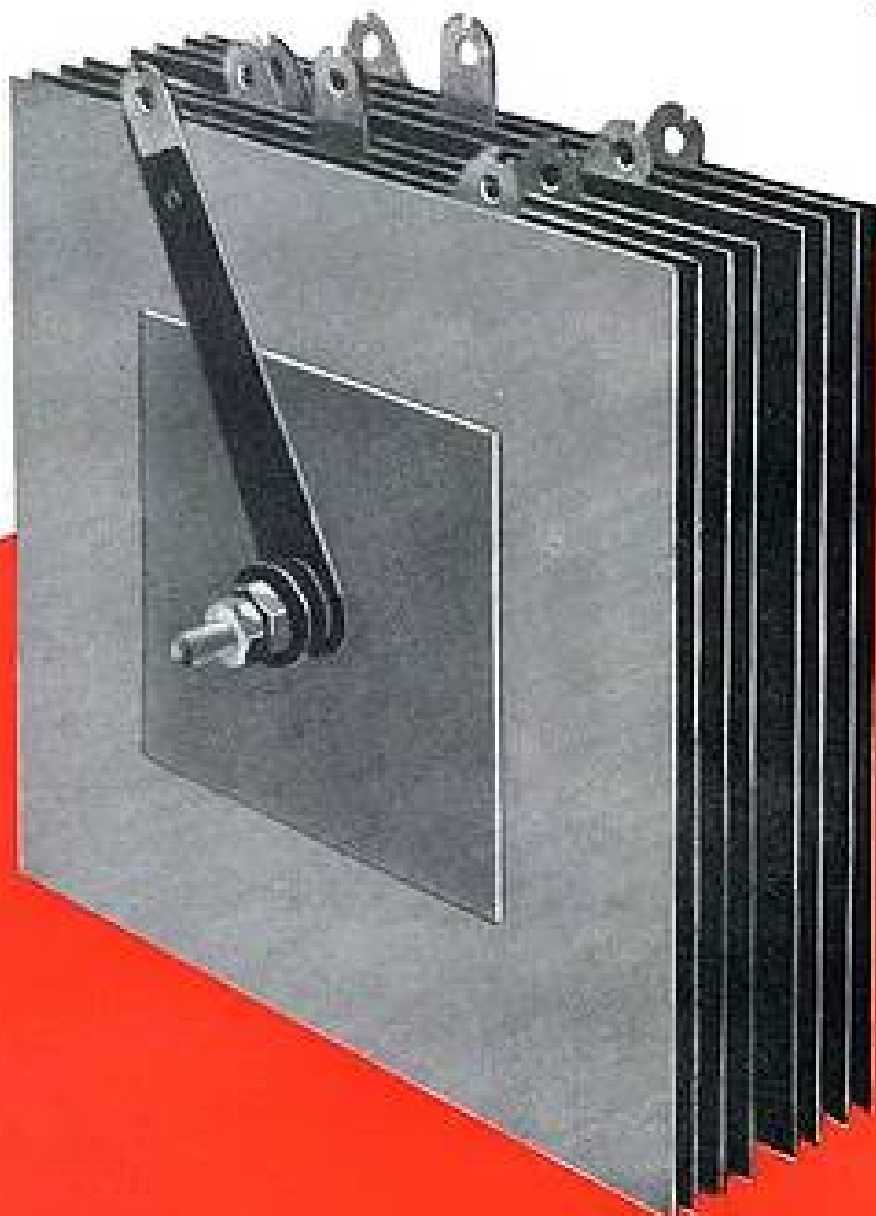
DEMANDEZ notre documentation

**SOCAPEX - 9, Rue Édouard Nieuport, SURESNES (Seine)**  
LONDREUX 20-40/41/42

**CELLULES  
REDRESSEUSES**

**SELENOX**

**L.M.T.**



*des essais  
systématiques  
garantissent  
la régularité  
de la qualité*

**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**

# Amplificateurs A TUBE

HEWLETT PACKARD



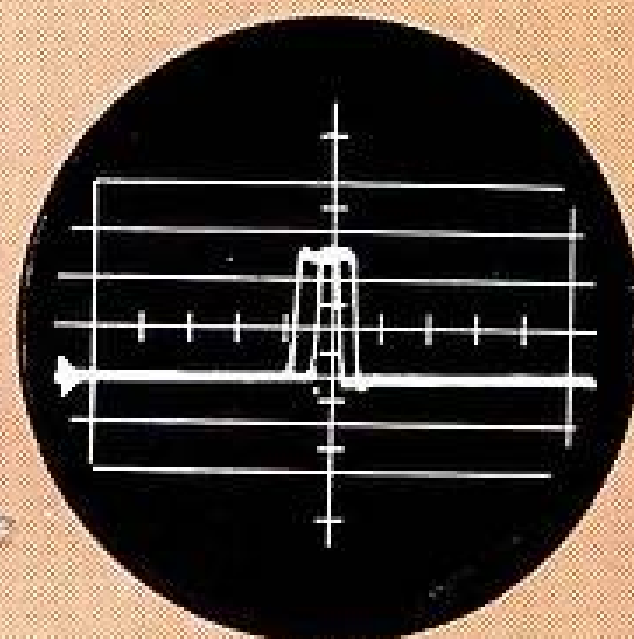
## A ONDES Progressives

H P 490 A

H P 491 A

H P 492 A

H P 494 A



| Caractéristiques              | hp 490 A                                       | hp 491 A                          | hp 492 A                          | hp 494 A                         |
|-------------------------------|------------------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|
| Bande de Fréquence            | 2.000 à 4.000 Mc                               | 2.000 à 4.000 Mc                  | 4.000 à 8.000 Mc                  | 7.000 à 12.400 Mc                |
| Gain                          | 35 db minimum                                  | 30 db minimum                     | 30 db minimum                     | 25 db minimum                    |
| Puissance Sortie              | 10 milliwatts minimum sur 50 ohms              | 1 watt minimum sur 50 ohms        | 10 milliwatts minimum sur 50 ohms | 5 milliwatts minimum sur 50 ohms |
| Facteur de Bruit              | moins de 25 dbs                                | moins de 30 dbs                   | moins de 25 dbs                   | moins de 25 dbs                  |
| Etablissement de l'Impulsion  | 15 millimicrosecondes environ                  | entretenues                       | 15 millimicrosecondes environ     | 15 millimicrosecondes environ    |
| Retard du Signal              | 35 millimicrosecondes environ                  | entretenues                       | 20 millimicrosecondes environ     | 15 millimicrosecondes environ    |
| Bruit et Modulation Parasites | Au moins 30 dbs en dessous du niveau du Signal |                                   |                                   |                                  |
| Impédances                    | Entrée                                         | 50 Ohms avec T.O.S. inférieur à 2 |                                   |                                  |
|                               | Sortie                                         | 50 Ohms avec T.O.S. inférieur à 3 |                                   |                                  |

D I S T R I B U T E U R E X C L U S I F F R A N C E E T U . F

# RADIO-ÉQUIPEMENTS

65, RUE DE RICHELIEU - Paris-2<sup>e</sup> - Tél. RIC. 49-88





BOULEVARD BORD DE MER — MONACO — TÉLÉPHONE : 023-71 — B. P. 4

# Sous le signe de la sécurité

## Tubes à longue durée

| TYPES     | FONCTION                            | VALEURS<br>LIMITES MOYENNES |      |     | S    |
|-----------|-------------------------------------|-----------------------------|------|-----|------|
|           |                                     | Va                          | Wa   | Wg2 |      |
|           |                                     | V                           | W    | W   | mA/V |
| PTT 202 P | Pentode amplificatrice de tension   | 240                         | 2    | 0.4 | 5.5  |
| PTT 208 P | Pentode amplificatrice de puissance | 240                         | 3.6  | 0.7 | 6    |
| PTT 213 P | Pentode amplificatrice classe A     | 240                         | 3    | 0.6 | 8.5  |
| PTT 216   | Pentode ampl. M. F. à large bande   | 180                         | 2.25 | 0.6 | 13.5 |
| PTT 243 P | Tétrode amplificatrice finale M. F. | 180                         | 5.2  | 1.3 | 28   |
| 141       | Triode préampli à faible souffle    | 180                         | 4    |     | 22   |

## Diodes Germanium

| TYPES    | V   | UTILISATION                                    |
|----------|-----|------------------------------------------------|
| 1 N 34 A | 60  | Usage général restitution                      |
| 1 N 36 A | 100 | Diode 100 V écretage                           |
| 1 N 39   | 200 | Diode HT                                       |
| 1 N 40   | 25  | Modulateur                                     |
| 1 N 48   | 70  | Usage général                                  |
| 1 N 51   | 40  | Usage général                                  |
| 1 N 52   | 70  | Usage général                                  |
| 1 N 54 A | 50  | Diode Hte résistance<br>inverse discriminateur |
| 1 N 55 A | 150 | Diode HT                                       |
| 1 N 58 A | 100 | Ecretage                                       |
| 1 N 60   | 25  | Video                                          |
| 1 N 63   | 100 | Diode Hte résistance inv.                      |
| 1 N 65   | 70  | Restauration courant cont.                     |
| 1 N 69   | 60  | Usage général                                  |
| 1 N 70   | 100 | Usage général                                  |
| 1 N 81   | 40  | Diode Hte résistance inv.                      |
| 1 N 95   | 60  | Diode Hte conduction dir.                      |
| DP 5 T   | 50  | à 80° C diode pour fonct.<br>à temp. élevée    |

S

## Tubes "Subnitron"

|         |                                                |
|---------|------------------------------------------------|
| 5719    | Triode amplificatrice HF                       |
| 5719    | Triode amplificatrice HF                       |
| 6021    | Double triode amplificatrice HF                |
| 5899    | Pentode ampl. HF — pente variable              |
| 6205    | Pentode ampl. HF — G3 Sortie                   |
| 5840    | Pentode ampl. HF — pente fixe                  |
| 6205    | Pentode ampl. HF — G3 Sortie                   |
| 5636    | Pentode ampl. HF mélangeuse<br>Commande par G1 |
| 5639    | Pentode — amplificatrice video                 |
| 5902    | Tétrode à faisceaux — ampl. BF<br>de puissance |
| 5896    | Double diode — Dét. HF<br>Redressement         |
| 5783 WA | Diode à gaz<br>Tension de référence            |

## Tubes "Miniatron"

|            |                                                                      |
|------------|----------------------------------------------------------------------|
| 6J4 S      | Triode amplificatrice UHF — Pour<br>fonctionnement grille à la terre |
| 6J6W       | Double triode                                                        |
| 6AU6WA     | Pentode amplificatrice HF                                            |
| 5654/6AK5W | Pentode amplificatrice HF                                            |
| 5725/6AS6W | Pentode amplificatrice HF<br>à deux grilles de contrôle              |
| PM07/6AM6S | Pentode amplificatrice HF                                            |
| 5749/6BA6W | Pentode amplificatrice HF                                            |
| 6CQ6 S     | Pentode amplificatrice HF                                            |
| 6005/6AQ5W | Tétrode de puissance<br>à faisceaux dirigés                          |
| 0A2WA      | Stabilisateur de tension                                             |
| 0B2WA      | Stabilisateur de tension                                             |
| 1654       | Redresseur monoanodique                                              |
| 1 Z 2      | Redresseur monoanodique                                              |
| 5726/6AL5W | Double diode                                                         |



# TUBES ÉLECTRONIQUES

DÉPARTEMENT LAMPES :

COMPAGNIE GÉNÉRALE DE T. S. F.  
SOCIÉTÉ FRANÇAISE RADIO-ÉLECTRIQUE

SERVICES COMMERCIAUX :

55, rue Greffulhe, LEVALLOIS-PERRET (Seine)  
Téléphone : PEReire 34-00  
Siège Social : 79, Boulevard Haussmann — PARIS (8<sup>e</sup>)



# ELECTRONICS & X-RAY DIVISION

## MODULATEURS POUR MAGNETRONS et KLYSTRONS

| High Power Modulator Type No. | Power (peak mega-watts) | Voltage (peak kilovolts) | Current (peak plate-amperes) | Impedance (output-ohms) | Duty Cycle (maximum) | Pulse Shape (µsec/pps)         |
|-------------------------------|-------------------------|--------------------------|------------------------------|-------------------------|----------------------|--------------------------------|
| Z820A                         | 1.0                     | 33                       | 33                           | 1,000                   | .001                 | 0.5/2000<br>2.5/400            |
| Z821A                         | 14.0                    | 90                       | 160                          | 500                     | .001                 | 2.0/200-500                    |
| Z822A                         | 0.2                     | 20                       | 10                           | 3,330                   | .018                 | 10/1200-1800                   |
| Z823A                         | 0.042                   | 12.7                     | 3.3                          | 3,330                   | .064                 | coded/300                      |
| Z824A                         | 0.625                   | 25                       | 25                           | 1,000                   | .001 or<br>0.5/2000  | 1.0/1000<br>2.0/250<br>5.0/100 |
| Z825A                         | 1.6                     | 40                       | 40                           | 1,000                   | .001 or<br>0.5/2000  | 1.0/1000<br>2.5/400            |

En dehors de ces modèles, F. X. R. fabrique tous les modulateurs permettant le pompage, la formation et la mesure des Klystrons magnétrons et tubes spéciaux de toute puissance jusqu'à 40 Megawatts

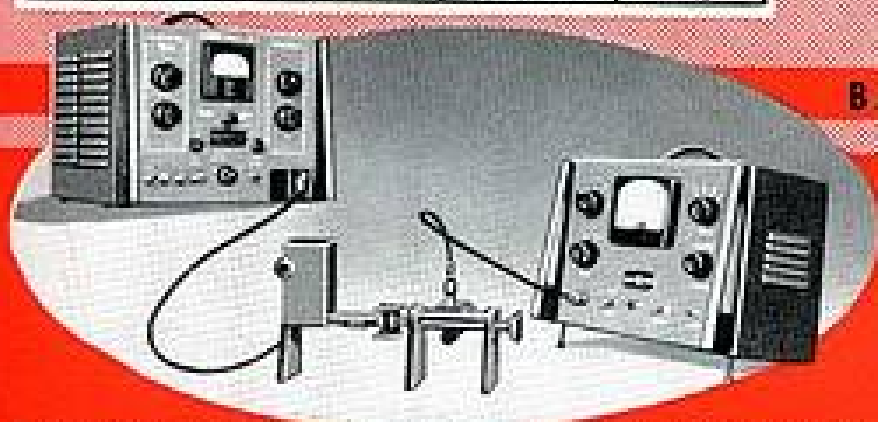
## ANALYSEURS DE SPECTRE

| Type No. (includes Power Supply Type Z800A) | R-F Head Type No. | Freq. Range (mc/sec) | Freq. Cal. Accuracy (mc/sec) |
|---------------------------------------------|-------------------|----------------------|------------------------------|
| S700C                                       | S800C             | 2400-3700            | ±1.0                         |
| X700A                                       | X900A             | 8500-9600            | ±4.0                         |
| T700B                                       | S900C             | 2400-3700            | ±1.0                         |
|                                             | X900A             | 8500-9600            | ±4.0                         |

Têtes HF interchangeable  
Déflexion push pull  
Bande passante 50 kcs  
Gain 110 db  
Impulsions de 0,2 à 2 microsecondes  
Tube cathodique 5 pouces



## BANCS de MESURE HYPERFRÉQUENCE de 1 à 75 kmc



Fréquencemètre à lecture directe



Montage Klystron



Ligne de mesure sur guide



| INSTRUMENT                            | "1" 4-5/8" x 3-1/4" 1.12-1.70 kmc | "5" 2-1/2" x 1-1/2" 2.4-3.93 kmc | "8" 3-1/4" x 2-1/4" 3.93-5.83 kmc | "12" 4-1/2" x 3-1/4" 5.83-8.7 kmc | "18" 5-1/4" x 4-1/4" 8.7-12.6 kmc | "24" 6-1/4" x 5-1/4" 12.6-18.4 kmc | "36" 7-1/4" x 6-1/4" 18.4-28.3 kmc | "48" 8-1/4" x 7-1/4" 28.3-42.0 kmc | "72" 9-1/4" x 8-1/4" 42.0-63.0 kmc | "108" 10-1/4" x 9-1/4" 63.0-94.0 kmc |
|---------------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------|
| MATCHED SECTIONS                      | L101A                             | L101A                            | H101A                             | C101A                             | W101A                             | X101A                              | Y101A                              | K101A                              | U101A                              | M101A                                |
| FLAT ATTENUATORS                      | L100B                             | L101A                            | H101A                             | C101A                             | W101A                             | X101A                              | Y101A                              | K101A                              | U101A                              | M101A                                |
| FIXED ATTENUATORS                     | L100A, R.C.D.F.                   | L100A, R.C.D.F.                  | H100A, R.C.D.F.                   | C100A, R.C.D.F.                   | W100A, R.C.D.F.                   | X100A, R.C.D.F.                    | Y100A, R.C.D.F.                    | K100A, R.C.D.F.                    | U100A                              | M100A                                |
| EXTENSOR MOUNTS (normal or balometer) |                                   |                                  |                                   |                                   |                                   |                                    | X100A                              | K100A                              | U100A                              | M100A                                |
| TUNERS                                | Slide Screw 1/4" 1310A            | Slide Screw 1/4" 5312A           | Slide Screw 1/4" H311A            | Slide Screw 1/4" C311A            | Slide Screw 1/4" W311A            | Slide Screw 1/4" X311A             | Slide Screw 1/4" Y311A             | Slide Screw 1/4" K311A             | Slide Screw 1/4" U311A             | Slide Screw 1/4" M311A               |
| FREQUENCY FILTERS (direct readings)   | W100A, coaxial (1.00 to 4.00 kmc) |                                  | H100A                             | C100A                             | W100A                             | X100A                              | Y100A                              | K100A                              | U100A                              | M100A                                |
| TERMINATIONS                          | Fixed 1501A                       | Fixed 5501A                      | Fixed H501A                       | Fixed C501A                       | Fixed W501A                       | Fixed X501A                        | Fixed Y501A                        | Fixed K501A                        | Fixed U501A                        | Fixed M501A                          |
|                                       | Sliding 1502A                     | Sliding 5502A                    | Sliding H502A                     | Sliding C502A                     | Sliding W502A                     | Sliding X502A                      | Sliding Y502A                      | Sliding K502A                      | Sliding U502A                      | Sliding M502A                        |
| 3:1 MISMATCHES (1:20 - max)           |                                   | 5310D                            | H310D                             | C310D                             | W310D                             | X310D                              | Y310D                              | K310D                              | U310D                              | M310D                                |
| ADAPTERS (waveguide to coax)          | 1600B                             | 5601A                            | H601A                             | C601A                             | W601A                             | X601A                              | Y601A                              | K601A                              | U601A                              | M601A                                |
| WAVEGUIDE TEES                        | Series 5600A                      | Slide 5601A                      | Slide H601A                       | Slide C601A                       | Slide W601A                       | Slide X601A                        | Slide Y601A                        | Slide K601A                        | Slide U601A                        | Slide M601A                          |
|                                       | Hybrid 5602A                      | Slide 5603A                      | Slide H603A                       | Slide C603A                       | Slide W603A                       | Slide X603A                        | Slide Y603A                        | Slide K603A                        | Slide U603A                        | Slide M603A                          |
| WAVEGUIDE BENDS                       | 90° E-Plane 1603A                 | 90° E-Plane 5603A                | 90° E-Plane H603A                 | 90° E-Plane C603A                 | 90° E-Plane W603A                 | 90° E-Plane X603A                  | 90° E-Plane Y603A                  | 90° E-Plane K603A                  | 90° E-Plane U603A                  | 90° E-Plane M603A                    |
|                                       | 90° H-Plane 1604A                 | 90° H-Plane 5604A                | 90° H-Plane H604A                 | 90° H-Plane C604A                 | 90° H-Plane W604A                 | 90° H-Plane X604A                  | 90° H-Plane Y604A                  | 90° H-Plane K604A                  | 90° H-Plane U604A                  | 90° H-Plane M604A                    |
| PRECISION SLIDING SHORTS              |                                   | 5600A                            | H600A                             | C600A                             | W600A                             | X600A                              | Y600A                              | K600A                              | U600A                              | M600A                                |
| SHIELDED TUBE MOUNTS                  |                                   |                                  |                                   |                                   | W700A                             | X700A                              |                                    |                                    |                                    |                                      |
| TRANSMISSION LINE STANDS              |                                   | 2910A                            | 2910A                             | 2910A                             | 2910A                             | 2910A                              | 2910A                              | 2910A                              | 2910A                              | 2910A                                |

Solomètres



Montage thermistor sur coaxial



Ligne de mesure sur coaxial



Fréquencemètre à lecture directe sur coaxial

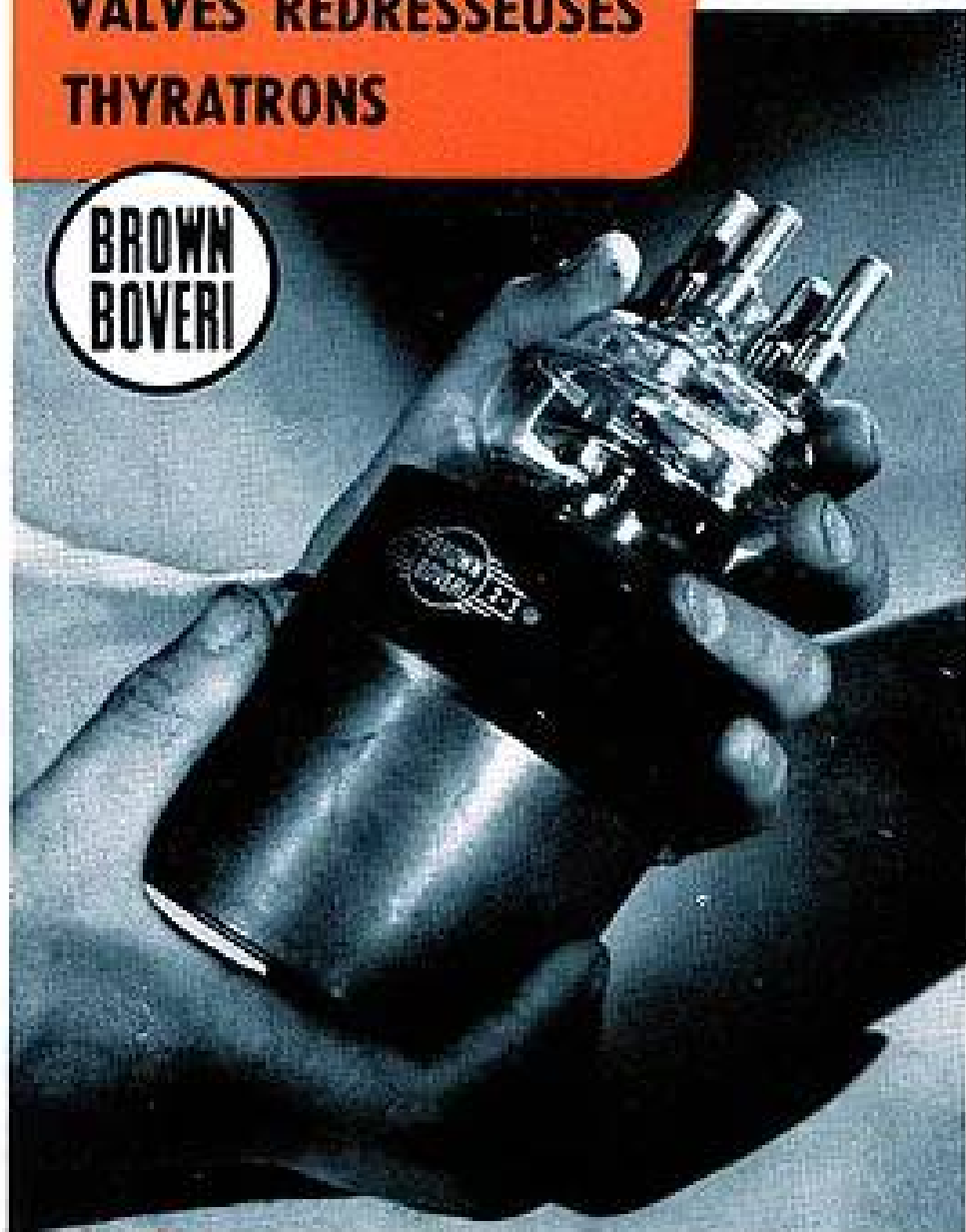
# RADIO TÉLÉVISION FRANÇAISE

Concessionnaire exclusif France et U. F. : 29, RUE D'ARTOIS - PARIS 8<sup>e</sup> - TÉL. BAL. 42-35 & 36



**TUBES D'ÉMISSION  
VALVES REDRESSEUSES  
THYRATRONS**

**BROWN  
BOVERI**

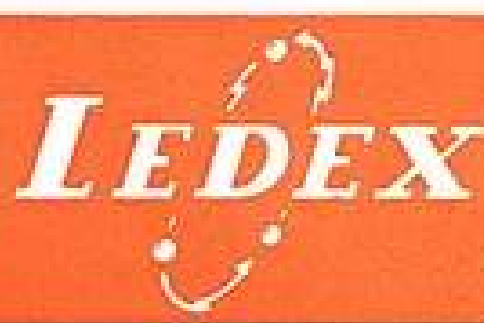


## NOS AUTRES FABRICATIONS

- Radiotéléphone  
Câbles Hertzien
- Émetteurs de trafic  
Émetteurs de Radiodiffusion
- Téléphonie à courant porteur  
Télémessures  
Télécommandes
- Accélérateurs de particules :  
Bétatrons  
Synchrotrons, etc...
- Générateurs H. F. pour  
Applications Industrielles :  
Traitements inductifs  
Traitements capacitifs

**C<sup>ie</sup> Electro-Mécanique**  
37, RUE DU ROCHER - PARIS (8<sup>e</sup>)

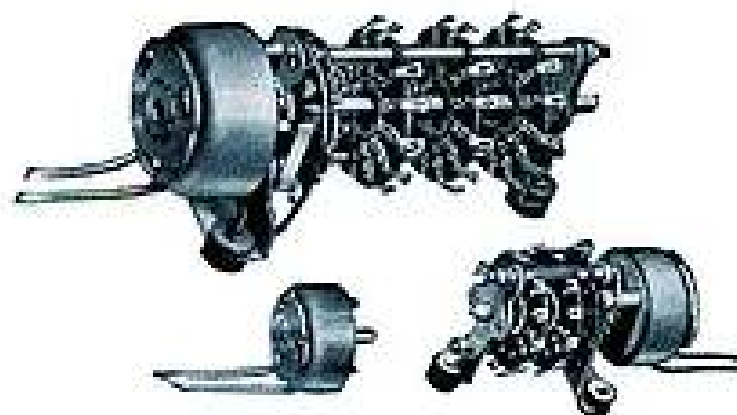
SOCIÉTÉ ANONYME AU CAPITAL DE 1.500.000.000 DE FR.  
SIÈGE SOCIAL : 12, RUE PORTALIS, PARIS



SOLENOÏDES ROTATIFS ET  
SELECTEURS DE CIRCUITS

**LEDEX NSF**

POUR AUTOMATISME, TÉLÉCOMMANDE  
ET MÉCANIQUE...



**S.A.T.C.I., 11, RUE CAMBRONNE - PARIS-15<sup>e</sup>**

TEL. SUP. 20-41

TELEGR. S.O.S.A.T.C.I. - PARIS



LAMPES  
SUBMINIATURES

LAMPES  
ELECTROMETRES  
TRANSISTORS

DIODES  
A CATHODE FROIDE  
SUBMINIATURES

AGENT EXCLUSIF

**LA CERAMIQUE**

25, rue du Docteur Finlay - PARIS 15<sup>e</sup> - Tél. SEG. 86-07



FRANCE ET U.F.

**FERRO-ELECTRIQUE**



# CONVERTISSEUR

# frequency shift

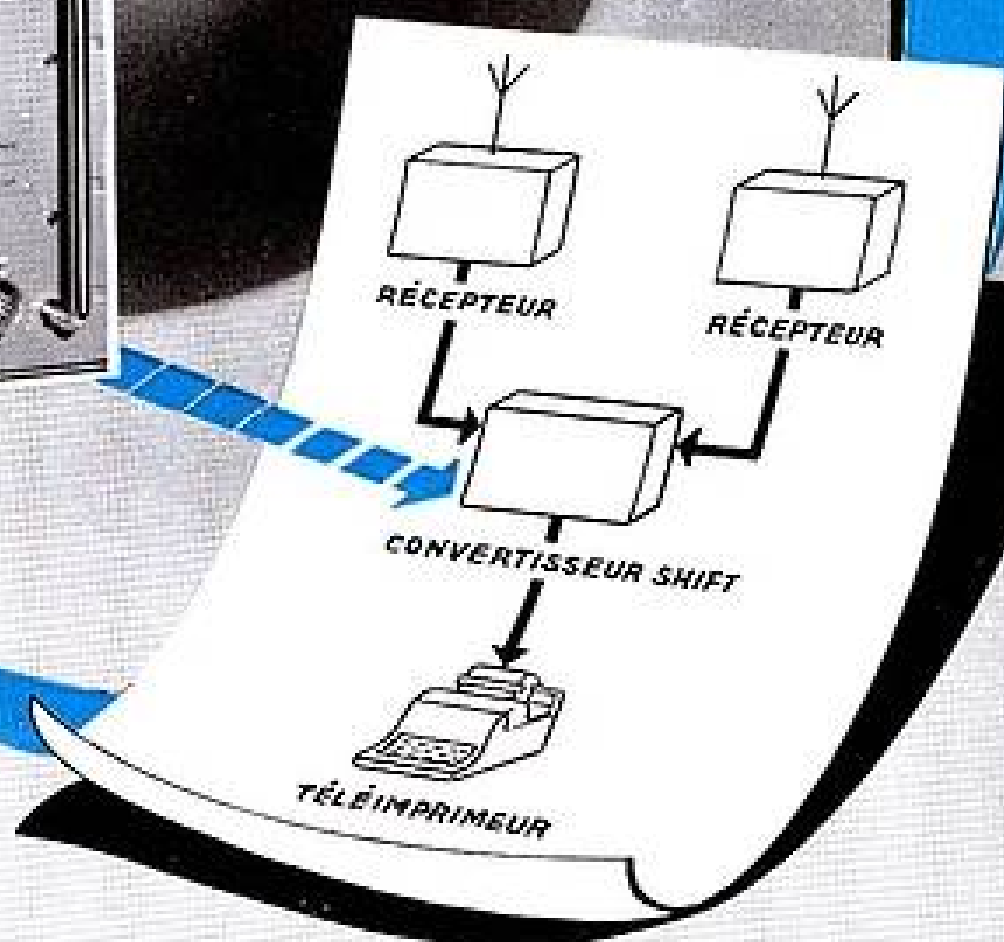
## CS486

*Pour réception à grandes distances sur téléimprimeur*



Le convertisseur type CS.486 reçoit les signaux à fréquence vocale provenant d'un ou deux récepteurs radiotélégraphiques et produit les signaux télégraphiques du téléimprimeur-récepteur.

Le convertisseur choisit automatiquement à chaque instant la voie de réception la meilleure.

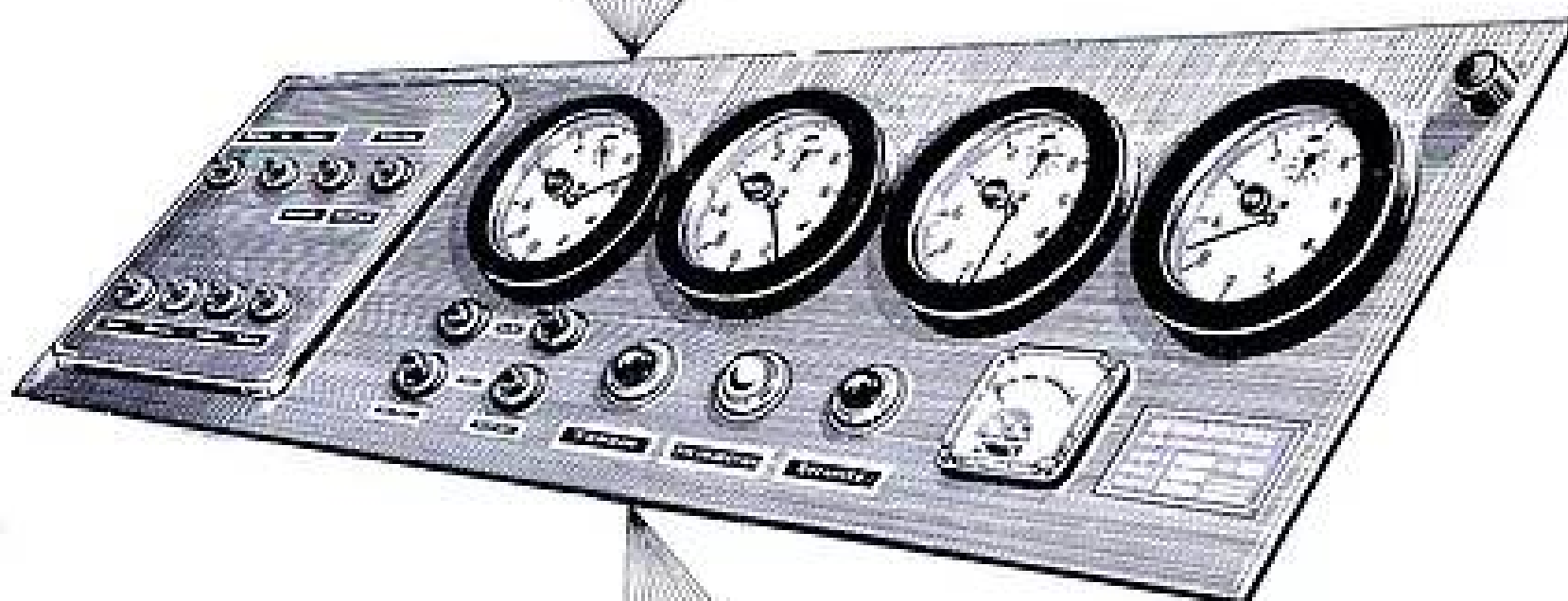
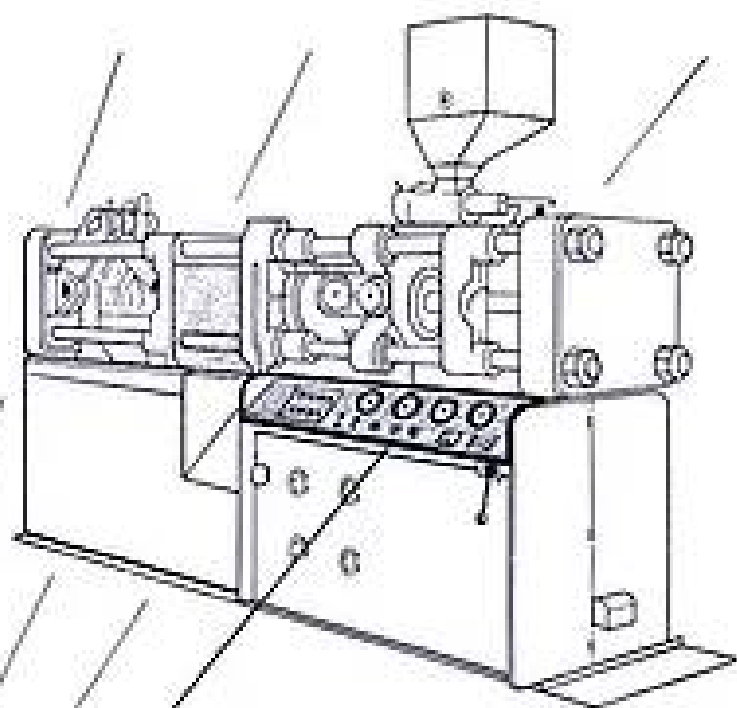


# SADIR - CARPENTIER

SOCIÉTÉ ANONYME AU CAPITAL DE 600.000.000 DE FRANCS — 101, BOULEVARD MURAT - PARIS 16<sup>e</sup> — TEL : AUT. 81-25

MACHINE ENTIEREMENT AUTOMATIQUE A INJECTER LES MATIERES PLASTIQUE

FACON



*Encore un automatisme  
assuré par des minuteriers...*

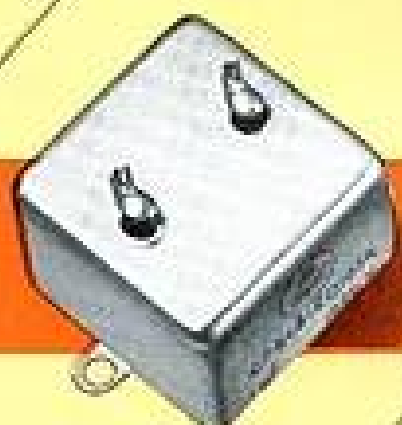
AUT. 2000 PARIS 12



**CROUZET**

VALENCE, 18, RUE JEAN-JACQUES ROUSSEAU  
BUREAU A PARIS : 76, AVENUE DE LA REPUBLIQUE

# le condensateur DE HAUTE QUALITÉ



Condensateurs électrolytiques  
conformes aux normes JAN C 62

Condensateurs au papier  
conformes aux normes MIL C 25 A

Condensateurs  
au papier métallisé

## est la spécialité

DE LA

### Standard Téléphone et Radio S.A.

Zurich, Seestr. 395, Case postale Zurich 38, téléphone (051) 45 28 00 Succursale à Berne

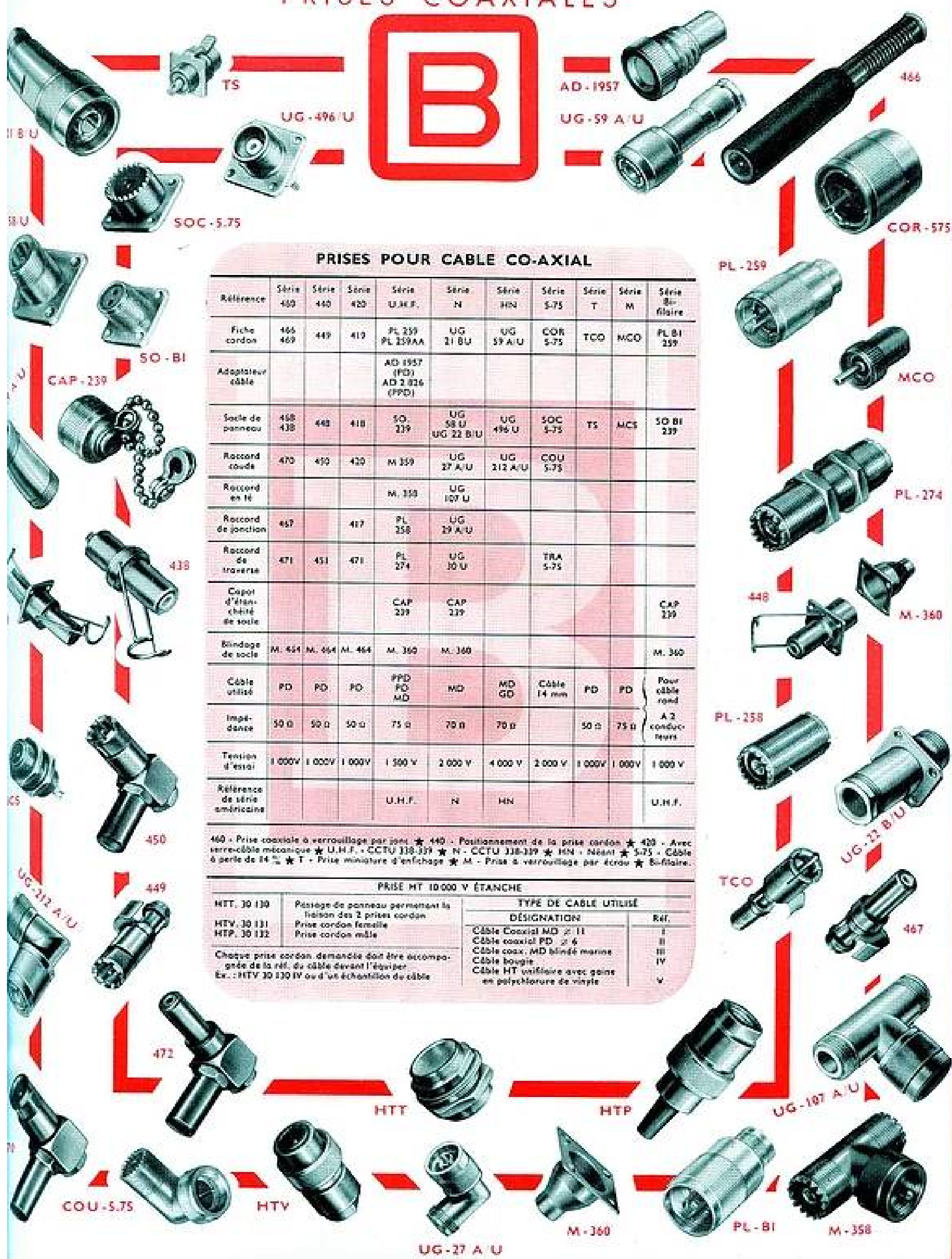
1645

**L.M.T.**

AGENT EXCLUSIF POUR LA FRANCE

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

PRISES COAXIALES



PRISES POUR CABLE CO-AXIAL

| Référence                     | Série 400  | Série 440 | Série 420 | Série U.H.F.                   | Série N              | Série HN   | Série S-75  | Série T | Série M | Série Bi-filaire                      |
|-------------------------------|------------|-----------|-----------|--------------------------------|----------------------|------------|-------------|---------|---------|---------------------------------------|
| Fiche cordon                  | 465<br>469 | 449       | 419       | PL 259<br>PL 259AA             | UG 21 B/U            | UG 59 A/U  | COR 5-75    | TCO     | MCO     | PL BI 259                             |
| Adaptateur câble              |            |           |           | AD 1957 (PD)<br>AD 2 826 (FPD) |                      |            |             |         |         |                                       |
| Socle de panneau              | 468<br>438 | 448       | 418       | SO 239                         | UG 58 U<br>UG 22 B/U | UG 496 U   | SOC 5-75    | TS      | MCS     | SO BI 239                             |
| Raccord coudé                 | 470        | 450       | 420       | M 359                          | UG 27 A/U            | UG 212 A/U | COU 5-75    |         |         |                                       |
| Raccord en té                 |            |           |           | M 358                          | UG 107 U             |            |             |         |         |                                       |
| Raccord de jonction           | 467        |           | 417       | PL 258                         | UG 29 A/U            |            |             |         |         |                                       |
| Raccord de traversée          | 471        | 451       | 471       | PL 274                         | UG 30 U              |            | TRA 5-75    |         |         |                                       |
| Capot d'entraînement de socle |            |           |           | CAP 239                        | CAP 239              |            |             |         |         | CAP 239                               |
| Blindage de socle             | M. 364     | M. 364    | M. 464    | M. 360                         | M. 360               |            |             |         |         | M. 360                                |
| Câble utilisé                 | PD         | PD        | PD        | FPD<br>PD<br>MD                | MD                   | MD<br>GD   | Cable 14 mm | PD      | PD      | Pour câble<br>cord<br>A 2 conducteurs |
| Impédance                     | 50 Ω       | 50 Ω      | 50 Ω      | 75 Ω                           | 75 Ω                 | 75 Ω       |             | 50 Ω    | 75 Ω    |                                       |
| Tension d'essai               | 1 000 V    | 1 000 V   | 1 000 V   | 1 500 V                        | 2 000 V              | 4 000 V    | 2 000 V     | 1 000 V | 1 000 V | 1 000 V                               |
| Référence de série américaine |            |           |           | U.H.F.                         | N                    | HN         |             |         |         | U.H.F.                                |

460 - Prise coaxiale à verrouillage par joint ★ 440 - Positionnement de la prise cordon ★ 420 - Avec terre-câble mécanique ★ U.H.F. - CCTU 338-339 ★ N - CCTU 338-339 ★ HN - Néant ★ S-75 - Câble à perte de 14 % ★ T - Prise miniature d'enchâssement ★ M - Prise à verrouillage par écrou ★ Bi-filaire.

PRISE HT 10 000 V ÉTANCHE

| HTT. 30 130<br>HTV. 30 131<br>HTP. 30 132 | Passage de panneau permettant la liaison des 2 prises cordon<br>Prise cordon femelle<br>Prise cordon mâle | TYPE DE CÂBLE UTILISÉ                                    |      |
|-------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|------|
|                                           |                                                                                                           | DÉSIGNATION                                              | Réf. |
|                                           |                                                                                                           | Câble Coaxial MD $\geq 11$                               | I    |
|                                           |                                                                                                           | Câble coaxial PD $\geq 6$                                | II   |
|                                           |                                                                                                           | Câble coax. MD blindé marine                             | III  |
|                                           |                                                                                                           | Câble bougie                                             | IV   |
|                                           |                                                                                                           | Câble HT unifilaire avec gainé en polychlorure de vinyle | V    |

Chaque prise cordon demande doit être accompagnée de la réf. du câble devant l'équiper  
Ex.: HTV 30 130 IV ou d'un échantillon du câble



# SOCIÉTÉ FRANÇAISE RADIOÉLECTRIQUE

## DÉPARTEMENT " TRANSFORMATEURS "

55, RUE GREFFULHE — LEVALLOIS-PERRET — TÉL. : PÉREIRE 34-00



La SOCIÉTÉ FRANÇAISE RADIOÉLECTRIQUE étudie et réalise, depuis de nombreuses années, tous les transformateurs spéciaux à hautes qualités et performances nécessaires à l'équipement de ses matériels électroniques (Radiocommunications, Radars, Radio-diffusion, Télévision, etc.). Son département « Transformateurs » met à la disposition des électroniciens professionnels son bureau d'études et ses ateliers de fabrication pour résoudre, à l'aide des techniques les plus modernes, tous leurs problèmes d'alimentation et de redressement.



### EN TYPES A AIR

**NUS**  
par fils libres, des cosses disposées en bobinage, ou sur lames horizontales ou verticales.

**1 OU 2 CAPOTS**  
soit sur bobinage, bornes, distributeur de tension ; peut être prévu.

**ENROBÉS**  
sur cosses.

### SUR CIRCUITS STANDARD OU A GRAINS ORIENTÉS

Transformateurs d'alimentation 50 et 400 hertz

Haute et basses tensions

Puissance jusqu'à 7 kVA en monophasé  
10 kVA en triphasé

Transformateurs spéciaux à haut isolement et très faible capacité

Transformateurs B.F. : de modulation-intervalles

Différentiels-Microphoniques à très grande protection, etc.

Transformateurs de blocking

Transformateurs d'impulsion, etc.

Selfs de filtrage, de blocage, de charge, etc.

### B - EN TYPES TROPICAUX EN BOITIERS ÉTANCHES

Remplissage huile ou cire minérale.  
Sorties sur peries de verre ou sur stéatites.

### C - EN TYPES EN CUYE A COUVERCLE DÉMONTABLE

Remplissage à huile.  
Sorties sur bornes stéatitiques.

★ TABLEAUX GÉNÉRAUX D'ENCOMBREMENTS SUR DEMANDE

★ UN MATÉRIEL DE QUALITÉ • UNE GARANTIE DE SÉCURITÉ

POUR TOUTES APPLICATIONS ÉLECTRONIQUES  
POUR ÉTUDES COMPLÈTES D'ALIMENTATIONS  
APPELEZ  
PÉREIRE 34-00

RADIO CORPORATION OF AMERICA



# SSB-1

BANDE LATÉRALE  
*Unique*

ÉMETTEUR  
RÉCEPTEUR

★ PUISSANCE 60 WATTS

ENCOMBREMENT RÉDUIT  
4 CANAUX H.F. 3 à 15 Mc/s

★ TÉLÉPHONIE  
TÉLÉGRAPHIE

EN TELETYPE 60 MOTS Minutes

★ EMPLOI FACILE  
ÉCONOMIQUE



## CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES

4 Canaux entre 3 et 15 Mc contrôlés par cristaux. Antenne fil unique.

**ÉMETTEUR** - 60 watts. Stabilité  $\pm 0,0005\%$  • Bande latérale inférieure • Bande supprimée et Harmoniques à - 50 db. • Fidélité BF  $\pm 2$  db de 350 à 3000 cps •

**RÉCEPTEUR** - Sensibilité meilleure que 1 microvolt pour 50 milliwatts sortie avec un rapport de signal sur bruit 6 db • Puissance BF 2 watts • Distorsion BF 2,5 % (1000 cps pour 50 milliwatts sortie) • Alimentation 115/230 V. 50/60 cycles. 310 watts maximum.

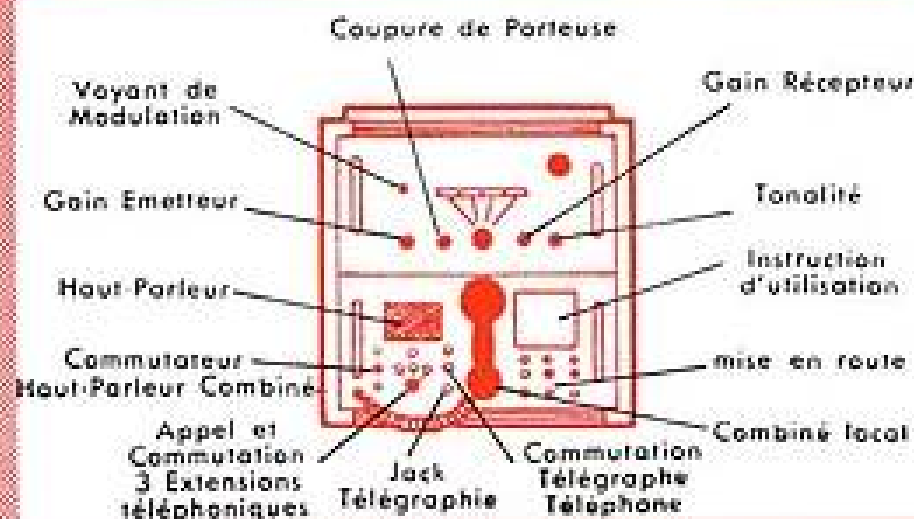


## FACILITÉ D'ACCÈS

Couvercle relevable pour réglage.

Châssis Tiroir.

Se règle comme un Poste A.M.



## SIMPLICITÉ DE MONTAGE

Montage sur platine unique de l'Émetteur et du Récepteur.

Maintenance très économique.

REPRÉSENTANT EXCLUSIF FRANCE & U. F.

# RADIO-ÉQUIPEMENTS

65, RUE DE RICHELIEU

PARIS 2<sup>e</sup>

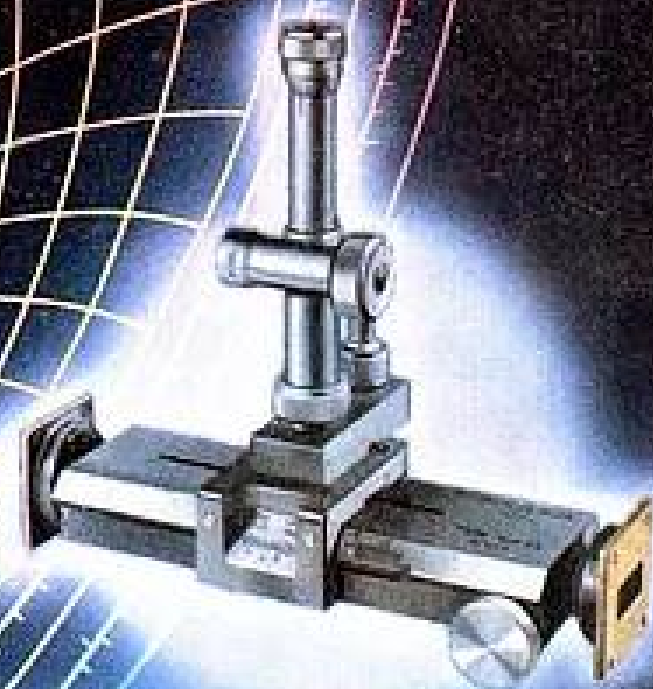
Tél RIC 49-88



M A T É R I E L D E M E S U R E S

*pour*

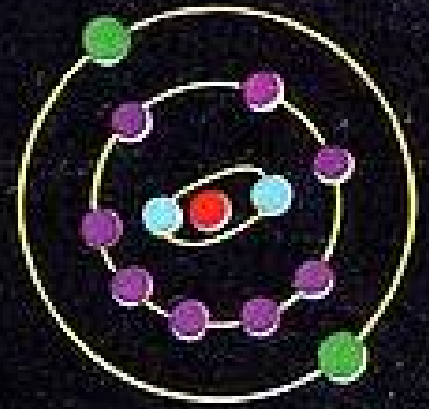
**HYPERFRÉQUENCES**



Les Laboratoires  
**RENÉ DERVEAUX**  
dont la réputation n'est plus  
à faire dans le domaine des  
**HYPERFRÉQUENCES**  
présentent toute une gamme  
d'appareils de mesures de  
conception ultra-moderne  
pour l'étude, le contrôle et  
l'exploitation des radars.



**LABORATOIRES R. DERVEAUX**



Du télescope électronique ou microscope protonique, de la galaxie au noyau de l'atome, de l'infiniment grand à l'infiniment petit, il n'est point de problème, si compliqué soit-il qui ne soit résolu avec une fulgurante rapidité par l'Électronique, porte avancée des techniques modernes.



# ÉLECTRONIQUE et TÉLÉCOMMUNICATIONS

**SOCIÉTÉ ALSACIENNE DE CONSTRUCTIONS MÉCANIQUES**

ELECTRONIQUE ET TÉLÉCOMMUNICATIONS

69, RUE DE MONCEAU, PARIS 8<sup>e</sup> - LAB. 60-50



Pour tout ce qui concerne l'équipement de vos  
TABLEAUX ÉLECTRIQUES et MACHINES MODERNES

# INTERRUPTEUR MINIATURE

500.000  
manœuvres

montage facile en uni, bi, tripolaire.  
remplacement aisé du contact.  
modes de fixation très divers.  
belle présentation.

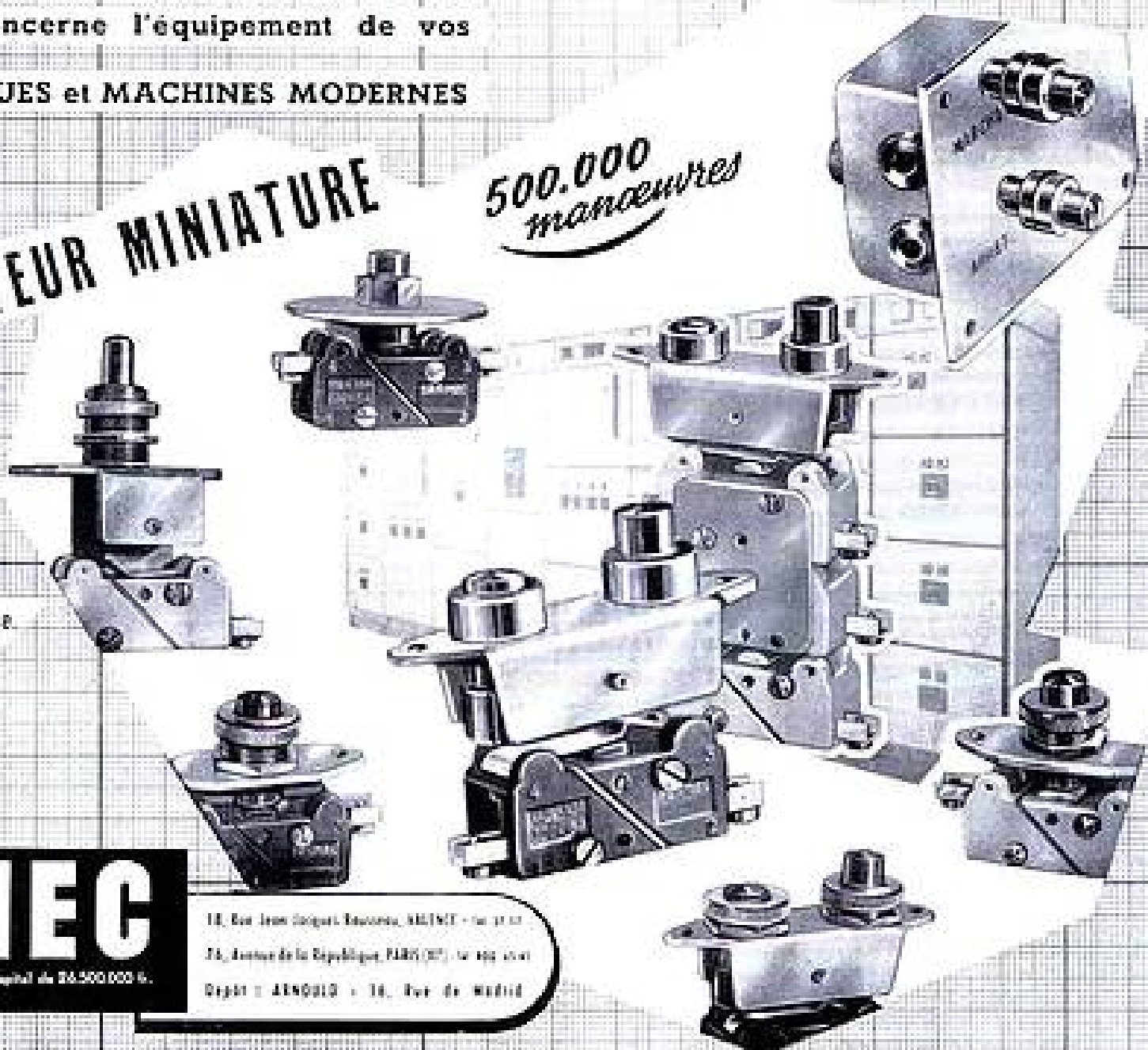
## SERMEC

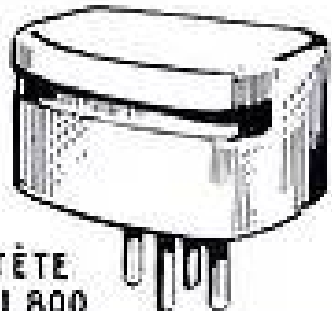
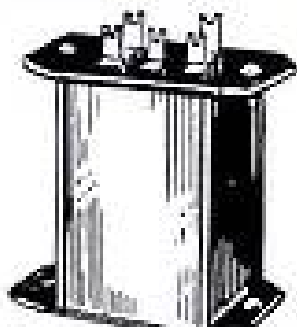
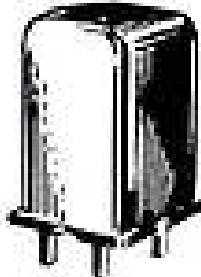
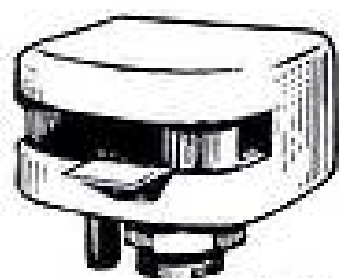
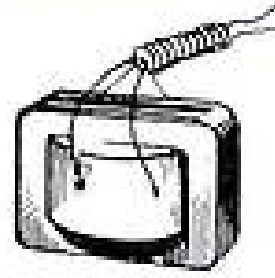
Société à Responsabilité Limitée au Capital de 20.500.000 F.

18, Rue Jean Jaquet, Boulogne, 92100 - tel. 31 31

28, Avenue de la République, PARIS (20) - tel. 409 40 41

Dépot : ARNOULD - 18, Rue de Madrid



|                                                                                                            |                                                                                                    |                                                                                                                             |                                                                                                                                |                                                                                                             |                                                                                                            |                                                                                                            |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  <p>TÊTE<br/>EL 800</p> |  <p>TÊTE TB</p> |  <p>TRANSFO 25X20 <i>boîtier D</i></p> |  <p>TRANSFO 19X11 <i>avec boîtier</i></p> |                                                                                                             |                                                                                                            |                                                                                                            |
| <h2>TÊTES<br/>MAGNÉTIQUES<br/>TRANSFORMATEURS<br/><i>Miniatures</i></h2>                                   |                                                                                                    |                                                                                                                             |                                                                                                                                |  <p>TÊTE<br/>TR. 2 P</p> |  <p>TRANSFO 25X20</p> |  <p>TRANSFO 19X11</p> |

# PMF

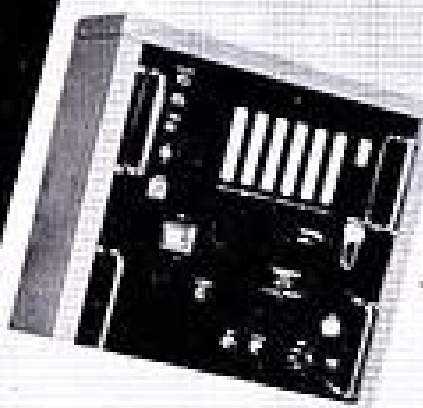
Type EL 800 — Tête Magnétique pour fil type de remplacement CR ou SH.  
Type TB — Tête Magnétique pour bande ou film de cinéma; modèles pour chaque vitesse de déroulement.  
Type TR 2P — Tête Magnétique pour bande combinée : enregistrement et effacement.

Type 25 x 20 — Transformateur miniature en boîtier antimagnétique.  
Type 25 x 20 — Transformateur miniature sans boîtier (connexions par fils).  
Type 19 x 11 — Transformateur miniature en boîtier antimagnétique.  
Type 19 x 11 — Transformateur miniature sans boîtier (connexions par broches).

145, av. de la République, Chatillon-sous-Bagneux (Seine) ALÉ. 77-60

# Une gamme complète...

T.B.F. - B.F. - M.F. - H.F. - T.H.F.



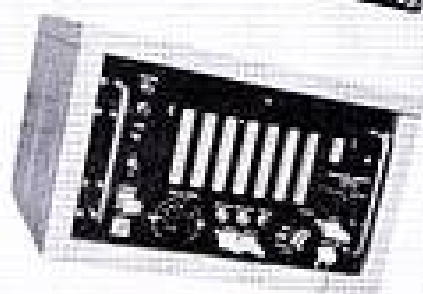
**A-561**  
FREQUENCIMETRE H.F.  
10 KHz à 95 MHz

**A-478**

FREQUENCIMETRE  
CHRONOMETRE



CONVERTISSEUR DE MESURES  
1 MHz à 900 MHz  
COMPLÈTE LES APPAREILS A 438  
H. 2478 POUR LES MESURES EN T.H.F.



**A-479**  
FREQUENCIMETRE  
CHRONOMETRE  
PERIODEMETRE  
0 à 1 MHz

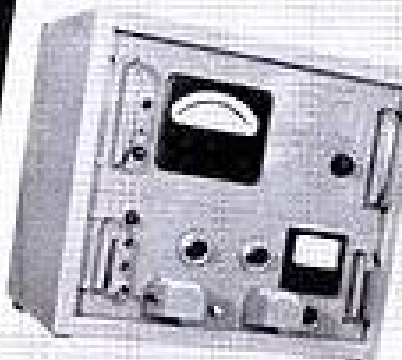
**A-477**

FREQUENCIMETRE - TACHYMETRE  
CHRONOMETRE  
PERIODEMETRE  
0 à 100 KHz



CHRONOMETRE - PRECISION  
RADIOELECTRICITE  
T.B.F. - B.F. - M.F. - H.F.

CHRONOMETRE - ACOUSTIQUE  
RADIOELECTRIQUE - MECANIQUE  
T.B.F. - B.F. - M.F.

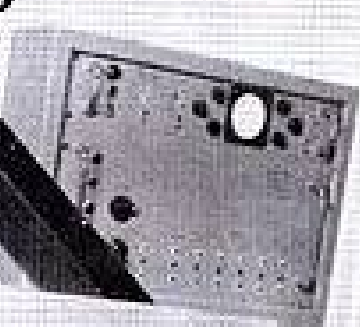


**A-368**  
FREQUENCIMETRE  
DIFFERENTIEL

COMPARATEUR DE HAUTE  
PRECISION POUR CONTRÔLE DE  
QUARTZ DE  
300 KHz à 10 MHz

**A-435 - A-500**

GENERATEUR ETALON  
DE FREQUENCES  
1 Hz à 100 KHz



APPAREIL DE LABORATOIRE  
PRECISION  $\pm 10^{-5}$



**A-620**  
DEBIT - METRE  
ELECTRONIQUE

MESURE INSTANTANEE ET  
TOTALISATION DES DEBITS  
DE LIQUIDES (CARBURANTS)  
EQUIPEMENT DE BANC D'ESSAI

**A-562**

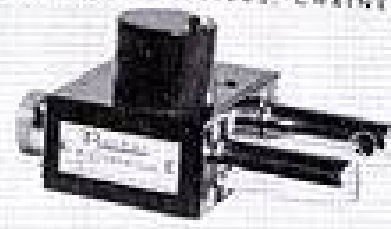
FREQUENCIMETRE  
TACHYMETRE  
ELECTRONIQUE  
10 Hz à 100 KHz



PRECISION  $\pm 1\%$

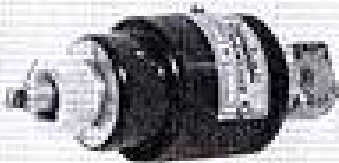
**A-358**

CAPTEUR PHOTOELECTRIQUE A OBTURATION  
ACCESSOIRE "TACHYMETRIQUE" POUR PETITS  
MOTEURS, ROUES DENTÉES, CHAINES, ETC.



**A-660**

CAPTEUR MAGNETIQUE  
ACCESSOIRE POUR TURBO  
MACHINES ET MOTEURS



**A-359**

CAPTEUR PHOTOELECTRIQUE A REFLEXION  
ACCESSOIRE "TACHYMETRIQUE" POUR  
PETITS MOTEURS, GYROSCOPES, ETC.



ENERGIE ATOMIQUE

LABORATOIRES & BANC D'ESSAIS

EQUIPEMENTS DE MESURE DE HAUTE PRECISION  
DES FREQUENCES ACOUSTIQUES OU RADIOELECTRIQUES  
DES FREQUENCES MECANQUES (VIBRATIONS)  
DES DEBITS DE LIQUIDES (CARBURANTS)  
DES VITESSES DE ROTATION (ROUES MACHINES TOURNANTES)  
DES DELAIAGES DE TEMPS (CHRONOMETRE ACOUSTIQUE)  
CONTRÔLE DES PERIODES IMPULSIONS (P.C.)

APPAREILS DE PROSPECTION  
SELECTEURS DE CONJONCTIONS ET D'ANTICONGJONCTIONS  
ENSEMBLES DE COMPTAGE  
INTEGRATEURS  
SELECTEURS  
ALIMENTATIONS STABILISEES POUR TOUTS DETECTEURS  
GENERATEURS STABILISES 10V  
EQUIPEMENTS SPECIAUX

S. E. T. P.

# LIGNES à RETARD...

Ag. PUBLICITEC - DOMENACH

**TYPE CPE  
1000/10**

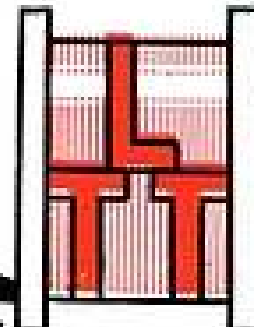
**CABLES  
DE LIAISON  
POUR  
RADARS  
CALCULATEURS  
ÉLECTRONIQUES  
ETC...**

## CARACTÉRISTIQUES ÉLECTRIQUES

|                                               |               |
|-----------------------------------------------|---------------|
| Impédance caractéristique<br>ohms.....        | 1.000 ± 50    |
| Affaiblissements - décibels par<br>mètre..... | à 1 MHz 0,18  |
| —                                             | à 2 MHz 0,30  |
| —                                             | à 5 MHz 0,46  |
| —                                             | à 10 MHz 0,70 |
| —                                             | à 30 MHz 1,30 |
| Retard micro-sec. par mètre...                | 0,12          |
| Puissance maximum .... watts                  | 100           |
| Tension d'essai continue.. volts              | 15.000        |

\*

Câbles de caractéristiques  
différentes étudiés sur demande.



**LIGNES TÉLÉGRAPHIQUES & TÉLÉPHONIQUES**

89 RUE DE LA FAISANDERIE - PARIS-16 - TÉLÉPHONE :

**PARIS**

TRO. 12.71 - 12.85 - 45.50

**Tous TYPES de  
CADRANS  
et  
CIRCUITS IMPRIMÉS  
POUR TOUTES INDUSTRIES**



**SOCIÉTÉ FRANÇAISE  
DE CADRANS**

**FRANCE CADRANS**

**133, BOUL<sup>D</sup> DE CHARONNE  
PARIS (XI<sup>E</sup>) MEN. 88-73**

Ag. PUBLICITEC - DOMENACH