

mensuelle : 10 fr.

Juillet 1942

revue mensuelle : 10 fr. Juillet 19

la radio française

"EMY-RADIO"
108 21 8

**Radiodiffusion
Télévision
Electronique
Organisation
professionnelle**

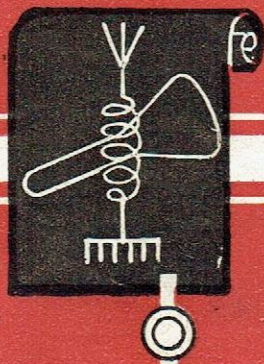
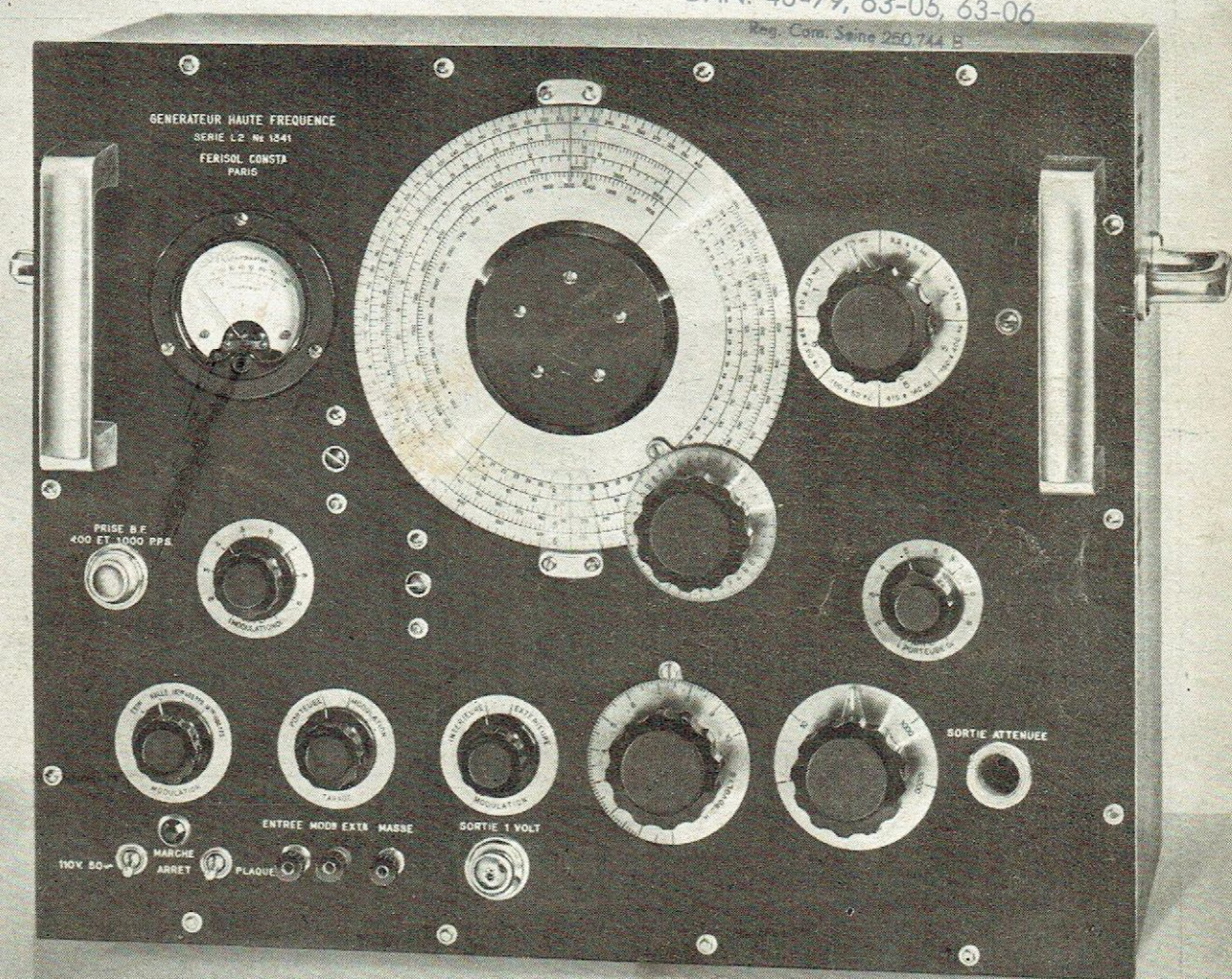
"EMY-RADIO"

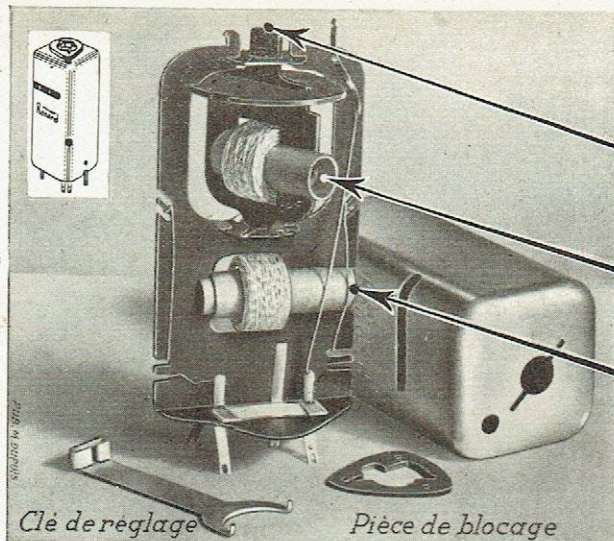
19 & 21, Rue de l'Ancienne Comédie

PARIS - 6°

DAN. 48-79, 63-05, 63-06

Reg. Com. Seine 250.744 B





TRANSFOS MOYENNE FRÉQUENCE COUPLAGE AJUSTABLE

Leurs 3 Réglages compensent toutes les tolérances

1 ACCORD DU SECONDAIRE
Tolérance sur capacités de câblage, lampes etc..

2 ACCORD DU PRIMAIRE
Tolérance sur capacités de câblage, lampes etc..

3 AJUSTAGE DU COUPLAGE
Tolérance sur capacités de couplage, réactions, et amortissements sur le chassis

Bobinages Renard
70, RUE AMELOT - PARIS (XI)
TÉL: ROQ 20-17

MESURES

RADIOÉLECTRIQUES DE HAUTE PRÉCISION

L'INDUSTRIELLE DES TELEPHONES

2, Rue des ENTREPRENEURS
PARIS XV^{TE} TEL: VAU 38-71

SECURIT

BOUGAULT & POGU S.A.R.L. PARIS

SIÈGE SOCIAL ET USINE
161, rue des Pyrénées
ROQ 97-49

BUREAUX ET VENTE
62, rue de Rome
LAB 00-76

MATÉRIEL RADIO-ÉLECTRICITÉ

CIRCUIT MAGNÉTIQUE EN FER HF

Toutes études pour matériel professionnel

BLOC 513

BLOCS HF		MF
507	Petit modèle . . . 3 gammes	207-209 à ajustables Encomb. 35 x 35
509	Modèle Standard. »	TB20-MB20 » » 44 x 44
510	Grand modèle. . »	TRI-MR3 noyaux régl. » » 44 x 44
511	Modèle à poussoirs »	SVTRI-MR3 — » (sélect. variab.)
512	Grand modèle. . 5 gammes	TRI3-MR23-MR33 (Hte musical.)
513	» » avec HF »	SVTRI3 — (sélect. variab.)

PUBL. RAPPY

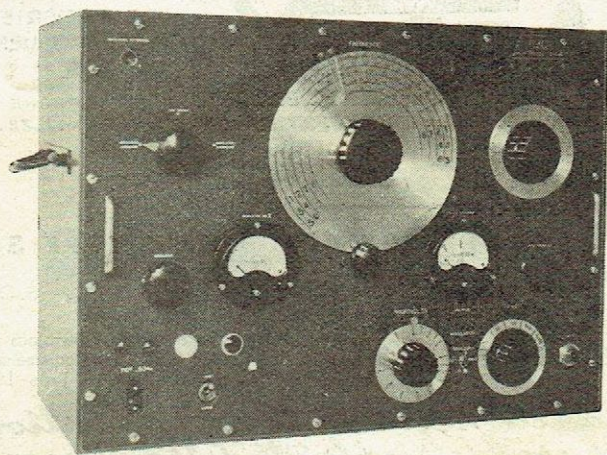
ZENITH RADIO FRANCE

4, B^{TE} PERSHING - PARIS XVII^E

Mercury

41 A
41 B

RÉCEPTEURS DE TRAFIC PROFESSIONNELS



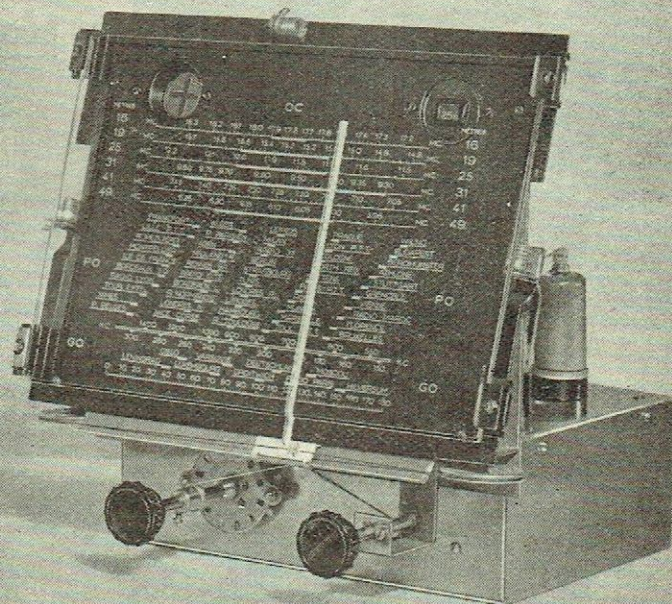
TUBES CATHODIQUES
CELLULES PHOTOÉLECTRIQUES
GÉNÉRATEURS HF ÉTALONNÉS
COUPLES THERMOÉLECTRIQUES
OSCILLOGRAPHES DE MESURE

Compagnie pour la fabrication des
COMPTEURS
et Matériel d'Usines à gaz
MONTRouGE
(Seine)

CDC

CDC

Un 8 Gammes!



BLOC BS 92
8 GAMMES DONT
6 ONDES COURTES



SIÈGE SOCIAL & Usine
PARIS
14, r. des Pêrichaux

Usine
VILLEURBANNE
11,13, r. Songieu

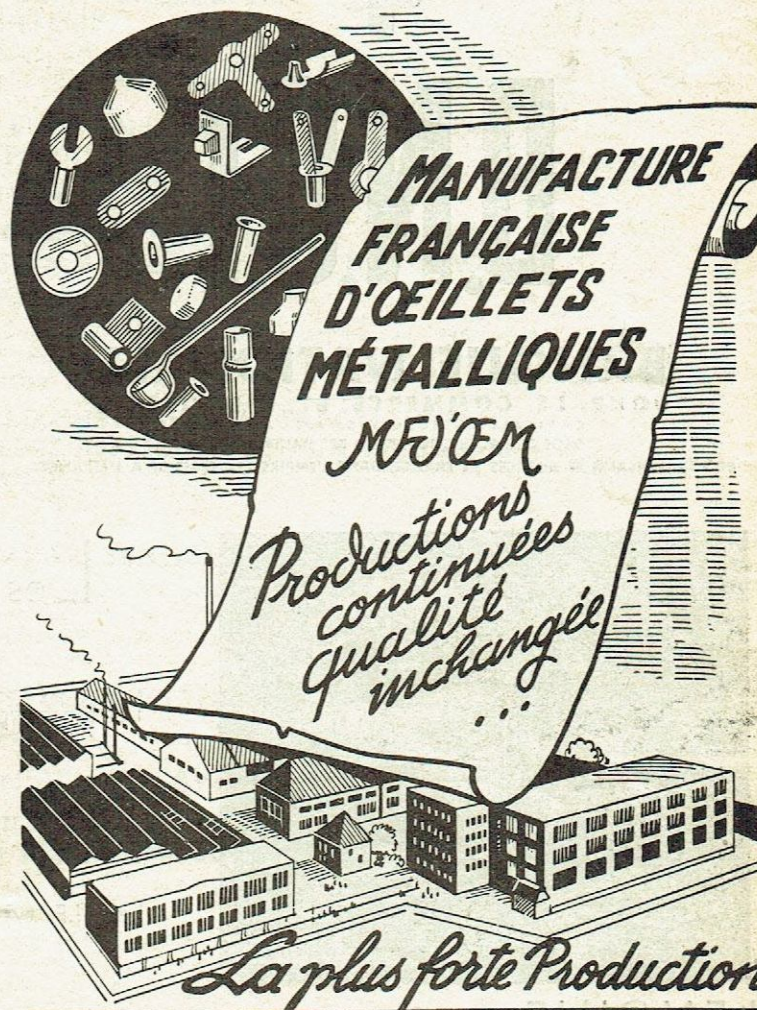
Radialva

la
construction
irréprochable

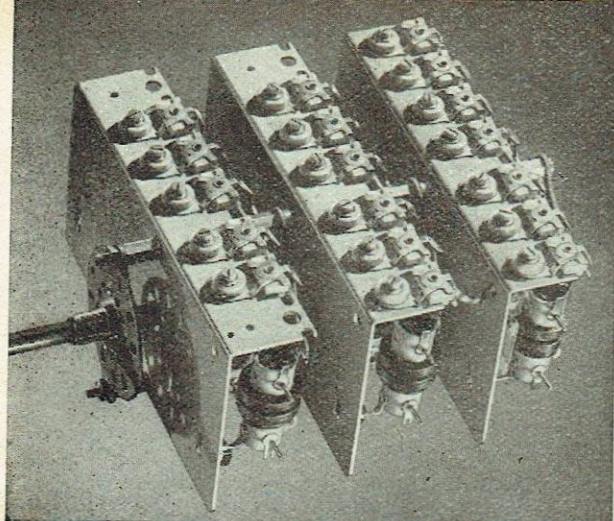
Peu de modèles,
mais bien au point
et toujours munis
des derniers
perfectionnements.

VECHAMBRE FRÈRES
CONSTRUCTEURS

1, RUE J.-J.-ROUSSEAU, ASNIÈRES (Seine)
MAISON ET FABRICATION 100 % FRANÇAISE



La plus forte Production
64, Boulevard de Strasbourg PARIS X^e TEL. BOTZARIS 72-76 - 77-78



ÉLECTRO-
MÉCANIQUE
DE PRÉCISION

6, IMPASSE LEMIERE
752 PARIS XIX^e

LES ATELIERS

ARTEX

CONSTRUCTION
DE MATÉRIEL
HAUTE FRÉQUENCE

TELÉPHONE
NORD 12-22

BLOC TYPE 1.501 P.A. 5 GAMMES

BLOC TYPE 401
4 GAMMES

1^{re} Gamme O.C. : 12-50 à 21-80
2^{de} Gamme O.C. : 21- à 51-
1 Gamme P. O.
1 Gamme G. O.

BLOC TYPE 301
3 GAMMES

O.C. — P.O. — G.O.

Ces deux types de blocs sont
étudiés et réalisés comme notre
bloc ci-contre : Type 1.501.

*La plus grande régularité de fabrication
pour la plus grande régularité de rendement*

AU SERVICE DE L'ÉCONOMIE FRANÇAISE



B.N.C.I.

**BANQUE NATIONALE
POUR LE COMMERCE ET L'INDUSTRIE**

CAPITAL ET RÉSERVES 450 MILLIONS
SIÈGE SOCIAL : 16, BOULEVARD DES ITALIENS — PARIS

800 SUCCURSALES ET AGENCES EN FRANCE, DANS L'EMPIRE FRANÇAIS ET A L'ÉTRANGER

UN LABORATOIRE

parfaitement équipé

DES ATELIERS MODERNES

avec des chaînes de montage et de contrôle
unique en France

UNE ORGANISATION

technique et commerciale de tout premier ordre

permettent aux Etablissements



PARIS

d'assurer malgré les difficultés
actuelles, une fabrication
de qualité supérieure.

ÉTABLISSEMENTS

GIRAUD FRÈRES

25 bis, Avenue Eugène-Thomas
LE KREMLIN-BICÊTRE (Seine)

Tél.: ITA 04-81 et 82

PUBL. RAPPY

Les Bobinages **LEMOINE**

présentent

Les blocs type 60 - 3 gammes oscillateur et accord à fer

70 - 3 gammes standard à air

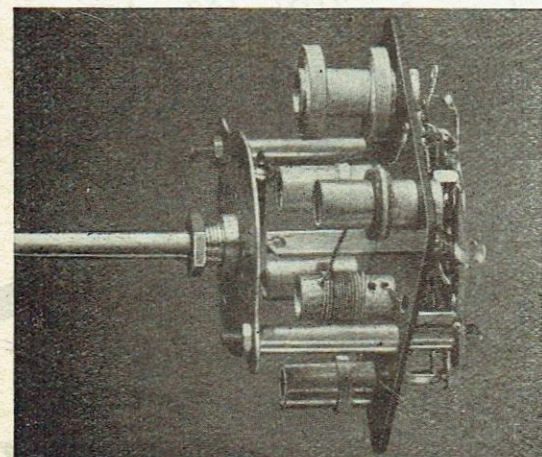
54 - 5 gammes dont 3 gammes O.C. band spread avec C.V. 0,4

53 - Petit modèle 3 gammes

50 - 3 gammes standard à air

Les M.F. type 70 - à ajustables

TS - à noyaux réglables



LEMOINE - 42, rue André-Chénier - BOIS-COLOMBES (Seine)

Tél.: CHA 21-14
Gare : COLOMBES

Agents et Dépositaires pour la région Sud-Ouest: Ets RA010-BORDEAUX, 3, rue Duffour-Dubergier, BORDEAUX (Gironde)

la radio française

REVUE MENSUELLE

Radio-diffusion — Télévision
Électronique — Organisation
professionnelle

Rédacteur en Chef :
Marc CHAUVIERRE

La Radio Française est servie en zone non occupée. Pour les abonnements et la commande de numéros, s'adresser notamment à nos correspondants, libraires, dans les villes suivantes :

Avignon : DAILHE, 10 bis, rue de la République. — **Béziers** : CLARETON, allées Paul-Riquet. — **Clermont-Ferrand** : DELAUNAY, 40, avenue des Etats-Unis. — **Grenoble** : ARTHAUD, 23, Grande-Rue. — **Limoges** : DUVERGER, 15, boulevard Carnot. — **Lyon** : CAMUGLI, 6, rue de la Charité ; LAVANDIER, 5, rue Victor-Hugo. — **Marseille** : Librairie de la Faculté, 118, la Cannebière ; MAUPETIT, 144, la Cannebière. — **Montluçon** : CHAUBARON, 56, boulevard de Courtais. — **Montpellier** : VALAT, 9, place Chabaneau. — **Narbonne** : FIRMIN, 54, rue Jean-Jaurès. — **Nice** : VERDOLLIN, 36, boulevard Mac-Mahon. — **Nîmes** : BONIOL-BECHARD, 12, boulevard Alphonse-Daudet. — **Pau** : GRENIER, 3, rue Henri-IV. — **Saint-Etienne** : DUBOUCHET, 2, rue du Général-Foy. — **Tarbes** : ETCHEVERRY, rue des Grands-Fossés. — **Toulon** : BONNAUD, 4, rue Adolphe-Guise ; REBUFA, 21, rue d'Alger. — **Toulouse** : CAZER, 7, rue Ozenne ; ROYER-LEBON, 52, rue Alsace-Lorraine. — **Vichy** : ARFEUILLE, 76, rue de Paris.

REDACTION ET ADMINISTRATION

92, rue Bonaparte, Paris
Tél. : Rédaction : DAN 01-60



BOUQUET A RESPONSABILITE LIMITEE AU CAPITAL DE 3.200.000 FRANCS

EDITEUR

Administration : DAN 99-15

Le numéro Frs 10

Abonnements :

France et Colonies..... Frs 90
Etranger Frs 140
— (tarif réduit)..... Frs 123
C. Ch. Paris 75-45

SOMMAIRE

N° 7

JUILLET 1942

COUVERTURE

Le nouveau générateur HF de haute précision FERISOL, type L.2., possédant les caractéristiques suivantes :
Gamme de fréquences : 50 Mc à 20 kc. — Sorties étalonnées HF de 0,5 à $10^5 \mu V$ et 1 V. — Sorties étalonnées en fréquences : 400 et 1.000 p/s. — Profondeur de modulation : 80 0/0. — Démultiplicateur de précision au 1/20. — Vernier donnant 32.000 points de lecture. — Condensateur linéaire de fréquences. — Alimentation régulée + ou - 10 0/0.

CHEFS DE FABRICATION 145 par Marc CHAUVIERRE.

Obtenir d'excellents résultats avec une maquette d'appareil, c'est le rôle de l'ingénieur ; les retrouver sur tous les appareils, c'est le but poursuivi par le chef de fabrication ; et ce but est autrement difficile à atteindre que le premier.

SUR LA THEORIE DE L'ICONOSCOPE..... 146 par René BARTHELEMY.

Exposé clair de l'hypothèse de la formation d'une « charge d'espace » que des expériences récentes semblent devoir confirmer.

REMARQUES SUR L'EMPLOI DES LAMPES A PENTE VARIABLE EN BASSE FREQUENCE..... 148 par le Laboratoire de « la Radio Française ».

NOUVEAUX PROCEDES DE MODULATION APPLIQUES A LA TRANSMISSION RADIOELECTRIQUE DES IMAGES.. 151 par Michel ADAM.

Comment la modulation en fréquence est appelée à remplacer la modulation en temps, qui, elle-même, s'est substituée à la modulation par variation d'amplitude.

LES CIRCUITS MAGNETIQUES A FRACTIONNEMENT ELEVE DANS LEURS APPLICATIONS AUX TELECOMMUNICATIONS (suite) 157 par J. LEVALC.

LA MESURE DES FAIBLES TENSIONS EN RADIOTECHNIQUE 164

Comment un amplificateur de mesures placé devant un voltmètre à lampes permet de mesurer des tensions de l'ordre de quelques dizaines de microvolts dans une gamme de fréquence s'étendant de 20 cycles à 1,5 mégacycle.

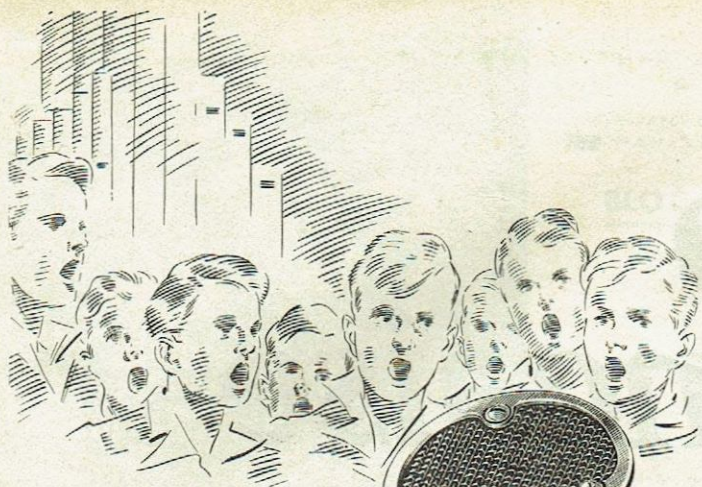
LA TECHNOLOGIE DES EMETTEURS RADIOCOLONIAUX. 166 par H. GROSSIN.

LA PRESSE TECHNIQUE A TRAVERS LE MONDE..... 167

EXTRAITS DU BULLETIN ANALYTIQUE DU CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE..... 169

INFORMATIONS 170

Juillet 1942



Le microphone dynamique 3.630 A, contient un moteur constitué d'un aimant annulaire à très faible entrefer dans lequel se déplace une bobine en ruban d'aluminium fixée à une membrane en alliage léger de quelques microns d'épaisseur. Le niveau du microphone est de 85 db ; son impédance est de 200 ohms.

Radior L.M.T.

TRANSMISSIONS • RADIO PROFESSIONNELLE • SONORISATIONS
RADIOGONIOMÉTRIE • RADIO-AMATEURS • ÉQUIPEMENTS BASSE-FRÉQUENCE

REDRESSEURS • EXTINCTEURS • TÉLÉPHONES

Le Matériel

SOCIÉTÉ ANONYME CAPITAL 175.000.000 DE FRANCS



APPAREILS DE MESURES • CABLES ARMÉS

Téléphonique

45, QUAI DE BOULOGNE - BOULOGNE-BILLANCOURT

ATTÉNUATEURS B.F.
SELS, TRANSFOS
PICK-UP, GRAVEURS
NOYAUX MAGNÉTIQUES H.F.

ATTÉNUATEURS
TOUTES STRUCTURES

LIE

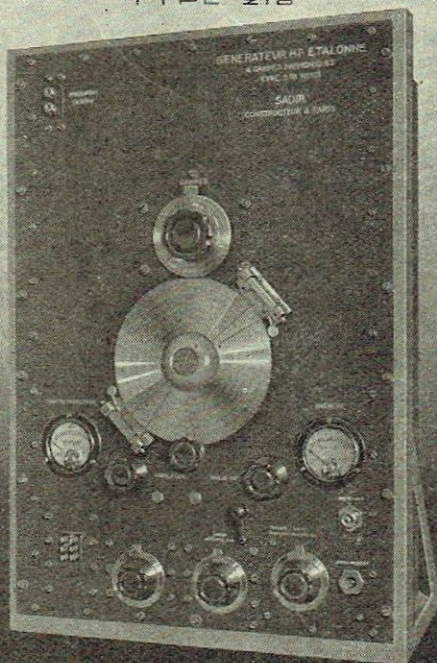
LABORATOIRE INDUSTRIEL D'ÉLECTRICITÉ
41, RUE EMILE ZOLA - MONTREUIL (Seine) Téléph: AVRON 39-20



GÉNÉRATEUR HF

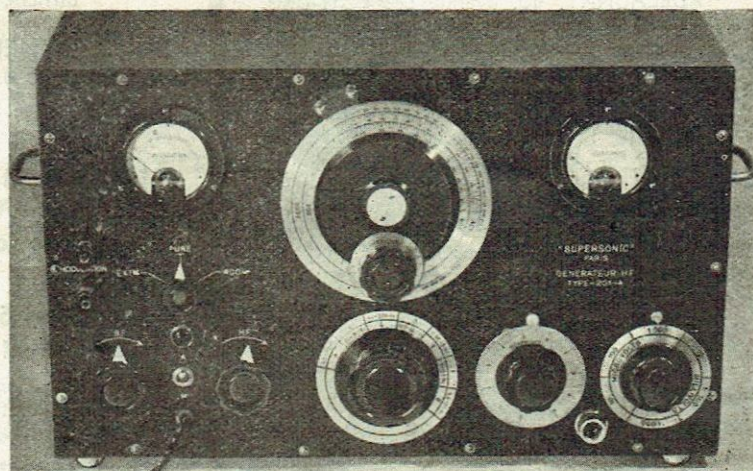
ÉTALONNÉ
TYPE 218

GAMME DE FRÉQUENCES:
9,17 Kc à 42.960 Kc
12 SOUS-GAMMES
HARMONIQUES...
TENSION DE SORTIE:
100mV à 0,1µV



STABILITÉ
SUPERIEURE 1/10.000
MODULATION
INTERIEURE OU
EXTERIEURE 0-100%
ALIMENTATION RÉGLÉE

101 B^d MURAT
PARIS
Auteuil 81-25



DÉPARTEMENT APPAREILS DE MESURE

GÉNÉRATEURS HF (2 Modèles)
GÉNÉRATEURS BF (2 Modèles)
PONTS D'IMPÉDANCES
CAPACIMÈTRES HF
Q - MÈTRES
VOLTÈMÈTRES ÉLECTRONIQUES
VOLTÈMÈTRES UHF
OSCILLOGRAPHES ENREGISTREURS
SELS ÉTALON
STANDARDS DE FRÉQUENCES

SUPERSONIC  34, RUE DE FLANDRE
PARIS, NOR. 79-64

CHEFS DE FABRICATION

DANS un récent numéro de « la Radio Française », j'ai signalé combien notre industrie souffrait du manque d'ingénieurs qualifiés. Il y a un autre problème sur lequel je voudrais insister aujourd'hui ; c'est sur celui du manque de chefs de fabrication.

*
**

Beaucoup de techniciens s'imaginent qu'ils ont tout fait lorsqu'ils ont mis au point au laboratoire la maquette d'un récepteur dont les performances s'avèrent remarquables ou sensationnelles, et, comparant leur maquette avec la production de la concurrence, ils s'imaginent avoir révolutionné le marché : grossière erreur !

Lorsque le travail du technicien du laboratoire est terminé, celui du chef de fabrication commence. Lequel des deux est le plus important ? Il y a dix ans, j'aurais dit sans hésiter : celui du technicien. Aujourd'hui, c'est pour moi le chef de fabrication qui a la plus lourde responsabilité.

Je laisse totalement de côté le problème de l'approvisionnement ou celui des matériaux de remplacement, ce sont là des difficultés passagères, espérons-le, mais même dans des conditions normales, il n'en restera pas moins vrai que tout le travail de l'ingénieur sera réduit à néant si la fabrication laisse à désirer. Les micro-volts ou les décibels obtenus dans le silence des laboratoires n'ont de signification réelle que si tous les récepteurs construits d'après la maquette ont les mêmes caractéristiques et s'ils sont susceptibles de conserver ces caractéristiques dans le temps.

L'utilisateur, lui, n'a pas entre les mains la maquette de laboratoire, il a le récepteur ou l'appareil construit en série, et c'est sur lui seul qu'il se fera une opinion. Cela, le chef d'industrie ne doit jamais l'oublier. D'ailleurs, l'expérience a montré que de deux récepteurs, l'un aux performances quelconques, mais fabriqué impeccablement, et l'autre aux performances sensationnelles mais bâclé, c'est le premier qui rencontre le plus grand succès : et cela est parfaitement légitime.

D'autre part, le technicien du laboratoire néglige toujours les détails de finition qui font la classe d'un récepteur.

Il y a dix ans, je jugeai un récepteur sur ses performances, aujourd'hui j'ai toujours envie de me contenter de le juger sur la fixation du panneau arrière : cela en dit long sur la classe du récepteur.

*
**

Or, si nous ne sommes pas riches en ingénieurs, nous sommes encore plus pauvres en chefs de fabrication spécialisés dans la radio. Il y a des écoles pour la formation des techniciens il n'y en a pas pour la formation des responsables de la fabrication. D'excellents collaborateurs, dans cet ordre d'idées, viennent des Arts et Métiers, mais il leur a fallu de longues années d'apprentissage et de pratique pour arriver à la connaissance complète de la radio-électricité appliquée.

L'importance de notre industrie est telle aujourd'hui qu'il y aurait lieu d'attirer sur ce point l'attention des animateurs de l'enseignement technique, et souhaitons que dans un proche avenir nous puissions dire en examinant les récepteurs de notre fabrication : « L'envers vaut l'endroit. »

Marc CHAUVIERRE.

SUR LA THÉORIE DE L'ICONOSCOPE

par René BARTHÉLÉMY

Bien que depuis près de dix ans ce remarquable analyseur de télévision ait fait l'objet de nombreuses expériences et de multiples exposés, il ne semble pas qu'une parfaite concordance de vues se soit manifestée parmi les divers auteurs.

On se trouve en présence d'un problème dont les données sont difficiles à fixer, puisqu'il s'agit de déterminer le potentiel d'une particule isolée, photosensible, soumise à un jet périodique d'électrons, et susceptible d'émission secondaire.

Rappelons brièvement la constitution de l'iconoscope :

Dans un tube à vide poussé (fig. 1), on a disposé une plaque de mica rectangulaire très mince, M, recouverte d'un côté, C, d'une quantité de petits dépôts d'argent qui sont autant de cathodes photoélectriques élémentaires, et, de l'autre, d'une plaque conductrice, P, reliée à la résistance R, qui recueille la différence de potentiel de modulation. Un faisceau cathodique F, très délié, de l'ordre de 1/10 de mm de diamètre, peut balayer la mosaïque de cellules selon deux mouvements orthogonaux, l'un à la fréquence fixée pour la ligne, et l'autre à celle de la déviation verticale.

Chaque particule photosensible subit donc l'impact périodique du flux d'électrons. Dans la théorie primitive, on admettait que cet apport d'électrons abaissait le potentiel de la particule qui, au bout d'un certain temps, atteignait un potentiel limite, négatif par rapport à l'anode haute tension du tube, tout comme dans une lampe à électrodes multiples une électrode isolée prend un potentiel négatif, fonction de ses conditions d'isolement, et interrompt pratiquement souvent le courant anodique de la lampe.

L'existence de ce niveau négatif permettait de donner une première explication du fonctionnement de l'iconoscope. La lumière tombant sur une particule ainsi préalablement chargée négativement, provoque le départ de photoélectrons, et le potentiel monte progressivement, en fonction du temps, et aussi de l'intensité d'éclairement. Les électrons ainsi libérés s'en vont vers l'anode haute tension et provo-

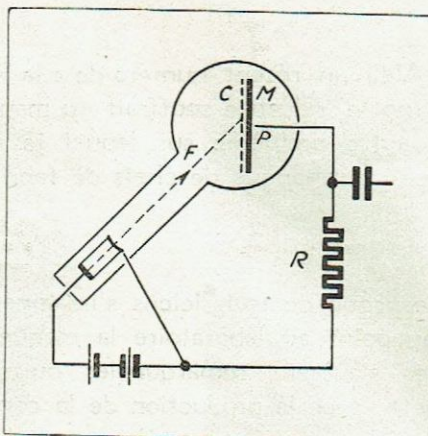


Fig. 1. — Schéma de principe de l'iconoscope.

quent un faible courant de déplacement dans le diélectrique mica. Lorsque le faisceau F repasse sur la particule, l'apport d'électrons est tel que la particule reprend à peu près instantanément son potentiel initial, provoquant ainsi, dans le circuit qui passe par la résistance R, un courant important, proportionnel à l'éclairement de la cellule et au temps qui sépare deux balayages. C'est ce courant qu'on utilise pour traduire la lumière au point considéré de la mosaïque ; on profite ainsi de l'intégration de l'effet lumineux pendant la durée de l'analyse.

Cette première théorie avait le mérite de la simplicité, malheureusement elle ne pouvait expliquer certains résultats ; c'est ainsi que la plus forte impulsion correspondait à l'éclairement le plus intense, le noir ne donnant naissance à aucune oscillation, lors du passage du faisceau ; or, l'oscillogramme révèle le phénomène inverse. On ne se rend pas compte non plus de la formation de signaux parasites supplémentaires dénommés « taches ».

Il a donc été nécessaire d'examiner de nouvelles hypothèses, en particulier celles provoquées par la production d'électrons secondaires. Et il semble bien, qu'en définitive, ce soit l'action de ces émissions qui conditionne tout le fonctionnement. Si l'on trace la courbe de l'émission secondaire de la couche argent oxyde d'argent-caésium, on trouve un coefficient supérieur à 1 à partir d'électrons incidents d'une ving-

taine de volts, et pour les électrons de 1.000 volts de l'iconoscope, le coefficient passe à 3 ou 4. Pour des tensions d'accélération beaucoup plus élevées, l'émission secondaire diminue, et cette remarque sera peut-être le point de départ de certains perfectionnements.

Pour nous en tenir à l'iconoscope tel que l'a créé Zworykin, on peut induire que le potentiel des particules isolées croît sous l'effet du faisceau d'analyse au lieu de décroître.

Il devient plus délicat d'échafauder des hypothèses sur la formation de la modulation ; ainsi une série d'expériences ont été entreprises, par la R.C.A. en Amérique, par MM. Heimann et Wemheuer en Allemagne, par M. Myers à la Société E.M.I. en Angleterre, pour dégager la véritable explication.

C'est à l'aide d'une sonde, permettant de mesurer le potentiel d'une petite partie de la mosaïque, sorte d'électromètre ne perturbant pas l'état électrique des éléments photosensibles, que les divers expérimentateurs ont étudié les variations en fonction du temps d'analyse et de l'intensité d'éclairement.

Les résultats indiqués dans les diverses publications sont du même ordre, et nous trouvons dans le livre *Electron-optics* de Myers l'essentiel des constatations et des hypothèses.

La figure 2 représente la variation du potentiel d'un élément photosensible de la mosaïque, placé dans l'obscurité et frappé périodiquement aux temps t_1 , t_2 , etc., par le faisceau cathodique. Au moment de l'impact, la tension, comptée à partir du potentiel d'anode du tube qui est celui de la masse, monte rapidement à une valeur limite de + 3 V., que l'on trouve identique pour tous les éléments, quel qu'ait été le régime antérieur. Ensuite, la tension baisse relativement lentement, selon une loi d'allure exponentielle, et atteint une autre valeur limite légèrement négative, voisine de - 1 V ; au temps t_2 le phénomène se répète.

La montée brusque s'explique par l'émission d'électrons secondaires, mais l'auteur n'indique pas les causes qui déterminent le plafond mesuré de 3 V. La baisse de

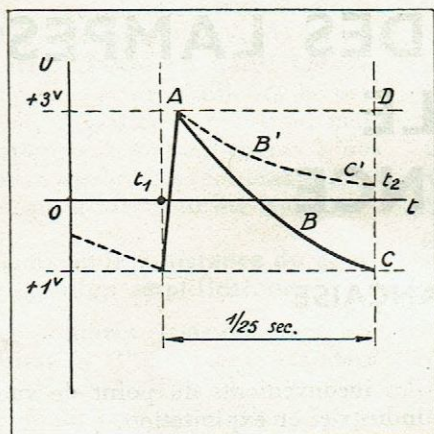


Fig. 2. — Variation du potentiel d'un élément photosensible.

potentiel qui suit proviendrait de l'afflux sur cette partie encore légèrement positive de la mosaïque des électrons secondaires émis par les particules voisines successivement frappées par le faisceau, et ce, jusqu'à ce qu'un potentiel assez bas ne permette plus l'arrivée de ces électrons de faible vitesse. L'intervention de la lumière sur la particule considérée se manifeste par le départ d'une certaine quantité d'électrons sous forme de photo-électrons, départ d'autant plus marqué que l'on s'éloigne du temps t_1 de l'impact ; le potentiel de la particule ne s'abaisse donc plus autant que dans l'obscurité, et la courbe pointillée $A'B'C'$ (fig. 2) montre la variation du potentiel observée pour un éclaircissement déterminé. Au temps t_2 , l'impulsion brusque qui sera transmise par capacité au circuit d'utilisation ne sera plus proportionnelle à l'amplitude CD , mais à $C'D$. C'est ainsi qu'apparaît la modulation.

On constate que les variations les plus importantes ont lieu dans l'obscurité, et que pour des éclaircissements puissants, le saut de potentiel, sous l'effet du faisceau, devient très faible. D'autre part, la redistribution inégale des électrons secondaires sur la mosaïque détermine, en fonction de la position géométrique des particules, des niveaux de potentiels minima C différents. D'où l'apparition d'une modulation supplémentaire dénommée « tache » que les techniciens de la télévision connaissent bien, et que l'on corrige empiriquement. (Cf. *O.E.*, n° 198, de juin 1938.)

Ces explications, devenues à peu près classiques, étant données, il nous paraît difficile, si l'on n'introduit pas une hypothèse supplémen-

taire, de concevoir une modulation quelconque provenant de l'analyse. En effet, si l'on admet que les électrons secondaires, émis à un temps t_1 par une particule, retombent sur la mosaïque, sollicités par des potentiels même relativement faibles, le temps de retour, calculé, de cette quantité d'électricité reste très petit et inférieur même à la durée d'un point d'image. La plaque de signal recevant ainsi deux impulsions égales et de signes contraires à des époques très proches, on ne percevrait pratiquement sur l'impédance de sortie que la valeur moyenne, qui est nulle. Puisqu'il y a un signal, il devient indispensable d'admettre que la vitesse des électrons secondaires devient très faible, sinon nulle, c'est-à-dire qu'il se forme une « charge d'espace » au voisinage de la mosaïque. La quantité d'électricité qui la compose doit même être très grande vis-à-vis du dégagement d'électrons secondaires par point d'image, sinon on observerait une modulation inverse, affaiblie et probablement décalée, superposée à la modulation principale.

Cette charge d'espace joue ainsi le rôle d'un réservoir efficace et permet un débit sensiblement constant d'électrons qui vont vers la mosaïque ; ce rôle de volant des charges d'espace rappelle celui qu'elles jouent dans l'atténuation du souffle cathodique dans les lampes amplificatrices. Bien entendu, un certain nombre d'électrons sont captés par l'électrode collectrice qui est liée à l'anode haute tension du tube, car la charge d'espace ne peut augmenter indéfiniment ; il faut assurer l'écoulement d'une quantité d'électricité équivalente à celle apportée par le faisceau et aussi par le débit photo-électrique.

On peut même recueillir, sur cette électrode, une modulation assez importante et de signe inverse de celle observée sur la sortie normale. Cette constatation va un peu à l'encontre d'une forte charge d'espace qui masquerait toutes les oscillations issues de la mosaïque. Il faut toutefois remarquer que le potentiel de cette anode est en moyenne plus élevé que celui de la plupart des éléments de la mosaïque et que, pendant au moins une partie de la montée CD de la caractéristique (fig. 2), des électrons secondaires provenant de la particule frappée par le faisceau

sont attirés directement par l'électrode collectrice.

Cette hypothèse de charge d'espace, que nous avons émise il y a quelques années, a été également envisagée par deux auteurs allemands, MM. Heimann et Wemheuer, qui lui attribuent la limitation du potentiel positif de la mosaïque ; ces ingénieurs du laboratoire de recherches des P.T.T. allemands ont établi pour leurs mesures un tube spécial dans lequel un élément de mosaïque séparé, et accessible électriquement, est disposé au milieu de la plaque normale ; ils expliquent à l'aide de la charge d'espace et de la loi de l'analyse en dent de scie la répartition de la « tache », en général plus intense au début des explorations, c'est-à-dire à gauche et en haut des images. (Voir article de 1940 dans le *Zeitschrift für technische Physik*.)

Nous ne sommes donc pas seuls à émettre cette hypothèse, et nous pensons qu'elle peut conduire encore à des perfectionnements dans l'analyseur électronique. C'est ainsi que, dans les laboratoires de la Compagnie des Compteurs, M. Zeitline a procédé à un essai intéressant, tendant à l'égalisation, au-dessus de la surface de la mosaïque, de la charge d'espace, c'est-à-dire à la diminution de la modulation parasite provoquée par le retour des électrons.

Dans ce but il a établi, à une certaine distance de la plaque photosensible, des connexions très fines, pratiquement invisibles dans la projection optique de l'image, pour égaliser les potentiels entre les différentes régions surplombant la mosaïque. Un réseau ainsi constitué en fils de petit diamètre a permis de diminuer dans de grandes proportions l'irrégularité de la « tache » de l'iconoscope. Un inconvénient s'est cependant manifesté ; une sorte de damier, figurant les connexions, apparaît sur l'image reconstituée, bien qu'aucune trace optique de la trame ne soit perceptible à l'œil sur l'iconoscope. Cette modulation, d'origine purement électrique, est produite par l'action des fils sur le faisceau très délié, qu'ils obturent partiellement par instant. Une compensation exacte de ce défaut est possible.

Nous nous réservons de revenir ultérieurement sur ce sujet, lorsque des expériences plus poussées auront apporté leurs enseignements.

REMARQUES SUR L'EMLOI DES LAMPES A PENTE VARIABLE EN BASSE FREQUENCE

par le **LABORATOIRE DE LA RADIO FRANÇAISE**

Position du problème

Dans de nombreux cas, il importe de contrôler le volume sonore en agissant électroniquement sur le gain d'étage : par exemple, lorsqu'on veut contrôler à distance un amplificateur basse fréquence et qu'on ne dispose pas d'un atténuateur sur une ligne à basse impédance, ou bien encore lorsque l'on aborde le problème de la compression ou de l'expansion automatique, soit pour la radiodiffusion, soit pour l'enregistrement ; citons pour mémoire l'action de l'A.V.C. en basse fréquence. Dans tous ces cas, on est amené à faire varier le gain d'étage d'une lampe à pente variable, le contrôle de ce gain étant obtenu au moyen de la variation de tension de polarisation (variation manuelle ou automatique).

L'emploi d'une caractéristique courbe est possible en haute fréquence modulée, principalement avec une caractéristique parabolique (du 2^e degré), car, dans ce cas, la pente est constante pour un point de fonctionnement donné, puisqu'elle correspond à la dérivée de la fonction représentant la caractéristique I_p/V_g . La dérivée est du premier degré, puisque la fonction est du deuxième degré. Ceci explique que l'on a une reproduction fidèle, quoique la caractéristique soit courbe (1).

Mais il n'en est plus de même, lorsque l'on travaille en basse fréquence avec une charge apériodique dans le circuit-plaque. La courbe de la caractéristique qui permet la variation de gain apporte dans ce cas une distorsion importante, d'autant plus grande que l'amplitude de la tension d'entrée est elle-même plus grande, et c'est cette distorsion qu'il importe de réduire lorsqu'on aborde le problème que nous avons indiqué.

(1) Voir « Notions complémentaires sur les tubes électroniques », par Marc Chauvière (Dunod, éditeur),

Plusieurs solutions sont possibles.

En premier lieu, on s'efforce de réduire autant que possible l'amplitude maxima du signal que l'on veut contrôler, mais on est limité dans cette voie pour deux raisons : il est regrettable de désamplifier pour réamplifier ensuite, et, d'autre part, plus on diminue le signal, plus on risque d'arriver à un rapport signal/bruit de fond défavorable.

Les meilleures solutions sont donc celles qui permettent de conserver un signal d'entrée aussi grand que possible.

Une solution classique consiste à utiliser deux lampes d'entrées en push-pull, lampes ayant elles-mêmes des caractéristiques paraboliques.

La caractéristique parabolique n'occasionne que des harmoniques pairs, et le montage push-pull élimine ces harmoniques. Cette solution est correcte, mais comporte

des inconvénients du point de vue industriel et exploitation.

Il existe d'autres solutions, que nous avons rapidement étudiées au Laboratoire :

1° Emploi d'une forte contre-réaction sur une lampe à pente variable ordinaire.

2° Emploi d'une lampe hexode à contrôle de gain par la troisième grille, combinée elle-même avec une forte contre-réaction.

En étudiant le problème, on s'aperçoit qu'on peut l'envisager sous deux angles tout à fait différents. En effet, le comportement d'un même système ne sera pas le même, suivant qu'on envisage un contrôle de sensibilité à action instantanée, ou tout au moins avec une constante de temps très faible (cas de la compression automatique), ou bien qu'une action instantanée est moins importante et qu'un léger retard est admissible (cas du contrôle à distance).

Dans les lignes qui vont suivre,

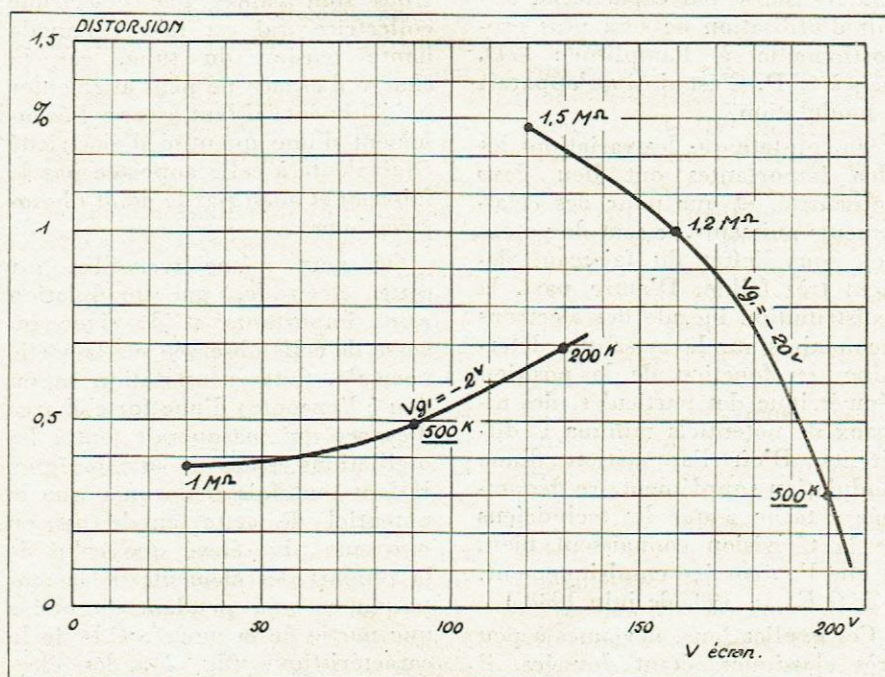


Fig. 1. — Rôle de la tension d'écran dans la distorsion non linéaire.

nous exposerons succinctement quelques résultats d'essais et de mesures effectués à notre Laboratoire, sans avoir d'ailleurs la prétention d'épuiser la question, mais en apportant tout au moins à nos lecteurs quelques précisions sur un sujet qui a rarement été traité.

Commande à distance du gain d'un amplificateur

Les premiers essais ont porté sur l'utilisation d'une lampe standard 6M7. Pour faciliter les mesures, cette lampe était suivie d'une lampe 6C5, montée en contre-réaction et chargée par un transformateur de haute qualité. Des mesures ont montré que la distorsion apportée par cet étage de sortie était de l'ordre de 2/1.000, donc négligeable.

La contre-réaction sur la 6M7 était obtenue par l'emploi d'une résistance non shuntée dans la cathode. Les essais ont porté principalement sur le choix de cette résistance et sur l'influence de la tension d'écran.

La résistance d'écran, en particulier, joue un rôle considérable dans la distorsion, et le tracé de la courbe de la figure 1 pour différentes résistances et tensions d'écran et deux polarisations (2 et 20 volts), nous permet de voir qu'une résistance de 500.000 ohms dans l'écran donne les meilleurs résultats, cette résistance étant shuntée par un condensateur de $C = 0,25$ microfarad. La contre-réaction simple qui a donné les meilleurs

résultats, consiste dans la résistance de polarisation de 1.000 ohms non shuntés. Le montage correspondant est donc le schéma ci-après (fig. 2).

Les mesures de la courbe (fig. 1) sont faites en gardant constant le niveau de sortie de 1,55 volt sur 500 ohms. Avec $V_g = -2$ volts, le gain de l'ensemble en tension (grille 6M7, plaque 6C5) est de l'ordre de 23 à 24 décibels.

La meilleure résistance d'écran pour une charge de 100.000 ohms dans la plaque étant déterminée, la courbe (fig. 3) représente la distorsion en fonction du gain. Les tensions de polarisation étant repérées sur l'échelle des décibels. Au départ, avec deux volts de polarisation, la tension de sortie a été réglée à 1,55 volt, sur la 6C5 le gain était ainsi de 24 décibels. Pour les gains trop faibles (en dessous de 8 décibels), les mesures étaient infaisables. Cependant un amplificateur de son, monté avec une 6M7 utilisant ce principe de variation de gain, n'avait pas de distorsion appréciable à l'oreille dans les régions où, à cause des faibles tensions d'entrée mises en jeu, les mesures ne pouvaient être faites. L'oscillographe non plus ne décelait pas de distorsion visible.

Nous pouvons donc en conclure que la question du réglage du gain à distance est sérieusement dégrossie.

Cependant, un tel système n'est pas applicable à un compresseur ou un expasseur. En effet, si l'on fait

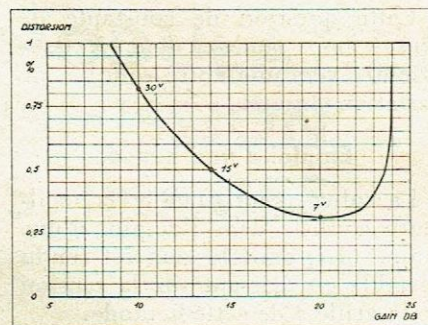


Fig. 3. — Variation de la distorsion avec le gain.

varier brusquement la tension de polarisation qui contrôle la pente du fait de l'emploi d'une résistance en série, dans l'écran le potentiel d'écran ne s'adapte pas instantanément à la valeur optimum correspondant à la nouvelle polarisation : cela par suite de la constante de temps du circuit formée par la résistance d'écran et le condensateur de découplage : cette constante de temps est de l'ordre d'une fraction de seconde ou d'une seconde. Durant ce laps de temps, on constate une distorsion qui peut atteindre 15 ou 20 %. Il est donc important, dans certains cas, d'étudier un système tel que ce phénomène soit éliminé.

Les premiers essais ont porté sur la suppression du condensateur de shunt, mais la distorsion devient importante malgré la contre-réaction supplémentaire apportée par la suppression du shunt. En effet, le taux de contre-réaction initial pour -2 volts atteint 15 décibels et nécessite l'emploi, pour obtenir la tension de sortie de 1,5 V, d'un signal d'entrée si grand qu'il y a écrêtage.

On a ensuite essayé l'emploi d'une tension d'écran rigoureusement fixe (pile ou tension stabilisée), mais on ne dispose plus de l'effet de correction dû à la tension glissante d'écran, et le taux de distorsion est trop grand.

Le troisième essai a porté dans le montage d'un pont dans l'écran avec résistance de garde suivant la figure 4. Le pont est réglé de manière à obtenir une tension écran égale à celle obtenue avec une simple résistance de 0,5 M Ω , soit pour $V_g = 2$ volts : 90 volts. La tension d'écran, là non plus, ne pouvait glisser suffisamment, et, d'autre part, le pont possède forcément à ses bornes le condensateur de sortie du filtre apportant une constante de temps importante.

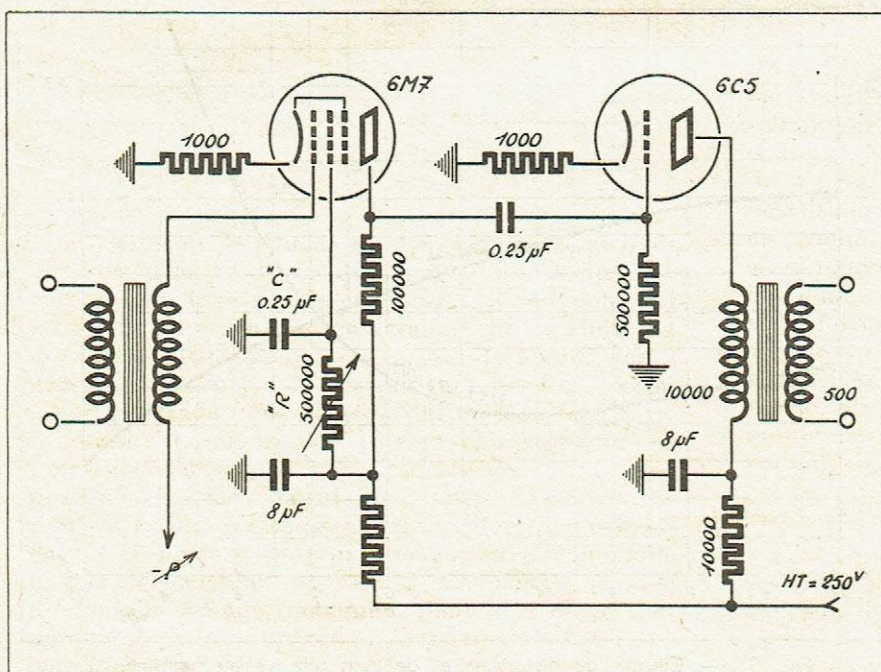


Fig. 2. — Schéma de principe du contrôle à distance de volume sonore.

Cette question de constante de temps nous amène donc à nous orienter vers une autre solution de variation de gain.

Emploi d'une hexode

La solution qui semble la meilleure consiste dans l'emploi d'une lampe 6L7, dont le gain est rendu variable en agissant sur la tension de la grille 3 de cette heptode.

La lampe 6L7 étant généralement utilisée en mélangeuse haute fréquence, les essais pour la BF ont tout d'abord consisté dans le choix des éléments de son montage : charge, polarisation, etc.

La charge optima s'est révélée être de 50.000 ohms ; pour une charge plus forte, la distorsion augmente notablement. L'écran, alimenté par un pont, doit avoir une tension de 110 à 120 volts pour :

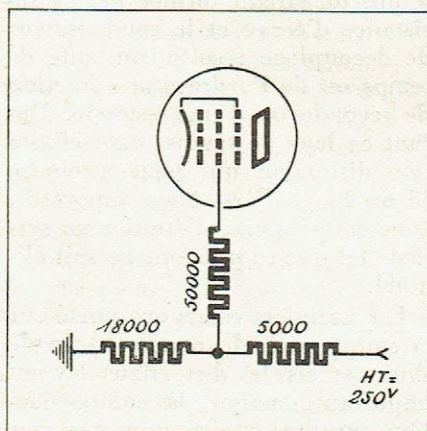


Fig. 4. — Montage en pont de la tension d'écran.

$V_{\text{plaque}} = 200 \text{ à } 220 \text{ volts.}$

$R_k = 5.000 \text{ ohms.}$

$V_{g1} = 12 \text{ volts.}$

$V_{g3} = 0 \text{ volt.}$

Ces valeurs déterminées, le montage a été effectué de la même manière que précédemment, selon le schéma de la figure 5.

La tension de la grille 3 est injectée entre g_3 et la cathode, de cette manière, $V_{g3} = 0 \text{ volt}$ correspond à la même tension cathode V_{g3} .

Guidés par les expériences faites avec la 6M7 au point de vue constante de temps, l'écran a été monté sans shunt. Ceci, du reste, donne lieu à une observation intéressante : pour une résistance de polarisation variant de 1.000 à 2.500 ohms, en augmentant progressivement la tension négative sur V_{g3} , le gain diminuait, passait par un minimum, augmentait à nouveau, puis décroissait jusqu'à devenir inférieur à l'unité. Ceci disparaissait sitôt que

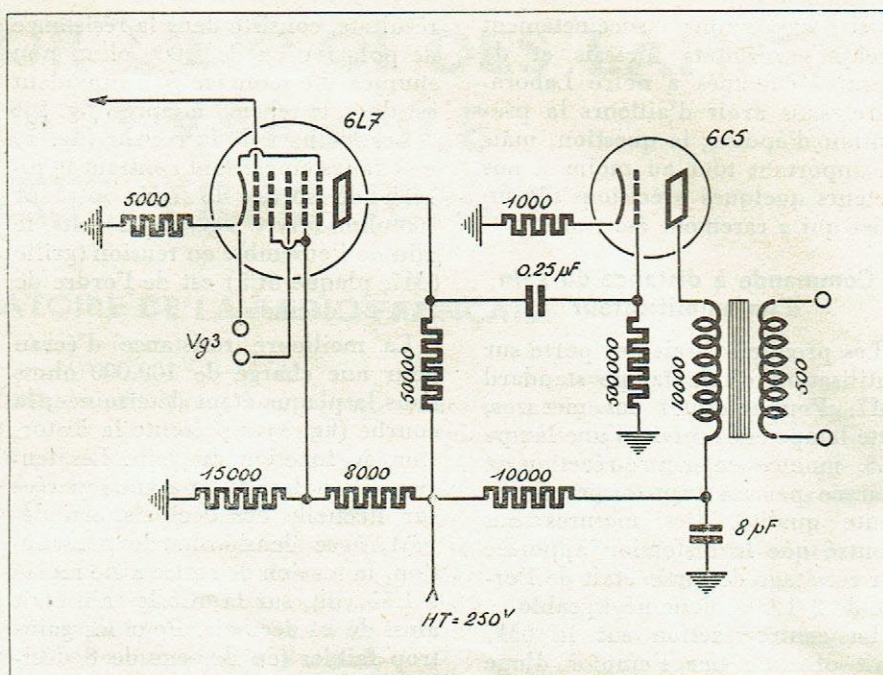


Fig. 5. — Contrôle de gain BF sans constante de temps (lampe 6L7).

l'écran était shunté. Ce shunt étant à proscrire absolument, c'est ce qui nous a amené à choisir une forte tension négative de grille ($R_k = 5.000 \text{ ohms}$), de cette manière, cet accident ne se produit plus. Le tracé de la courbe (fig. 6), la meilleure après tous les essais, a été obtenu de la manière suivante :

V_{g3} étant au même potentiel que la cathode (0 volt), la tension de sortie a été réglée à 1,55 volt sur la 6C5, le gain était alors de 20 à 22 décibels. En faisant varier V_{g3} ,

deux courbes ont été relevées : celle du gain et celle de la distorsion.

La constante de temps d'un tel système est pratiquement nulle, puisqu'aucun condensateur n'entre en jeu dans le montage. Les courbes nous montrent nettement qu'une compression de 10 décibels est possible sans distorsion appréciable.

Il nous semble donc qu'une solution de ce type soit applicable aux systèmes de compression automatique.

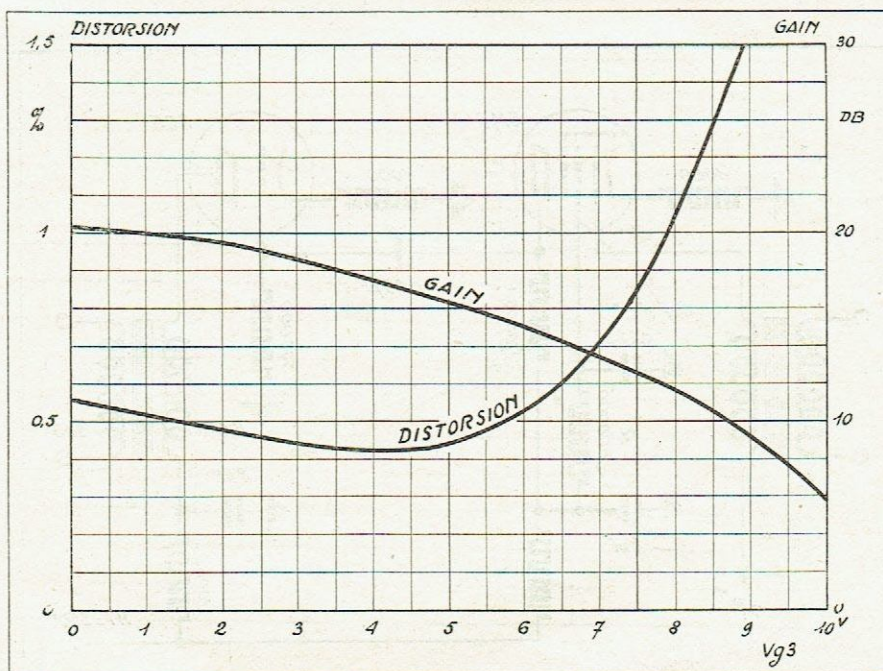


Fig. 6. — Courbe de distorsion et de gain relative au montage utilisant une lampe 6L7.

NOUVEAUX PROCÉDÉS DE MODULATION APPLIQUÉS A LA TRANSMISSION RADIOÉLECTRIQUE DES IMAGES

par Michel ADAM

L'extension de la transmission des images aux radiocommunications a posé divers problèmes qui viennent d'être résolus de manière satisfaisante, grâce à l'adoption de nouveaux procédés de modulation. Dans une récente communication à la Société Française des Electriciens, le 6 décembre 1941, M. Georges Masson, directeur des Etablissements Edouard Belin, a montré comment l'ancien procédé de la modulation par variation d'amplitude, utilisé pour la transmission des images par fil, avait dû être remplacé par la modulation en temps et, plus récemment, par la modulation en fréquence. Ce dernier procédé, qui est le plus souple, paraît devoir s'imposer et donne les meilleurs résultats.

Nous rappellerons d'abord brièvement le principe de l'émission et de la réception des images selon le procédé classique d'Edouard Belin, connu sous le nom de *belinographe*, et appliqué couramment à l'heure actuelle à la transmission des photographies et des documents par lignes téléphoniques.

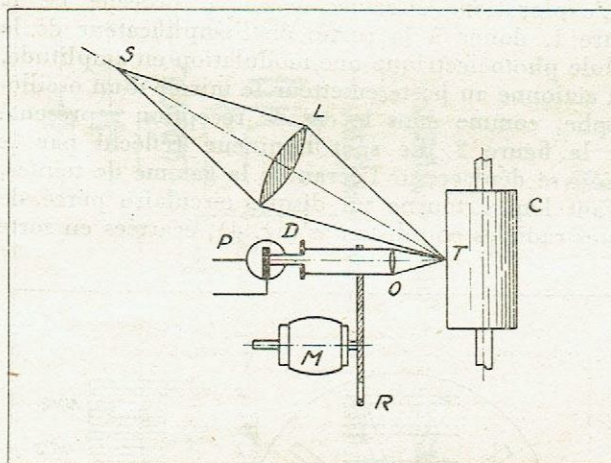


Fig. 1. — Schéma du dispositif optique d'émission (vue en plan) : S, source lumineuse ; L, lentille ; C, cylindre émetteur ; T, tache lumineuse ; O, objectif ; D, diaphragme ; P, cellule photoélectrique ; M, moteur d'entraînement du disque R ; R, disque rupteur de lumière.

A l'émission, le schéma du dispositif est celui indiqué sur la figure 1. Le document à transmettre est enroulé sur le cylindre émetteur. Le microobjectif forme sur un écran l'image agrandie du « point » du document brillamment éclairé par la source lumineuse condensée par la lentille L. La cellule photoélectrique traduit en valeurs électriques les variations d'intensité lumineuse de l'image. La grandeur du point est déterminée par l'objectif et par le diaphragme. Les mouvements de rotation et de translation du cylindre définissent une exploration hélicoïdale. Les signaux appliqués au circuit téléphonique ont la forme d'un courant à fréquence musicale d'intensité variable, maximum pour le « blanc » et minimum pour le « noir ». Cette modulation est à amplitude variable.

A la réception, le schéma est celui de la figure 2.

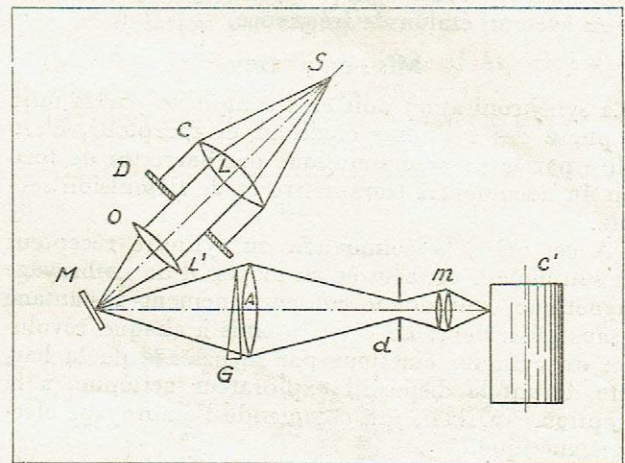


Fig. 2. — Schéma du dispositif optique de réception (vue en plan) : S, source lumineuse ; C, condensateur lumineux ; D, diaphragme ; O, objectif ; M, miroir de l'oscillographe ; G, écran de gamme de teintes ; A, lentille aplanétique ; d, diaphragme carré réglable ; m, microobjectif ; C', cylindre récepteur.

Amplifiés et redressés, les signaux sont appliqués à un oscillographe bifilaire à miroir, brillamment éclairé par une source lumineuse. L'image de l'ouverture rectangulaire variable du diaphragme se projette sur l'écran G de la « gamme de teintes ». Selon les impulsions électriques reçues par l'équipage oscillographique, le miroir réfléchit plus ou moins le faisceau lumineux sur cet écran. L'intensité lumineuse qui tombe sur le diaphragme d varie donc régulièrement lorsqu'on passe d'un point « noir » à un point « blanc ». Le point lumineux qu'en donne le microobjectif a également une intensité variant dans le même rapport et impressionne la couche sensible appliquée contre le cylindre récepteur C'. Les deux cylindres C et C' tournent en synchronisme.

Ecran de gammes de teintes

La fidélité de la reproduction des teintes dépend du profil de l'écran de gammes de teintes, qu'on trace expérimentalement. Ce procédé a l'avantage de permettre le redressement des distorsions en agissant sur la loi de variation de l'intensité lumineuse.

On peut obtenir un *négatif* en retournant la gamme

de teintes, à la condition préalable d'ajuster son profil.

Synchronisation

Les cylindres émetteur et récepteur sont entraînés par des moteurs identiques à courant continu, sur l'arbre desquels est calé un alternateur à fréquence musicale régularisé par un diapason de même fréquence. Le régulateur de vitesse est constitué par l'ensemble alternateur-diapason. La fréquence du diapason impose la vitesse de rotation.

Comme il est indispensable d'obtenir une pente moyenne des génératrices transmises inférieure à 1 mm, la stabilité en fréquence de 5.10^{-6} est suffisante. Or, on obtient actuellement pour les diapasons une stabilité de fréquence de 1×10^{-6} .

Sur les circuits téléphoniques, la fréquence du diapason récepteur est réglée stroboscopiquement sur celle de l'émetteur.

Mais dans les transmissions radioélectriques, les déphasages empêchent pratiquement ce contrôle stroboscopique. La synchronisation est alors faite au poste d'arrivée comme au poste de départ par comparaison avec un étalon de fréquence.

Mise en phase

La synchronisation doit être complétée par la mise en phase des cylindres émetteur et récepteur, c'est-à-dire par le passage simultané des barrettes de fixation du document à transmettre et de l'émulsion sensible.

A cet effet, la commande du cylindre récepteur par son moteur est assurée au moyen d'un embrayage magnétique, qui donne un entraînement instantané et sans glissement. Le « top » émis à chaque révolution du cylindre émetteur par le passage de la barrette devant le dispositif explorateur actionne, à la réception, un relais qui commande l'embrayage électromagnétique.

Ajoutons que la normalisation des systèmes de transmission d'images, décidée par le Comité consultatif international des liaisons télégraphiques en 1929, est appliquée depuis 1930.

Transmission par voie radioélectrique

Le principe reste toujours le même, mais la liaison radioélectrique oblige à renoncer à la modulation à amplitude variable, étant donné les variations d'amplitude considérable résultant déjà de l'évanouissement des ondes. Sur les câbles téléphoniques, on a bien à faire à un affaiblissement et à une distorsion, mais de valeur pratiquement constante et stable.

Dès que la stabilité est inférieure à 5 %, il faut renoncer à ce système de modulation, qui produit sur le document transmis des stries très marquées rendant la reproduction sinon méconnaissable, du moins franchement mauvaise.

On a donc été amené à utiliser la modulation en temps, indiquée en 1904 par Edouard Belin, et la modulation par changement de fréquence, qu'il a également préconisée en 1925.

Modulation en temps

On constitue le courant de modulation par des trains de signaux régulièrement espacés dans le temps. Pendant chaque période T , une fraction du temps est utilisée à la transmission du signal d'intensité maximum constante, le reste du temps au

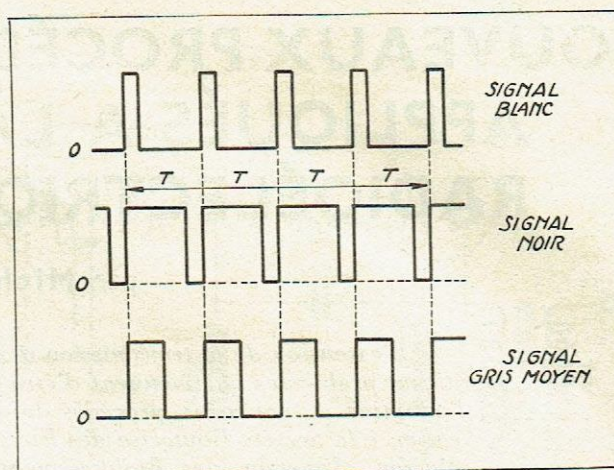


Fig. 3. — Principe de la modulation en temps; l'amplitude du signal reste constante. Sa durée passe du minimum au maximum lorsque sa teinte passe du blanc au noir.

silence (niveau zéro). Le signal blanc est celui ayant la durée minimum; plus le signal correspond à une teinte foncée et plus sa durée augmente; elle devient maximum pour le signal noir (fig. 3).

Or, tandis que l'amplitude de l'onde est très altérée par l'évanouissement, la durée de la transmission l'est très peu, ce qui permet de reconstituer l'image dans de bonnes conditions de fidélité.

L'exploration, effectuée selon le procédé de la figure 1, donne à la sortie de l'amplificateur de la cellule photoélectrique une modulation en amplitude, qui actionne au poste émetteur le miroir d'un oscillographe, comme dans le cas de réception représenté sur la figure 2. Le spot lumineux réfléchi par le miroir se déplace sur l'écran de la gamme de teintes, devant lequel tourne un disque circulaire percé de fentes radiales équidistantes (fig. 4), écartées en sorte

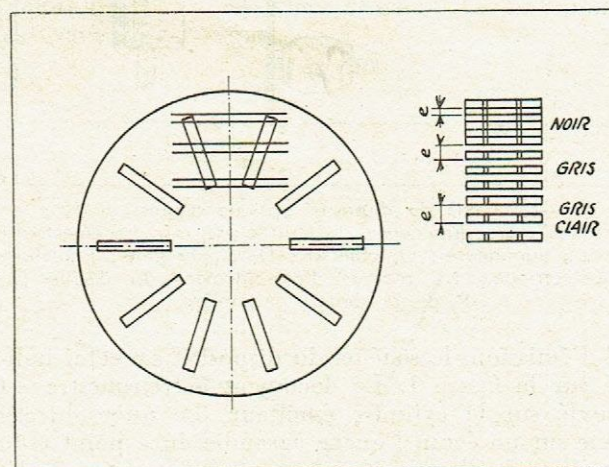


Fig. 4. — Disque à fentes pour la transformation de la modulation à amplitude variable en modulation en temps. A droite, surfaces de la gamme de teintes correspondant à la traduction du noir, du gris et du gris clair.

qu'une seule fente à la fois recouvre la gamme de teintes.

L'image du miroir est recueillie par une cellule photoélectrique couplée à un amplificateur.

A travers la fente de dimensions fixes, le spot de largeur constante laisse passer en un temps donné une quantité de lumière constante. Cependant, la

durée du signal est fonction de la position du spot sur la gamme de teintes.

Après amplification, on recueille des signaux électriques d'intensité constante, mais de durée variable selon une loi qui dépend du profil de la gamme de teintes et peut être inversée pour passer du positif au négatif.

On peut appliquer cette modulation à l'émetteur radioélectrique :

1° Soit en courant continu, ce qui donne une modulation ou manipulation télégraphique, par « tout ou rien » ;

2° Soit par l'intermédiaire de basses fréquences porteuses, ce qui donne une modulation du type téléphonique. L'évanouissement sélectif est évité par le choix de deux basses fréquences porteuses.

La traduction lumineuse du signal radioélectrique est obtenue à la réception par un oscillographe à miroir, comme dans le cas de la transmission sur fil.

La combinaison du spot et de la roue à fentes donne une image tramée, analogue à la reproduction d'un cliché « en simili ». La trame peut être voisine de celle utilisée en similigravure. Sa régularité est assurée si l'on pratique l'entraînement du disque par le moteur même du cylindre.

Les caractéristiques des appareils de transmission pour modulation en temps sont les suivantes :

Diamètre du cylindre : 66 mm.

Longueur du cylindre : 130 mm.

Dimension du document : 130 mm x 180 mm.

Finesse du réseau : 4 lignes par mm.

Vitesse de rotation du cylindre : 1 t/3,5 s.

Fréquence de la trace : 125 points par seconde, ou 437,5 points par tour.

Densité de la trace : 900 points par cm².

Fréquence porteuse unique : 1.375 p : s.

Fréquences porteuses doubles : 875 et 1.750 p : s.

Le choix de ces fréquences porteuses permet de compléter la liaison radioélectrique par une liaison avec fil.

Pratiquement, les images obtenues sont très fines, mais affectées parfois par des stries parallèles, sortes de hachures qui traduisent l'évanouissement sélectif des ondes et les perturbations.

Selon ce principe, un service régulier de béliographie a été établi en 1934 entre Paris et Alger ; puis en 1936, entre Paris et Djibouti ; enfin, en 1939, entre Paris et New-York et entre Paris et Buenos-Aires, par la Compagnie Radio-France et Transradio.

Modulation par changement de fréquence

Dès 1939, la Radio Corporation of America a réalisé et mis en service ce procédé.

Le processus d'exploration photoélectrique reste

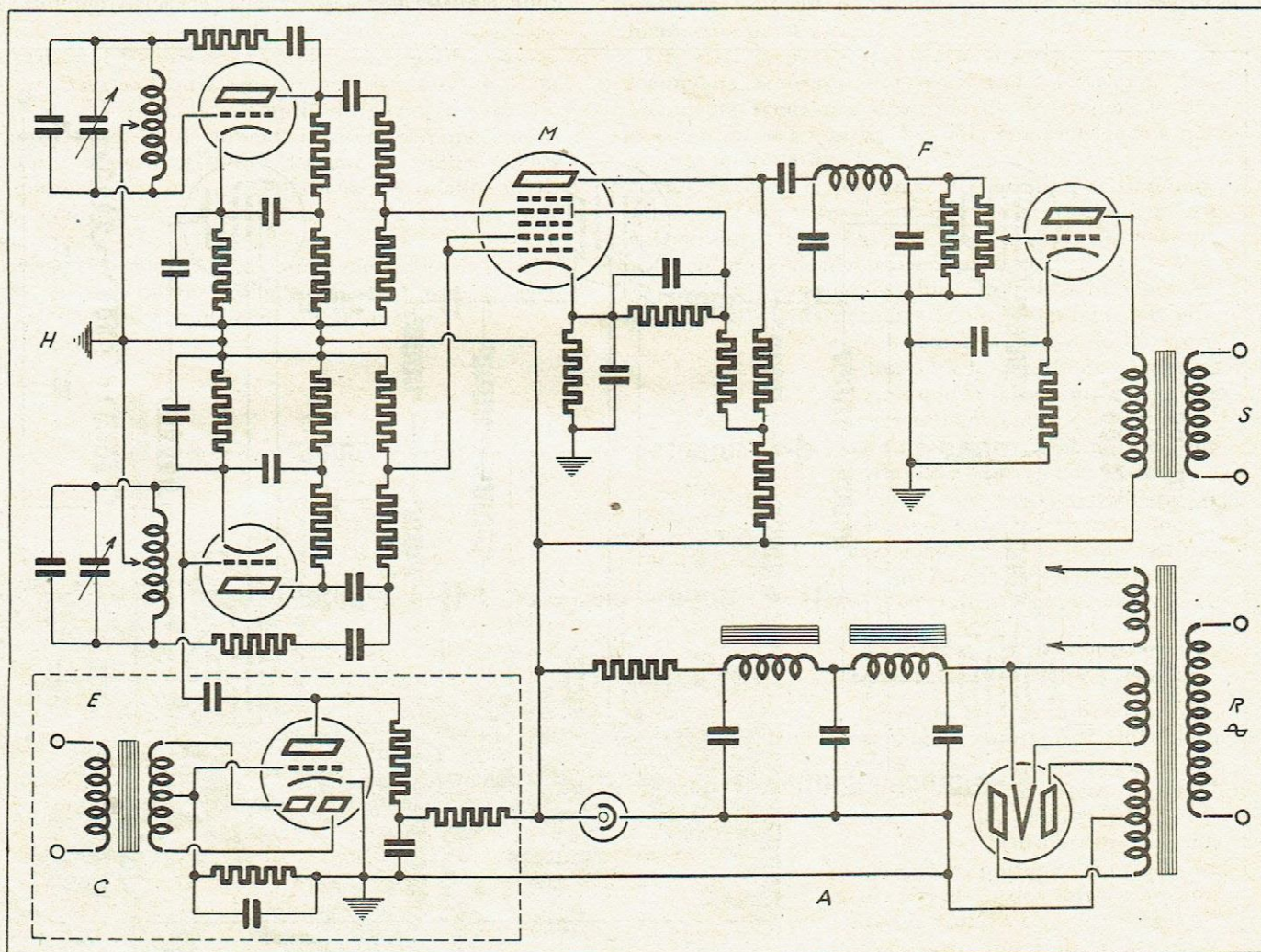


Fig. 5. — Schéma du montage pour la transformation de la modulation à amplitude variable en modulation par changement de fréquence : E, entrée ; C, commande de la dérive de fréquence ; H, hétérodyne à battements ; M, mélangeuse ; F, filtre passe-bas ; S, sortie ; A, alimentation ; R, réseau à 50 p/s.

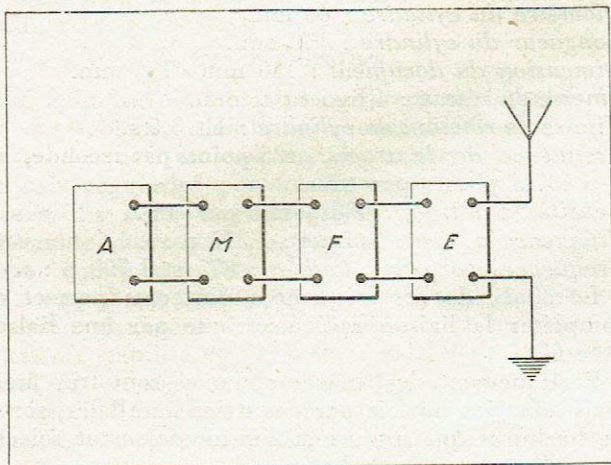


Fig. 6. — Schéma de l'installation d'émission pour modulation par changement de fréquence : A, émetteur de l'image ; M, modulateur ; F, filtre passe-bas ; E, émetteur radioélectrique.

toujours celui de la figure 1, qui produit la modulation en amplitude. Cette modulation est appliquée à une fréquence porteuse de 5.000 p : s, puis à une lampe redresseuse commandant en courant continu une amplificatrice (fig. 5). Cette lampe, placée en dérivation sur la grille d'une des deux oscillatrices d'une hétérodyne à battements, fait office de shunt de résistance variable.

L'hétérodyne à battements comporte deux oscillatrices à 100 kilohertz, une modulatrice et un filtre passe-bas éliminant les composantes à haute fréquence et les harmoniques de la fréquence résultante. Lorsque le courant d'entrée, modulé en amplitude, passe du minimum au maximum, la fréquence de sortie varie de 1.600 à 2.000 p : s.

La transmission occupe ainsi une bande de 1.100 à 2.500 p : s, si l'on admet que le cylindre de 200 mm de circonférence tourne à raison de 1 t : s avec une finesse d'exploration de 1/5 mm.

Le filtrage des harmoniques des ondes porteuses extrêmes 1.600 et 2.000 p : s est facile, parce qu'elles tombent hors de la bande de modulation. Il est bon d'effectuer le filtrage à la réception, pour neutraliser l'évanouissement sélectif de l'onde porteuse à haute fréquence, l'harmonique 2 des ondes porteuses à haute fréquence apparaissant du fait de l'interférence des bandes latérales.

L'ensemble émetteur correspond à la disposition schématique de la figure 6.

À la réception, la filtration ne laisse passer que la bande de 1.100 à 2.500 p : s. On applique la tension à un amplificateur limiteur comportant des lampes à faible recul de grille, telles qu'à la sortie des deux étages d'amplification, on obtienne des valeurs comparables pour un signal normal et pour un signal affecté d'un évanouissement de 6 décibels (fig. 7).

Pour transformer les signaux crénelés obtenus à

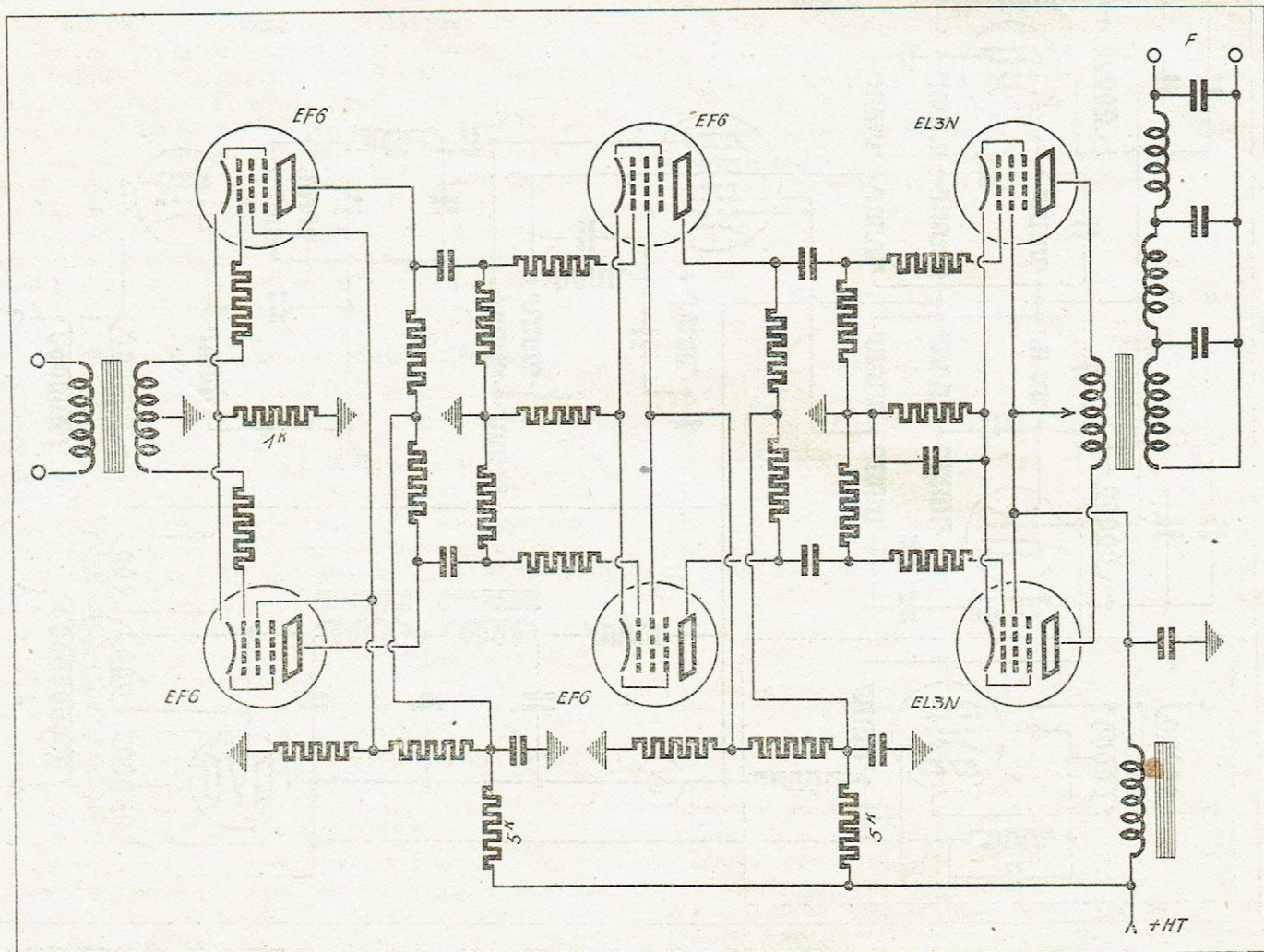


Fig. 7. — Schéma de l'amplificateur-limiteur de réception : F, filtre passe-bas.

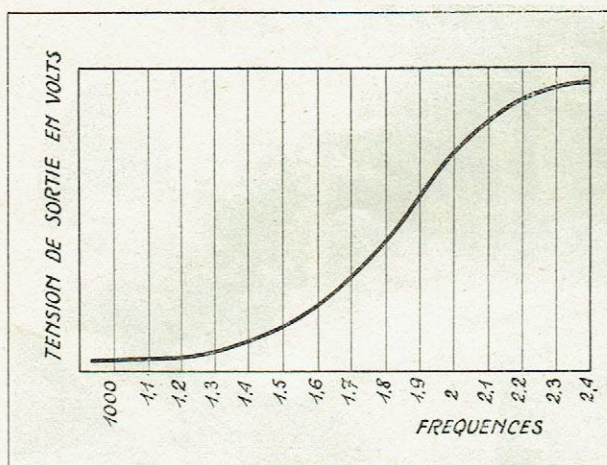


Fig. 8. — Caractéristique du démodulateur et du filtre discriminateur : variation de la tension de sortie en fonction de la fréquence.

amplitude constante en signaux sinusoïdaux, on les introduit dans un filtre passe-bas à 2.500 p/s, qui élimine les harmoniques de l'amplificateur limiteur, puis dans un filtre spécial à pente faible. Ils s'échelonnent alors régulièrement sur cette pente, la fréquence la plus basse correspondant à une tension de sortie presque nulle et la fréquence extrême la plus élevée à une tension de sortie maximum (fig. 8).

On recueille en définitive à la sortie de ce filtre une modulation à fréquence et amplitude variables. Après détection, on se trouve ramené au cas classique de la réception des signaux d'amplitude variable (fig. 2).

En pratique, les documents transmis ont une finesse au moins égale à celle des documents traités par la modulation en temps, mais ils sont de qualité meilleure, étant moins affectés par le fading et les perturbations.

La figure 9 montre schématiquement les divers éléments du récepteur radioélectrique d'images, avec modulation par changement de fréquence.

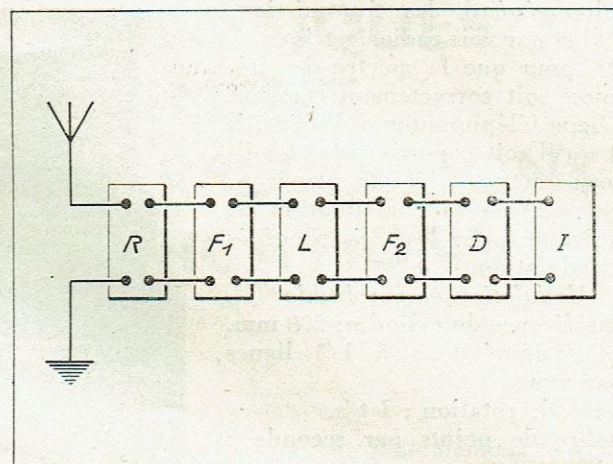


Fig. 9. — Schéma de l'installation de réception pour modulation par changement de fréquence ; R, poste radiorécepteur ; F_1 , filtre passe-bande (1 100 à 2 500 p/s) ; L, limiteur ; F_2 , filtre passe-bas (2 500 p/s) ; D, démodulateur et filtre discriminateur à pente faible ; I, récepteur d'image.

Intérêt des nouveaux procédés de modulation pour les usagers

La comparaison des systèmes de modulation en temps et par changement de fréquence peut être faite, soit du point de vue de la technique des télécommunications, soit du point de vue de l'utilisation des documents par l'utilisateur.

Or, c'est la presse qui est le principal usager des documents transmis par voie radioélectrique. Les documents reçus par changement de fréquence ont le même aspect que les béliogrammes transmis par circuits téléphoniques.

Au contraire, les documents transmis par la modulation en temps possèdent une trame, qui peut être utilisée directement, et qui, dans ce cas, dispense de la trame normale de la similigravure.

Cependant, comme les photographies sont généralement réduites ou agrandies et que la trame doit être appropriée à la finesse de la reproduction et à la qualité du papier, il est rare que la trame intrinsèque du document convienne.

D'autre part, il n'est pas possible de tramer à nouveau le document, en raison des interférences qui se produisent entre les deux trames.

Ces considérations paraissent militer en faveur de la transmission par changement de fréquence.

Avantages et inconvénients techniques des deux procédés

Au point de vue radioélectrique, le système à choisir est celui qui, à qualité égale, emploie la bande de fréquences la plus étroite. Ce point de vue est lié, d'autre part, avec celui de la transmission sur fil, parce que les postes de transmission et de réception des images ne sont jamais installés en pratique dans les stations et qu'une liaison par câble téléphonique est toujours nécessaire. En outre, il y a intérêt à considérer le problème sous l'angle



Fig. 10. — Photographie transmise radioélectriquement de Paris à Alger, par le procédé de la modulation en temps.

le plus général des transmissions par fil et par voie radioélectrique.

Or, pour que le spectre des fréquences soit correctement transmis sur ligne téléphonique ordinaire, il faut qu'il soit compris entre les limites de 200 et 2.300 p : s environ. A ce point de vue, la situation est la suivante pour les trois procédés de modulation.

Modulation en amplitude

Circonférence du cylindre: 200 mm.

Finesse du réseau: 5 1/3 lignes par mm.

Vitesse de rotation: 1 t/s.

Nombre de points par seconde: 1.000.

Bandes latérales de part et d'autre de la porteuse: ± 500 p : s.

Si l'on choisit une fréquence porteuse de 1.300 p : s, la bande à transmettre de 1.000 p : s s'échelonne de 800 à 1.800 p : s. Sur un câble à charge extra-légère, c'est justement la bande transmise avec le minimum de distorsion de phase (5.10—7 s/km, soit 1 ms pour un câble de 2.000 km).

Modulation en temps

Circonférence du cylindre: 200 mm.

Nombre de points par tour: 437,5.

Mais la longueur des points de trame varie de 1/8 à 7/8 de la période, ce qui revient à transmettre: $437,5 \times 8 = 3.500$ points par tour de cylindre ou 1.000 points par seconde, puisque le cylindre fait un tour en 3,5 s. Le cas est analogue au précédant, avec cette différence qu'il faut compter 30 min. pour transmettre un document 13×18 cm.

Modulation par changement de fréquence

Circonférence du cylindre: 200 mm.

Finesse du réseau: 5 1/3 lignes par mm.

Vitesse de rotation: 1 t/s.

Nombre de points par seconde: 1.000.

Dans son traité *Théorie de la transmission téléphonique*, M. Valensi a traité ce cas et montré que le courant modulé se décompose alors en un courant

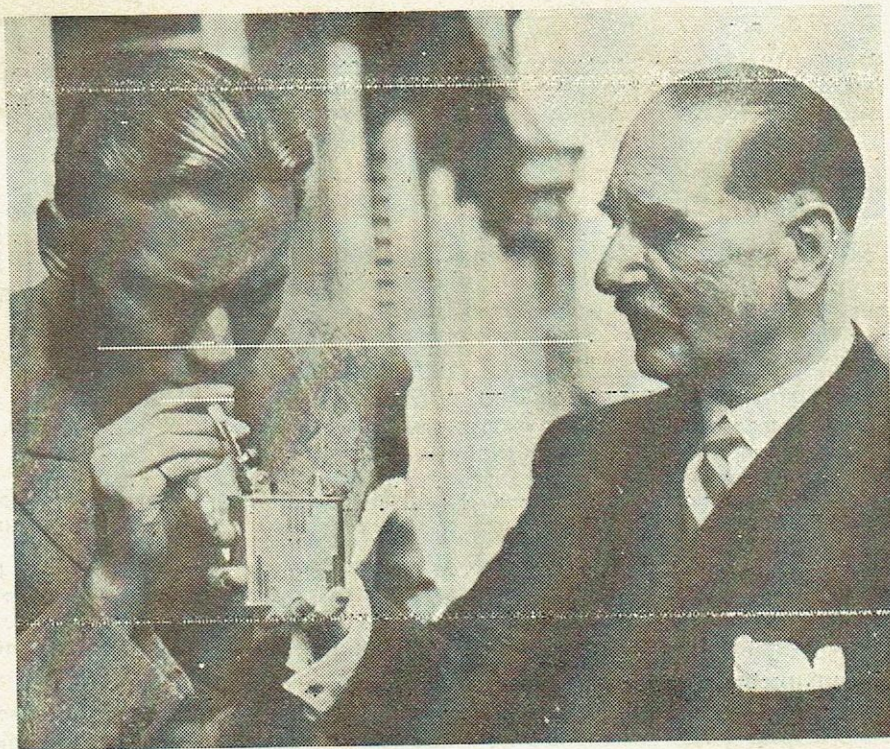


Fig. 11. — La trame de ce document, transmis radioélectriquement de Paris à New-York par le procédé de la modulation en temps, est la trame réelle inscrite à la réception et non la trame de la photogravure. Cette reproduction fidèle de la trame du document est obtenue par un procédé spécial de photogravure. Les stries sont provoquées par des parasites.

porteur moyen de pulsation ω , flanqué de deux bandes de modulation, $\omega + m$ et $\omega - m$, ce qui nous ramène au cas de la modulation à amplitude variable.

De l'étude de M. G. Masson, il résulte que le procédé de la modulation en temps est handicapé par la réduction de la vitesse de transmission; on peut prévoir qu'il est appelé à disparaître, d'autant qu'il ne peut être employé dans les liaisons par fil.

La modulation par changement de fréquence, plus rapide et plus simple, permet l'interconnexion des liaisons par fil et par voie radioélectrique.

La modulation d'amplitude peut être transformée en modulation de fréquence à la station même, ce qui donne au système le maximum de souplesse.

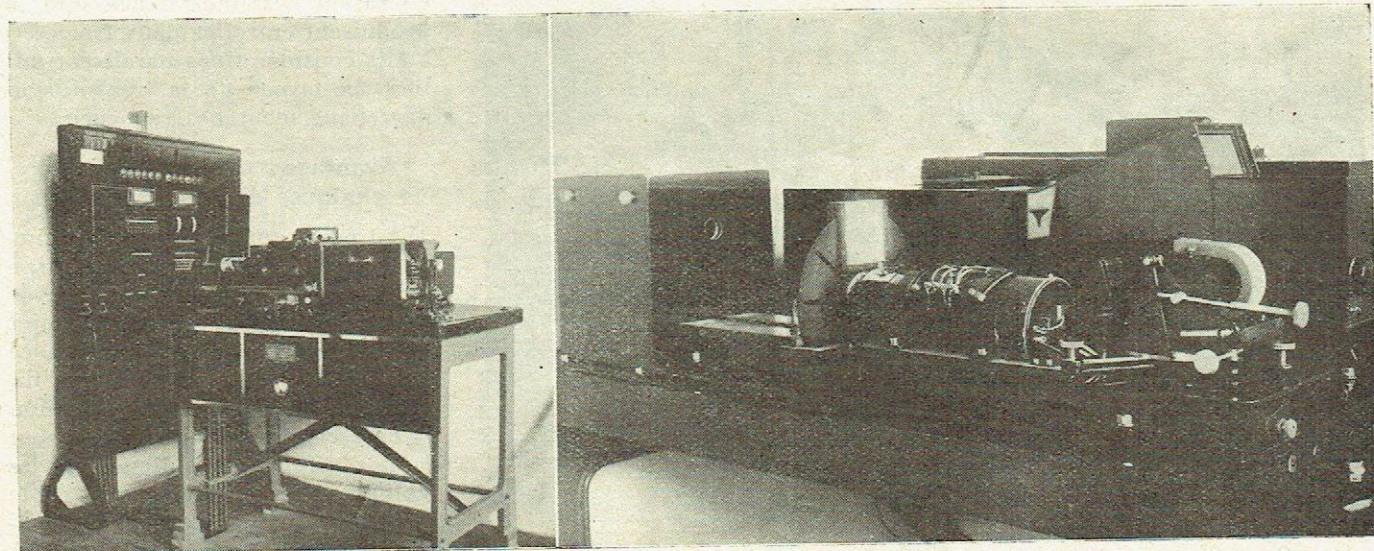


Fig. 12. — Transmetteur et récepteur « Belin » pour radiocommunication.

LES CIRCUITS MAGNÉTIQUES A FRACTIONNEMENT ÉLEVÉ DANS LEURS APPLICATIONS AUX TÉLÉCOMMUNICATIONS

(Suite) (1)

par J. LEVALC

IV — Éléments constitutifs et procédés de réalisation des circuits magnétiques

Avant d'examiner dans le détail les caractéristiques de chacun des éléments constituant un circuit magnétique, nous croyons nécessaire d'indiquer succinctement les différents procédés connus pour amener les circuits dans leur forme définitive, car certaines de ces caractéristiques varient précisément avec le procédé utilisé.

D'une manière générale, dans toutes les réalisations, on part de grains métalliques appropriés qu'on isole entre eux, qu'on agglomère ensuite et qu'on traite enfin pour obtenir le produit désiré.

Les grains magnétiques peuvent être obtenus :

- a) *Par broyage*, en partant de matières magnétiques pures comme le fer et le nickel, ou de certains de leurs composés comme les oxydes de fer et de nickel ;
- b) *Par distillation* en atmosphère neutre en partant de ces mêmes matières à l'état pur ;
- c) *Par oxydation, puis réduction* desdites matières ;
- d) *Par décomposition* des métallo-carbonyles appropriés.

L'isolement, qui consiste toujours à recouvrir le grain métallique d'une pellicule isolante, peut s'obtenir de plusieurs manières :

- a) *Par attaque chimique* de la surface du grain ;
- b) *Par enrobage* du grain dans une pellicule composée de substances isolantes finement divisées ;
- c) *Par enrobage* du grain dans un produit isolant soluble ;
- d) *Par enrobage à sec* dans un produit isolant.

L'agglomération peut s'effectuer :

- a) *Par compression*, c'est-à-dire en comprimant les grains isolés sous de très fortes pressions ;
- b) *Par « vitesse »*, c'est-à-dire en imprimant à chaque grain une vitesse convenable, donc une force qu'on utilise comme pression ;
- c) *Par durcissement dû au refroidissement*, c'est-à-dire en mélangeant les grains magnétiques à un liant rendu fluide par chauffage et qui durcit en refroidissant ;
- d) *Par durcissement dû à l'évaporation*, c'est-à-dire en mélangeant les grains métalliques à un liant qui durcit après évaporation du diluant ayant permis le mélange.

Le traitement final, qui a pour but de stabiliser l'état des éléments constitutifs afin d'annuler toute

cause de variation, consiste généralement en un simple traitement thermique.

Nous devons aussi mentionner dès maintenant que le procédé le plus utilisé est celui qui, partant de particules métalliques obtenues par décomposition des métallo-carbonyles, utilise le genre d'isolement par enrobage dans un produit soluble et d'agglomération par compression.

A — LES FRACTIONS MAGNÉTIQUES

1° Nous avons déjà vu que le fractionnement de la matière magnétique était nécessaire pour obtenir :

— La réduction des pertes par courants de Foucault.

C'est un fractionnement dans la masse qui est recherché, c'est-à-dire la division du volume de matière en une quantité considérable de petits volumes ou particules, à l'intérieur desquels les courants engendrés par la force électromotrice d'induction sont d'autant plus faibles que les dimensions de ces particules sont plus petites.

— Une répartition du flux magnétique uniforme en tous les points de la section du circuit.

Seul un fractionnement selon la dimension perpendiculaire à la direction du champ serait nécessaire pour réduire les effets du phénomène de pénétration ; ce qui reviendrait à effectuer un « feuilletage » du noyau, tout comme dans les circuits habituellement utilisés pour la réalisation des inductances ou transformateurs ordinaires.

Mais c'est évidemment la condition de pertes par courants de Foucault qui impose le genre de fractionnement puisqu'il est nécessaire dans les deux dimensions. Malheureusement, cela n'est pas sans de fâcheuses répercussions sur la perméabilité efficace du circuit qui décroît au fur et à mesure qu'on augmente le fractionnement,

— d'une part parce que chaque petit intervalle entre particules situées sur une même ligne de force constitue un petit entrefer.

— d'autre part parce que, pour un même volume de circuit, la proportion de matière magnétique est d'autant plus faible que la division est plus grande.

Ainsi, pour une matière magnétique et des conditions de fonctionnement données, l'état de division est fixé par un compromis entre la valeur de la perméabilité qui croît avec la grosseur des particules, et la valeur des pertes par courants de Foucault qui est d'autant plus réduite que les particules sont plus fines. Ce compromis entraîne d'ailleurs à un fractionnement d'autant plus poussé que la fréquence de travail est plus élevée.

Voir la *Radio Française*, livraison de juin 1942, page 127.

2° La forme des particules est déterminée par les conditions suivantes :

— chaque particule devant être enrobée dans une pellicule isolante, il est nécessaire qu'aucune arête vive ne puisse percer cette pellicule lors de l'agglomération* qui se fait généralement sous des pressions élevées (sauf dans le cas des procédés par durcissement) ;

— les particules ne doivent pas se déformer sous l'effet de ces pressions ;

— pour un volume final donné la proportion du volume de matière magnétique au volume d'isolant et/ou liant doit atteindre le maximum compatible avec une bonne résistance mécanique. De plus, cette proportion doit pouvoir être assurée régulièrement en fabrication ;

— les caractéristiques du circuit ne doivent pas être influencées par l'orientation des particules parce que c'est là une opération généralement difficile à réaliser d'une manière constante en fabrication de série.

Pour toutes ces raisons, les particules doivent avoir, autant que possible, une forme parfaitement sphérique et une surface lisse.

3° Les matières utilisées peuvent être de plusieurs sortes, selon l'usage auquel on destine le circuit. Nous ne citerons pour exemple, dans le cadre de ce texte, que celles utilisées le plus couramment, soit :

— le fer pur.

C'est la matière magnétique la plus connue et nous n'insisterons pas sur ses qualités électriques et magnétiques ;

— la magnétite.

C'est un produit composé d'oxydes ferreux (Fe_2O_3) et ferrique (Fe_3O_4). La qualité des circuits obtenus avec la magnétite est généralement inférieure à celle atteinte avec les autres matières ; mais le prix de revient est aussi nettement moins élevé parce que c'est un produit naturel qu'on trouve à l'état de gisement (il en existe en France, dans les Alpes et les Pyrénées), ou qu'on peut obtenir synthétiquement en partant de pyrites grillées (résidus de fabrication de l'acide sulfurique). On l'utilise généralement chaque fois qu'on n'exige pas du circuit des caractéristiques poussées ou qu'on recherche simplement un moyen de réglage pratique et stable. La composition la mieux appropriée paraît être la suivante :

30 % d'oxyde ferreux,

65 % d'oxyde ferrique,

5 % de matières diverses (phosphore, soufre, silice, etc...).

— les alliages d'oxyde ferrique (Fe_2O_3) et d'oxyde de nickel (NiO).

Ce produit est aussi relativement bon marché et sa perméabilité généralement plus grande.

— les alliages de fer et de nickel.

Leur perméabilité est très grande et les pertes par hystérésis sont relativement réduites. La proportion de nickel varie généralement entre 20 et 40 %.

— les alliages de fer et de nickel avec addition de cuivre.

La présence d'une petite quantité de cuivre (de l'ordre de 5 %) améliore encore la perméabilité ainsi que le niveau des pertes par hystérésis et réduit sensiblement les pertes par courants de Foucault.

— les alliages de fer, de silicium et de manganèse.

Ils donnent une faible force coercitive, donc des pertes par hystérésis réduites, et une résistivité élevée, donc de faibles pertes par courants de Foucault, mais les valeurs de perméabilité atteintes sont généralement faibles. Les proportions du mélange sont de l'ordre de : 5 à 10 % pour le silicium et autant pour le manganèse.

4° Pour obtenir la pulvérisation de la matière magnétique, plusieurs procédés sont utilisés :

— Le broyage :

On soumet la matière à une série d'efforts mécaniques pour en obtenir l'effritement. Ce procédé est évidemment le plus simple, mais les particules obtenues sont généralement trop grosses, de forme et de dimensions irrégulières et, de plus, garnies d'arêtes vives.

— La distillation :

On amène d'abord la matière à l'état de fusion et on projette le fluide ainsi obtenu de manière à le désagréger. La fusion s'opère généralement à l'arc électrique jaillissant en atmosphère neutre sous une pression telle que la projection soit également assurée. Pour que le grain soit de forme régulière, on doit le refroidir dans un milieu où sa vitesse est presque nulle et où les pressions extérieures s'exercent également en tous les points de sa surface. Des précautions doivent être prises pour éviter l'agglutination des particules au cours du refroidissement.

— L'oxydation, puis la réduction :

On oxyde d'abord la matière de manière à obtenir un produit friable et facile à pulvériser, puis on réduit l'oxyde obtenu pour le ramener à l'état de métal pur. L'oxydation se fait généralement en soumettant la matière, préalablement portée à la température convenable et régulièrement brassée, à l'action de la vapeur d'eau ou autres gaz oxydants. La réduction s'opère ensuite en soumettant l'oxyde obtenu à l'action d'un gaz réducteur (généralement de l'hydrogène) sous pression. La température de réduction doit être suffisamment basse pour éviter l'agglutination des particules. Mais on peut aussi empêcher l'agglutination en ajoutant à l'oxyde des produits qui s'y opposent (par exemple : de la chaux ou autres sels minéraux) et qu'on élimine par la suite ; ou encore en faisant tourbillonner l'oxyde pendant la réduction de manière à éviter le contact des particules.

— La décomposition des métallo-carbonyles :

On effectue la calcination des carbonyles correspondant aux matières à utiliser. On obtient ainsi une masse oxydée qu'on réduit de la même manière que dans le procédé exposé ci-avant.

5° En choisissant convenablement les conditions opératoires des procédés d'obtention des particules métalliques, on arrive à produire des poudres caractérisées par une granulation extrêmement fine (de 1/100 à 1/10000 de mm) et de forme convenable (sphérique). Mais pour adapter leurs propriétés électriques et magnétiques au but envisagé dans chaque cas, on doit les soumettre encore à différents traitements dont les principaux sont :

— Le classement :

On opère la séparation des fractions présentant des grosseurs de grain différentes et dont certaines sont caractérisées par des propriétés électriques et magné-

tiques nettement différentes de celles de la matière dont on est parti ; on réalise ainsi la sélection de catégories mieux adaptées aux différentes utilisations. Cette séparation peut s'effectuer :

En imprimant aux particules une vitesse angulaire d'où résultera une force centrifuge différente selon la masse de chaque particule ;

En combinant les différentes vitesses de chute des particules et celle d'un courant de gaz (inerte ou réducteur) chargé de les véhiculer ;

Par simple tamisage. Ce dernier procédé, évidemment le plus simple, ne peut s'appliquer que pour la sélection des particules suffisamment grosses.

— Le dégazage :

La présence de certains gaz (hydrogène ou carbone, par exemple), affecte sensiblement la force coercitive. Pour les éliminer, on porte les particules à une température favorisant leur dégagement ; on a souvent intérêt à effectuer cette opération sous vide.

— Le recuit :

La pulvérisation entraîne la formation dans chaque particule de tensions internes qui affectent les qualités magnétiques de la matière. Pour les annuler, on porte les particules à la température nécessaire. Cette opération peut se combiner avantageusement avec le classement ou même le dégazage.

6° La manipulation et le stockage des poudres magnétiques nécessitent des soins tout particuliers. On ne peut, en effet, les soumettre sans inconvénients à l'action de l'humidité de l'air et des variations de température ; il en résulterait une oxydation nuisible à la bonne conservation des qualités électriques et magnétiques.

Le mieux est donc d'utiliser la poudre immédiatement après sa production. Quand cela n'est pas possible, il est nécessaire de l'enfermer dans des récipients étanches et de placer ceux-ci dans un local à température constante.

7° Avant de procéder aux opérations de réalisation des circuits, il est généralement nécessaire de vérifier sur quelques échantillons la constance des caractéristiques de la poudre d'une fabrication à l'autre, et éventuellement d'apporter les corrections nécessaires. C'est là une précaution qu'on ne saurait trop recommander pour assurer une plus grande régularité des fabrications de série.

B — L'ISOLEMENT

1° L'isolement de chaque fraction magnétique est nécessaire pour éviter la formation de circuits électriques dans la masse du noyau et réduire ainsi la résistance effective due aux courants de Foucault.

Le liant est nécessaire pour assurer l'agglomération des particules isolées. C'est un support qui maintient lesdites particules entre elles en y adhérant et remplissant tous les intervalles non magnétiques, alors que l'isolant n'a pour but que d'éviter le contact entre particules en protégeant simplement leur surface.

Si l'on utilise comme liant une matière isolante, la même matière peut donc servir aux deux fonctions. Mais nous analyserons séparément chacune d'elles afin de nous placer dans le cas le plus général.

L'isolant comme le liant doivent répondre à des conditions générales imposées par leur fonction et

aussi à des conditions particulières fixées par le procédé adopté pour la réalisation du circuit ; nous analyserons ces dernières au cours de l'examen de chaque procédé.

2° L'isolement consiste à recouvrir la surface de chaque particule d'une pellicule très mince de matière isolante. Cette matière doit, en plus de ses qualités isolantes, répondre aux conditions générales suivantes :

- adhérence parfaite sur la surface de la particule ;
- résistance suffisante aux pressions atteintes pendant l'agglomération, ainsi qu'à la température de recuit convenable pour obtenir les qualités magnétiques optima du circuit ;
- épaisseur de la pellicule réduite au minimum compatible avec les conditions ci-dessus ;
- valeur des pertes diélectriques minimum ;
- insensibilité aux agents extérieurs tels que : température, humidité, vieillissement, pression.

3° On peut obtenir l'isolement par plusieurs procédés :

— Attaque chimique de la surface :

On assure la formation d'une mince couche d'oxyde sur les particules métalliques en mettant celles-ci en présence d'un réactif judicieusement choisi.

Ce procédé a le désavantage d'être délicat, irrégulier et d'altérer les particules dans leur forme et leur texture. De plus, l'élimination des traces de réactif doit être totale si l'on veut éviter une altération dans le temps.

Par contre, la pellicule ainsi formée a l'avantage de résister assez bien aux pressions mécaniques et aux températures de recuit.

Les réactifs utilisés sont généralement à base de chrome ou de phosphore.

— Enrobage dans une pellicule isolante composée de substances finement divisées :

On assure le dépôt sur les particules d'une substance finement divisée telle qu'un oxyde ou un phosphate d'un métal approprié (par exemple : aluminium, magnésium, silicium, zinc). L'opération doit s'effectuer sans que le métal de la particule participe à la formation de la pellicule.

L'inconvénient du procédé réside dans le fait qu'il est pratiquement impossible d'atteindre la finesse de pellicule désirable avec la grosseur des particules habituellement utilisées.

Mais, comme le procédé exposé ci-avant, il a l'avantage d'assurer une pellicule résistant bien aux pressions mécaniques et aux températures de recuit.

— Enrobage par un produit isolant soluble :

C'est le procédé le plus utilisé et le seul qui puisse combiner avec sûreté les fonctions d'isolant et de liant.

Il consiste à mélanger intimement les particules métalliques dans une solution obtenue en faisant dissoudre la matière isolante dans un solvant, puis à évaporer le solvant de manière à ce qu'il ne reste plus sur les particules qu'une mince couche d'isolant (et de liant si les deux fonctions sont combinées).

Le procédé a le gros avantage d'être simple et régulier. Par contre, la pellicule ainsi formée n'est pas très résistante aux pressions mécaniques et aux températures de recuit.

Les produits employés (isolants et solvants) ne doivent pas provoquer de réactions chimiques en pré-

sence du métal des particules pour ne pas altérer celles-ci. De plus, le solvant doit pouvoir s'évaporer totalement sans difficulté.

Les matières généralement utilisées sont nombreuses. Les plus connues sont :

Comme isolants : les résines naturelles ou synthétiques (gomme laque, ambre, cires, bakélite, etc...) ; les dérivés de la cellulose ; les produits de la condensation du phénol et de l'aldéhyde formique ou de l'urée (troytul, polystyl, etc...) ; le verre soluble, le soufre, etc...

Comme solvants : l'eau, l'alcool, l'acétone, etc...

L'enrobage s'effectue en mélangeant la poudre magnétique, l'isolant et le solvant dans un malaxeur. La cuve de ce malaxeur peut d'ailleurs être chauffée pour assurer l'évaporation progressive du solvant. Certains fabricants prévoient aussi un dispositif qui soumet le mélange à un régime vibratoire de fréquence suffisante pour éviter l'agglutination pendant le brassage.

— Enrobage à sec :

Afin d'éviter l'usage de solvants qui risquent toujours d'entraîner une altération des particules, on effectue l'isolement sans agent de dissolution en broyant la substance isolante en présence de la poudre métallique. Il se produit alors un frottement d'une matière sur l'autre et la moins dure, c'est-à-dire l'isolant, se dépose sur les particules.

Les matières convenant pour ce procédé sont à peu près les mêmes que celles utilisées dans le procédé exposé ci-avant.

C — AGGLOMÉRATION

1° Le liant est la matière formant le support nécessaire à l'agglomération des particules. C'est donc lui qui assure la dureté et la résistance mécanique du noyau ; à ce titre, il joue un rôle important dans la constitution du circuit.

La proportion de liant à utiliser résulte donc d'un compromis entre les qualités magnétiques et mécaniques du circuit : trop de liant réduit la perméabilité, mais pas assez rend le produit friable.

La matière utilisée comme liant l'est souvent aussi comme isolant ; mais même si elle ne remplit que la fonction liant, elle doit aussi répondre aux mêmes conditions générales que l'isolant. De plus, elle doit satisfaire à des conditions particulières imposées par le mode d'agglomération et le traitement final.

Mentionnons aussi que, par un choix judicieux des composants du liant, on peut réaliser des inductances ayant un coefficient de température négatif ; cette disposition est souvent recherchée pour assurer la stabilité de circuits électriques dans lesquels l'inductance est montée avec une capacité dont le coefficient de température est positif.

2° L'agglomération peut être obtenue de différentes manières :

— Par compression :

Le procédé consiste à soumettre un mélange de particules magnétiques et de liant aux effets d'une grande pression mécanique. C'est le procédé le plus simple et le plus rapide ; bien mis au point, il assure une grande régularité des caractéristiques électriques magnétiques et mécaniques.

La valeur de la pression est un facteur important et critique : la perméabilité efficace et la résistance

mécanique du noyau sont en principe d'autant plus élevées que cette valeur est grande ; mais celle-ci est cependant limitée par la teneur de la pellicule isolante, qui ne doit pas être rompue, et du liant qui ne doit pas se volatiliser sous l'effet des pressions. Il faut d'ailleurs remarquer que cette résistance des éléments isolants et/ou liants est d'autant meilleure que les particules métalliques sont plus fines, car leur répartition dans la masse est plus régulière ; la pression peut donc être d'autant plus élevée que le fractionnement est poussé.

La valeur des pressions utilisées pratiquement est généralement comprise entre 3.000 et 10.000 kg/cm². Mais de telles pressions ont l'inconvénient d'engendrer à l'intérieur des particules métalliques, des efforts de tension qui nuisent à la perméabilité et qu'il faut, par conséquent, annuler par la suite. Elles nécessitent aussi un outillage particulièrement cher adapté, car la moindre déformation du moule risquerait d'entraîner une déformation correspondante et même la rupture des objets à mouler. Il faut aussi noter que pour obtenir en tous les points du circuit une répartition uniforme des caractéristiques électriques et mécaniques, il est nécessaire que la pression soit elle-même répartie le plus uniformément possible ; cette condition est souvent difficile à réaliser avec certaines des formes de circuit rencontrées couramment.

Pendant la compression, le liant, plus malléable, joue comme élément élastique, évitant ainsi la déformation des particules métalliques ; c'est donc lui qui « encaisse » une grosse partie de l'effort, et il doit être choisi de telle sorte qu'il ne se volatilise pas au cours de l'opération.

Les matières utilisées comme liant sont généralement les mêmes que celles employées comme isolant dans les procédés par enrobage, et les deux fonctions sont d'ailleurs le plus souvent combinées.

Pour rendre le liant plus plastique au moment de la compression, on peut effectuer l'opération à chaud en portant le moule à la température convenable.

— Par vitesse :

Pour supprimer quelques-uns des inconvénients du procédé d'agglomération par compression, et particulièrement le défaut de répartition non uniforme de la pression, on soumet le mélange à l'action d'une certaine vitesse, donc d'une force qui est fonction de cette vitesse et de la masse de chaque particule. De la sorte, chaque particule est individuellement soumise à une force pratiquement égale, ce qui établit l'équilibre des pressions dans toute la masse du circuit. Pour y arriver, on peut utiliser les actions de la force centrifuge ou de la projection.

L'inconvénient du procédé est qu'il nécessite l'obtention de grandes vitesses pour réaliser les pressions désirables. De plus, il est moins précis, moins régulier et moins rapide. Mais on l'emploie avantageusement chaque fois que la forme des pièces à obtenir ne se prête pas au moulage par compression.

Les liants utilisés sont généralement les mêmes que dans le procédé par compression.

— Par durcissement dû au refroidissement :

On chauffe le liant à la température convenable pour l'amener à l'état plastique ou fluide, puis on mélange intimement les particules métalliques et on laisse refroidir dans un moule en forme.

Les avantages du procédé sont :

Qu'il supprime les inconvénients des pressions et en particulier le traitement de recuit ;

Qu'il permet l'enrobage direct des bobinages (il suffit en effet de noyer le bobinage dans le mélange à l'état fluide) ;

Qu'il permet aussi d'utiliser des particules qui ne sont pas parfaitement sphériques ou dont la surface n'est pas complètement lisse.

Mais les inconvénients sont les suivants :

Moindre perméabilité efficace ;

Manque de précision dans les caractéristiques électriques et mécaniques, du fait du retrait ;

Manque de stabilité.

Le liant doit être tel que sa fluidité puisse être obtenue facilement pour des températures pratiquement convenables et qu'elle soit suffisante pour assurer la pénétration dans tous les intervalles non magnétiques. La matière doit aussi conserver toute sa consistance aux températures normales d'emploi, afin de réduire les causes de variation.

Les produits utilisés comme liant sont principalement : les cires d'origine végétale, animale, minérale ou synthétique, ainsi que les substances résineuses susceptibles d'être rendues fluides par la chaleur.

— Par durcissement dû à l'évaporation :

On mélange intimement les particules métalliques avec un « ciment » préalablement dilué, et on provoque ensuite l'évaporation du diluant.

Les avantages et inconvénients de ce procédé sont à peu près les mêmes que ceux du procédé ci-dessus. S'il ne nécessite pas de source thermique pour obtenir la fluidité du liant, il en faut généralement une pour provoquer l'évaporation du diluant ; les moyens mis en jeu sont donc pratiquement les mêmes.

Les matières utilisées comme liant peuvent être : le ciment, les farines de bois, de papier, la poudre de marbre, etc...

D — LE TRAITEMENT FINAL

Les opérations d'isolement et d'agglomération doivent se compléter d'un traitement dont le but est de stabiliser l'état des éléments constitutifs afin de supprimer toutes les causes de variation des caractéristiques électriques, magnétiques et mécaniques du circuit.

Il est, en effet, nécessaire :

— d'éliminer les traces des agents intermédiaires employés pendant lesdites opérations pour rendre aux matières utilisées comme isolant et/ou liant, toutes leurs qualités (résistivité, adhérence, dureté, etc...). C'est le but de la polymérisation ;

— éventuellement d'annuler les tensions internes qui auraient pu se former au cours des mêmes opérations (agglomération par compression). C'est le but du recuit.

Un simple traitement thermique est généralement suffisant pour obtenir ces deux effets. Si on les considère séparément, la température et la durée du traitement sont simplement conditionnées par la nature des éléments ; généralement, la température de polymérisation est comprise entre 100 et 200° centigrades et la température de recuit est supérieure à 500°. Mais, dans ce dernier cas, les produits utilisés comme isolants et/ou liants ne permettent presque jamais d'atteindre sans dommage une telle valeur. La température adoptée sera donc fixée par un compromis entre la valeur de la perméabilité et la tenue de ces

éléments. En principe, on admettra qu'on peut dépasser la température exacte de polymérisation jusqu'au point où la matière agglomérante atteint l'état de ramollissement suffisant pour permettre, sans qu'il puisse y avoir altération de la pellicule isolante, un léger mouvement des particules métalliques qui doivent ainsi pouvoir se fixer définitivement dans la masse du circuit.

Le traitement entraîne généralement une légère variation des dimensions du circuit ; avec certaines matières on constate une augmentation du volume et avec d'autres, au contraire, une réduction. On a donc intérêt à constituer le liant par des matières dont les effets sont, à ce point de vue, opposés, afin d'obtenir un produit dont le volume ne varie finalement pas.

Ainsi le traitement final impose encore, quant au liant, les conditions suivantes :

— température de polymérisation et point de ramollissement aussi rapprochés que possible de la température de recuit de la matière magnétique ;

— faible variation de volume après polymérisation.

V — Formes des circuits

Le choix d'une forme de circuit résulte principalement :

— de la valeur des coefficients de self-induction et de surtension à atteindre ;

— de la valeur admissible du champ de fuite et des perturbations (brouillages, couplages parasites, etc...).

— des particularités d'emploi de l'inductance (valeur fixe ou réglable) ;

— des nécessités de montage (dimensions, genre de fixation, poids, etc...) ;

— du prix de revient limite.

Les formes les plus courantes peuvent être divisées en trois classes principales :

la forme toroïdale,

les formes en circuit fermé,

les formes en circuit ouvert.

Chacune de ces classes comprend toute une variété de formes dérivées, mais seules les deux dernières se prêtent à la réalisation de circuits à perméabilité variable.

1° Le tore.

C'est la forme techniquement idéale, la seule dans laquelle la totalité du flux est embrassée par le bobinage. Il en résulte des avantages importants comme :

— coefficient de surtension maximum étant donné les moyens mis en jeu ;

— fuites magnétiques et perturbations réduites au minimum.

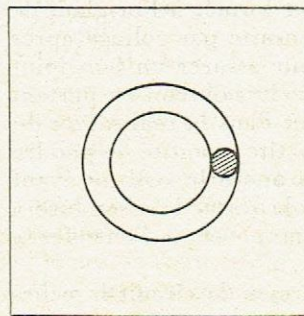


Fig. 5. — Noyau magnétique toroïdal.

Mais, par contre, les inconvénients sont nombreux et sérieux :

- bobinage compliqué nécessitant une main-d'œuvre longue et du personnel expérimenté ;
- encombrement relativement important ;
- fixation difficile ;
- prix de revient élevé ;
- étalonnage délicat (on ne peut agir que sur le bobinage) et impossibilité de réglage par variation de perméabilité.

Afin de simplifier le bobinage, on peut fractionner le circuit en plusieurs parties (chacune d'elles étant bobinée séparément), assemblées ensuite par collage. Mais les joints magnétiques ainsi obtenus introduisent toujours de légères fuites et perturbent plus ou moins les caractéristiques du circuit.

2° Le circuit fermé.

Les inconvénients du tore limitent son usage aux circuits nécessitant des performances poussées (généralement aux circuits téléphoniques dans lesquels les conditions de surtension et de diaphonie sont particulièrement dures). On peut donc dire que le noyau magnétique fermé est pratiquement la forme la plus rationnelle assurant les caractéristiques maxima pour un encombrement et un prix de revient minima.

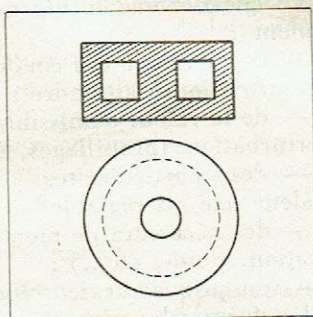


Fig. 6. — Noyau magnétique fermé.

Bien dimensionné, il assure un bon coefficient de surtension, de faibles fuites et une protection efficace contre les brouillages. Il permet un étalonnage direct rapide et précis de l'inductance (par simple meulage). Il peut aussi se combiner facilement avec un dispositif de réglage agissant sur la perméabilité (par exemple, une vis en matière magnétique au centre du noyau).

Le bobinage est réalisé séparément sur une carcasse qui s'emboîte ensuite exactement dans le noyau.

La fixation peut être assurée avec assez de facilité (centrale ou par serrage).

Les inconvénients principaux sont les suivants : Les fuites magnétiques ne sont pas négligeables. Pour les réduire on est souvent amené à donner à l'enveloppe extérieure du circuit une section plus forte que celle qui serait pratiquement nécessaire.

Le circuit est nécessairement formé, à l'origine, de deux pièces qu'on assemble ensuite par collage après introduction du bobinage. Pour assurer un bon joint on utilise généralement un produit obtenu en partant du mélange utilisé comme liant dans la réalisation du noyau, auquel on ajoute une petite quantité de poudre de matière magnétique et on opère le collage avant polymérisation du circuit. De la sorte, la « soudure » se fait avec la solidité maximum et « l'entrefer » minimum.

Plus que dans les autres formes de circuit la capacité du bobinage par rapport à la masse du noyau est importante, ce qui peut être un inconvénient sérieux dans certains montages.

Mentionnons pour finir que la forme en noyau

fermé permet d'assurer une étanchéité assez bonne du bobinage. On peut aussi réduire le poids du circuit, donc son prix, en profilant la section de manière à supprimer la matière aux points où les lignes de force du champ magnétique sont d'intensité nulle ou minimum.

3° Le circuit semi-fermé.

C'est une forme simplifiée du noyau fermé. Les lignes de force du champ sont concentrées sur une portion seulement de la périphérie. Mais il en résulte évidemment un flux de fuite plus important et une

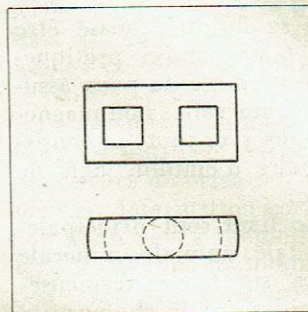


Fig. 7. — Noyau magnétique à circuit semi-fermé.

perméabilité efficace moindre. Un tel circuit présente également l'inconvénient d'être formé à l'origine de deux parties qu'on assemble par collage après mise en place du bobinage.

4° Le circuit ouvert.

C'est un circuit dans lequel les lignes de force se ferment extérieurement dans l'air. La perméabilité efficace est évidemment réduite et le flux de fuite important, mais on a l'avantage d'un noyau simple

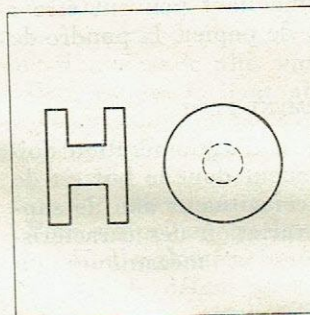


Fig. 8a. — Noyau magnétique à circuit ouvert en forme de poulie.

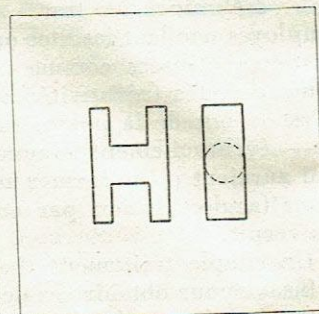
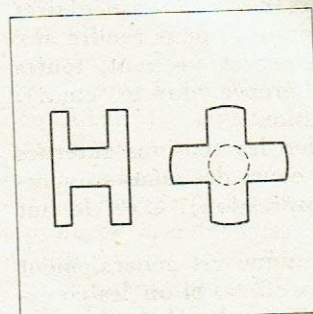


Fig. 8b et 8c. — Noyaux magnétiques à circuit ouvert ; à gauche, b, en forme de croix ; à droite, c, en forme de H.

à réaliser, ne nécessitant pas de collage et sur lequel on peut effectuer directement le bobinage. De ce fait, le prix de revient est relativement bas. Il faut noter aussi que la capacité du bobinage par rapport à la masse est notablement réduite. Les formes les plus courantes rencontrées dans ce type de circuit sont :

a) La poulie :

C'est un circuit fermé dont on a supprimé la cloison circulaire extérieure.

b) La croix :

C'est une poulie dont on a réduit l'importance des joues.

c) Le H :

C'est un circuit semi-fermé dont on a supprimé la cloison circulaire extérieure.

5° Le noyau cylindrique.

C'est évidemment la forme la plus simple du noyau magnétique. Elle est :

- facile à réaliser,
- facile à monter,
- moins fragile,
- d'encombrement et de poids réduit,
- d'un prix de revient minimum.

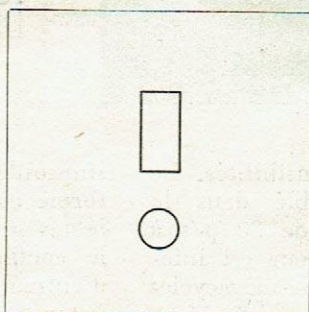


Fig. 9. — Noyau magnétique cylindrique.

De plus, elle s'adapte facilement à un dispositif de réglage par variation de perméabilité.

C'est le type de noyau qu'on recherchera chaque fois que les caractéristiques techniques le permettront, car naturellement la perméabilité efficace est faible et les fuites élevées.

6° Les circuits à perméabilité variable.

La variation de perméabilité est utilisée chaque fois qu'on veut :

- pouvoir ajuster avec précision la self d'une inductance comportant déjà un noyau magnétique ;
- faire varier la valeur du coefficient de self-induction entre certaines limites de manière à pouvoir effectuer un réglage précis et stable du circuit électrique dans lequel l'inductance est montée (filtres, circuits oscillants, etc...).

Pour la première utilisation, dans laquelle un circuit magnétique à haut rendement est généralement nécessaire, le taux de variation est relativement faible (quelques %) et, de ce fait, une variation sensible des autres caractéristiques (surtension, fuites magnétiques, etc...) n'est pas à craindre. On obtient le plus souvent la variation de perméabilité par le déplacement à l'intérieur du noyau principal, d'un petit noyau auxiliaire ; la section du circuit magnétique, et par conséquent sa perméabilité efficace, varie alors avec l'enfoncement dudit noyau, qu'on peut, d'ailleurs profiler de manière à obtenir une certaine loi de variation.

La seconde utilisation entraîne souvent un taux de variation assez important, mais la qualité maximum de l'inductance n'est généralement pas recherchée et, de ce fait, un circuit magnétique en forme de noyau cylindrique suffit largement. On obtient alors la variation de perméabilité par déplacement du noyau à l'intérieur du bobinage. Si l'on sait maintenir le coeffi-

cient de surtension à une certaine valeur sans qu'il varie par trop dans les limites du réglage de la self, on constitue le circuit magnétique par deux noyaux : l'un fixe et l'autre mobile, de telle sorte que l'éloignement de l'un change la perméabilité efficace sans affecter sensiblement la résistance effective de l'inductance. Le dispositif d'enfoncement du noyau doit faire l'objet de précautions spéciales. On peut le réaliser de deux manières :

— Sans interposition de forces auxiliaires. Le noyau mobile est fileté et se visse directement dans le support de la self (ou dans le circuit magnétique proprement dit) ; on doit alors veiller à ce que ledit support ne puisse se déformer dans le temps ou sous l'influence de l'humidité ou de la chaleur, et dans ce but on utilisera des matières polymérisables. Le filetage doit être particulièrement soigné pour assurer un réglage commode et l'insensibilité aux vibrations ; on utilisera avec avantage un frein qui s'opposera au jeu des pièces en présence (support élastique fendu ou interposition d'une matière visqueuse). Si l'outil de réglage attaque directement le noyau, on prévoira de préférence une tête six pans plutôt qu'une fente, car dans ce dernier cas un effort trop grand risquerait d'entraîner la rupture de la pièce.

— Avec interposition de pièces auxiliaires. Le noyau mobile peut être avantageusement supporté par une pièce intermédiaire qui assure le travail de déplacement ; c'est elle qui comporte le filetage et qui absorbe les efforts de manœuvre. Ce dispositif a l'avantage d'utiliser un noyau magnétique de forme simple et par conséquent facile à mouler, et de supprimer tout travail mécanique de ce noyau. Parce qu'il est situé dans le champ de l'inductance, le support intermédiaire ne doit comporter aucune substance métallique ; on le réalise généralement en matière isolante moulée ; le noyau magnétique peut être rapporté par collage ou mieux encore moulé directement avec la matière.

VI — Conclusions

Nous n'avons fait ici qu'effleurer les différentes considérations relatives aux circuits magnétiques à fractionnement élevé. Mais beaucoup de choses resteraient à écrire sur le sujet qui jusqu'ici a été relativement peu traité dans les ouvrages techniques ; on peut dire que chacun des points exposés dans le présent article pourrait être repris et analysé dans le détail pour une contribution plus complète à l'étude de la question qui, de plus en plus, s'avère à l'ordre du jour dans la technique des télécommunications. D'autres mêmes, comme la détermination et les méthodes d'essais desdits circuits magnétiques, fourniraient encore matière à des développements (et vraisemblablement aussi discussions !) extrêmement intéressants.

Pour notre part, nous aurons atteint notre but si nous avons réussi à éclairer et intéresser un certain nombre de techniciens insuffisamment avertis des problèmes souvent ardues rencontrés dans ce domaine. Mais les problèmes posés, il faut encore les résoudre et nous serions heureux si, sans pour cela trahir des secrets de fabrication, d'autres spécialistes pouvaient ajouter d'intéressants détails à notre exposé tout à fait général.

Technologie des émetteurs radiocoloniaux

par H. GROSSIN

Parmi les problèmes de technologie radioélectrique les plus ardues, la construction de postes émetteurs coloniaux est l'un des cas les plus difficiles à résoudre. A tout ce qui fait la difficulté de l'émetteur normal, l'ambiance tropicale vient ajouter des complications redoutables.

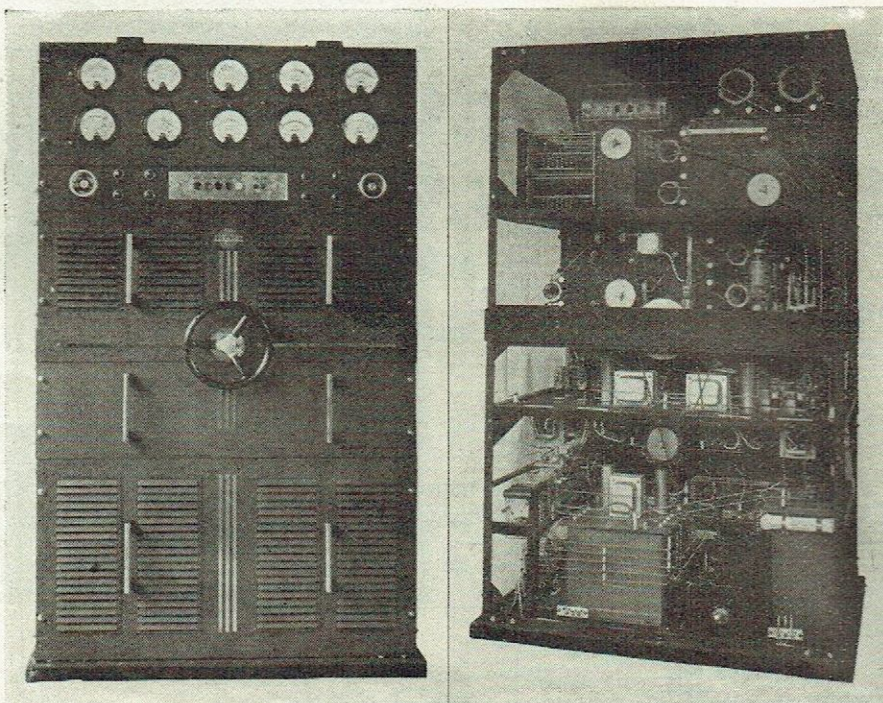
A la colonie, la température diurne est généralement élevée ; elle s'accompagne d'un degré hygrométrique important. L'atmosphère coloniale type, telle que la définissent les cahiers des charges des ministères, se caractérise par une température de 50 degrés et une humidité relative de 98 %. L'air est donc saturé d'eau à qui la chute brutale de la température qui accompagne la tombée de la nuit donne le prétexte quotidien de se condenser.

Le bain d'eau tiède doit être une image familière à l'esprit du technicien qui s'occupe d'étudier un émetteur colonial. On conçoit aisément toutes les difficultés qui découlent de ces conditions d'emploi. Les métaux oxydables se détériorent rapidement au moindre contact avec l'atmosphère ; les connexions se cassent, les contacts électriques prennent des résistances énormes, etc., etc. Les corps organiques qui servent d'isolants se modifient rapidement : le coton des guipages de fil se transforme en éponge gorgée d'eau, la bakélite se boursoufle et se gondole en donnant lieu à des efforts mécaniques susceptibles, par exemple, de casser des connexions prévues pour cent ampères.

A ces difficultés générales s'ajoutent encore les particularités locales propres à chaque station. Au voisinage du désert, quand souffle le vent de sable, des poussières minuscules envahissent tout, se chargent d'électricité, ionisent l'air et provoquent des réactions chimiques à haute température, d'où résulte un degré d'acidité notable pour l'atmosphère qui n'en tend que davantage à ronger les métaux, dissoudre les isolants, etc.

Le règne animal s'unit au règne végétal pour corser le tableau. Tout ce qui grouille, vole ou rampe est attiré la nuit par l'éclat des filaments et cherche à se loger où il ne faudrait précisément pas. Le champignon profite de la température de serre pour proliférer en symphonies vertes, rouges ou jaunes, magnifiques à l'œil... mais déplorables pour les oscillations à haute fréquence. Sous terre, le termitte fouit ses galeries et se régale du plomb, de la gomme et du cuivre des conducteurs enterrés jusqu'à ce que panne s'ensuive.

A tous ces maux, il est délicat de trouver des remèdes efficaces, surtout en



Vues avant et arrière d'un émetteur colonial SEGOR de 500 watts.

période troublée comme celle que nous traversons.

On n'utilisera que des métaux rigoureusement inoxydables ou efficacement protégés contre l'oxydation par des revêtements métalliques ou organes appropriés. Dans les cas difficiles, on enfermera les ensembles délicats dans des boîtes étanches remplies d'huile minérale ou de compound isolant. On imprégnera à cœur les transformateurs par le procédé vide et pression. Comme isolants, on emploiera surtout les produits minéraux stables tels que la stéatite, l'isolantite ou similaires. On étudiera tous les organes avec un large coefficient de sécurité pour tenir compte des risques supplémentaires et des pertes de performance dues à l'ambiance hostile. On surveillera tout particulièrement le choix et la réalisation des dispositifs de commande, de contrôle et de sécurité en recherchant toujours des systèmes qui fonctionnent dans le sens d'une sécurité positive ; c'est ainsi, par exemple, qu'un arrêt d'un organe quelconque ne devra jamais s'obtenir par excitation, puisque le système risquerait de ne pas fonctionner en cas d'incident technique.

L'application de cette technique conduit à des réalisations dont la photographie ci-jointe donne un exemple. Elle représente un émetteur de 500 watts à quatre ondes prépréparées, télécommandées et télé-signalées, construit par Ségor. Son schéma comporte quatre pilotes, dont trois à quartz sous thermostat, un doubleur de fréquence, un étage intermédiaire et un push-pull final. Les tubes utilisés sont respectivement une pentode 6F6, une tétrode 6L6, une pentode OS 40/1 250 et deux triodes OQQ 150/3 000 de marque Tungram, ainsi que les valves de redressement à cathode chaude de type RG 250/3 000.

On notera à la partie inférieure du meuble deux cuves métalliques qui renferment les organes à haute tension protégés par un bain d'huile. On voit aussi le moteur de télécommande avec son dispositif d'embrayage magnétique qui permet un fonc-

tionnement immédiat et exempt d'inertie.

A l'étage supérieur, on trouve le tiroir des petits étages : circuits à quartz avec thermostat, doubleur de fréquence, modulateur BF, relais électronique de manipulation avec leurs différents redresseurs. La manipulation s'effectue sur l'écran d'une pentode ; elle peut atteindre des vitesses extrêmement rapides, de l'ordre de mille bauds, sans qu'une déformation appréciable se produise.

La partie supérieure du meuble est réservée aux étages de puissance et au circuit de couplage aux antennes. On remarquera particulièrement les blocs d'accord poly-ondes réalisés dans le style « tank », ainsi que les puissants commutateurs rotatifs sur stéatite qui distribuent les courants haute tension et haute fréquence aux circuits spécialisés sur les différentes longueurs d'onde.

Une caractéristique de réalisation est le câblage, effectué entièrement en fils nus ou isolés sous perles stéatite. La protection contre l'oxydation est assurée par un revêtement d'étain ou d'alliage or-argent, suivant la nature des circuits envisagés. Une telle réalisation est particulièrement coûteuse mais donne des résultats remarquables.

Grâce aux précautions prises, les performances de l'émetteur Ségor C1 sont des meilleures. Parmi les plus significatives, on a relevé :

— Une puissance réelle de 700 watts sur 25 mètres, avec 20 % de réserve dans l'utilisation des lampes.

— Un rendement net du dernier étage supérieur à 70 %, ce qui, compte tenu des deux circuits oscillants d'anode et d'antenne, représente un rendement de la lampe voisin de 85 %.

— Une stabilité en régime voisine du cent millièmes.

Ces constatations expérimentales montrent, qu'à défaut d'économies budgétaires, l'observation des normes tropicales conduit à la réalisation d'émetteurs dont le standing technique est de tout premier plan.

**METHODE SIMPLIFIEE POUR L'ETUDE
DE LA SENSIBILITE D'UN PONT DE
MESURES**, par G. NEY. (Revue Générale
de l'Electricité, avril 1942, t. I, n° 4,
p. 249-259, 9 figures.)

L'auteur rappelle d'abord que la mesure de l'impédance cherchée comporte toujours le réglage d'autres impédances jusqu'à ce que l'appareil de zéro indique un courant nul. L'erreur de réglage est d'autant plus faible que l'appareil de mesure est plus sensible. La sensibilité est d'autant plus grande que l'erreur relative sur l'impédance à mesurer, provenant de l'erreur de réglage, est plus faible.

Il est bon de savoir comment choisir les différents bras du pont de Wheatstone pour que la mesure comporte la plus faible erreur de détermination possible. Il ne suffit pas de choisir des nombres ronds et des rapports simples.

Or, le calcul de la sensibilité des méthodes de zéro conduit généralement à un système d'équations à trois ou quatre inconnues, difficile à résoudre. Pour y arriver, l'auteur introduit des simplifications considérables qui facilitent le calcul.

On considère un réseau quelconque alimenté par une source, réseau dans une branche duquel l'équilibre est atteint lorsque le courant s'annule. On lui applique les équations de Kirchhoff. Pour calculer la sensibilité, on a le droit de supposer que, dans une branche et une seule, le courant n'est pas modifié lorsqu'une impédance du réseau subit une variation infiniment petite. On calcule la variation infiniment petite du courant en supposant que le courant n'a pas varié dans une certaine branche et en appliquant les équations de Kirchhoff aux termes infiniment petits.

Pont de Wheatstone en courant continu.

— On suppose négligeable la résistance intérieure de la source (1 ohm pour la pile Leclanché, 0,1 ohm pour un accumulateur). Une forte résistance intérieure provoque une diminution de la sensibilité (fig. 1).

La sensibilité est la même quel que soit le mode de réglage. Si la résistance de réglage choisie est trop petite et si une faible variation de cette résistance produit un déplacement du spot incompatible avec une interpolation correcte, on peut équilibrer le pont en agissant sur une autre branche sans changer sa sensibilité.

Le pont étant constitué par les résistances x , P , Q et R , il y a intérêt à choisir la somme $Q + R$ aussi petite que possible. Or, elle ne dépend que du courant admissible dans les boîtes de résistances Q et R .

Pont double de Lord Kelvin (fig. 2).

— Pour calculer la sensibilité, on a le droit de supposer que le courant dans le circuit principal ne varie pas lorsqu'on modifie légèrement l'une des résistances. La sensibilité est rigoureusement proportionnelle à l'intensité du courant principal. Pour une résistance à mesurer donnée x , il faut choisir le rapport $\frac{m}{n} = \frac{x}{r}$ assez faible, c'est-à-dire une résistance étalon assez forte par rapport à x . Seul le courant admissible limite l'abaissement désirable des valeurs de m et n .

L'auteur applique ensuite l'étude de la sensibilité au calcul du courant dans le galvanomètre, dans le cas du pont double, du pont de Carey-Foster, du pont de Wheatstone en courant alternatif, du pont de Sauty et du pont de Maxwell.

Pont de Carey-Foster (fig. 3). — La sensibilité croît avec l'inductance mutuelle.

Pont de Wheatstone en courant alternatif (fig. 4). — La formule de la sensibilité est la même qu'en continu, à condition de remplacer les résistances par des impédances. La sensibilité est maximum lorsque les impédances des branches sont deux à deux égales ($z = z_1, z_2 = z_3$).

Pont de Sauty. — Première variante : branche capacités et branche résistances de part et d'autre de la source (fig. 5). Même mode de calcul de la sensibilité qu'en courant continu. Pour les faibles capacités, on utilise plutôt des méthodes de résonance. Avec le pont de Sauty, on prend généralement une capacité étalon du même ordre que celle à mesurer. Les résistances sont choisies aussi petites que possible, la limitation étant imposée par le courant admissible.

Les erreurs de construction sont de l'ordre de 1 à 2 pour 1.000. Il faut choisir convenablement les bras du pont pour réduire au minimum l'erreur de détermination.

Il est intéressant de connaître la résistance et la réactance du téléphone pour la fréquence utilisée. Il est recommandé de faire usage d'un téléphone réglable, dont on fait varier la fréquence propre de la membrane en agissant sur l'épaisseur de la lame d'air qui la sépare de l'électroaimant. Les pièces polaires peuvent être déplacées par une vis à tête molletée. Le réglage du téléphone à la résonance mécanique réduit l'erreur de détermination. On peut encore la réduire davantage en utilisant un amplificateur, qui augmente la sensibilité.

Deuxième variante (fig. 6) : branche capacités et branche résistances de part et d'autre du téléphone. En première approximation, le maximum de sensibilité est obtenu pour une résistance étalon du même

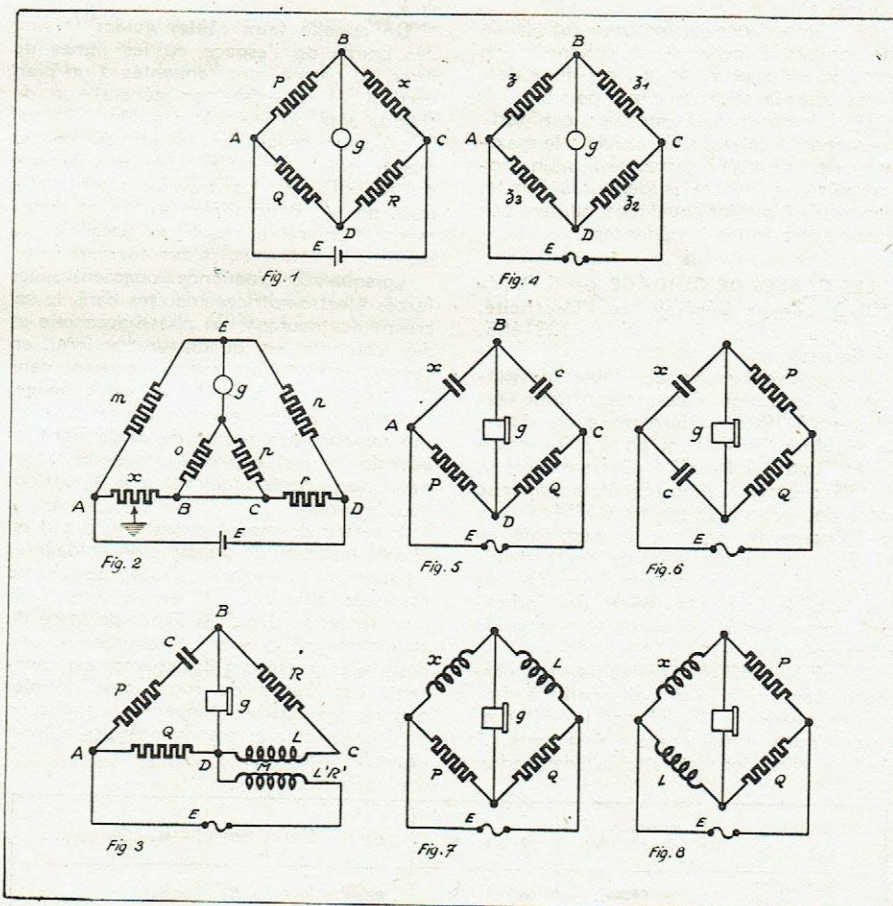


Fig. 1 : Pont de Wheatstone en courant continu. — Fig. 2 : Pont double de Lord Kelvin. — Fig. 3 : Pont de Carey-Foster. — Fig. 4 : Pont de Wheatstone en courant alternatif. — Fig. 5 : Pont de Sauty (première variante). — Fig. 6 : Pont de Sauty (deuxième variante). — Fig. 7 : Pont de Maxwell (première variante). — Fig. 8 : Pont de Maxwell (deuxième variante).

ordre de grandeur que la réactance de capacité.

Pont de Maxwell. — Première variante : branche inductances et branche résistances de part et d'autre de la source (fig. 7). On choisit l'inductance étalon du même ordre de grandeur que l'inductance à mesurer lorsque celle-ci est faible par rapport à l'impédance du téléphone. Cette condition vaut dans la plupart des cas jusqu'à des inductances de 1 à 2 henrys. Les résistances du bras sont égales et aussi faibles que possible. Comme la résistance du téléphone est grande, l'influence sur la sensibilité de la résistance de la self-inductance est faible. La sensibilité est maximum lorsque le rapport de l'inductance à mesurer à l'inductance étalon est égal à la racine carrée du rapport de la somme de l'inductance à mesurer et de l'inductance du téléphone à l'inductance de ce téléphone.

Deuxième variante : branche inductances et branche résistances de part et d'autre du téléphone (fig. 8). En pratique, la réactance de la bobine à mesurer est forte par rapport à la résistance. On peut donc négliger les résistances en série avec les inductances. On choisit une inductance étalon petite par rapport à la somme de l'inductance à mesurer et de l'inductance du téléphone, par exemple le dixième de cette somme. Deux cas se présentent selon que l'inductance à mesurer est grande ou petite par rapport à celle du téléphone.

La conclusion de tous ces procédés de mesure du pont se résume aux deux cas suivants :

1° L'impédance à mesurer est faible par rapport à celle du téléphone : on prend $x_1 = x$ et $x_2 = x_3$, ces deux dernières étant aussi faibles que possible.

2° L'impédance à mesurer est forte par rapport à celle du téléphone : le maximum de sensibilité correspond à un rapport x/x_1 , en général supérieur à l'unité, mais qui n'atteint quelques unités que pour de très fortes impédances.

LES CABLES DE GUIDAGE, par F. RAYMOND (*Revue Générale de l'Électricité*, décembre 1941, t. L., n° 6, p. 393-405, 16 figures).

Les premiers essais des câbles de guidage à induction électromagnétique remontent à 1903, mais n'ont guère donné de résultats positifs qu'en 1919 (essais de M. Loth, à Brest, à Cuers-Pierrefeu, à Villacoublay). La portée était comprise entre deux et six kilomètres. MM. Fromy et Bourgonnier reprirent le problème en 1933, en toute connaissance de la structure du champ électromagnétique. En outre, le câble fournit au pilote une indication continue sur son altitude et le guide à l'atterrissage.

Le câble unifilaire horizontal est parcouru par un courant alternatif à fréquence musicale, fourni par un alternateur. L'autre extrémité est à la terre. A bord, la réception est faite sur des cadres

accordés à la fréquence du courant. L'extinction dans le cadre horizontal se produit lorsque le récepteur est au-dessus du câble. Dans le cadre vertical naît une force électromotrice qui conserve, au contraire, un signe constant au passage à la verticale.

On permute, au rythme de la manipulation Morse, les connexions de l'un des cadres par rapport à celles de l'autre. Suivant les positions, les forces électromotrices vont s'ajouter ou se retrancher, selon le tableau suivant correspondant à la durée des « points » u et à la durée des « traits » $3u$.

Pour le rapport des forces électromotrices dans les deux cadres, on peut poser $e_1 = k e_2$. Il s'ensuit qu'à droite du câble, l'intensité des signaux a (—) est supérieure à celle des signaux n (—) dans

le rapport $\frac{1+k}{1-k}$, et que c'est le signal a qu'on entend.

Inversement, à gauche du câble, l'intensité du signal n est supérieure à celle du signal a .

La quantité $\left(\frac{1+k}{1-k} - 1\right)$ est la **profondeur de modulation** de la lettre dominante. La condition d'écoute $k > \frac{1}{20}$ détermine le **chenal** à l'intérieur

duquel on ne peut distinguer les deux lettres complémentaires. L'étude du champ magnétique du câble permet le calcul de k .

On appelle **faux câbles guides** le lieu des points de l'espace où les lignes de force du champ sont tangentes à un plan vertical. Il en existe, en général, un de chaque côté du vrai câble guide.

L'auteur développe l'étude du champ magnétique d'un câble guide au voisinage du sol, d'après les travaux mathématiques de M. Bourgonnier sur le rayonnement d'un câble rectiligne parallèle au sol.

Lorsque la fréquence augmente, les forces électromotrices induites dans le sol créent des courants en phase avec elle et des courants en quadrature arrière, en opposition de phase avec le courant dans le câble ; d'où la notion de **câble image**, constitué par les courants de retour ; ce qui ramène à la notion de **câble fictif** et au calcul du champ créé par deux câbles parallèles, conformément aux équations de Maxwell.

L'auteur développe ensuite le calcul du champ magnétique du câble de guidage et s'attaque à la polarisation de ce champ tournant elliptique. Il arrive ainsi à la représentation des trois lignes de force du champ magnétique et des courbes le long desquelles le rapport des champs est constant. Les lignes de force sont définies comme les courbes tangentes en chacun de leur point aux grands axes des ellipses de polarisation.

La force électromotrice dans le récepteur de bord est ensuite donnée ; elle permet d'identifier le lieu des faux câbles. On définit ainsi les **faux câbles intérieurs**, correspondant à des positions de l'avion comprises entre la verticale et le lieu des faux câbles principaux, et les **faux câbles extérieurs** situés entre le sol et le lieu des faux câbles principaux. On élimine les faux câbles par introduction d'un déphasage de 90° dans les forces électromotrices induites dans les deux cadres.

Des mesures ont été effectuées par M. Bourgonnier sur le câble guide de la route de Chartres à Ablis, tendu à six mètres au-dessus du sol et parcouru par un courant de 5 A, aux fréquences de 450, 750 et 10.000 p.s. Mais le sous-sol n'est pas homogène et la pénétration du courant dans le sol diminue en fonction de la fréquence. Il y a intérêt à installer le câble au-dessus d'un terrain mauvais conducteur.

A PROPOS DE LA COMMEMORATION DU SOIXANTE-QUINZIEME ANNIVERSAIRE DE L'INVENTION DE LA MACHINE DYNAMOELECTRIQUE (*Revue Générale de l'Électricité*, janvier 1942, t. LI, n° 1, p. 32-37, 8 figures).

Le 17 janvier 1942 a été célébré, à Charlottenbourg, le soixante-quinzième anniversaire de la présentation, à l'Académie des Sciences de Berlin, du mémoire de Werner Siemens « sur la transformation de la force motrice en courant électrique sans aimants permanents ».

L'article passe en revue les procédés d'excitation primitifs, l'emploi des piles et des machines magnétoélectriques. Puis, après la découverte de l'induction, par Faraday, le développement de ces machines avec redresseurs qu'on retrouve en 1840 dans les premières installations de galvanoplastie, en 1860 dans des phares français avec lampe à arc, et dans un atelier de photographie de Manchester, avec excitation par électroaimant.

Siemens conçut l'autoexcitation à la suite de ses études sur les relais télégraphiques. C'est alors qu'il émit les trois propositions suivantes :

1° Le courant induit d'une dynamo peut être utilisé à la production du champ inducteur ;

2° Le magnétisme rémanent suffit au renforcement réciproque du courant induit et du champ magnétique ;

3° La dynamo et le moteur sont réversibles.

Les premiers essais de Werner Siemens datent de 1866. Il note tout de suite qu'il s'agit bien d'une transformation de l'énergie mécanique en énergie électrique. En 1867, il construisit une machine de 5 chevaux pour l'Exposition Universelle de Paris. En 1868, il s'en servit pour éclairer avec lampes à arc le polygone de Tegel. L'intensité lumineuse était de 3.200 bougies.

En 1872, Hefner-Alteneck de Siemens et Halske inventa l'induit en tambour, puis l'induit feuilleté.

De 1877 à 1878 furent tentés les premiers essais de transmission de l'énergie électrique à distance. Puis vint le premier chemin de fer électrique de l'Exposition de Berlin (1879), le premier ascenseur électrique (1880) et le premier tramway de Lichterfelde (1881).

L'essor de la dynamo date surtout de la découverte de la lampe à filament de carbone d'Edison (1880).

A droite du câble	$e_1 (1+k)$	$e_1 (1-k)$	$e_1 (1+k)$	$e_1 (1-k)$	
A gauche du câble	$e_1 (1-k)$	$e_1 (1+k)$	$e_1 (1-k)$	$e_1 (1+k)$	
Position de l'inverseur	1	2	1	2	1
Durée de la position	u	u	$3u$	$3u$	u

**EXTRAITS
DU BULLETIN ANALYTIQUE
DU CENTRE NATIONAL DE LA
RECHERCHE SCIENTIFIQUE
(Suite)**

**F. — ELECTRICITE — MAGNETISME
I. — Unités et mesures électriques**

F 1330. Potentiomètre de précision. COLLINS (S. C.); *Mesures* (avr. 1940), 51, 17. (F). — Précision : 10^{-5} μ V.
F 1331. Diviseur de tension. ALTON EVEREST (F.); *Communications N. Y.* (mai 1940), 20, 8-9. (A). — Rôle. Courbes de réponse. Réglages.

F 1332. Ensemble flexible servant de pont de Wheatstone, à l'usage des étudiants.

LUDER (W. F.), VERNON (A. A.) [Boston]; *J. chem. Educ.* (mai 1940), 17, 229-31. (A). — Façon simple de construire un pont de Wheatstone. Sensibilité : 0,1 à 0,01 %.

F 1333. Détecteur de zéro pour ponts à courants alternatifs.

ASTBURY (W.); *J. sci. Instrum.* (fév. 1940), 17, 25-32. (A). — Emploi de galvanomètres (basse fréquence), téléphone amplificateur (avec ampèremètres), redresseurs, valves thermioniques et appareils électroniques (tubes à rayons cathodiques). Montages.

F 1334. Tube oscillateur à vide pour la mesure de conductance des électrolytes. HULL (D. E.); *J. chem. Educ.* (juil. 1940), 17, 329. (A).

F 1335. Système d'amplificateur associé au galvanomètre à corde d'Einthoven pour l'étude des effets photoélectriques.

VANSELOW (W.), HAPP (G. P.), RUSSELL (J.), SHEPPARD (S. E.) [Kodak, Rochester]; *Rev. sci. Instrum.* (juin 1940), 11, 202-3. (A). — Adapté à la mesure des variations très courtes de la différence de potentiel. 2 triodes amplificatrices à c. c.

F 1336. Enregistrement des impulsions de courants par des galvanomètres lents. ROGERS (F. T. Jr); *Rev. sci. Instrum.* (juin 1940), 11, 198-9. (A). — Formules. Intervalle entre l'impulsion et la déviation du galvanomètre. Application à la microphotométrie.

**II. — Propriétés électriques des métaux.
— Résistivité. — Photo-électricité. — Magnétisme.**

F 1246. Alliages or-chrome pour résistances électriques.

SCHULZE (A.); *Metall u. Erz* (1^{er} mars 1940), 37, 93. (G). — Alliage Au + 2,05 % Cr utilisé pour résistances de précision. Influence des traitements mécanique et thermique sur le coefficient + 200° C. Meilleurs résultats obtenus de t de la résistance, entre — 200 et par recuit à 150° C pendant plusieurs jours.

F 1247. Alliages à résistance, or-chrome.

SCHULZE (A.); *Arch. techn. Messen* (mars 1940), 105, 36. (G). — Résistances de précision avec 2 % en poids de Cr. Résistance spécifique à 20° C : 0,33 ohm mm²/m force thermoélectrique avec 7 Cu : 7 μ V $\times$ degré.

F 1248. Propriétés photoélectriques et optiques du sodium et du baryum.

MAURER (R. J.) [M. I. T.]; *Phys. Rev.* (1^{er} avr. 1940), 57, 653-8. (A). — Cour-

bes donnant la distribution spectrale avec lumière polarisée ou non. Le travail de sortie : Na = 2,28 eV; Ba = 2,48 eV. Comparaison de ces résultats avec la théorie de Mitchell, qui ne rend pas compte du rendement photoélectrique absolu et du rapport des rendements pour la lumière polarisée parallèlement et perpendiculairement au plan d'incidence.

F 1347. Alliages or-chrome, employés comme résistances normales.

SCHULZE (A.) [Berlin]; *Phys. Z.* (15 mars 1940), 41, 121-6. (G). — Alliage à 2,05 % Cr. R = 0,33 Ω mm²/m. Pouvoir thermoélectrique avec Cu : 7-8 μ V/dégré. Par un traitement thermique approprié le coefficient de t de ρ peut être porté de 100.10^{-6} à 0.

F 1348. Détermination des épaisseurs « critiques » des lames minces métalliques par représentation graphique logarithmique.

ARON (A.); *Rev. sci. Paris* (jan. 1940), 78, 34-5. (F). — But : étude des modifications caractéristiques des propriétés (hystérésis, conductibilité électrique,...) des pellicules métalliques en fonction de l'épaisseur.

F 1349. Réalisation pratique des commandes photoélectriques.

WILFART (M.); *Electricité* (avr. 1940), 67, 101-5. (F). — Rappel des unités lumineuses. Etude du miroir destiné à réfléchir le faisceau lumineux, sa nature doit être en rapport avec la cellule utilisée. Etude du projecteur. Effet du facteur de diffusion. Exemples de calculs.

F 1075. Préparation de pellicules métalliques minces.

FENNE (E.); *Z. tech. Physik* 1939, N° 10, 20, 295-6. (G). — On fait déposer sur une plaque de verre le métal pulvérisé. Préparation des cellules à Se à couche d'arrêt par la méthode décrite. Ces pellicules en Au et Pt laissent passer 60 % de la lumière blanche.

F 1076. Variation du coefficient d'aimantation due à l'aimantation de quelques substances ferromagnétiques.

HUI (T.); *Sci. Repts Tohoku Imp. Univ.* (mars 1940), 28, 450-7. (A). — Variation du décretement de torsion d'un fil ferromagnétique dans un champ magnétique. Valeur du coefficient en fonction de l'intensité du champ.

F 1077. Variation du module de torsion de quelques substances ferromagnétiques en fonction de la température et de l'aimantation.

HUI (T.); *Science Repts Tohoku Imp. Univ.* (mars 1940), 28, 436-49. (A). — Examen par la méthode quasi-statique, de Fe, de Ni et des alliages 65 % Fe — 35 % Ni et 75 % Ni — 25 % Cu.

F 1089. Fabrication et usage de l'isolant élevé.

PARTRIDGE (G. F.); *Phil. Mag.* (mai 1940), 29, 485-94. (A). — Rendement représenté par la valeur de $L\omega/R$. Existence d'une distance optima d'entrefer pour une fréquence donnée. Courbes théoriques pour des fréquences allant jusqu'à 2.000.

III. — Diélectriques. — Isolants.

F 1089. Fabrication et usage de l'isolateur électrique Styroflex.

HORN (H.); *Kunststoffe* (mars 1940), 30, 53-7. (G). — Les polystyrols sont cassants, mais par étirage à l'état plastique

on obtient des fils et des tubes flexibles. A partir des tubes, fabrication de lames. Propriétés isolantes supérieures à celles de l'ambre.

F 1092. Proposition pour le cahier des charges des isolants électriques.

Proc. Am. Soc. Testing Materials 1939, 39, 457-62. (A). — Méthodes d'essais : résistance au choc de plaques en esters celluloseux, résistance à la traction, à la compression, à la flexion, densité et dureté Brinell; ébonite, porcelaine.

F 1364. Mesure de hautes résistances d'isolation avec un électromètre à valve. AKAHIRA (T.); *Sci. Pap. Inst. phys. chem. Res. (Tokyo)* (mai 1940), 37, 23. (A). — Appareil capable de mesurer un courant de 10^{-7} à 10^{-4} A.

F 1365. Nouveaux appareils techniques de mesure de la valeur d'un isolant. POLECK (H.); *Elektrotechn. Z.* 1940, 61, 17, 369-73. (G). — L'appareil complet qui permet la mesure de la capacité et du facteur de perte de l'échantillon étudié comprend un amplificateur à lampes triodes, un relais pour éviter les surcharges et un dispositif pour l'enregistrement automatique des mesures.

F 1369. Les isolants électriques.

THOMAS (A. M.), WHITEHEAD (S.); *J. sci. Instrum.* (avr. 1940), 17, 77-83. (A). — Progrès récents dans l'étude des isolants gazeux, liquides et solides. Propriétés de quelques isolants nouveaux.

F 1370. Le verre comme isolant. *Electrician* (avr. 1940), 124, 321. (A). — Caractéristiques d'isolement des différents verres. Essais à différentes t.

F 1372. Les varistors : leurs caractéristiques et leurs emplois.

BECKER (J.); *Bell Lab. Rec.* (juil. 1940), 18, 322-7. (A). — Conducteurs ne suivant pas la loi d'Ohm. Etude de trois types : redresseur cuproxyde ou au sélénium, carbure de Si ou « Thyrite », « Thermistor ». Caractéristiques et courbes. Applications : redresseurs, mesures de courants alternatifs, protecteurs d'appareils à bas voltage, régulateurs, oscillateurs à fréquences audibles.

IV. — Electronique. — Tubes électroniques. — Optique électronique.

F 1103. Bases de la théorie des montages pour lampes à décharge dans les gaz.

STRAUCH (H.); *Arch. Elektrotech.* 1939, 33, 561-72. (G). — Pour supprimer les harmoniques supérieurs, réduire le cos ϕ , faire accroître la tension de l'arc, il faut monter les lampes en série avec un circuit de résonance accordé sur une fréquence légèrement supérieure à celle du réseau.

F 1104. Commande d'un arc à vapeur de mercure dans le vide à l'aide d'une grille posée dans la décharge.

FETZ (H.); *Ann. Physik* (janv. 1940), 37, 1-40. (G). — Thyatron à cathode incandescente en verre : pour 4 à 5 V. 7 A, courant d'émission de 3 A. Bain d'eau distillée de 30°C. Rétrécissement de la décharge dans les mailles de la grille.

F 1105. Faisceaux à modulation de vitesses.

STRACHEY (C.) [Standard Tel. & Cables]; *Wireless Engr.* (mai 1930), 17, 202-3. (A). — Note, Calcul de la distribution des électrons dans le faisceau, résultats en désaccord avec ceux de Kompfner (*ibid.* mars 1940).

(A suivre.)

INFORMATIONS

LES MATIÈRES PLASTIQUES UTILISÉES EN ÉLECTRICITÉ ET EN RADIO

Depuis une dizaine d'années, la production de ces matières s'est considérablement développée et leur utilisation comme isolant, soit en électrotechnique, soit en radio, s'est accrue dans d'énormes proportions. Il est assez difficile à l'usager de s'y reconnaître actuellement parmi les désignations commerciales de tous ces produits, et c'est pourquoi nous croyons utile de lui signaler que l'Union Technique des Syndicats de l'Électricité vient d'éditer une brochure qui met un peu d'ordre dans cette génération anarchique.

On réserve ordinairement le nom de **matières plastiques** à des produits organiques, ou à des mélanges de ces produits avec des « charges » diverses qui, aux températures normales d'utilisation sont solides et peuvent être usinés.

Selon leur réaction vis-à-vis de la chaleur, on distingue deux sortes de matières plastiques, les **thermodurcissables** et les **thermoplastiques**.

Les matières thermoplastiques ont une transformation réversible, c'est-à-dire qu'elles se ramollissent lorsque la température croît et se raffermissent lorsqu'elle décroît. Leurs possibilités de dissolution et de fusion sont uniquement fonction de la température, leur structure moléculaire ne se modifie pas à la suite d'un traitement thermique. Elles peuvent être moulées et conservent leur forme en dessous d'une certaine température. On explique que leurs molécules sont fibreuses et disposées en longues chaînes.

Les matières thermodurcissables, par contre, subissent sous l'effet de la chaleur une action non réversible. La matière plastique, qui présente d'abord une certaine fluidité, durcit ensuite, parce que leurs molécules se « polymérisent », c'est-à-dire s'agglomèrent, se condensent dans les trois dimensions de l'espace.

COMPOSITION CHIMIQUE

Les **matières plastiques thermodurcissables** appartiennent aux groupes des **phénoplastes** et des **aminoplastes**.

On appelle **aminoplastes** les résines de synthèse dérivant de la condensation avec un aldéhyde d'un **amine** ou d'un **amide**. Pratiquement, on utilise l'urée ou l'aniline traités par le formol.

Les **phénoplastes** sont aussi des résines de synthèse, mais qui proviennent de la condensation d'un aldéhyde avec un **phénol** ou un **crésol**. Industriellement, on se sert du formaldéhyde ou du furfural.

Les **matières thermoplastiques** sont représentées par les esters de la cellulose et les résines éthénoïdes.

Parmi les esters de la cellulose, on utilise surtout la **nitrocellulose** et les **acétates de cellulose**, qui présentent sur les premiers l'avantage de n'être pas inflammables.

Quant aux **résines éthénoïdes**, elles comprennent les résines acryliques et méthacryliques, les polystyrols et les résines vinyliques et polyvinyliques.

TRAITEMENT ET TRAVAIL DES MATIÈRES PLASTIQUES

Le procédé le plus courant consiste à traiter la matière plastique par la chaleur et par la compression. La résine peut être employée pure et en poudre. En ce cas, elle donne une matière transparente ou translucide, incolore ou diversement colo-

rée, et qui peut être rendue opaque.

Souvent la **poudre à mouler** est constituée par le mélange de la résine avec une « charge » minérale (ardoise, amiante, etc.) ou organique (cellulose, tissu, poudre de bois, papier, carton, etc.). Parfois, la charge est stratifiée, c'est-à-dire disposée en couches successives : couches de papier, de carton, de tissus divers.

La poudre à mouler est traitée par injection et par compression. Les produits stratifiés se prêtent bien à un façonnage ultérieur en usine.

Les **résines phénoliques**, résistant bien à la chaleur, conviennent pour toutes applications électriques, mécaniques et diverses.

Les **résines au furfural** présentent, en outre, une résistance particulière aux actions chimiques.

Les **résines d'urée** sont traitées : soit en poudre pour moulage, soit en blocs, en plaques ou en tubes à façonner, soit enfin en sirop pour l'agglomération, le collage, l'enduction et l'imprégnation. Ce sont de bons isolants pour l'isolement superficiel, qui conviennent à l'appareillage électrique.

Les **résines à l'aniline-formol** avec ou sans charge, sont recherchées comme isolants spéciaux pour la haute fréquence.

Les matières thermoplastiques, et spécialement les **esters celluloseux** (nitrocellulose, acétates et triacétates de cellulose) sont employées souvent en **feuilles** pour l'isolement des fils et câbles, ou encore en joncs et en tubes. Les feuilles se prêtent bien à la conformation et à l'emboutissage, la matière moulée à l'usinage et au soufflage.

Les **résines acryliques** sans charge sont employées en émulsions ou collodions, sous forme de « latex synthétique », pour imprégner et enduire. Avec une charge minérale ou organique, en poudre ou flocons, elles sont moulées par injection et compression. Si la charge est disposée en couches rangées, la matière stratifiée peut être ultérieurement façonnée.

Les **résines méthacryliques** avec charge sont utilisées de même. Sans charge, on les obtient sous forme de feuilles pouvant être conformées, embouties ou façonnées.

Les **résines vinyliques** pures sont aussi utilisées sous forme de collodions et d'émulsions pour imprégnation, enduits et agglomération, car elles ont de bonnes propriétés adhésives (polyacétate de vinyle). Les résines polyvinyliques formals, acétals ou butyral, avec ou sans charge, servent à l'isolement des fils et câbles électriques.

Des tubes, joncs et feuilles isolantes,

sont fabriqués avec le **chlorure de vinyle**, qui résiste bien à l'action de l'eau et des agents chimiques. Avec charge, on obtient par moulage sous pression des matières résistant bien aux basses températures (-20°C).

De même les **copolymères vinyliques** purs sont utilisés, soit en poudre, en moulage par injection et compression, soit en feuilles, tubes et joncs, profilés divers, par conformation, façonnage et emboutissage, soit enfin en émulsions et collodions pour imprégnation, agglomération et enduction.

Les **résines de polystyrols** sont, avec ou sans charge, moulées par injection et compression. Elles résistent bien aux agents chimiques. Elles donnent des matières résistant bien à l'humidité et recherchées pour la fabrication des isolants spéciaux pour haute fréquence.

D'une manière générale, les **solutions et émulsions** de matières plastiques trouvent un grand nombre d'utilisations. Ce sont : les **adhésifs** (rubans isolants), les **colles isolantes**, les **imprégnations** de guipages, tissus, papier, amiante, bois ; les fabrications de **films** par coagulation ou évaporation d'un filet mince ; les **films**, par évaporation sur une surface parfaitement polie, les **émaux et vernis**, par application sur une surface. En ce qui concerne les feuilles imprégnées, on peut, par empilage et compression, réaliser des **produits stratifiés**, qui sont ensuite façonnés et usinés à la demande.

INDICES DE DESIGNATION

Les matières plastiques sont désignées par un indice de dénomination constitué par une lettre suivie de deux chiffres. La lettre renseigne sur la **composition chimique** du produit, le premier chiffre indique la **nature de la charge**, le second chiffre spécifie la **forme de la charge**.

Voici d'abord, par ordre alphabétique, les symboles de **composition chimique** :

A	Aniline.
B	Bitume.
C	Acétate de cellulose.
CT	Triacétate de cellulose.
F	Furfural.
M	Résine méthacrylique.
N	Nitrocellulose.
P	Phénol.
S	Polystyrol.
U	Urée.
V	Polyacétate de vinyle.
VA	Acétal polyvinylique.
VB	Butyral polyvinylique.
VC	Chlorure de vinyle.
VAC	Copolymères polyvinyliques.
VF	Formal polyvinylique.
Y	Résine acrylique.

TABLEAU DES CARACTÉRISTIQUES

Propriétés caractéristiques	Phénoplastes P 11 à P 44	Aminoplastes U 31
Masse spécifique	1,40 à 1,60	1,50
Module d'élasticité en kg : cm ²	70.000 à 100.000	1.500
Résistance à la compression en kg : cm ²	1.100 à 2.300	600
Résistance à la flexion en kg : cm ²	500 à 1.300	300
Résistance à la traction en kg : cm ²	200 à 1.000	
Résistance aux chocs en kg : cm ² :		
sur barreau lisse	3,5 à 25	5
sur barreau entaillé	1 à 18	1,2
indice de proportion	1 à 4	4
Comportement à la chaleur (degrés Martens)	125 à 150	100
Résistance à l'incandescence (degrés Schramm)	2 à 4	3
Résistivité transversale en ohms cm ² : cm.	10 ⁸ à 10 ¹²	10 ¹²
Résistance superficielle en ohms avant immersion dans l'eau	10 ⁶ à 5 × 10 ⁹	4 × 10 ⁹

POUR LE PRÉSENT
COMME POUR L'AVENIR

Une marque à retenir

RADIOVOX

"La Voix de la Radio"

**UNE TECHNIQUE
INDISCUTABLE**

Assurez-vous pour l'après-guerre l'agence de cette marque de qualité tout en bénéficiant des avantages actuels

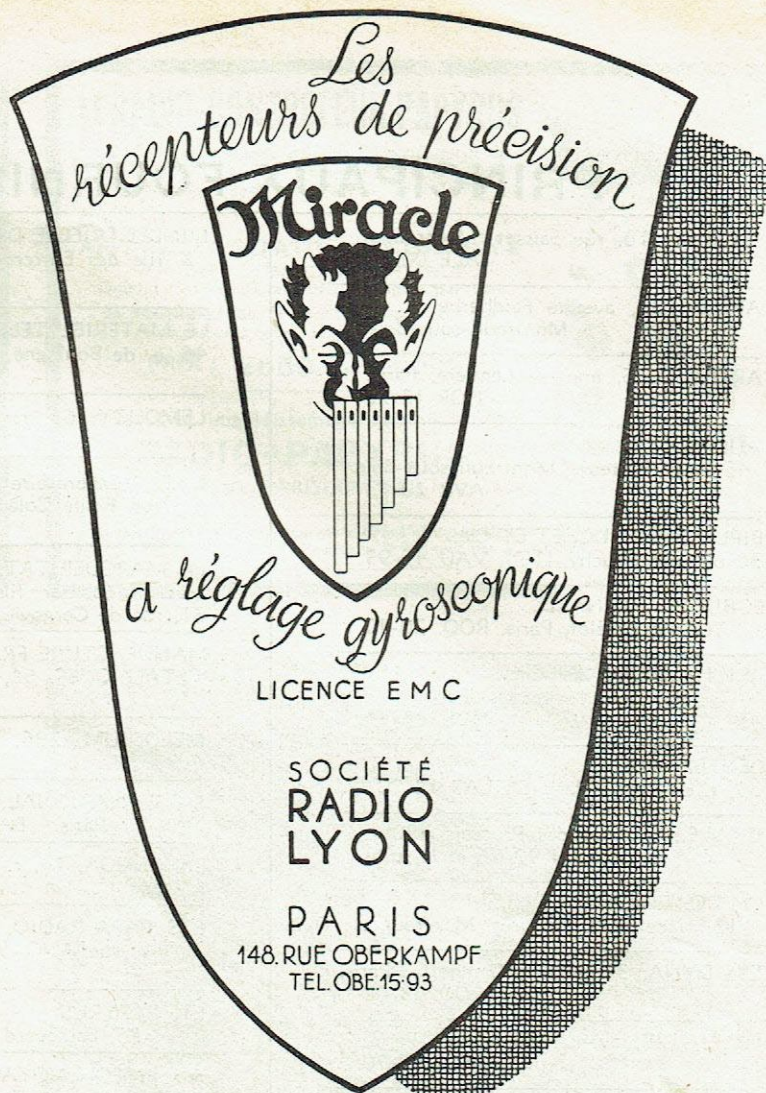


SOCIÉTÉ INDUSTRIELLE ET TECHNIQUE DE RADIO-ELECTRICITÉ

16, rue St-Marc — PARIS-2°

Tél. : CEN. 54-36

PUBL. RAPPY



La nature de la charge peut être la suivante : minéraux (1), bois (2), cellulose, papier et divers produits organiques (3), textiles (4).

La forme de la charge est ainsi spécifiée : poudre, flocons ou fibres courtes (1), éléments fragmentaires (2), éléments stratifiés sans trame (papier, carton...) (3), éléments stratifiés avec trame (tissus) (4).

Selon ces symboles, le produit désigné par Y 14 sera une résine acrylique avec charge minérale stratifiée, vraisemblablement à base de toile d'amiante.

De même le produit Y B 31 désignera une résine polyvinylque butyral avec matière de remplissage organique non stratifiée.

Il reste encore à déterminer un certain nombre de propriétés, telles que la résistance à la flexion alternée, l'endurance et la rupture au choc, le coefficient de dilatation, la conductibilité thermique, la chaleur spécifique, la résistance à l'eau et à

l'humidité, à l'huile, aux divers agents chimiques (acides, essence, alcool, acétone, bases), la résistance à la lumière et au vieillissement, la rigidité diélectrique, l'angle de pertes, le pouvoir inducteur spécifique, le facteur de puissance, la résistance au cheminement d'arc (tracking), l'indice de réfraction, le facteur de transmission, la biréfringence.

UNE FABRICATION PARFAITE

Chacun sait le rôle joué par la moyenne fréquence et nul n'ignore, parmi les professionnels, les nombreux « pépins » rencontrés, avatars dus à des réalisations mécaniques et électriques trop hâtives.

Convaincue de la supériorité de la technique du fer en cette matière en 1935, la Société A.C.R.M., solidement outillée, a créé la moyenne fréquence Ferrofex, devenue depuis Aérofix par suite de la fusion de divers modèles en un seul de très haute qualité. Celle-ci n'ayant pas varié

d'un iota du fait des obligations restrictives de la guerre. Cette fabrication répond, point par point, aux exigences, très dures, du cahier des charges de qualité.

La moyenne fréquence Aérofix est constituée par deux circuits identiques, couplés magnétiquement. Chaque circuit est lui-même formé par un enroulement selfique calibré géométriquement et électriquement en noyaux fermés, accordé par une capacité fixe à l'argent et corrigé par un condensateur variable à air d'une variation représentant 1/6 de la capacité fixe. On obtient ainsi, d'une manière constante, des circuits présentant, hors blindage, des surtensions supérieures à 300.

Quant à la stabilité, elle est à toute épreuve, tant aux vibrations ou chocs qu'aux effets climatiques, et en aucun cas les variations en fréquence ou en forme des courbes ne sont appréciables.

En conséquence, Aérofix s'impose aux constructeurs soucieux de la qualité de leurs productions.

RADIO - ELECTRICAL - MEASURE

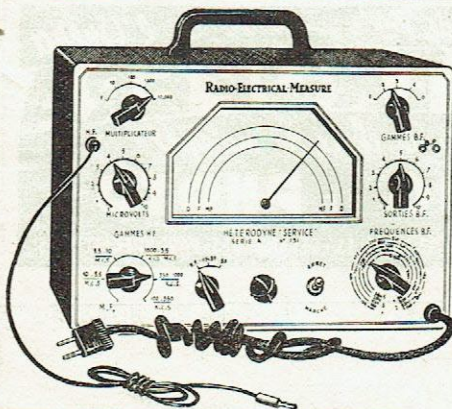
A.-L. JACQUET

INGÉNIEURS-CONSTRUCTEURS

W. SOROKINE

3 bis, rue Roussel, PARIS-17°

Téléphone : CAR. 38-72



HÉTÉRODYNE MODULÉE TYPE SERVICE

5 gammes HF (100 KHz à 32 MHz), — Une gamme MF étalée. — Atténuateur double. — Modulation BF variable de 100 à 9.000 périodes. — Cadran BF étalonné en fréquences.

OSCILLOGRAPHIE CATHODIQUE TYPE SUPER SERVICE 70

Ecran de 70 mm. — Amplification verticale et horizontale. — Base de temps de 10 à 50.000 périodes.

ETUDE d'Appareils de mesures spéciaux pour Station Service

PUBL. RAPPY

PRINCIPAUX FOURNISSEURS DE LA RADIO

A.C.R.M., 18, rue Saisset, Montrouge.
ALE 00-76

ARENA, 35, avenue Faidherbe.
Montrouil-sous-Bois.

ARTEX G., 6, impasse Lemièrre, Paris.
NOR 12-22

AUDAX.
45, rue Pasteur, Montrouil-sous-Bois.
AVR 20-13

BIPLEX, H. ROUCHET ET Cie.
30 bis, rue Cauchy (15°). VAU 45-93

BOBINAGES RENARD.
70, rue Amelot, Paris. ROQ. 20-17

BRION-LEROUX ET Cie.
40, quai Jemmapes, Paris.
NOR 81-48

CENTRAL-RADIO.
35, r. de Rome, Paris-8°. LAB 12-00/01

C.I.M.E., 17, rue des Pruniers (20°).
MEN 90-56 et la suite

Cie DES COMPTEURS.
12, place des Etats-Unis, Montrouge.

ETS DYNA, 34, avenue Gambetta, Paris.
ROQ 03-02

E.C.R., 127, avenue du Maine, Paris.
SUF 67-70

ELECTROPERA, 49, av. de l'Opéra, Paris.
OPE 35-18

ELVECO, 70, rue de Strasbourg,
Vincennes.

FERISOL, 9, rue des Cloys, Paris.
MON 29-28

FILM & RADIO.
5, rue Denis-Poisson (17°). ETO 24-62

GUERPILLON & Cie.
64, avenue Aristide-Briand, Montrouge.
ALE 29-85/86

A. JACOB (SIGMA).
17, rue Martel, Paris (9°). PRO 78-38

JAHNICHEN ET Cie.
27, rue de Turin, Paris. EUR 59-09

L'INDUSTRIELLE DES TELEPHONES.
2, rue des Entrepreneurs, Paris (15°).
VAU 38-71

LE MATERIEL TELEPHONIQUE.
46, q. de Boulogne, Boulogne-Billancourt.
MOL 50-00

LEMOUZY, 63, r. de Charenton (12°).
DID 07-74

L.I.E. (Laboratoire Industriel d'Electr.).
41, rue Emile-Zola, Montrouil-sous-Bois.
AVR 39-20

H. MARGUERITAT,
Mach. à bobiner, fils et condensat. papier
31, rue de Gergovie, Paris. SUF 47-57

MANUFACTURE FRANÇAISE D'ÉILLETS
METALLIQUES, 64, bd de Strasbourg,
(10°). BOT 72-76

MELODIUM, 296, rue Lecourbe (15°).
VAU 69-27

Sté Fse NATIONAL, 27, rue de Marignan,
Paris. BAL 20-44 et 20-45

Sté OMEGA, 14, r. des Périchaux (15°).
LEC 98-40/41

ETS PAPA-RADIO.
8, rue A.-G.-Belin, Argenteuil.
TEL. 796

ETS PAPHYRUS.
25, boulevard Voltaire, Paris.

AU PIGEON VOYAGEUR.
252 bis, bd Saint-Germain, Paris.
LIT 74-71 (4 lignes).

LA PRECISION ELECTRIQUE
10, r. Crocé-Spinelli (14°). SEG 73-44

RADIALVA (MM. VECHAMBRE FRERES)
1, rue J.-J.-Rousseau, Asnières.
GRE 33-34

[S.A.E.D.R.A.] RADIO-L.L.
5, rue du Cirque (8°).
ELY 14-30

RADIO-CONTROLE.
141, rue Boileau, Lyon.

RADIO-ELECTRICAL-MEASURE.
3 bis, rue Roussel (17°). CAR 38-72

RADIO EUROPE.
3, rue de Rome, Paris.

RADIO-LYON (M. MICHEL).
148, rue Oberkampf, Paris. OBE 15-93

RADIO VULCAIN
33, Grande-Rue,
Bourron (S.-et-M.)

RIBET ET DESJARDINS (S.A.R.L.)
13, rue Périer, Montrouge.

RADIO MARINO.
14, rue Beaugrenelle, Paris.
VAU 16-65

[S.A.E.D.R.A.] RADIO-L.L.
5, rue du Cirque (8°).
ELY 14-30

SECURIT (MM. Bougault et Pognon).
Usine : 161, rue des Pyrénées.
Magasin : 62, rue de Rome.

S.I.C. (Sté IND. DES CONDENSATEURS).
95, rue de Bellevue, Colombes.
CHA 29-22

S.I.D.E., 35, avenue Simon-Bolivar, Paris.
BOT 90-06

S. O. F. C. I.
Sté Commerciale Française d'Importation,
145, r. St-Dominique, Paris. INV 22-87

SONNECLAIR-RADIO.
7, passage Turquetil, Paris (11°).
ROQ 29-21

STEAFIX, 17, rue Francœur, Paris.
MON 02-93

SUPERSONIC, 59, r. de l'Acqueduc, Paris
NOR 79-64

VISSEAU, 103, rue Lafayette, Paris.
TRU 81-10

ZENITH-RADIO-FRANCE.
4, bd Pershing, Paris (17°). ETO 52-71

BREVETS en TOUS PAYS
DEPUIS 1878
LES INVENTEURS
CONFIENT LEURS DEPOTS
34 RUE DE PETROGRAD
TEL. EUROPE 34-34 PARIS 01
CONSULTATIONS GRATUITES
CABINET
FABER
SECRET PROFESSIONNEL

PETITES ANNONCES

VENTE DE MATERIEL

A VENDRE 60 châssis tôle percés 5 l
de 29x18, 5x7 cm.
110 idem 3 l de 25x17 x4,5 cm.
Holemans Th., 3, rue Labouret, Charenton
(Seine).

MATERIEL A VENDRE

Les délais de livraison sont longs, il faut
des bons matériaux... Cause double emploi,
je vends :

1° Pupitre universel BIPLEX, avec milli,
état neuf, Hétérodyne, lamper mètre, oh-
mètre, capacimètre..... 3.500 fr.

2° Pupitre dépannage PHILIPS, type
4.256, parfait état. Prix intéressant.

T.S.F., 4, rue G.-Deibecque, à LIEVIN
(Pas-de-Calais).

OFFRES D'EMPLOIS

THOMSON-DUCRETET, 10, rue Nan-
teuil, PARIS (15°), recherche : CHEF de
bureau de dessin.

DESSINATEURS. Projecteurs et d'études
(Radio et Outillage).

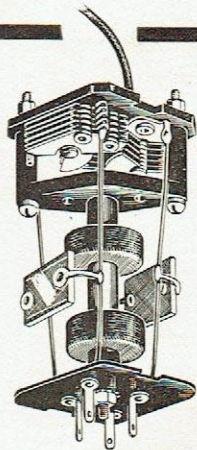
Se présenter : le matin, 8 h. 30 à



en plein centre de Paris — place de l'Opéra
ELECTROPERA
présente un choix de matériel
RADIO ET PHOTO
POSTES COMPLETS TOUTES MARQUES - DÉPANNAGES PAR SPÉCIALISTES

10 h. 30, avec certificats de travail et
pièces d'identité.

Importante Société recherche ingénieurs
électriciens, de préférence spécialisés dans
la haute fréquence ou courant faible.
Ecrire à MANAUD, 20, square Jean-Thi-
baud, PARIS, qui transmettra.



MOYENNE FRÉQUENCE AÉROFIX

à noyaux magnétiques fermés et à condensateurs variables à AIR.

Surtension en blindage. 235 pour capacité d'accord totale de 200 Picofarads.

A.C.R.M., 18, rue Saisset,
MONTROUGE (Seine)
Tél. : ALE 00-76

Vendeurs attitrés :

RIGOUDY, 56, rue Franklin, LYON Rhône
RIGAIL, 21 rue Roland-Garros, CANNES (A.-M.)

PUBL. RATY

LE RADIO-CONTROLEUR PAPYRUS

est l'instrument indispensable pour l'INGÉNIEUR, le TECHNICIEN, l'AGENT DE CONTRÔLE, le LABORATOIRE, la PLATE-FORME, le CHANTIER.

C'est un
APPAREIL PORTATIF DE CONTRÔLE

TENSION — INTENSITÉ — RÉSISTANCE
Courant continu et alternatif 2.500 ohms par volt

26 SENSIBILITÉS de 0,3 à 750 volts de 0,3 mA
à 15 ampères — de 1 ohm à 3 mégohms

PRIX : 2650 fr. complet

En vente et immédiatement disponible chez

RADIO-PAPYRUS

25, boul. Voltaire, PARIS-XI^e - Tél. : ROQ. 53-31



Demandez la liste du matériel disponible "Pièces détachées",
Envoi contre 3 francs en Timbres.

PUBL. RAPPY

En vue de l'après-guerre

La Maison LEMOUZY
désire entrer en rapport
avec des Revendeurs
sérieux et compétents
dans toutes les localités
où elle n'est pas représentée.

N.B. — Le très faible contingent dont nous
disposons doit être réservé à nos anciens
Agents. Il ne nous permet pas momentanément
de fournir de nouveaux clients.

LEMOUZY

LA MARQUE FRANÇAISE DE QUALITÉ
63, Rue de Charenton, PARIS (XII^e)



VOLTMÈTRE à TUBES
MODÈLE 52.A
DE 0,1 VOLT À 150 VOLTS
DE 20 PÉRIODES À 200 MEGAHERTZ
ALIMENTATION ENTièrement
STABILISÉE

L'INDUSTRIELLE DES TÉLÉPHONES
2, Rue des ENTREPRENEURS
PARIS XV^e - TÉL. VAUG. 38-71

NOTIONS COMPLÉMENTAIRES SUR LES TUBES ÉLECTRONIQUES

par

M. CHAUVIERRE

Ingénieur-conseil, professeur à l'Ecole Centrale de T.S.F.

VIII-204 p. 13 x 21, avec 146 fig. 1940. (Relié, 106 fr. 25). Broché 84 fr. 25

92, rue Bonaparte

DUNOD

Editeur, PARIS (VI^e)

C. I. M. E.

17, RUE DES PRUNIER, PARIS (XX^e)
Tél. : MENilmontant 90,56 et la suite

AMÉLIORE TOUJOURS SES FABRICATIONS

Ajustables
(tous modèles)

Stéatite
et Bakélite

**Calorifères
Electriques**

960 et 1280 watts
110 - 220 volts

**Commutateurs
rotatifs**

nouveau modèle
perfectionné

**Les Rasoirs
Electriques**
"ALGO"

(marque déposée)

**Résistances
Electriques**

CHAUFFANTES
(tous modèles)

**Mécanique
de Précision**

DÉCOUPAGE. - TOURNAGE
FRAISAGE au 100^e de mm

BOITES DE
RESISTANCES
R.M.1 - R.M.2

BOITES DE
SELS
S.F.M.1 - S.F.M.2

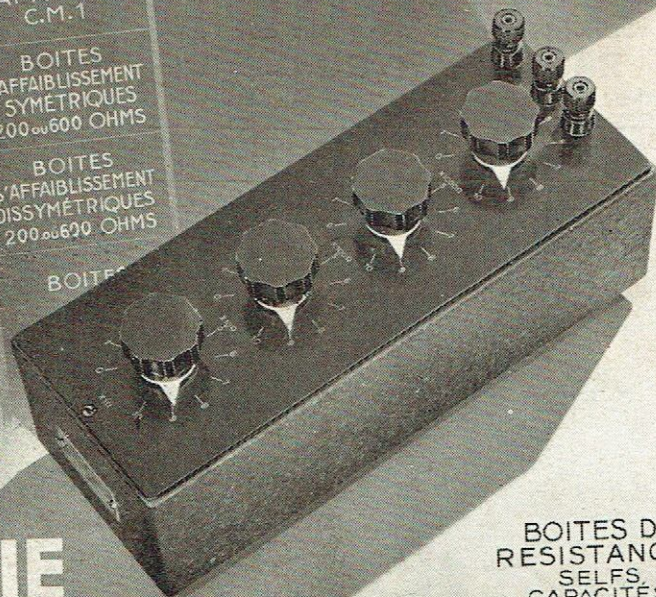
BOITES DE
CAPACITES
C.M.1

BOITES
D'AFFAIBLISSEMENT
SYMETRIQUES
200 à 600 OHMS

BOITES
D'AFFAIBLISSEMENT
DISSYMETRIQUES
200 à 600 OHMS

BOITES

APPAREILS DE CONTROLE DE LABORATOIRES SELS - TRANSFOS NOYAUX MAGNETIQUES H.F.



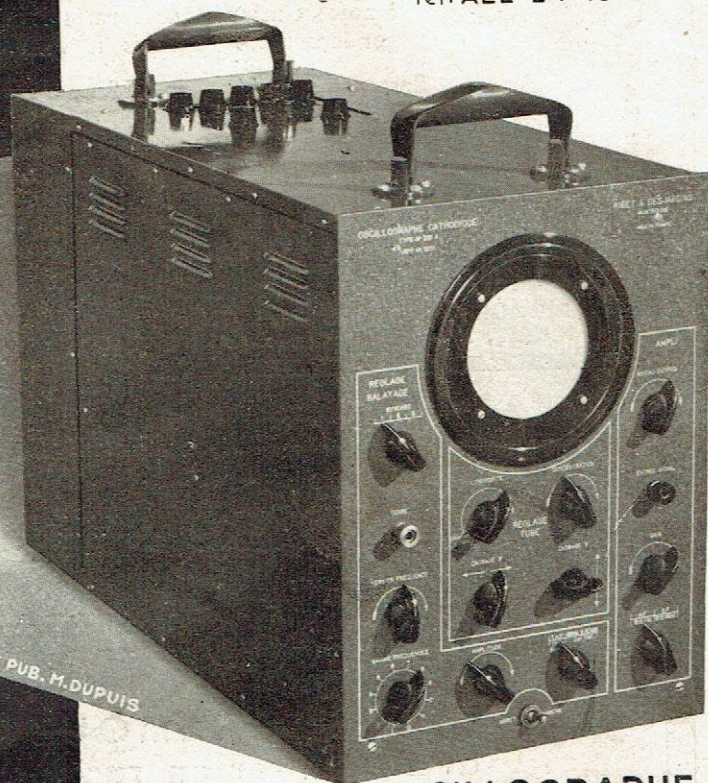
BOITES DE
RESISTANCES
SELS
CAPACITES

LABORATOIRE INDUSTRIEL D'ELECTRICITE
41, RUE EMILE ZOLA - MONTREUIL (Seine) Téléph. AVRON 39-20

RIBET & DESJARDINS

S.A.R.L. 300 000 FR\$

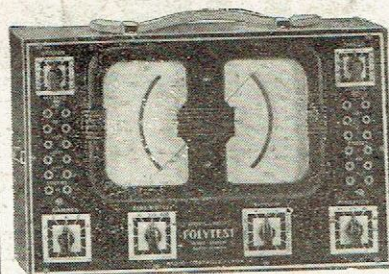
13, RUE PÉRIER, MONTROUGE
Tél: ALÉ 24-40-41



**OSCILLOGRAPHES
CATHODIQUES 263 B**

MATÉRIEL PROFESSIONNEL

NOUVELLE SERIE D'APPAREILS DE MESURE ACTUELLEMENT DISPONIBLES



"POLYTEST"

L'APPAREIL DE PRECISION
AUX
POSSIBILITES MULTIPLES
QUE TOUT TECHNICIEN
RÉVÉRA D'AVOIR DANS SON
LABORATOIRE

- Appareil de contrôle continu-alternatif à multiples lectures et cadran double de grande dimension.
- Voltmètre de 5.000 ohms par volt — 5 sensibilités avec 1.500 volts maximum.
- Microampèremètre avec 300 microampères pour toute l'échelle — 4 sensibilités ou milliampèremètre.
- Capacimètre allant de 10 millifarads à 50 microfarads — Ohmmètre allant de 0,05 ohms à 10 Mégohms — Output-mètre gradué en décibels, etc.

AUTRES APPAREILS:

Lampemètres — Voltmètres à lampes — Oscillographes —
Analyseurs — Hétérodynes — Appareils combinés, etc.

RADIO-CONTROLE

141 RUE BOILEAU - LYON (6^e)

Téléphone LALANDE 43-18

PUBL. RAPHY

PUBL. RAPHY

ÉMETTEURS RÉCEPTEURS PROFESSIONNELS

- Postes Émetteurs OTC — OC — OM — pour climats tropicaux, à commande automatique et à distance.
- Émetteurs portatifs et spéciaux de petite puissance, OTC — OC.
- Récepteurs professionnels OTC — OC — OM à grande sensibilité.
- Appareils de mesures spéciaux. Étude sur demande.



SOCIÉTÉ D'ÉTUDES GÉNÉRALES OPTIQUES ET RADIOPHONIQUES

70-72, rue Orfila - PARIS (XX^e) - Tél. : MÉN. 97-82