

TOUTE LA RADIO

REVUE MENSUELLE DE TECHNIQUE
EXPLIQUÉE ET APPLIQUÉE
PUBLIÉE SOUS LA DIRECTION DE
E. AISBERG

Sommaire

- * Le récepteur colonial,
par E. A.
- * L'Iconoscope et ses perfec-
tionnements, par M. J. A.
- * Montages fondamentaux
pour commande de tonalité.
- * Standard de fréquences, par
F. Haas.
- * La détection, par A. V. J.
Martin.
- * Théorie mathématique de la
régulation, par J. Zakheim.
- * Sur la modulation de fré-
quence, par Ch. Dreyfus-
Pascal.
- * Analyseur de service, par
R. Aschen.
- * Autour du zéro absolu, par
H. Piraux.
- * Les circuits B. F. et l'électro-
acoustique.
- * Régulation par tubes électro-
niques, par M. Dory.
- * Dépannage professionnel,
par W. Sorokyne.
- * Revue de la presse étrangère.

50^{fr}



RECEPTEURS

POLER



FABRICATIONS
POLER

100, RUE DOUDEAUVILLE - PARIS 18° Tel. MON. 07-62

SOCIÉTÉ D'EXPLOITATION DE LA

**PIEZO
ÉLECTRICITÉ**

S.A.R.L. AU CAPITAL DE 1000000 DE FRANCS



S.E.P.E

LA SOCIÉTÉ S.E.P.E. EST À MÊME DE FOURNIR LES MODÈLES DE QUARTZ CI-DESSOUS :

MODÈLES STANDARD : Quartz 100 et 1.000 Kilacycles.

MODÈLES COURANTS : Quartz grande stabilité - 1.10°.

MODÈLES SPÉCIAUX : Filtres à quartz à écran.

MODÈLES DIVERS : Quartz pour mesures des pressions.
Tous quartz pour applications particulières.

DÉLAIS DE LIVRAISON :

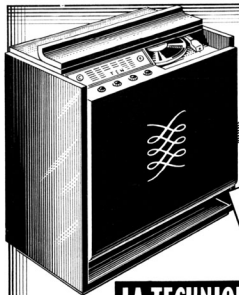
Modèles Standard : A lettre lue.

Modèles courants : 2 semaines à 1 mois.

Modèles spéciaux et divers : minimum 1 mois et demi.

PUB. MARCO EUIA

SIÈGE SOCIAL : 2 Bis, RUE MERCEUR - PARIS-XI° — RQ. : 03-45



la **TEN**

ne fabrique
que du matériel de luxe impeccable.

Le DIANOPHONE
(Modèle brevets et procédés
propriété exclusive de la TEN)
**RÉCEPTEUR DE LUXE
AVEC CHANGEUR DE
DISQUES AUTOMATIQUE**

LA TECHNIQUE ÉLECTRONIQUE NOUVELLE

8, RUE DE LA MICHODIÈRE - PARIS 2° - RIC. 50-88

PUBL. RAPPY

GÉNÉRATEUR H.F.

10 Kc/s - 50 Mc/s
Modulation de 0 à 100 %
Tension de sortie étalonnée
réglable de 0,5 μ V à 0,1 volt.



SOCIÉTÉ ALSACIENNE DE CONSTRUCTIONS MÉCANIQUES

Département câbles électriques
et télécommunications

51, RUE DE L'AMIRAL MOUCHEZ PARIS XIII^e
TÉL. GOB. 85-90



Cap-Temps

DEPUIS L'AUBE DE LA RADIO...



IL
Y A DES
H.P. S.E.M.

Imbattables

POUR CHAQUE USAGE...

HAUT-PARLEURS

26, RUE DE
LAGNY
PARIS (20^e)

S.E.M.

TÉLÉPHONE
DORIAN
43-81

Publ. Baby

Des condensateurs qui tiennent !

AU PAPIER
AU MICA
pour
**RADIO
AMPLIS
TELEVISION**

SIGMA
CATALOGUE SUR DEMANDE PUBL. BABY

SIGMA-JACOB

17, RUE MARTEL - PARIS 10^e - Tél. PRO.78-38

**Ne copie pas
IL CRÉE !**

Un poste toutes
les deux minutes
...grâce à nos
nouvelles chaînes
de fabrication

FRANCE-ELECTRO-RADIO
Anciens Etablissements GIRAUD F^{rs}, MIGNON & C^{ie}
25^{ème} Av. Eugène-Thomas - LE KREMLIN-BICÊTRE (Seine) - ITA. 04-01 & 04-02



NEUTRON
la lampe de qualité

S. A. DES LAMPES NEUTRON
3, rue Gesnouin, CLICHY (Seine) Tél.: Per. 20-87



S.A.R.L. capital 1.500.000 francs
100, Boulevard Voltaire, **ASNIÈRES (Seine)**
Téléphone: GRé sillons 24-60 à 62

MATÉRIEL PROFESSIONNEL

VOLTMÈTRES A LAMPES
VOLTMÈTRES ÉLECTRONIQUES
FRÉQUENCÉMÈTRES
OSCILLOGRAPHES
MODULATEURS DE FRÉQUENCE

APPAREILS DE MESURE

ÉMISSION - RÉCEPTION
CONTROLEURS DE GAMMES

**SOCIÉTÉ INDUSTRIELLE
RADIOÉLECTRIQUE**

PUBL. RAPH

Le **VARIATEUR**
de **REACTANCE**

BREVETS BERNHARDT

(Voir cahier N° 3 ainsi que le N° 101
de TOUTE LA RADIO).

**Dispositif électro-mécanique
de modulation de fréquence**

appliqué notamment dans

**L'ANALYSE CINEMATIQUE,
LES MODULATEURS POUR
OSCILLOGRAPHES, etc...**

LIVRAISON IMMÉDIATE

Notices et renseignements contre
3 francs en timbres.



**12, RUE SAINT-MAUR
PARIS-XI'**

TÉLÉPHONE : ROQ. 24-08

PUBL. RAPH



Vous choisirez entre mille

RTA
**LE POSTE DE
QUALITÉ**

10-12, RUE DÉTÉRAL • Le Pré-St-Gervais (Seine)
Tél.: VIL. 93-62

GÉNÉRATEUR DE SERVICE 521

- 5 Gammes de 80 KC/s à 26 MC/s
- Taux de modulation réglable de 0 à 60 %
- 1 Gamme M.F. étalée 420 à 520 KC/s
- Sortie H.F. à double atténuateur étalonné
- Points fixes d'alignement standard Ceire
- Tension de sortie H.F. variable de 1 p.V à 100 mV
- 3 Fréquences de modulation 400-1000-2500 p/s
- Sortie distincte de la B.F. à double atténuateur étalonné de 0 à 10 V.

CENTRAD

2, Rue de la Paix
ANNECY (Hte Savoie)



ETS V^{VE} EUGÈNE BEAUSOLEIL

2, Rue de Rivoli, PARIS-4* • Métro : SAINT-PAUL
Téléphone : ARCHIVES 05-81 C. C. Postaux 1807-40

SI L'ARTICLE QUE VOUS DÉSIREZ
ne figure pas ci-dessous, vous le trouverez certainement
dans notre nouvelle liste de matériel qui vous sera adressée
contre 6 fr. en timbres

OKYMÉTAL WESTINGHOUSE

12 V — 450 mA	12 V — 850 mA
12 V — 2 A	12 V — 5 A
24 V — 2,5 A	1-5 et 10 mA pour appareils de mesure

110 V — 150 mA remplaçant les valves T.C.
25 Z 5, 75 Z 6, CY 2

CONDENSATEURS VARIABLES

(Aérial) blindés, fabrication d'invar-gaz, très soignée, 2x0,45-4x0,45 et 5x0,45 milli F
Soudés à des prix sans concurrence

EBÉNISTERIES

pour postes et H.-P., tous modèles et toutes dimensions. Nueves et d'occasion.
Prix très intéressants.

CABLES CUIVRES

Simple 4 X 12/106. Sous gaine caoutchouc pour toutes installations. Soudés.

BOBINAGES

avec M.F. 472 KC/s, réglables par rayons de fer, enroulement en fil de Litz. Étalonnage Ceire. Constaté avec schéma 2066 avec 40 0/0 de réduction.

Expédition immédiate contre mandat à la commande pour la province et les colonies

AUCUN ENVOI CONTRE REMBOURSEMENT

CADRANS

construction moderne, baïe d'évaporation, grande visibilité 165 x 190. Soudés avec 40 0/0 de rebais.

APPAREILS DE MESURE

Grand choix pour radio et électronique. Grandes marques aux meilleurs prix.

AMPLIS, MICROS, H.-P.

Tout pour la sonorisation et toutes les pièces détachées pour T.S.F.

INTROUVABLE !

BOUTONS

pour émetteurs, récepteurs, appareils de mesure, appareils médicaux et tous les appareils Radioélectroniques.
Boîte échantillon avec 12 différents modèles contre 75 francs en timbres.

Si vous n'avez pas d'agence
WRR
dans votre localité
CONSULTEZ-NOUS...!

(Publ. RAPP)

LES INGÉNIEURS RADIO REUNIS

A.G. DELVAL

72, Rue des GRANDS-CHAMPS - PARIS XX* - DID 69-45

"GODY" D'AMBOISE

MAISON FONDÉE EN 1912

La marque dont personne n'a jamais discuté la qualité

25 ■ DÉPÔTS ■
RÉGIONAUX

ASSUREZ-VOUS L'EXCLUSIVITÉ POUR VOTRE SECTEUR

Services Administratifs:
7, RUE de LUCÉ - TOURS
Tél. : Tel. 27-02

Bureau de Paris:
5, CITE TRÉVISE
(BOULEVARD)



VOLTMÈTRE ÉLECTRONIQUE

TYPE 59 A



PUBL. SAPPY

L'INDUSTRIELLE DES TÉLÉPHONES
DE LA COMPAGNIE GÉNÉRALE D'ÉLECTRICITÉ
2, RUE DES ENTREPRENEURS - PARIS - TÉL. VAU. 38-71

le
"SUPER-AS"



Radialva

VICTOIRE
DE LA TECHNIQUE FRANÇAISE

ETS VECCHAMBRE-FRÈRES
1, RUE J. J. ROUSSEAU-ASNIÈRES SEINE - TEL. GRÉ. 33-34

Bénéficier...

toute votre vie du renom d'une
Grande Ecole Technique

Devenir...

un de ces spécialistes si recher-
chés, un technicien compétent,

En suivant...

les cours de l'



ECOLE CENTRALE DE TSF

12, RUE DE LA LUNE PARIS

COURS DU JOUR, DU SOIR
OU PAR CORRESPONDANCE

Demander le Guide des Carrières gratuit



GÉNÉRAL RADIO

1, Boulevard Sébastopol, PARIS (1^{er})

GUT. 03-07

● APPAREILS DE MESURES

POLYMÈTRES, CONTRÔLEURS, LAMPÈMÈTRES

GÉNÉRATEURS HF, OSCILLOGRAPHES

● AMPLIS ET POSTES

TOUTES LES PIÈCES POUR T.S.F.

TRANSFOS, H.P., C.V., CADRANS, CHIMIQUES

CHASSIS, LAMPES, ETC...

GROS

NOTICE SUR DEMANDE

PUBL. RAPT



SOREX

*Bouclier
de la qualité*

*présente son récepteur
"COMPAGNON"*



L'ami qui vous suivra partout

SOCIÉTÉ RADIO D'EXPLOITATION

BUREAUX
15, Rue Manin, 15

PARIS-XIX^e
Nord 85.13

ATELIERS
5 ter, Impasse de Gènes

PARIS-XX^e
Mond. 70.84 68.29

Condensateurs Electrochimiques

LABOHN **LABRES** LABCO

17, RUE DE BEZOUT, PARIS, 14^e

Résistances carbone Résistances bobinées

Code international des couleurs

LABORATOIRES **LERES**

9, Cité Canrobert, PARIS-15^e - Suf. 21-52

GÉNÉRATEUR

H. F.

100 D

Chassis
métallique moulé
sous pression



- Grande précision d'étalonnage
- Grande stabilité de la fréquence
- Atténuateur particulièrement étudié
- 100 kilocycles/s à 30 Mégacycles/s

AUTRES FABRICATIONS :

OSCILLOGRAPHES - PONTS DE MESURES - SELFMÈTRES
VOBULATEURS - VOBULOSCOPIES



PUBL. RAPP

Clairfilm

LE RÉCEPTEUR DE QUALITÉ

POUR LE REVENDEUR SÉRIEUX, POUR L'AUDITEUR EXIGEANT

CLAIRFINETTE 5 L + RÉGUL. - AT 5 SUPER 5 L ALTERNATIF
AT 6 SUPER 6 L ALTERNATIF

A. CHOPIN Const., 75, rue St-Maur, PARIS-XI^e
BOQuette 76-33

Y. FERDIAU

*Le plus grand choix
la meilleure qualité*

DE PIÈCES
DÉTACHÉES
POUR T.S.F.

**REODEL
RADIO**

35, RUE PASCAL, PARIS 13^e
TEL. GOR. 30 03

LE SOIN

RADIO 38

Le poste de l'élite

APPORTE À LA
CONSTRUCTION
DE SES RÉCEPTEURS
6.7 & 8 LAMPES
EST LA
GARANTIE DU
SUCCÈS DE SES
REVENDEURS

40 Rue Denfert-Rochereau
PARIS 5^e TEL. GOR. 32-63

VENTE EXCLUSIVE AUX REVENDEURS

DEMANDEZ CATALOGUE ET CONDITIONS

*Les pièces
de qualité*

Belton

CONDENSATEURS
FIXES
SOUS TUBE VERRE

ET'S CANETTI

16, RUE D'ORLÈANS
NEUILLY-SUR-SEINE
TEL. MAILLOT 54-00

HETERODYNE MASTER



CONTROLEURS UNIVERSELS
LAMPOMETRES
HETERODYNES-OSCILLOGRAPHES
MODULEURS DE FREQUENCE
VOLTMETRES A LAMPES
DECADES DE RESISTANCES

Demandez la documentation technique
sur nos différents appareils

RADIO-CONTROLE

141, RUE BOILEAU - LYON (6^e)

Telephone : LALANDE 43-18

3 APPAREILS INDISPENSABLES AUX DEPANNEURS :



le SERVICEMAN

lampemètre universel pour l'essai
de toutes les lampes

la MASTER

hétérodyne couvrant toute la gamme
de 7,50 m à 3.000 m (100 kc/s à 40
mégacycles/s). Grande précision.



le POLYTEST

appareil de mesure universel par-
ticulièrement pratique. Lecture
directe.



CENTRAL-RADIO

35, rue de Rome, PARIS-8^e - Tél. : LAB. 12-00 et 01

CONCESSIONNAIRE
pour l'Alsace et la Seine
de Radio-Contrôle
de Lyon

PUBL. RAPPY

UN POSTE
DE LUXE ?

Oui, mais je veux pouvoir choisir.

* Vos clients ont raison.
Les marques excellentes
dont vous êtes l'agent,
n'ont à leur offrir qu'un
seul modèle de luxe.

* Assurez-vous la dis-
tribution des postes
Martial Le Franc, la
seule marque spécialisée
dans les postes de luxe.

* Elle vous présente
10 créations de meubles-
radio, adaptables en 20

ou 30 finitions différen-
tes. La haute qualité de
leurs châssis, le fini de
leurs ébénisteries en font
des meubles de luxe et
d'art qui satisfont les
plus exigeants.

* Augmentez le ren-
dement de vos ventes
en nous demandant
aujourd'hui même
notre documentation.

"Les meubles qui chantent."



MARTIAL LE FRANC

RADIO

R. I. D. avenue de Fontvieille - P^o de Monaco

Vient de paraître

MATÉRIEL
DE
RADIO
disponible

1946

HIVER

Catalogue avec prix

Demandez-le de suite en
joignant 5 frs. en timbres à :

RADIO M.J

19 R. CLAUDE BERNARD (15^e)

6. R. BEAUGRENELLE (15^e)

PARIS

PUBL.

RAPPY



ÉCOLE T.S.F. SPÉCIALE

DE NAVIGATION AÉRIENNE



**3 RUE DU LYCÉE
NICE - AM**



**152 AVENUE DE
WAGRAM, PARIS**

SECTIONS DE L'ÉCOLE DU GÉNIE CIVIL
FONDÉE EN 1917

COURS PAR CORRESPONDANCE

SECTION T.S.F. ET RADIOTECHNIQUE
3, Rue du Lycée, NICE (A.-M.)

MARINE MARCHANDE. — Examen d'entrée dans les Ecoles Nationales de la Marine Marchande en vue de la préparation au brevet de Maître-Radiotélégraphiste de la Marine Marchande.

COLONIES. — Opérateurs, Vérificateurs, Contrôleurs. Les Diplômés des P.T.T. sont admis sans concours, les autres après concours spécial.

MARINE ET AIR. — Admission comme radio par voie d'engagement. Baccalauréat scientifique et technique recommandé.

AVIATION CIVILE. — Opérateurs et Chefs de poste d'Aérodrome, P.T.T. — Brevets de 1^{re} et 2^e classe et spécial.

POLICE. — Inspecteurs Radiodélecticiens.

RADIOTECHNIQUE
PRINCIPALES SECTIONS. — Cours de Monteur-Dépanneur, Radiotechnicien, Dessinateur, de Sous-Ingenieur et d'Ingenieur radiotechnicien. Opérateur en Cinéma, Télévision et Radio-diffusion.

SECTION AIR, AÉROTECHNIQUE ET INDUSTRIE
152, Avenue de Wagram, PARIS

AVIATION CIVILE (Fonctionnaires du Ministère de l'Air)
Agent technique et Ingénieur Militaire des Travaux de l'Air.

NAVIGATION AÉRIENNE. — Brevets élémentaire et supérieur de Navigateur aérien, Licence de Pilote et de Mécanicien de transports publics.

ARMEMENT. — Agent technique et Ingénieur Militaire des Travaux de l'Air.

AÉROTECHNIQUE
MÉCANIQUE GÉNÉRALE
ÉLECTRICITÉ ET DESSIN

PRINCIPALES SECTIONS. — Cours d'Apprenti et Monteur Technicien, Dessinateur, Sous Ingénieur et Ingénieur.

Envoi du Programme contre 10 fr. en timbres




PUBLÉDITEC

MACHINE A BOBINER

UNE MACHINE
FRANÇAISE
DE CLASSE
INTERNATIONALE



ET MARGUERITAT

12, Rue VINCENT, PARIS 19^e - Métro: BELLEVILLE

Tél: BOT. 70-05

PUBL. LAPI

CONSTRUCTION SOignée
FACILITÉ D'EMPLOI
PRIX ABORDABLE POUR TOUS

Telles sont les qualités principales de la nouvelle

Hétérodyne A-45

Supersonic



NOTICE DÉTAILLÉE CONTRE 10 FRANCS EN TIMBRES

SUPERSONIC 34, rue de Flandre, PARIS - Nor. 79-64

PUBL. RAPI

RIBET & DESJARDINS

S.A.R.L. 000 000 FR.S
15, Rue DEDIEU MONTROUGE
Tél: AL 24-40-41

OSCILLOGRAPHES CATHODIQUES



OSCILLOGRAPHES DE SERVICE 267 A

Balayage à 40.000 périodes par sec.
Amplificateur à grand gain - 2000
Amplificateur à courant continu

ACTAM

AGENCE GÉNÉRALE POUR LA RÉGION
ÉTABLISSEMENTS UNIC-RADIO Edige - 51, Quai d'AMÉRICOUR, LIÈGE



*de l'Audax
encore de l'Audax
toujours de l'Audax*



PUBL. RAPP

HAUT-PARLEURS AUDAX

45, Avenue Pasteur - MONTREUIL 1/BOIS (Seine)

PUBL. BOURGANE

PROFESSIONNELS
de la Radio
CENTRALISEZ
tous vos achats
chez le plus ancien
et le plus important
GROSSISTE



le matériel
SIMPLEX

4, RUE DE LA BOURSE - PARIS (2°)
Tél. : BOULEVARD 62-60 - MAISON FONDÉE EN 1920



*Technique
Présentation
Prix...*

...ce que vous attendiez !

AL. 63 - B

SUPER ALTERNATIF

4 lampes Européennes

3 gammes - H. P. 19 c/m

prise P.U. Tonalité réglable

Dimensions: L. 405 H. 310 P. 240



Autres modèles
dont
1 Récepteur
Chauffeur.

LABEL n° 5

Agents qualifiés
demandes

PUBL. RAPP

SOCRADEL

10, RUE PERGOLESE - PARIS 16°

Tél: PASSY 75-22 (signes gr.)

POSTES

Superla

A SÉLECTEUR AUTOMATIQUE

1 } du COUPLAGE M.F.
COMMUTATION } des FILTRES B.F.
SIMULTANÉE } de la CONTRE-RÉACTION

3 } SÉLECTIVITÉ
AVANTAGES } COMPRÉHENSION
MUSICALITÉ



7 LAMPES

5-6-7 LAMPES DOCUMENTATION SUR DEMANDE

CONSTRUCTIONS RADIO-ELECTRIQUES
87, QUAI DE VALMY, PARIS-X, TEL. 40-48
METRO RÉPUBLIQUE

J.A. PIEUCHOT



LA MARQUE
DE QUALITÉ

S.A. PHILIPS
ECLAIRAGE & RADIO
50 Avenue Montaigne
PARIS

LAMPEMÈTRES ANALYSEURS • AMPLIFICATEURS • HAUT-PARLEURS

DYNATRA

MODÈLES DE LAMPEMÈTRES :



SUPER-LABO ou 206



205



205 bis

AMPLIFICATEURS
MODÈLES

13 - 20 - 35 watts

En vente chez tous les grossistes à Paris
et en Province et chez le Constructeur

Notice contre 8 francs en timbres-poste
sur simple demande



DYNATRA 41, RUE DES BOIS, PARIS-19°

TÉL. : NORD 32-48

(Métro : Place des Fêtes)

TOUTE LA RADIO

REVUE MENSUELLE
DE TECHNIQUE
EXPLIQUÉE ET APPLIQUÉE

DIRECTEUR :
E. AISBERG

• 13^e ANNÉE •

PRIX DU NUMÉRO... 50 fr.

ABONNEMENT D'UN AN

(10 NUMÉROS)

■ FRANCE... 425 fr.
■ ÉTRANGER... 500 fr.

- * Théorie générale
- * Laboratoire et mesures
- * Dépannage
- * Conception et réalisation
- * Electroacoustique
- * Télévision
- * Ondes courtes
- * Electronique
- * Presse étrangère

TOUTE LA RADIO
à le droit exclusif de la reproduction
en France des articles de la
REVUE

**RADIO
CRAFT**

NEW-YORK — U.S.A.

Tous droits de reproduction réservés pour tous pays.
Copyright by Editions Radio
Paris, Octobre 1946

PUBLICITÉ : M. Paul RODET
PUBLCITÉ RAPPY

143, Avenue Emile-Zola - PARIS-XV^e
Téléphone : SFG. 37-52

**SOCIÉTÉ DES
ÉDITIONS RADIO**

42, Rue Jacob - PARIS-VI^e
COMPTE CHÈQUES POSTAUX :
PARIS 1154-54

Téléphone : LIT 43-83 et 43-84

LE RÉCEPTEUR COLONIAL

DÉPUIS la reprise de sa publication, **TOUTE LA RADIO** a renoué les relations avec les nombreux amis qu'elle compte dans l'Empire colonial français. Les belles vignettes dont les P.E.T. ont gentiment doté nos possessions d'outre-mer ornent fréquemment les enveloppes du courrier que nous avons à dépouiller. Et c'est ainsi qu'en lisant les colonnes justifiées des colons, je constate que décidément rien n'est venu améliorer leur sort. Et me voici obligé d'enfourcher une fois de plus mon vieux dada dont nos lecteurs d'avant-guerre ont probablement gardé le souvenir.

Trop de Français oublient que la France est un Empire. Les constructeurs de la radio sont du nombre. Avant la guerre, avec une obstination digne d'un meilleur emploi, ils bornaient leurs ambitions au marché relativement restreint et passablement saturé de la Métropole, en se faisant une concurrence acharnée à coups de remises et de sur-remises.

Pendant ce temps, les habitants de nos colonies étaient abandonnés à eux-mêmes. On plâtrait on offrait le vaste marché colonial à l'exploitation des constructeurs étrangers. Américains, Allemands, Hollandais et Japonais ne manquaient pas d'en profiter. Après une étude attentive des conditions locales, les constructeurs de ces pays ont su mettre au point des récepteurs parfaitement adaptés tant au climat qu'aux possibilités d'alimentation et aux particularités de la propagation des ondes. Et c'est ainsi que nos colonies constituaient pour l'industrie étrangère des débouchés fort lucratifs, en aggravant le déficit de la balance commerciale de la France.

A plusieurs reprises, nous avons jeté un cri d'alarme. Dans nos articles, nous avons cherché à attirer l'attention des constructeurs sur les intéressantes possibilités du marché colonial, à les inciter à la création d'un matériel spécialement adapté aux conditions qui régnent dans les pays où la chaleur, l'humidité, les insectes et le sable peuvent requérir du matériel des caractéristiques spéciales. (Le mot « tropicalisation » n'existait pas à l'époque.) Constatons, avec humilité que notre appel n'a guère donné de résultats tangibles.

POINT ne besoin de réussir pour persévérer... Aussi revenons-nous aujourd'hui à la charge. Plus que jamais les colons eux sentent délaissés par la Métropole. Plus que jamais il convient d'arrêter l'hémorragie du franc. Plus que jamais le moment est propice aux initiatives osées. Plus que jamais la technique s'y prête complaisamment.

De divers côtés nous apprenons que l'offensive des industries étrangères a déjà commencé. C'est ainsi qu'à Madagascar on trouve facilement des récepteurs d'origine suisse. L'Afrique Equatoriale est d'ores et déjà prospectée par les Nord-Américains. D'ici que l'Indochine redevienne la proie des exportateurs japonais et que le blason de la Tele-

funken refléurisse dans les autres colonies il ne reste peut-être plus que quelques pas, qui seront allègrement franchis.

Que demandent les colons ? D'évidence, la jolie boîte contenant un châssis « quatre lampes plus valve » avec ses trois classiques gammes d'ondes, alimenté sur les 50 périodes du secteur où qu'il se trouve, ne saurait être d'aucune utilité en pleine brousse.

Le récepteur colonial doit se composer d'éléments tropicalisés, comprendre plusieurs gammes d'ondes courtes et être doté d'une sensibilité élevée. Son alimentation doit pouvoir être assurée par une batterie d'accumulateurs de 6 volts. Eventuellement, — ceci ne coûtera guère plus cher, — il comportera également la possibilité d'être alimenté sur secteur alternatif. Ce sera alors un véritable poste-camion ou brousse-ville.

L'accumulateur 6 volts se trouve pratiquement partout. C'est ainsi qu'un de nos abonnés qui, dans le territoire du Tchad, est le seul Blanc dans un rayon de 150 km, dispose toujours d'accumulateurs fraîchement chargés que lui apportent les camions de l'exploitation forestière qu'il dirige. A Madagascar, la plupart des fermes disposent d'un « wind-charger » qui assure la charge des accumulateurs. On peut donc dire que la tension d'alimentation conçue de 6 volts est la plus rare exceptions près, la source type pour tous les récepteurs coloniaux.

A l'aide de cette tension, on peut chauffer directement les filaments des lampes. Quant à la haute tension, elle peut être procurée à l'aide d'un vibreur associé à un transformateur avec valve et filtre. Le problème du vibreur a trouvé des solutions heureuses et des réalisations fort satisfaisantes tant en France qu'à l'étranger.

Rien ne semble donc manquer désormais pour la réalisation du récepteur colonial, si non la courageuse initiative des constructeurs.

Par ailleurs, les habitants des territoires français d'outre-mer disposent généralement de moyens leur permettant d'acquiescer un appareil de qualité. Bien souvent, — leurs lettres le disent — ils sont disposés à payer un récepteur français plus cher qu'un poste d'origine étrangère, à qualité égale, bien entendu.

NOTRE appel en faveur du récepteur colonial sera-t-il cette fois-ci entendu ? Nous le souhaitons vivement. Qu'on comprenne bien qu'il s'agit-là non seulement d'une opération commerciale qui peut s'avérer fort avantageuse pour celui qui l'aura entreprise, mais encore d'un raffermissement des liens qui attachent à la Métropole ceux de ses fils qui n'ont pas hésité à poursuivre la grande œuvre des Brazza, Foucauld, Marchand, Lyautey. Cette œuvre est aujourd'hui indispensable et urgente.

Nous voulons croire que quelques constructeurs le comprendront. Et nous pouvons les assurer de notre soutien le plus large et le plus efficace — E.A.

L'ICONOSCOPE et ses perfectionnements

On sait que, en 1933, Zworykin a mis au point sous le nom d'icône, dans les laboratoires de la Radio Corporation of America, un tube de prise de vue de télévision, combinant le principe du tube cathodique avec celui de la photo-cathode. Cette invention a révolutionné la technique de la télévision en augmentant considérablement la sensibilité et la finesse de la caméra, qu'elle a pu affranchir de l'inertie considérable des systèmes d'analyse mécanique. De ce fait, la prise de vue de télévision a pu être effectuée non seulement dans des salles normalement éclairées, à l'inverse de ce qui se produisait pour les prises de vues de cinéma, mais encore à l'extérieur, dans des conditions de luminosité même crépusculaires. Le champ d'action de la télévision s'en est trouvé considérablement accru, en même temps que la qualité de l'image.

Pratiquement, l'icône consiste essentiellement en un canon à rayons cathodiques monté obliquement sur une ampoule sphérique qui renferme une mosaïque de cellules photoélectriques microscopiques, juxtaposées dans un plan, mais cependant isolées les unes des autres. On projette sur le plan de la mosaïque l'image à transmettre, au moyen d'un système optique. Sous l'effet de l'éclairement, chacune des cellules photoélectriques de la mosaïque prend une charge électrique proportionnelle à l'éclairement reçu. Cette mosaïque, ainsi chargée, est déchargée, point par point, par le balayage du faisceau du tube cathodique, qui explore méthodiquement. En neutralisant successivement toutes les charges de ces points, le spot cathodique transmet au courant anodique la modulation électrique qui traduit la luminosité des différents points de l'image. Transmise au récepteur par les ondes de haute fréquence rayonnées par l'émetteur, cette modulation électrique est reconvertie en une image visible par les soins du spot du faisceau électronique de l'oscilloscope. Nous décrirons d'abord brièvement le principe de l'icône.

Principe

On peut concevoir qu'on reproduise une image en remplaçant chacun de ses points par une petite lampe électrique, alimentée par une cellule photoélectrique indépendante. Supposons, par exemple, que l'image carrée soit projetée optiquement sur un tableau comprenant n^2 cellules photoélectriques, alignées à raison de n lignes de n cellules. A chacune de ces cellules, on peut faire correspondre une lampe dont l'éclat est proportionnel à l'éclairement de la cellule. Le tableau des n^2 lampes ainsi constitué pourra donc reproduire l'image projetée sur le tableau des n^2 cellules. La finesse de la reproduction sera d'autant plus grande que n sera plus grand.

Ce procédé a été mis en œuvre pour des publicités, des panneaux-réclames. Il est encombrant, coûteux et ne donne qu'une reproduction assez grossière, parce que le nombre n ne peut jamais être très grand. La complexité des circuits reliant les cellules aux lampes devient bientôt insupportable.

Un grand progrès a consisté à supprimer tous ces circuits et à les remplacer par un seul conducteur mobile, le retour du courant se faisant par une masse commune. Ce conducteur mobile unique, c'est le faisceau électronique du tube cathodique. Il vient successivement, et non plus simultanément, fermer le circuit entre la cellule photoélectrique et la lampe. Le nombre des circuits, ramené à 1, est donc divisé par n^2 , mais la fraction utile du flux lumineux tombant sur la cellule est aussi divisée par n^2 . Diminution considérable lorsque n est très grand, ce qui conduirait à augmenter exagérément l'éclairement.

Utilisation totale du flux lumineux

Malgré l'exploration successive de cellules très nombreuses, on arrive à utiliser la totalité du flux lumineux. En effet, entre le moment où une cellule donnée est balayée par le faisceau électronique et le moment où ce faisceau la balaye à nouveau, la cellule accumule dans sa capacité électrostatique la charge électrique correspondant au flux lumineux total qui l'a frappée.

L'icône résulte précisément de l'association de ces deux principes : commutation successive des cellules au moyen du faisceau électronique et accumulation de l'énergie électrique correspondant à l'impact lumineux sur la cellule pendant la pseudopériode du phénomène de charge et de décharge. Ces deux opérations successives ont leur siège sur le tableau de toutes les cellules, qu'on désigne sous le nom de mosaïque et que nous décrirons plus loin. Ce principe a été utilisé d'abord

aux Etats-Unis, dans l'icône de Zworykin, puis dans l'émitron qui lui ressemble comme un frère.

Réalisation de l'émitron

Sous la forme d'émitron, le tube de prise de vue comporte les éléments suivants visibles sur la coupe de la figure 1. L'ampoule de verre comporte une fenêtre pour le passage du faisceau lumineux formant l'image. Le tube cathodique est recouvert obliquement à l'ampoule. Son étranglement est pourvu intérieurement d'une métallisation formant seconde anode. A l'extérieur sont placés les bobines de déflection.

Le canon électronique possède une cathode à oxydes devant le diaphragme du modulateur, qui règle le flux électronique et l'annule même au moment du retour de balayage. Le débit moyen est de 0,8 μ A. La première anode cylindrique comporte trois diaphragmes : le premier, hémisphérique, forme lentille électronique avec le modulateur; le second concentre le faisceau sur la mosaïque; le troisième écarte les électrons secondaires. La cathode terminale forme une deuxième lentille électronique avec la deuxième anode; elle concentre et accélère les électrons.

Mosaïque

La mosaïque est formée d'un très grand nombre de particules photosensibles, résultant d'un dépôt de césium sur de l'argent oxydé. Ces particules, isolées les unes des autres, sont déposées sur une feuille de mica, dont l'autre face est recouverte d'une couche conductrice d'argent ou d'al-

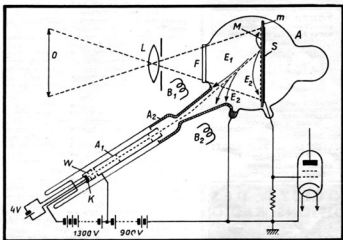


Fig. 1. — Coupe de l'icône (émitron). O, objet; L, lentille; A, ampoule de l'icône; F, fenêtre; M, mosaïque; m, plaque de mica; S, électrode de signal; E₁, électrons primaires; E₂, électrons secondaires; B₁, B₂, bobines de déflection; A₁, première anode; A₂, deuxième anode; W, tube de Wehnelt; K, cathode.

luminium. Cet ensemble constitue ce qu'on nomme l'électrode de signal. Dans les tubes modernes la feuille de mica argentée est souvent remplacée par une feuille d'aluminium, recouverte d'alumine isolante sur le côté qui reçoit la mosaïque. La particule qui reçoit la lumière se charge positivement; la variation de tension est proportionnelle à la charge positive reçue.

Au moment où le faisceau électronique qui balaye la mosaïque rencontre une particule, il la décharge brusquement de toute la tension correspondant à l'accumulation de la charge entre deux passages du faisceau. Des impulsions de courant sont recueillies de ce fait, qui constituent le signal de télévision. Le faisceau est ainsi l'organe de décharge de la mosaïque et, comme un commutateur électronique, assure la correspondance ponctuelle entre l'image lumineuse et sa reproduction.

La plaque de signal mesure environ 10×12 cm. Elle comporte une infinité de condensateurs microscopiques, le semis de grains d'argent recouvrant environ la moitié de sa surface géométrique. La plaque est supportée par un disque de mica du diamètre intérieur du ballon, qui est fixé à ce ballon par des ressorts. L'ensemble est roué, puis introduit dans l'ampoule où il se sévère et où on fait la qualité du mica doit être excellente et le montage effectué dans une salle sans poussière.

La mosaïque est formée par évaporation d'argent sur un évaporateur à filament de tungstène introduit dans l'ampoule. La fermeture de l'ampoule est obtenue par chauffage à une certaine température. Puis la mosaïque est oxydée par décharge dans l'oxygène et traitée à la vapeur de césium.

Après pompage, le tube est « formé », c'est-à-dire qu'il subit des traitements thermiques et autres qui font varier sa sensibilité photoélectrique, jusqu'à ce qu'on obtienne une image sans tache.

Emission photoélectrique normale et secondaire

Sous l'effet des radiations lumineuses, la mosaïque émet des électrons, le césium étant particulièrement sensible à la lumière visible. Pour une valeur suffisante de la tension anodique, l'émission électronique peut être saturée. Alors, le nombre d'électrons émis par une surface donnée en lumière monochromatique est proportionnel à l'énergie lumineuse reçue. Pour la lumière blanche tombant sur la couche de césium sur argent oxydé, le courant photoélectrique est de 30 μ A par lumen pour une surface continue, mais de 10 μ A/lumen seulement pour la mosaïque. La sensibilité varie avec la longueur d'onde. Elle devient presque nulle au-dessous de l'infrarouge. Les phénomènes observés dépendent aussi de la répétition des vitesses des photoélectrons libérés par la photocathode.

Le choc des électrons primaires produit en outre une émission secondaire, comprenant des électrons primaires réfléchis élastiquement, des électrons lents dont l'énergie est inférieure à 10 électrons-volts, enfin des électrons de vitesses intermédiaires. La plupart des électrons secondaires sont repoussés avec une différence de polarité antagoniste, supérieure à 10 V. L'intensité de l'émission secondaire saturée est caractérisée par son rendement. En fait, le potentiel de la seconde anode est très peu différent de celui de la seconde anode

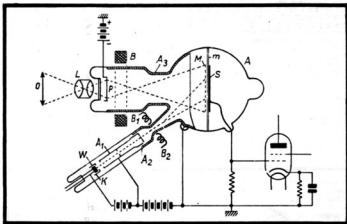


Fig. 2. — Coupe du superécran : même légende que fig. 1, plus : P, plaque photoconductrice ; B, bobine formant lentille électronique ; A₃, projection métallique sur la paroi de verre du tube prolongeant la seconde anode.

et l'on ne se trouve pas dans le cas de la saturation. Le potentiel d'équilibre de la mosaïque est atteint lorsqu'elle renvoie autant d'électrons qu'elle en reçoit.

Production du signal de télévision

L'objet à téléviser est éclairé à 2.000 lux environ (éclairage E). L'éclairement de l'image est, d'après MM. Blanc-Lapierre et Chantreau (1) :

$$E' = b \frac{\pi D^2}{4d^2}$$

en appelant D le diamètre d'ouverture de l'objectif, d la distance objectif-mosaïque, b la brillance du faisceau lumineux.

Pratiquement, $E' = E/50 = 40$ lux, et même 30 lux, si l'on tient compte des pertes. Cet éclairement correspond à un flux de 30.10^{-4} lumen/cm². Le faisceau électronique doit apporter 3,75 μ A, valeur du courant photoélectrique pour la surface totale de la mosaïque. La capacité plaque-signal par centimètre carré de surface est

$$C = \frac{K}{4\pi e}$$

soit 250 pF pour $K = 8$ et $e = 25$ μ C. Chaque point de la mosaïque est déchargé 25 fois par seconde. Entre deux passages successifs du faisceau électronique, la charge totale emmagasinée par 1 cm² de mosaïque représente 12.10^{-4} μ C, soit pour la capacité correspondante, une variation de tension de 4,5 V environ; la surface utile étant moitié moins grande, la variation totale est de l'ordre de 10 V.

Or, le potentiel moyen de la mosaïque est voisin de celui de la seconde anode. D'après Zworykin, il est inférieur de 1,5 V dans l'obscureté. On démontre que, lorsque les électrons (photoélectrons et électrons secondaires) quittent la mosaïque, une partie seulement est captée par la deuxième anode, la plus grande partie retombant sur la mosaïque. Ainsi, l'accumulation des charges est très inférieure à celle qui correspondrait à une émission photoélectrique saturée en permanence.

La superécran (fig. 2), les fonctions de la mosaïque sont séparées : photoémission d'une part et accumulation, de l'autre. L'image de l'objet est formée sur une photosurface transparente, dont les électrons sont accélérés par le revêtement prolongeant la seconde anode, car la photocathode est négative par rapport à la masse. L'image électronique de l'objet optique projetée sur la photocathode est, à son tour, projetée sur la mosaïque, où elle crée la répartition des charges et des potentiels.

Le superécran

Il s'est passé pour l'icône ce qui a déjà eu lieu pour les tubes électroniques : on a séparé les fonctions pour améliorer le rendement ; or, le rendement photoélectrique de l'émission est faible (5 pour cent environ), du fait du défaut de saturation de la mosaïque, dont la sensibilité est d'ailleurs limitée à 10 ou 15 μ A par lumen. On ne peut tirer la quintessence de la sensibilité du césium, en raison de la réduction de 50 0/0 de la surface active et de la mosaïcité d'un boîtier de grains, qui oblige à limiter la quantité de césium.

Dans le superécran (fig. 2), les fonctions de la mosaïque sont séparées : photoémission d'une part et accumulation, de l'autre. L'image de l'objet est formée sur une photosurface transparente, dont les électrons sont accélérés par le revêtement prolongeant la seconde anode, car la photocathode est négative par rapport à la masse. L'image électronique de l'objet optique projetée sur la photocathode est, à son tour, projetée sur la mosaïque, où elle crée la répartition des charges et des potentiels.

Il s'ensuit que le superécran possède une sensibilité supérieure à celle de l'émission et un effet multiplicateur dû à l'émission secondaire, dont l'énergie est supérieure à celle des photoélectrons. La sensibilité du superécran est environ 10 fois celle de l'émission.

Utilisation des électrons lents

L'icône, l'émission et le superécran sont des tubes à électrons rapides, dont la vitesse correspond à une énergie d'un millier d'électrons-volts. Mais comme la redistribution des électrons secondaires, impliquée par la neutralisation des charges créées sur la mosaïque par effet photoélectrique, n'est pas uniforme, il en résulte un « brouillard de fond » parasite. En outre, l'efficacité est faible, parce

(1) Les tubes de prise de vue de télévision, Revue technique C.F.T.H., n° 4, octobre 1946.

que les émissions électroniques sur la mosaïque ne sont pas saturées. Enfin, la variation de potentiel d'un élément de mosaïque est limitée à 4,5 V environ.

Aussi a-t-on cherché à utiliser des électrons lents de préférence aux électrons rapides. Dans les tubes à électrons lents, la cathode du canon électronique est portée, non plus à -1.000 V par rapport à la deuxième anode, mais à -25 V, qui est également le potentiel de la mosaïque, le potentiel de l'anode collectrice restant égal à zéro.

Il s'agit de la suppression des électrons secondaires. Ceux qui subsistent sont captés par la deuxième anode. Celle-ci étant à un potentiel négatif électrique par rapport de la mosaïque, l'émission photoélectrique est saturée. En outre, le signal n'est plus limité à 4,5 V.

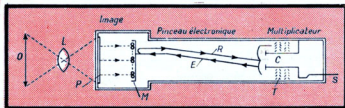


Fig. 2. — Coupe de l'orthiconoscope : O, objet ; L, lentille ; M, mosaïque ; P, plaque photorésistible ; R, pinneau électronique d'aller ; S, sortie du signal ; C, canon à électrons ; T, multiplicateur d'électrons ; S, sortie du signal ; C, canon à électrons.

Par contre, on note l'inconvénient d'effets marqués de charge d'espace, de l'instabilité des faisceaux électroniques, que l'on combat au moyen d'un champ magnétique uniforme parallèle à l'axe du faisceau. Enfin le potentiel de la mosaïque commande à chaque instant l'intensité du faisceau électronique.

L'orthiconoscope

Ce tube à électrons lents a vu le jour en 1959 dans les laboratoires de la R.C.A. A la fois plus complexe et plus simple que l'icône, il paraît l'avoir supplanté dans toutes ses applications actuelles. Sa caractéristique essentielle est son extrême sensibilité. Ce tube permet de faire une prise de vue à la lumière d'une bougie, voire à la lueur du point d'ignition d'une cigarette.

La coupe de l'orthiconoscope, plus connu aux États-Unis sous le nom d'Image-orthicon est représentée sur la figure 3. Par comparaison avec l'icône, on voit immédiatement les différences fondamentales de structure.

Dans l'icône, en effet, le flux lumineux et le flux électronique arrivent tous deux du même côté de l'électrode de signal, sur la mosaïque. Dans l'Image-orthicon, au contraire, l'image est formée sur l'une des faces et le balayage électronique est effectué de l'autre. En somme, dans l'orthicon, on procède par réflexion, dans l'orthicon par transmission à travers la cible photosensible. Il s'ensuit que l'orthicon est un tube droit, le système optique et le flux électronique étant dans le prolongement l'un de l'autre, sur le même axe.

Comme dans le superimtron, il y a séparation de la mosaïque et de la photocathode, l'image lumineuse qui se forme sur la photocathode donne un flux de photoélectrons qui reproduit sur la mosaïque l'image électronique. C'est cette image que le faisceau électronique vient

explorer. Il y a donc deux plaques sensibles successives, donc amplification du flux électronique produit. En effet, chaque électron primaire tombant sur la seconde cible libère plusieurs électrons secondaires et fonctionne en multiplicateur d'électrons, d'où la grande sensibilité du tube.

Les charges positives sont recueillies par le pinneau électronique sur la plaque arrière de la seconde photocathode. Le balayage du faisceau est obtenu par un dispositif de déviation électromagnétique.

L'intensité du pinneau électronique, constante à l'aller (E) est très variable au retour (R). Elle varie du maximum à zéro selon l'importance de la neutralisation des charges, ce qui produit la modulation.

Un dispositif particulier à l'orthicon est

électronique de 1 μ A, dont la vitesse s'annule au point d'impact. On a donc dû recourir à un champ magnétique constant et puissant.

Le système est réalisé comme l'indique la figure 4. Le cylindre de Wehnelt est polarisé négativement et la première anode A positivement, à 200 ou 250 V. La déviation rapide des lignes est assurée au moyen des plaques A_1 et A_2 , la déviation plus lente des images, au moyen des bobines B_1 et B_2 . La bobine plate C produit un potentiel légèrement positif au voisinage de la mosaïque. La plaque de signal P est polarisée au potentiel de la cathode au moyen de l'impédance d'utilisation Z.

La concentration est assurée par un champ magnétique axial puissant H, produit par une bobine coaxiale. Le faisceau est en outre fortement diaphragmé. Par ce procédé, on évite la dispersion des électrons. La concentration est, périodique, en ce sens que les électrons vagues sont ramenés sur l'axe, en des points de concentration successifs, d'autant plus rapprochés les uns des autres que leur vitesse est plus faible et que le champ magnétique est plus grand. La mosaïque doit être placée à l'un de ces points de concentration. Le faisceau est perpendiculaire au plan focal (d'où le nom d'orthicon).

L'axe électronique étant confondu avec l'axe optique, la mosaïque est transparente et la modulation est recueillie sur l'armature conductrice, assez mince pour être elle-même « transparente » aux électrons.

Un inconvénient de la concentration magnétique forte, lorsque le champ dépasse 50 crstedes, est la difficulté d'effectuer les déviations du faisceau. Aussi les laboratoires américains ont-ils adopté la déviation électrostatique plus simple, mais qui exige des tubes plus longs et donne de moins bons résultats. En France, on se sert plutôt de la déviation magnétique, qui donne une meilleure image.

Propriétés comparées de l'icône et de l'orthicon

Voici les principales avantages et inconvénients résultant de l'emploi des électrons lents pour l'analyse de l'image :

- Suppression de l'émission secondaire. — On évite de ce fait les taches parasites.
- Sensibilité et rendement. — Le potentiel de la mosaïque étant voisin de celui de la cathode, les photoélectrons sont attirés par l'anode avec une tension

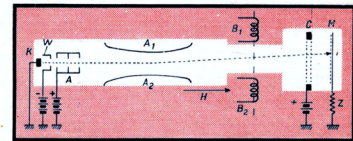


Fig. 4. — Schéma de l'orthiconoscope : K, cathode ; W, Wehnelt ; A, première anode ; A_1 , A_2 , plaques de déviation de ligne ; B_1 , B_2 , bobines de déviation d'image ; C, électrode en cadre ; M, mosaïque ; P, plaque de signal ; H, champ magnétique ; Z, impédance d'utilisation.

accélétratrice supérieure à 200 V, tandis que dans l'isoscopes, le potentiel accélératrice est presque nul. La photosensibilité est bien meilleure dans l'orthicon et son rendement maximum.

c) Image non déformée. — L'orthogonalité du faisceau permet d'obtenir une image non déformée, tandis que l'obliquité du canon appelée, dans l'isoscopes, une correction géométrique de « tra-pèze ».

d) Ouverture optique. — L'objectif de l'orthicon est beaucoup plus ouvert, par suite du rapprochement de la mosaïque.

Par contre, l'orthicon possède les défauts suivants :

f) Opacité. — Perte de luminosité par l'opacité du support et de la plaque du signal.

g) Concentration. — Difficulté de réalisation du champ magnétique uniforme

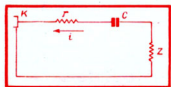


Fig. 5. — Schéma équivalent de l'isoscopes.

élevé dans un volume notable. Difficulté d'alimentation de la bobine.

h) Déviation. — Difficulté du balayage de la ligne en raison de la puissance importante à fournir aux dispositifs de déviation.

Cependant, malgré les difficultés qu'il soulève encore, l'orthicon représente un progrès très net sur l'isoscopes.

L'isoscopes

L'isoscopes est un tube français perfectionné à électrons lents, qui a été mis au point au Laboratoire de la Compagnie des Compteurs, par M. R. Barthélemy, avec la collaboration notamment de MM. Paumier, Monnot, Bobemietz, Strelkoz.

La caractéristique essentielle de l'isoscopes est le balayage magnétique, alors que l'orthicon fonctionne avec une déviation électrostatique. Il en résulte un perfectionnement de l'image, une simplification du tube et une réduction de l'encombrement.

Les bobines de déviation sont parcourues par un courant en dents de scie, qui s'établit en 1/10.000^e seconde et s'annule en 1/100.000^e seconde. Il s'ensuit une surtension de quelques milliers de volts, provoquant des ondes à front raide dont la suppression est délicate. Elle a été résolue dans l'isoscopes par des circuits abaisseurs à large bande et haut rendement.

La réduction d'encombrement, due à l'utilisation du même espace pour les déviations de ligne et d'image, est d'environ 30 0/0.

L'isoscopes est, en fait, une tétrode, dont la caractéristique de courant, croissant avec la tension de la cible jusqu'à un maximum de quelques microampères, s'apparente à celle d'une diode de résistance interne élevée (3 à 5 mégohms dans la partie rectiligne).

Tous les électrons n'aboutissent pas à la mosaïque, les autres sont renvoyés sur l'anode.

La mosaïque transparente

La plaque de mica transparente porte une couche constituée par un revêtement métallique si mince, qu'il est également transparent. La mosaïque en argent crupescée, dont les particules sont au plus d'un millionième de millimètre, est aussi transparente. Le spot mesure environ 0,1 mm de diamètre. La surface utile de la mosaïque est environ 60 0/0 de la surface géométrique totale. La sensibilité photoélectrique est de 10 à 15 microampères par lumen. La transparence du mica et de la couche de métal est de 50 0/0. La capacité totale de l'électrode est de 100 pF/cm². Dans l'analyse à 450 lignes, la capacité d'un point d'image est de 0,01 nF.

L'émission photoélectrique est de l'ordre de 3 à 5 nA/lumen, soit 12 nA/lumen pour une couche continue, compte tenu de la transparence de la mosaïque. Pratiquement, l'émission est de 6.10⁻³ A et la tension recueillie sur un condensateur de 1 cm² est de 2,4 V.

Le schéma équivalent du fonctionnement de l'isoscopes est représenté par la figure 5, où I est le courant électronique du faisceau, r la résistance de décharge du condensateur C formé par les particules de la mosaïque et Z l'impédance d'utilisation.

Pour un temps d'exposition de 1/25^e de seconde, le courant électronique est de 0,13 nA à peu près. Après le passage du faisceau, il subsiste 2 0/0 de la charge sur la particule.

Modulation de l'isoscopes

Les variations de tension du signal sont recueillies aux bornes de l'impédance d'utilisation et appliquées à l'amplificateur. Cette impédance de 2.000 ohms est négligeable vis-à-vis de la résistance inférieure du tube. Avec un faible éclaircissement de 30 lux, on peut ainsi appliquer plus de 900 nV sur la grille d'entrée de l'amplificateur, le flux électronique étant modulé à 100 0/0. La modulation reste proportionnelle à l'éclaircissement dans une large bande, tandis que la sensibilité de la tension augmente au contraire très variable. Il faut cependant disposer d'une grande réserve d'électrons primaires, par exemple de 1 nA pour une utilisation moyenne de

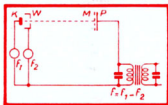


Fig. 6. — Montage de l'isoscopes avec deux sources de haute fréquence f_1 et f_2 , en utilisant la méthode des battements.

0,1 à 0,2 nA. Si le flux électronique est insuffisant, le potentiel des parties éclairées peut monter jusqu'à la valeur de la tension anodique et former une grande tache blanche.

Il est évidemment plus intéressant de pouvoir moduler directement une onde porteuse à haute fréquence. Avec l'isoscopes, les différences de potentiel de l'onde du voit, recueillies sur la mosaïque, sont insuffisantes et il faut amplifier considérablement avant de moduler l'onde porteuse.

Dans l'isoscopes, au contraire, le faisceau incident est totalement modulé par la lumière tombant sur la mosaïque. Le faisceau peut être freiné dans la fréquence porteuse introduite dans le faisceau, les amplitudes instantanées maxima étant à peu près doubles de celles obtenues en continu. Cette modulation à haute fréquence du faisceau est opérée à 100 pour cent par le cylindre de Wehnelt. Elle est faite convenablement, s'il n'y a pas de rapport simple entre la fréquence d'image et la fréquence porteuse, au cas contraire on pourrait observer des séries.

Le fait de pouvoir moduler directement l'onde de haute fréquence est très avantageux, au point de vue du rendement, de la qualité (élimination des parasites) et de l'économie du matériel modulateur.

Modulation par battements

L'application d'une tension à haute fréquence de quelques volts au cylindre de Wehnelt, risque d'induire dans le circuit de sortie une tension non négligeable, capable de saturer les amplificateurs et d'altérer la profondeur de modulation. Comme on ne peut intercaler un écran entre le Wehnelt et la mosaïque, on provoque un battement dans le faisceau en l'absence de toute tension sur les électro-

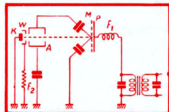


Fig. 7. — Autre montage modulateur de la haute fréquence, avec utilisation de la plaque signal.

des de commande (fig. 6). Deux oscillations de fréquences élevées f_1 et f_2 produisent des tensions de quelques volts sur l'électrode de commande, qui peuvent annuler le faisceau au moment du minimum, d'où détection de l'enveloppe de battement ($f_2 - f_1$) = f , qu'on recueille dans le circuit accordé, monté dans la connexion de la plaque de signal. Les deux ondes porteuses introduites sont éliminées par filtrage et sélectivité. L'isoscopes, ainsi monté, fonctionne exactement comme un chargeur de fréquence. On dispose ainsi d'une porteuse à haute fréquence, que l'effet photoélectrique module directement jusqu'à 100 0/0.

On peut augmenter la stabilité en introduisant la fréquence f_1 dans le circuit de cathode et la fréquence f_2 dans le circuit de commande. Il est intéressant de préciser que la modulation H.F. du faisceau ne produit pas un élargissement du spot, à condition d'en régler le diamètre pour l'intensité maximum.

Une autre disposition consiste à appliquer la tension f_1 à la plaque du signal, la tension f_2 restant appliquée au Wehnelt (fig. 7). Le faisceau électronique, interrompu à la fréquence f_2 , tombe sur la mosaïque en des points chargés positivement à la fréquence f_1 . Par stroboscopie apparaît dans le circuit de sortie une fréquence de battement $f = f_1 - f_2$.

L'amplitude des battements est proportionnelle à l'éclaircissement en chaque point, avec un gain légèrement plus accentué. Le rendement est bon, si l'intensité

du faisceau reste élevée. A égalité d'éclairement, l'amplitude maximum du battement est quadruple de celle de l'impulsion avec le faisceau continu.

Montage de la caméra

La figure 8 indique le montage d'une caméra utilisant un tube orthicon. La sortie de la vidéofréquence est prise sur la cinquième et dernier multiplicateur d'électrons, aux bornes d'une résistance de 33 000 ohms, par laquelle le multiplicateur reçoit un potentiel de 1 500 V environ. La résistance de charge est à peu près 1/20 de celle prévue pour l'icône, grâce au courant de signal plus élevé débité par l'orthicon. Cet affaiblissement de résistance permet l'utilisation d'une égalisation réduite dans le circuit anodique du second amplificateur de radiofréquence. Avec un orthicon à multiplicateur de 5 étages, toutes les perturba-

Equipements mobiles de prise de vue extérieure

Les perfectionnements des tubes ont entraîné un énorme progrès des possibilités de prise de vue extérieure, depuis avril 1930, date des premiers essais effectués aux Etats-Unis. Ces expérimentations ont porté successivement sur des équipements mobiles à icône, à orthicon, sur voiture, à orthicon transportable, enfin à image-orthicon.

L'avènement de l'orthicon a permis d'accroître la sensibilité dans le rapport de 3 à 10 fois, et surtout de reculer le « seuil d'obscurité », si bien que des scènes extérieures ont pu être prises dès 1939 en fin novembre et début de décembre. Entre autres avantages pratiques, l'orthicon possède une mosaïque quatre fois plus petite que celle de l'icône, d'où résulte, à égalité d'angle visuel, une économie considérable dans les lentilles.

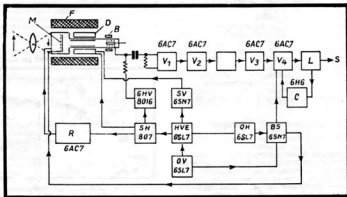


Fig. 8. — Schéma de la caméra image-orthicon : L, lentille ; M, mosaïque ; F, bobine de focalisation ; D, bobine de déviation ; B, bobine d'alignement ; V₁, V₂, V₃, V₄, V₅, vidéo-amplificateurs ; L, limiteur ; S, sortie ; C, alimentation en continu ; R, détecteur et régulateur de photocathode ; SHV, détecteur horizontal et vertical ; SV, sortie verticale ; SH, sortie horizontale ; HVE, discriminateur horizontal et vertical ; OV, oscillateur vertical ; OH, oscillateur horizontal ; BS, bases de synchronisation.

tions essentielles sont dues au faisceau analyseur. La réduction de l'égalisation rend imperceptibles les bruits microphoniques dus au système amplificateur. L'objectif est constitué par une lentille de 12 cm avec $f=2.7$. La caméra peut être montée avec un système optique à réflecteur Schmidt. La surface de la photocathode est alors incurvée pour focaliser l'image optique de tout le champ visuel. Elle est axée sur le miroir sphérique concave, percé en son centre pour lui laisser passage. Le système optique global donne une définition d'une finesse supérieure à une image de 1 000 lignes.

Influence de l'éclairement

Cette influence est mise en évidence en éclairant le sujet successivement avec deux projecteurs de 1,5 kW, avec une lampe de 25 W, enfin avec un ensemble de 1 à 4 bougies, à une distance de 1 m. Dans le cas des deux éclairages faibles, la différence essentielle réside dans le taux des parasites. La sensibilité de cette caméra Schmidt-orthicon est telle qu'elle peut transmettre une mire avec 50 bougies-mètres. La définition de 200 lignes de la mire est passée avec 0,5 millibougies-mètres.

De ce fait, on peut employer des lentilles dont la distance focale n'est que la moitié de celles imposées par l'icône pour le même angle visuel, soit une distance focale de 20 cm au lieu de 40 cm pour une prise de vue de 20 m de distance.

Mais l'intérêt de l'orthicon est surtout la linéarité de sa caractéristique de contraste sur toute l'étendue de sa gamme de fonctionnement.

L'adoption de l'orthicon a permis une réduction considérable de l'encombrement du matériel de prise de vue. On prévoit 80 m de longueur de câbles et des rallonges de 15 m, ce qui suffit pour toutes les prises de vue avec deux caméras. L'ensemble de l'équipement est enfermé dans huit valises, pesant chacune 30 kg environ. Un équipement à quatre caméras est utilisé pour augmenter l'angle de prise de vue et pour les « gros plans ». Ces caméras à orthicon ont vu le jour peu avant la guerre ; l'équipement à deux caméras date de 1944.

Equipement perfectionné à image-orthicon

Rappelons que l'image-orthicon est un tube orthicon perfectionné par l'addition d'un amplificateur électronique de l'image

devant la mosaïque et par un multiplicateur d'électrons à plusieurs étages à la sortie. Malgré sa complexité, ce tube est plus petit que l'orthicon ; sa photocathode ne couvre que le quart de la surface de celle de l'orthicon et le seizième de celle de l'icône. Sa sensibilité à la lumière est 10 fois plus grande que celle de l'icône. Il est, en outre, beaucoup moins sujet à l'effet de surcharge, qui donne des taches lumineuses. Il donne d'excellentes images pour un seuil de sensibilité correspondant à celui de l'œil.

La réduction du tube et l'accroissement de sensibilité permettent de construire des caméras beaucoup plus petites. L'optique peut être ramenée à celui du film de 35 mm. Grâce à cette réduction, on peut utiliser des tourelles de lentilles, ce qui facilite beaucoup l'exploitation sur le terrain.

Signaux cependant que le rapport signal/brouillage est moins bon qu'avec l'icône pour de fortes illuminations. Ce défaut est racheté par la possibilité de travailler avec des éclairages si faibles que, dans ces conditions, l'orthicon et l'icône seraient complètement noyés sous les parasites. D'ailleurs, cet affaiblissement du rapport signal à brouillage n'est sensible que pour les scènes présentant de grandes régions obscures.

On a pu obtenir avec l'image-orthicon des définitions supérieures à 500 lignes, mais qui n'égalent pas celles du meilleur icône. Quelques tubes pour les besoins militaires possèdent une sensibilité poussée dans l'infrarouge, mais leur emploi nécessite l'usage de filtres optiques spéciaux, surtout si le paysage comporte beaucoup de verdure.

Le tube image-orthicon est plus sensible à la température que les autres. Il ne doit pas dépasser la limite supérieure de 32° C et, l'hiver, il convient de réchauffer électriquement la caméra, sous peine d'obtenir une image pleine de taches.

L'image-orthicon fonctionne sans adaptation spéciale sur une grande latitude d'éclairaires, passant de l'ombre à la lumière sans qu'il en résulte d'altération de l'image. Pour les extérieurs, l'iris étant réglé à f/32, on augmente 16 fois la lumière sur la photocathode en le réglant à f/8, mais l'observateur s'en aperçoit à peine. Il va sans dire qu'on peut néanmoins obtenir d'intéressantes performances « de pointe » en faisant des réglages convenables. Avant l'émission, on met la caméra à la température convenable et on fait un préexpos sur un fond sombre et sur un fond lumineux, pour déterminer la sensibilité appropriée.

Notis également, heureux de constater ici que, grâce aux recherches des savants français, notamment de M. R. Barthélemy et de ses collaborateurs, les tubes de prise de vue construits en France pendant la guerre étaient très en avance sur les tubes américains. Reconnaissons avec franchise que, animés d'une noble émulation, nos amis d'outre-Atlantique mettent les bouchées doubles pour combler leur retard.

M.A.A.

BIBLIOGRAPHIE

Les tubes de prise de vue de télévision, par A. Blanc-Lacrière et J. Chanterau, Revue technique, octobre 1945.

L'icône, par R. Barthélemy, Communications à la Société des Radiotechniciens.

Image orthicon camera, par R.-D. Kell et G.-C. Skidzi, E.C.A. Review, mars 1946.

Field Television, par R.-E. Shelby et H.-P. Ste, E.C.A. Review, mars 1946.

MONTAGES FONDAMENTAUX pour COMMANDE DE TONALITÉ

Les quatre types d'action obtenue à l'aide de montages de commande de tonalité sont :

1^o Affaiblissement des aigus (fraction DB de la courbe de la figure 1, en supposant qu'elle couvre la gamme des fréquences audibles).

2^o Relèvement des aigus (fraction AB de la courbe, en supposant que la encore cet intervalle comprend les fréquences audibles).

3^o Affaiblissement des graves (portion BC, avec le point B aux environs de 30 p/s).

4^o Relèvement des graves (portion BE, avec B à 30 p/s).

Circuits de base

Les figures 2 et 3 représentent deux circuits très simples qui permettent d'obtenir les courbes de réponse représentées dans la figure 1. Comme tous les montages qui seront décrits ici, ils se composent uniquement de résistances et de condensateurs, à l'exclusion de tout circuit accordé contenant des bobinages.

Le circuit de la figure 2 assure des courbes de réponse du type DBE (fig. 1) et celui de la figure 3 donne lieu à des courbes du type ABC.

C'est le rapport de la capacitance de C_1 [c'est-à-dire $1/(C_{10})$] à la résistance de R_2 qui détermine la portion obtenue de la courbe. Par exemple, si dans la figure 2 la capacitance de C_1 est égale à R_2 pour 200 p/s, il en résulte le relèvement des graves ; et si dans la figure 3 la capacitance de C_1 est à égale à R_2 pour 200 p/s, on obtient l'affaiblissement des graves. Deux cas limites peuvent être intéressants à noter : Si R_2 est omis (autrement dit, $R_2 = 0$) dans la figure 2, il en résulte l'affaiblissement des aigus ; mais c'est dans la figure 2 que l'on omet R_2 (ce qui revient à rendre sa valeur infinie), il en résulte l'affaiblissement des graves.

Schémas pratiques

Les figures 4 et 5 représentent les schémas pratiques, basés sur les circuits des figures 2 et 3 respectivement. Là où ceci a été nécessaire, ont été introduites les résistances de charge R_L , les condensateurs de liaison C_L et les résistances de fuite R_f . Le tableau au verso indique les valeurs des éléments pour quelques cas principaux. Dans ce tableau, on considère que la commande de tonalité devient efficace à partir de la fréquence pour laquelle la réponse est modifiée de 1 db.

On peut combiner les circuits des figures 2 et 3 en un seul montage de liaison donnant, par exemple, simultanément le relèvement des graves et des aigus. La figure 6 représente un tel montage. Avec les valeurs indiquées, on obtient une augmentation du gain de 12 db à 30 p/s et à 10.000 p/s. De même, un montage basé sur les circuits des figures 2 et 3 pourrait être conçu afin de combiner l'affaiblissement des aigus avec l'affaiblissement des graves.

Réglage de tonalité par contre-réaction

On peut également réaliser une commande de tonalité en incorporant les circuits des figures 2 et 3 dans la ligne de contre-réaction d'un amplificateur ; mais dans ces conditions la courbe de réponse est différente de celle que procurent les montages des figures 4 et 5. Si, par exemple, le circuit de la figure 3 est connecté selon le schéma de la figure 7, où il est intercalé dans la ligne de contre-réaction, la courbe de réponse correspond à DBE de la figure 1. La résistance R_1 fait partie du dispositif de commande de tonalité, tout en servant de résistance d'auto-polarisation pour le tube V_1 . On obtient l'affaiblissement des aigus en rendant la capacitance de C_1 égale à R_2 pour une fréquence élevée ; de même le relèvement des graves est assuré lorsque cette même condition est respectée pour une fréquence faible (1).

Le condensateur C_2 a été prévu pour interdire le passage au courant continu entre l'anode de V_2 et la cathode de V_1 . La résistance R_3 sert à limiter le taux de contre-réaction qui tend à monter aux fréquences acoustiques les plus élevées pour lesquelles la capacitance de C_1 devient négligeable ; c'est là une précaution pratique fort utile, car elle prévient l'instabilité qui se produit souvent lorsque le taux de contre-réaction est assez fort aux fréquences extrêmes de la bande passante normale de l'amplificateur.

La figure 8 montre un schéma pratique où le circuit de la figure 2 a été incorporé dans la ligne de contre-réaction. Comme ci-dessus, C_1 empêche le passage du courant continu. R_1 , R_2 et C_1 constituent la commande de tonalité et R_2 est la résistance d'auto-polarisation. On obtient le relèvement des aigus en omettant R_2 et en rendant la capacitance de C_1 égale à R_1 pour une fréquence audible élevée. Si l'on assure cette même égalité pour une fréquence du registre des graves, il en résulte un affaiblissement des graves ; mais, dans ce cas, il serait avantageux de rétablir R_2 en série avec C_1 . En effet, de cette façon l'impédance du circuit branché en parallèle sur R_1 demeure constante lorsque la fréquence augmente, en sorte que le taux de contre-réaction ne varie pas aux fréquences élevées.

Commande de tonalité réglable

Pour rendre réglable l'affaiblissement des aigus ou le relèvement des graves procuré par le circuit de la figure 2, on peut brancher une résistance variable en dérivation sur C_1 . Sa valeur maximum

(1) Une méthode plus simple pour relever les graves consiste à supprimer R_2 et C_1 en rendant la capacitance de C_1 égale à R_1 pour une fréquence faible ; il conviendra probablement de brancher une résistance en dérivation sur R_1 pour limiter le taux de contre-réaction aux fréquences les plus graves où la stabilité peut en être compromise.

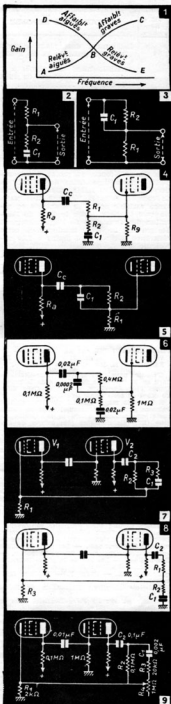


fig. no	COURBE DE REPONSE	VALEURS DES ELEMENTS
4	Relevement des graves à partir de 300 p/s (gain de 12 db à 50 p/s).	$R_1=50 \text{ k}\Omega$ $C_1=0,01 \text{ }\mu\text{F}$ $R_2=250 \text{ k}\Omega$ $R_3=50 \text{ k}\Omega$ $C_1=0,015 \text{ }\mu\text{F}$ $R_1=1 \text{ M}\Omega$
4	Affaiblissement des aigus à partir de 2.000 p/s (chute de 12 db à 10.000 p/s)	$R_1=50 \text{ k}\Omega$ $C_1=0,01 \text{ }\mu\text{F}$ $R_2=250 \text{ k}\Omega$ R_3 supprimé $C_1=0,002 \text{ }\mu\text{F}$ $R_1=1 \text{ M}\Omega$
5	Affaiblissement des graves à partir de 300 p/s (chute de 11 db à 50 p/s)	$R_1=50 \text{ k}\Omega$ C_1 supprimé $C_1=0,001 \text{ }\mu\text{F}$ R_3 supprimé $R_1=1 \text{ M}\Omega$
5	Relevement des aigus à partir de 2.000 p/s (gain de 12 db à 10.000 p/s)	$R_1=50 \text{ k}\Omega$ $C_1=0,02 \text{ }\mu\text{F}$ $C_1=100 \text{ }\mu\text{F}$ $R_2=0,5 \text{ M}\Omega$ $R_3=0,1 \text{ M}\Omega$

sera, de préférence, au moins 5 fois supérieure à la capacitance de C_1 pour la fréquence la plus faible entrant en ligne de compte. Dans la figure 3, une résistance variable doit être connectée en série avec C_1 pour régler le taux de l'événement des aigus ou de l'affaiblissement des graves ; la valeur maximum de cette résistance doit être au moins 5 fois supérieure à celle de R_2 .

La figure 9 montre l'exemple d'un schéma ainsi conçu. Il englobe le circuit fon-

damental de la figure 3, placé dans la ligne de contre-réaction afin d'affaiblir les aigus. La résistance R_2 de 20.000 ohms sert à empêcher que la contre-réaction de venue croissante et se manifeste par une instabilité aux fréquences très élevées ; le condensateur C_2 de 0,1 μF sert à interdire le passage à la composante continue du courant. Ce montage permet d'affaiblir les aigus de 12 db environ à 10.000 p/s.

(Electronic Engineering.)

BIBLIOGRAPHIE

PIEZO-ELECTRICITE par Ed. Palmans. — Un volume de 162 pages, 21 x 15 cm, 100 fig. Editions P. H. Binau, Avenin (Belgique).

C'est le premier traité de piézo-électricité paru en Europe et le deuxième dans le monde (après *Piezo-electricity*, par W. G. Cady, édité au début de cette année aux U.S.A.).

Nul n'était mieux qualifié que le professeur Palmans pour traiter un sujet exigeant d'aussi vastes connaissances allant de la cristallographie (il serait d'ailleurs plus correct de dire cristalllographie) à la technique des ondes ultrasonores.

Cet ouvrage, tant par son érudition que par le remarquable sens didactique avec lequel il a été conçu, aura une place d'honneur dans la bibliothèque de l'ingénieur, du chimiste, et même, de tous les techniciens de la H.F. Car, si son auteur a fait appel à des démonstrations mathématiques, il donne toujours une explication physique qui permettra à tout technicien de le comprendre sans effort.

Un bref aperçu de la table des matières montrera mieux qu'un long développement tout l'intérêt de cet ouvrage.

Première partie : Piézo-électricité physique.
Premier chapitre : piézo-électricité aigue. Définition de la piézo-électricité. — Les phénomènes piézo-électriques. — Les cristaux utilisés en pratique (Quartz, tourmaline, tourmaline, Tourmaline). — Les lois de la piézo-électricité.

Deuxième chapitre : Résonance piézo-électrique : Coupe X — Coupe Y — Schémas équivalents, etc.

Troisième chapitre : Explication de l'effet piézo-électrique.
Quatrième partie : La Piézo-électricité dans la technique.

Premier chapitre : Application de l'effet piézo-électrique. — Pick-Up — Microphone — Haut-parleurs. — Graveurs. — Dynamomètre, etc.

Deuxième chapitre : Application de la résonance piézo-électrique. Équivalence électrique d'un cristal. — Stabilisation. — Contrôle de fréquence. — Mesure de fréquence. — Filtrés à quartz. — Ondes ultra-sonores. — Fabrication, etc.

L'auteur termine son ouvrage par une bibliographie extrêmement fournie qui, à l'exception de celles publiées par certains auteurs commerciaux, correspond à l'énorme travail de documentation qu'a nécessité cet ouvrage.

Une remarque, à ce propos : l'auteur a omis de citer l'article de Macon (P.I.R.E., avril 1940) qui émane de la figure 30 du traité, mais c'est, sans doute, parce qu'il l'a reprise dans un ouvrage de langue germanique, qui avait lui-même été dans cette citation.

Il est impossible de terminer cette bibliographie sans féliciter chaleureusement l'éditeur qui n'a pas hésité, dans la difficile période que nous vivons, à publier un ouvrage d'une ampleur considérable dont le besoin se faisait sentir depuis longtemps dans la documentation technique générale et, autre tour de force, a réussi à lui donner une présentation digne des meilleurs ouvrages mondiaux. — Ch. D.-P.

LA TELEVISION, par Jean Camus. — Une plaquette de 62 p. 12x17 cm, illustrée de 12 fig. Editions Elsevier. Prix : 50 fr.

Exposer en une cinquantaine de pages de petit format les principes techniques de la télévision, ainsi que les multiples problèmes qu'elle soulève l'explication, était une entreprise très risquée. On ne saura donc faire à l'auteur le grief de ne pas y avoir réussi. Pour le profane, sa brochure manquera de clarté. Au technicien elle apporte pas d'éléments nouveaux. Tout au plus peut-on la considérer comme un aide-mémoire.

Au technicien en quête de l'ouvrage possible parfaitement son sujet et, autant limité par le format, serait capable de nous donner un excellent ouvrage de vulgarisation. Domage... — E. A.

LES ANTENNES DE RECEPTION, par Jacques L. — 2^e édition, 2^e vol. de 64 p. 135 x 215 mm illustré de 80 fig. Editions Radio. Prix : 90 fr.

L'auteur de cet excellent ouvrage, notre ami Camus, est tombé victime de la cupidité de l'ennemi. Reprenant son œuvre, Ch. Dreyfus-Pascal y a apporté certaines modifications nécessaires par le développement de la technique. C'est ainsi que le chapitre relatif aux antennes pour O.C. a été considérablement étendu.

Compte tenu de l'importance du collecteur d'ondes dans une installation de réception, tous les techniciens se doivent de suivre les indications précises que contient ce petit livre abondamment illustré. — E. A.

APPLICATIONS DE L'ÉNERGIE ATOMIQUE

Depuis quelques mois les États-Unis commencent à vulgariser pour le commun des mortels, certains des avantages que peut tirer la civilisation de l'application pacifique de la physique et de la chimie atomique.

Des plans sont déjà faits pour l'emploi de l'énergie atomique dans trois importants domaines : médecine, centrales de distribution d'énergie, propulsion des véhicules. De ces plans, le plus avancé est celui qui concerne la médecine et la biologie.

Le ministre de la Guerre vient d'annoncer que les radio-isotopes, produits secondaires de la désintégration nucléaire, vont immédiatement être mis à la disposition de la thérapeutique et de la recherche biologique et médicale.

On sait que les radio-isotopes sont les jumeaux radio-actifs des éléments communs, possédant les mêmes propriétés chimiques, mais non le même poids atomique. On connaît actuellement plus de 400 isotopes radio-actifs obtenus artificiellement. Ils ont des propriétés radio-actives différentes. On peut produire aujourd'hui des centaines d'isotopes à des échelles mesurables, non seulement du microgramme, du milligramme ou du gramme, mais du kilogramme dans certains cas. Une centaine de ces isotopes seront d'abord disponibles en quantités variables, ils seront fabriqués par des organismes non gouvernementaux : la Compagnie chimique Monsanto aux laboratoires Clinton à l'usine Oak Ridge ; la Compagnie générale électrique d'Harford, à Washington et le laboratoire de l'Université de Chicago.

Les plus importants isotopes qui vont être ainsi offerts, sont ceux du carbone, de l'iode, du soufre et du phosphore. Le carbone, de 14, 15 ou 16 neutrons, au lieu de 13 dans le carbone normal, a été utilisé pour observer le processus digestif d'un organisme vivant. Le carbone 14 est l'élément principal des corps organiques, on attend de sa révélation des contributions importantes à la connaissance de l'organisme humain : mécanisme de la croissance des tissus normaux et anormaux (cancer) ; fonctions végétales et animales.

L'iode 131 (poids atomique normal 127) est très utile dans l'observation et le traitement des expériences sur le goitre. Le soufre 35 (poids atomique normal 32) permet d'étudier les réactions aux sulfamides.

Le phosphore est important dans la vie de la plante et de l'animal et dans l'alginate. Dans le phosphore 32, on prévoit un moyen de révéler certains secrets biologiques tandis que parmi les 30 autres isotopes certains ont été utilisés pour détecter les sages de l'usine Oak Ridge.

En fait, pour commencer, les isotopes seront utilisés surtout comme détecteurs ; les traitements thérapeutiques demanderont des recherches plus approfondies.

Un autre champ d'utilisation de la désintégration nucléaire est l'énergie industrielle produite dans les centrales. L'usine d'Oak Ridge a été choisie dans ce dessein et le travail sur l'énergie atomique civile procède rapidement. Les premières expériences de l'utilisation industrielle de l'énergie atomique sont prévues pour le début de l'année prochaine.

On a résolu les problèmes de désintégration nucléaire concernant la production de piles atomiques. Des techniques semblables sont applicables aux navires de haute-mer. En fait, l'application de l'énergie atomique aux navires de haute-mer est le projet le plus important de l'ensemble du troisième projet entrepris aux États-Unis. Le secrétaire adjoint à la Marine, le capitaine Kenneth S. Green, a annoncé au Congrès, que des plans sont en cours pour la mise au point de la propulsion atomique dans la marine.

Quand les recherches nouvelles auront fait autant de progrès que la production des isotopes, on peut penser que les applications, ainsi acquies seront diffusées exactement comme le sont aujourd'hui celles obtenues par les isotopes.

STANDARD DE FRÉQUENCE

piloté par quartz

Pour l'étalonnage rapide et précis en fréquences, un standard piloté par quartz est nécessaire. L'appareil réalisé pour les Ets. Centrad en vue de l'étalonnage des générateurs de service, montre que cet ensemble, réputé comme très complexe, peut parfaitement être à la portée du laboratoire de l'artisan-radio et du réparateur.



Principe utilisé et champ d'application

Un oscillateur pilote produit une fréquence de base, 100 kHz, par exemple. Au moyen d'une ou de plusieurs lampes saturées, on fabrique de nombreux et puissants harmoniques de la fondamentale, soit 200, 300, 400... kHz. D'autre part, un multivibrateur fonctionnant sur 10 kHz est synchronisé avec l'oscillateur pilote, et émet les fréquences multiples, soit 20, 30, 40... kHz. Une modulatrice réalise le mélange de toutes ces oscillations et produit un réseau très dense d'émissions échelonnées de 10 en 10 kHz et couvrant tout le spectre radiophonique, rappelant la graduation en cm et mm d'une règle.

Tout cet ensemble de fréquences-repères est injecté dans une modulatrice, qui reçoit également le signal inconnu. Il se produit alors un battement, et la note B.F. renforcée par un amplificateur, est rendue audible dans un haut-parleur in-

positif pour la mesure de la fréquence de battement.

Utilisation d'un oscillateur de détermination

Sous cette forme, le standard de fréquence a souvent été, sous le nom de « boîte à affillets », la terreur des débutants qui ont eu à s'en servir. Les battements que l'on entend partout, sans connaître leurs fréquences, font penser à une règle portant seulement des divisions et non pas des chiffres. En supprimant momentanément le multivibrateur, il ne reste plus de battements inférieurs à 100 ou 1.000 kHz, ce qui supprime déjà pas mal d'incertitudes, mais ne renseigne pas encore sur le rang du battement reçu.

On a donc incorporé au standard un oscillateur de détermination, qui n'est autre chose qu'une hétérodyne graduée et

termination, d'un mélangeur avec son amplificateur B.F. et de l'alimentation de l'ensemble, le tout étant groupé dans un rack à 3 tiroirs.

La précision du Standard de fréquence

Dans ce qui précède, nous avons vu que c'est l'oscillateur pilote qui détermine l'ensemble des fréquences, aussi bien du multivibrateur que du générateur d'harmoniques. Pour cette raison, nous avons choisi un pilote à quartz. En employant un cristal à 2 fréquences : 150 et 1.000 kHz, nous obtiendrons avec un seul oscillateur directement les harmoniques de l'une de ces deux fréquences, ce qui rend l'utilisation de l'appareil très commode, même aux ondes courtes. Nos principaux fabricants de quartz piézoélectriques fournissent actuellement d'une manière très rapide de tels cristaux à deux fréquences, à des prix très accessibles. Il convient de noter qu'étant donné le mode vibratoire différent pour chaque fréquence, il y a un léger écart entre le 10×100 et le 1×1.000 kHz ; toutefois, la précision étant dans tous les cas comprise entre 1/1.000 et 1/100.000, selon le modèle et le prix, la précision du standard est du même ordre, c'est-à-dire élevée pour le but proposé, et cela sans stabilisation aucune, ni emploi de thermostats encombrants et coûteux.

Le pilote à quartz

Voyons tout d'abord le cœur du standard, le pilote à quartz. La figure 2 montre son schéma de principe, qui ne prétend nullement être le seul. Il en existe bien d'autres qui marchent tous ; toutefois, celui que nous avons adopté a l'avantage de ne pas comporter de bobinages, ce qui le rend plus stable et moins sujet à des couplages néfastes avec d'autres circuits.

L'oscillatrice est une 6C5, avec le cristal monté entre grille et plaque. Les condensateurs placés entre grille et masse et plaque et masse déterminent le mode d'oscillation, donc la fréquence. Les deux trimmers 15 à 40 pF, à grande stabilité, sont

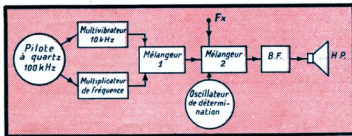


Fig. 1. — Schéma de principe.

corporé. Il est ainsi possible de régler l'oscillateur exactement sur l'une des émissions-repères.

Le standard de fréquence a donc son utilité dans l'alignement de tout oscillateur local (accessible). Il diffère des fréquence-mètres, en ce qu'il ne permet pas de mesurer la différence entre l'un de ses « tops » et une fréquence donnée, celle d'un poste d'émission, par exemple. Pour ce faire, il faudrait lui adjoindre un dis-

son modulée, et que l'on règle jusqu'au battement avec la fréquence inconnue. De cette manière, on détermine sa fréquence approximative d'une façon très claire et rapide, ce qui permet de faire ensuite usage des « tops » de repérage non numérotés.

Schématiquement, le standard de fréquence se compose (Fig. 1) d'un oscillateur pilote avec multiplicateur de fréquence et multivibrateur, d'un oscillateur de dé-

utilisées pour 1.000 kHz et ajustées au minimum du courant plaque, lui par l'instrument de 5 mA. Au moyen du contacteur, on peut brancher les condensateurs supplémentaires de 300 et 300 pF qui provoquent l'oscillation sur 100 kHz. Là aussi, il faut retoucher les valeurs de manière à avoir un courant anodique aussi faible que possible, de l'ordre de 3 mA. Un arrêt d'oscillation fait monter le courant à plus de 5 mA. C'est donc, afin d'avoir un contrôle permanent du fonctionnement du pilote, que nous avons incorporé l'instrument de mesure dans le rack.

Le 6K7 représente sur la figure 2 sort de séparation, d'amplificatrice et de productrice d'harmoniques. Elle comporte dans sa plaque une bobine d'arrêt toutes ondes. C'est au point A que l'on prélève la tension de sortie.

gamme (80 à 260 kHz). Ayant repéré les points 100 et 200 kHz avec le quartz, on doit compter entre ces deux limites 9 battements correspondant à 110, 120, 130... 160 kHz.

Le multivibrateur représenté figure 3 permet facilement d'accrocher son harmonique 10 sur le 100 kHz du quartz. Il est formé par une 6J5 et la partie triode d'une 6E8, dont la partie hexode sert à moduler l'oscillation pilote par celle du multivibrateur. La synchronisation à partir du quartz est obtenue en injectant du 100 kHz sur la bobine d'arrêt grandes ondes qui se trouve dans le retour H.T. commun aux deux triodes. Un potentiomètre de 10.000 Ω (dont l'axe est caché sous la photographie de l'ensemble par un capuchon vissé) permet l'ajustage précis de la fréquence de base du multivibrateur.

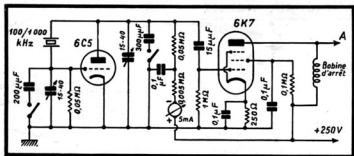


Fig. 2. — Le pilote à quartz et la séparatrice.

Le Multivibrateur

C'est là la partie qui a présenté le plus de difficultés. Non pas qu'il soit difficile de faire un multivibrateur. Reliez l'entrée d'un amplificateur de 2 étages à la sortie, et l'oscillation prend immédiatement naissance, sans la moindre difficulté. Mais, afin d'avoir 10 kHz, il faut que l'harmonique 10 soit puissant et pulvéise s'accrocher sur le 100 kHz du quartz. Si la synchronisation s'effectue sur l'harmonique 9, la fréquence de base est de 100.000/9 = 11.100 Hz, et pour l'harmonique 11, on obtient 100.000/11 = 9.100 Hz. La mesure de la fréquence de base au moyen d'un générateur B.F. (figure de Lissajous) ne nous a pas donné satisfaction, étant donné l'erreur d'étalement du générateur et le rapprochement des trois fréquences. La méthode la plus simple pour faire le réglage consiste à se servir de l'oscillateur de détermination, réglé sur la première

Ce réglage une fois effectué, ne sera plus à retoucher.

Oscillateur de détermination

Bien que tout autre montage puisse convenir, nous avons choisi un oscillateur ECO à triode que certains appellent un pseudo ECO. Comme il s'agit d'avoir peu d'harmoniques, afin d'éviter des incertitudes dans la détermination des fréquences, le « vrai » ECO à pentode était à éliminer. La plaque de la triode 6J5 est alimentée sous 120 V et découplée par un 0.1. Le couplage à la mélangère se fait au moyen de 18 pF mica.

Avec cet oscillateur, on couvre 80 kHz à 36 MHz en 5 gammes avec une gamme étalée supplémentaire de 400 à 550 kHz. C'est un bloc courant pour hétérodynes ou générateurs, dont les données peuvent d'ailleurs varier selon le but exact proposé (fig. 4).

Mélangeur et amplificateur BF

Cette partie se compose d'une 6E8 employée comme mélangère, d'une 6J5 amplificatrice et d'une EL5, lampe de sortie atténuant le haut-parleur (fig. 6). Tandis que la grille triode de la 6E8 reçoit le signal provenant de l'oscillateur de détermination, la grille hexode est attaquée simultanément par le spectre de fréquences d'excitation et le signal inconnu, à travers des condensateurs de 15 pF. Dans la plaque, nous voyons tout d'abord un filtre passe-bas, constitué par une bobine d'arrêt toutes ondes et deux condensateurs de 300 pF, puis la résistance de charge de 0.05 M Ω et, enfin, un découplage H.T. très soigné (0.02 M Ω et 8 μ F). Ainsi, la B.F. seule est transmise à la 6J5 au moyen d'un potentiomètre (de 0.5 M Ω), dosant la puissance. Le couplage avec la EL5 est classique; à noter cependant le jack qui permet, en interposant un condensateur de 0.1, de mettre un casque en parallèle sur le primaire du transformateur de sortie, afin de faciliter l'écoute des sifflements faibles.

Dans cette partie assez simple pourtant, un autre « pépin » s'est manifesté sous la forme d'un ronflement permanent. C'était du 50 Hz, capté par la 6E8 en particulier. D'ailleurs, en reliant ses grilles et, spécialement celle de l'hexode, à la masse, un silence complet a été obtenu. Il faut donc bien blinder les câbles de

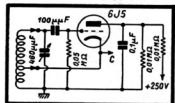


Fig. 4. — L'oscillateur de détermination.

liaison et, en plus, remplacer la résistance de fuite de grille par une bobine d'arrêt. Cela fait, le ronflement s'est encore accentué, mais du fait du couplage magnétique de la bobine avec le transformateur d'alimentation. En étudiant soigneusement sa position, on trouve un emplacement correspondant à un minimum de ronflement, d'un niveau très faible. Il serait possible, au moyen d'un filtre accordé ou d'un condensateur à capacité variable, de résister et, capacité, de l'annuler complètement.

Réalisation de l'ensemble

Pour avoir une unité compacte et facile à visiter, nous avons réalisé le standard de fréquence sous la forme d'un rack à 3 tiroirs, comportant, de haut en bas : le pilote à quartz et multivibrateur, l'oscillateur de détermination, le mélangeur avec l'amplificateur B.F. et l'alimentation. Comme il existe des normes en matière de rack (voir Cahier n° 4 de « Toute la Radio »), nous nous y sommes conformés. La largeur de chacun des trois panneaux est de 483 mm, sa hauteur est de 4 unités de rack, soit 177 mm. Le charpente est réalisée par deux cadres en fer à U de 35 x 75 mm soudés et espacés par quatre entretoises du même fer, soudées également, ce qui donne une profondeur (non standardisée) de 350 mm.

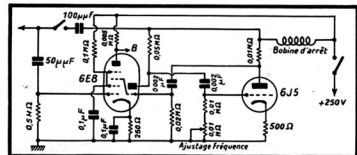


Fig. 3. — Schéma du multivibrateur.

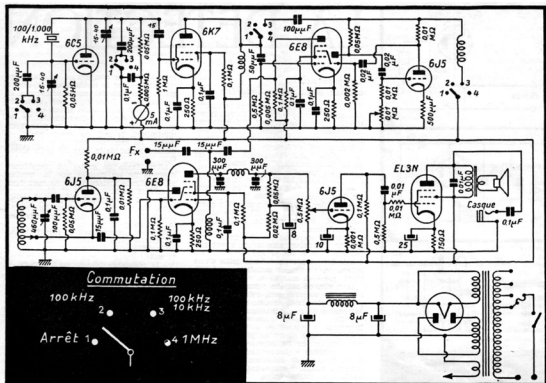


Fig. 5. — Schéma général du standard de fréquences, montrant les liaisons entre les différents éléments déjà décrits; et qui permettra un câblage plus facile. Dans l'angle en bas et à gauche, on a indiqué la correspondance entre les chiffres donnés sur le schéma, pour la cumulation, et les gammes de fréquence.

D'autre part, nous avons apporté un perfectionnement à ce montage en munissant le bâti de glissières latérales, permettant la mise en place facile de chaque châssis. Il faut avoir manipulé des racks classiques, où le châssis pend dans l'espace, pour apprécier pleinement cette amélioration.

Les panneaux avant des tiroirs sont en aluminium de 5 mm, afin d'offrir une grande rigidité. Quatre boulons 6 pans de 6 mm fixent chacun d'eux.

Afin de faciliter le câblage, la figure 5 donne le schéma général de l'ensemble. Il ne nous paraît pas utile de donner le détail de la disposition de chaque pièce, puisqu'il n'y a rien de critique.

Utilisation

En dehors de son emploi comme standard d'étalonnage pour générateurs H.F. et hétérodynes, signalons encore qu'en raison de sa stabilité élevée, l'appareil peut

être utilisé comme indicateur de dérive, lors d'études de stabilisation de fréquence. Il serait d'ailleurs facile, en vue de la mesure de la dérive de relier le primaire du transformateur de sortie à une paire de plaques d'un oscillographe, l'autre étant connectée à un générateur B.F. La fréquence de battement serait alors déterminée à l'aide d'une figure de Lissajous, la variation de fréquence ainsi mesurée étant égale à la dérive.

Conclusion

En exécutant cet appareil, nous n'avons pas eu la prétention de réaliser un étalon de fréquence comparable même au Standard secondaire de la « General Radio Co ».

En effet, la réalisation d'un tel matériel exige des mises au point et réglages ultra-précis, qui ne sont à la portée que de laboratoires très importants et équipés d'appareils de mesures de haute précision extrêmement onéreux.

Tel qu'il est, cet appareil rendra les plus grands services aux constructeurs et dépanneurs, et même à l'ingénieur d'études qui aura ainsi la possibilité de vérifier en permanence la fréquence de son générateur H.F. étalonné.

F. HAAS,
Ing. E.E.M.I.

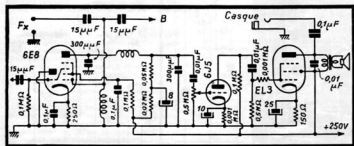


Fig. 6. — Le mélangeur et la partie B.F.

LA DETECTION

Considérations autour d'un potentiomètre

Un de mes amis, excellent amateur, m'apporta l'autre jour un châssis juste terminé et qui se refusait à fonctionner correctement. La panne, vite localisée, provenait du potentiomètre de 0,5 mégohm, monté en charge de diode, qui était coupé (plus exactement, le support de la piste graphitée était brisé).

— C'est que, dit mon ami, ennuyé, je n'ai pas d'autre 500.000 sous la main.

— Qu'à cela ne tienne, je t'en donnerai un. Mais pourquoi 500.000 ? — Et bien, je ne sais pas, moi ; parce qu'on met toujours 500.000 ohms et 100 picofarads sur une diode. D'ailleurs ça marche, alors...

Cette conversation est, je crois, assez typique. Beaucoup d'amateurs, ayant mis 500.000 ohms et 100 pF sur une diode, ou 1 mégohm et 100 pF dans la grille d'une détectrice, s'estiment satisfaits en vérifiant que « ça marche ».

Bien sûr, ça marche ; mais est-ce que ça marche correctement, c'est-à-dire avec, par exemple, la distortion minimum ou la tension de sortie maximum ?

« That is the question », disait Shakespeare.

Je pense que rien n'est plus dangereux que l'utilisation irraisonnée de « recettes de cuisine » toutes faites, et qu'un court moment de réflexion serait extrêmement salutaire au monsieur qui met 500.000 « parce qu'on met toujours 500.000 ».

L'étage détecteur, en particulier, est presque toujours gratifié de ces valeurs « de confection » ; peut-être n'en marche-t-il pas mieux ! La chose vaut la peine qu'on s'y arrête un moment.

L'effet Miller

Quelques mots sont nécessaires au sujet de l'effet Miller que nous retrouverons plus loin.

La figure 1 montre une triode, les capacités inter-électrodes sont indiquées en pointillé. Z est l'impédance de charge. A première vue, la capacité grille-cathode C_{gc} shunte directement le circuit d'en-

trée. Si C_{gc} ne comprenait que la capacité formée par le condensateur ayant la grille et la cathode comme armatures, et le vide pour diélectrique, cet effet de shunt serait négligeable. Même en tenant compte des capacités dues au câblage (et qu'une disposition rationnelle permet de minimiser), le mal ne serait pas trop grand. Malheureusement il y a autre chose ; l'effet de la capacité grille-anode C_{ga} .

L'impédance de grille, ou impédance d'entrée Zg est donnée par la tension grille-cathode divisée par le courant dans le circuit grille.

Zg peut être représentée par une résistance Rg et un condensateur Cg en parallèle. Leurs valeurs dépendent aussi de la capacité grille-anode.

Ecrivons, pour simplifier (fig. 2) :

Capacité grille-cathode = C_1
Capacité grille-anode = C_2 ,

et soit r la résistance interne de la triode à la pente de la triode

$$K \text{ le gain de l'étage } \left(K = \frac{krR_a}{R_a + r} \right)$$

ϕ le déphasage entre la tension et le courant dans le circuit d'anode.

ω la pulsation de la tension appliquée ($\omega = 2\pi f$)

k le coefficient d'amplification de la lampe

On a alors

$$R_g = \frac{1}{\omega C_1 K \sin \phi} \quad (1)$$

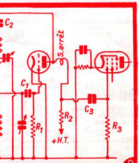
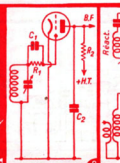
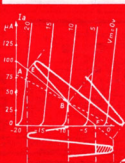
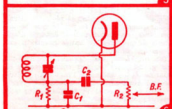
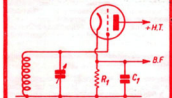
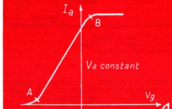
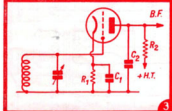
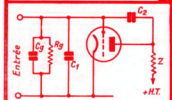
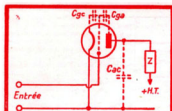
$$C_g = C_1 + C_2 (1 + K \cos \phi) \quad (2)$$

L'impédance de charge Z peut être inductive ou capacitive, et se décompose en une composante réelle R_z et une composante réactive X_z ($Z = R_z + j X_z$). De la formule (1) on peut déduire les valeurs minima de R_g en fonction de ϕ . Il y a deux minima égaux et de signes

$$\text{opposés } R_g = \pm \frac{2(R_z + r)}{\omega C_2 R_z}$$

(Le signe + s'applique pour Z capacitif, et le signe - pour Z inductif).

A titre d'exemple, soit $R_z = 100.000$ ohms, $\phi = 10.000$ ohms, $a = 2$ mA/V, $K = 20$ et $C_2 = 5$ pF. (Ces valeurs sont



à peu près celles d'une 6CS). Si le circuit de grille est accordé sur 1.000 kHz (300 mètres, $\omega = 6,28 \times 10^6$), on trouve que $R_1 = 3.500$ ohms approximativement, ce qui introduit un amortissement notable sur le circuit de grille.

La formule (2) donne pour C_2 une valeur maximum lorsque $\cos \varphi = 1$. Alors

$$C_2 = C_1 + C_2 (1 + K) = C_1 + C_2 \left(1 + \frac{KR_1}{R_2 + Q} \right)$$

soit, avec les mêmes valeurs que pour l'exemple précédent, $C_2 = 2$ pF (capacité « physique » grille-cathode). On a $C_2 = 2 + 5 (1 + 20) = 107$ pF maximum.

On voit donc que l'effet Miller, en plus d'une action importante sur la capacité effective grille-cathode, introduit, en parallèle sur le circuit de grille, une résistance fictive R_1 telle que sous certaines conditions (en particulier, l'impédance de charge Z doit être inductive) l'impédance d'entrée de la triode peut être négative. Cela signifie que le facteur de surtension Q du circuit accordé de grille sera augmenté.

Détection « plaque »

La caractéristique $i_a = f(V_g)$ d'une lampe peut se représenter par l'équation $i_a = a + bV_g + cV_g^2 + dV_g^3 + \dots$

Si la tension appliquée à la grille est une tension H.F. modulée :

$$E_g = E_0 (1 + k \sin \omega t) \sin \alpha t$$

E_0 = amplitude de la tension

k = coefficient de modulation.

ω pulsation de la fréquence de modulation

α pulsation de l'onde porteuse.

on obtient, en utilisant seulement les trois premiers termes de la série (3)

$$i_a = a + bE_0 (1 + k \sin \omega t) \sin \alpha t + cE_0^2 (1 + k \sin \omega t)^2 \sin^2 \alpha t$$

En développant, on obtient une expression qui contient plusieurs termes, les principaux étant :

1. une composante continue d'amplitude $\frac{1}{2} cE_0^2 (1 + \frac{1}{2} k^2)$;

2. une composante BF de fréquence $\frac{\omega}{2\pi}$ d'amplitude $c k E_0^2$, qui est la fréquence de modulation désirée;

3. une composante BF de fréquence $\frac{\omega}{2\pi}$ d'amplitude $\frac{1}{2} c k^2 E_0^2$ qui est l'harmonique second de la fréquence de modulation.

On constate qu'il est nécessaire d'avoir une caractéristique courbe (de degré supérieur au premier) pour qu'il y ait détection et que l'introduction d'harmoniques est inévitable, leur ordre croissant avec le nombre de termes considérés dans la série (3).

La caractéristique $i_a = f(V_g)$ présente deux régions de grande courbure utilisables pour la détection (fig. 4), l'une près de la saturation, l'autre au début de la courbe ; cette dernière (point A) est généralement utilisée, parce que le courant anodique de repos est moins élevé.

La figure 3 montre la réalisation pratique d'une telle détection. R_2 est choisie d'une valeur telle que la chute de tension à ses bornes, causée par le courant cathodique, place le point de fonctionnement en A de la figure 4. (Il est facile de déterminer cette valeur en utilisant les courbes fournies par les cons-

tructeurs de lampes). La capacité C_2 shunte R_2 de manière à offrir à la composante alternative un passage de résistance pour peu près nulle. Les tensions B.F. détectées apparaissent aux bornes de R_2 .

En dérivant à la masse, par C_1 , toute la H.F. présente dans le circuit plaque, la lampe a une impédance d'entrée nulle pour la H.F., c'est-à-dire qu'on utilise les caractéristiques statiques au lieu des caractéristiques dynamiques. Or les premières étant de courbure plus prononcée, la détection est plus efficace. (Accessoirement, la H.F. étant court-circuitée à la masse à travers C_1 de va pas se promener dans les étages B.F.).

La détectrice plaque est sensible : les tensions H.F. sont amplifiées par la grille avant d'être détectées sur la plaque ; de plus, la grille étant constamment négative, tout l'amortissement apporté au circuit de grille est dû à l'effet Miller. C'est le deuxième rôle de C_1 que de minimiser cet effet. En se reportant au paragraphe précédent, on voit que, si C_1 est assez grand, la réactance X_{C_1} sera faible, donc R_1 élevée, et que l'amortissement sur le circuit de grille sera négligeable.

Détection à impédance infinie

Le détecteur à impédance infinie (fig. 5) est une variante de la détection plaque, avec introduction de la contre-réaction. L'anode est reliée directement au + H.T. Les tensions B.F. sont recueillies aux bornes de $R_2 - C_2$ (de l'ordre de 50.000 ohms et 200 pF). Grâce à la contre-réaction la distorsion est nulle, et il est à peu près impossible de saturer la lampe par un signal même intense.

L'impédance d'entrée est toujours très élevée, quelquefois même négative, — l'amortissement est nul. Le seul ennui est que l'amplification est inférieure à 1.

Détection diode

La détection diode est probablement la plus employée à l'heure actuelle, tant à cause de la distorsion (qui est minime pour un étage bien étudié) que de la facilité avec laquelle on peut obtenir des tensions continues pour la C.A.V. ou autres dispositifs.

La détection provient simplement du fait que la diode étendue à conductibilité unilatérale, ne laisse passer le courant que pendant les alternances qui rendent la plaque positive.

La figure 6 montre une simple diode détectrice. En général, on utilise des doubles diodes ou des lampes combinées, duo-diode triode par exemple.

La résistance R_1 est la résistance de charge de la diode. Pour la H.F. elle est court-circuitée par C_1 . Comme les tensions B.F. utilisées sont prises aux bornes de R_2 , C_2 doit répondre à deux exigences en partie contradictoires :

a) être assez grand pour court-circuiter effectivement R_2 à la fréquence H.F. utilisée (M.F. dans le cas d'un superhétérodyne) ;

b) être assez petit pour que l'effet de shunt soit négligeable à plus haute des basses fréquences utilisées.

Comme la première demande ne permet guère d'adopter une valeur inférieure à 100 pF, on doit prendre pour R_2 une valeur élevée, par exemple 100.000 ohms. On veut une détection de qualité. Normalement R_1 est à peu près de 500.000 ohms.

Cette question de qualité est importante, d'autant plus que nous sommes à l'entrée de la chaîne à l'étape de la tension H.F. maximum appliquée. En prenant $R_1 = 250.000$ ohms, nous traçons la droite de charge OA telle que $\cot \alpha = 1/R_1$ (en pointillé).

Supposons que la tension maximum de la porteuse soit 10 volts, le point de fonctionnement est en B.

Si la porteuse est modulée à 100 0/0 nous utilisons la partie CD de la droite de charge comprise entre $V_g = 0$ et $V_g = 20$, ce qui donne une tension de sortie (sur l'échelle E_g) de 16,5 volts à peu près.

On voit que la partie la plus courbe des caractéristiques est évitée. Malheureusement, c'est là un cas plutôt théorique.

Pratiquement R_1 est shunté par R_2 et l'impédance d'entrée de la lampe suivante (C_2 est tel que sa capacité est négligeable aux fréquences considérées).

Soit R_2 la résultante de ces diverses résistances en parallèle. R_2 étant inférieur à R_1 , la droite de charge devient la droite EF, et l'on voit que la tension à la même porteur ($V_g = 10$) modulée à 100 0/0 (variation de 0 à 20 volts) toutes les points d'alternances positives seront coupées, d'où sérieuse distorsion (partie hachurée sur la fig. 7).

Heureusement, il est rare que la modulation atteigne 100 0/0, mais il n'en reste pas moins vrai que pour réduire la distorsion, R_2 ne devrait pas être de beaucoup inférieur à R_1 . Or nous avons vu que R_2 est la résultante de R_1 , R_2 et de l'impédance d'entrée de la lampe suivante en parallèle. Cette dernière résistance peut en général être considérée comme étant négligeable, aussi la condition pour une distorsion minimum est-elle que R_2 soit beaucoup plus grand que R_1 , pratiquement au moins dix fois.

On trouve facilement, en partant de la figure 7, et en utilisant l'effet Miller sur la lampe suivante et la résistance interne de la diode, que la profondeur maximum de modulation acceptable sans distorsion est

$$k = \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

avec $R_2 = 10 R_1$, $k = 91$ 0/0.

Soit p le rendement de la détection, c'est-à-dire le rapport de la tension B.F. obtenue à la tension H.F. appliquée. Le gros désavantage de la détection diode est qu'elle amortit le circuit qu'elle alimente. Cet amortissement équivaut à la mise en parallèle sur le circuit d'une résistance R_p telle que :

$$R_p = \frac{R_2}{2p}$$

Considérons R_2 comme formé de R_1 et R_2 en parallèle.

$$R_p = \frac{R_1 R_2}{2(R_1 + R_2)}$$

avec $R_1 = 100.000$ ohms et $R_2 = 10 R_1 = 1$ mégohm

$R_p = 45.000$ ohms approximativement.

On voit que l'amortissement est assez important.

En résumé pour obtenir de bons résultats, on doit observer les points suivants (fig. 6)

a) choisir R_1 et C_1 de manière à remplir les conditions déjà mentionnées (distorsion sur les aigus) ;

b) prendre R_2 au moins dix fois supérieur à R_1 (distorsion en pointe de modulation) ;

c) travailler avec une tension H.F. d'attaque élevée, au-dessus de 10 volts, pour utiliser les parties droites des caractéristiques (distorsion parabolique pour de faibles tensions d'attaque).

Détection « grille »

La détection par courbure de caractéristique de grille, ou détection grille, est similaire à la détection grille-cathode étant constituée (fig. 8) par la cathode et la première grille d'une triode (ou penthode). Les tensions BF détectées apparaissent aux bornes de R_1 - C_1 , et sont appliquées ipso facto à la grille. On les retrouve amplifiées sur la plaque, ainsi d'ailleurs qu'une composante H.F. dérivée à la masse à travers C_2 . Cette même composante H.F. fournit un moyen facile de compenser l'amortissement apporté sur le circuit d'entrée, par l'emploi de la réaction. Mais cela est une autre histoire...

Le départ de la caractéristique $E_1 - I_1$ est très sensiblement parabolique ; en se reportant au chapitre « détection plaque » on voit que la courbe détectée contient trois composantes.

a) la composante continue, qui crée aux bornes de R_1 une polarisation proportionnelle au carré de l'amplitude de la portuse et au carré de la profondeur de modulation. Comme cette polarisation est en quelque sorte automatique, et incontrôlable, seules de faibles tensions peuvent être redressées et la détectrice est facilement surchargée.

b) une composante B.F. d'amplitude $k E_1^2$, qui est la tension désirée.

c) une composante B.F. d'amplitude $1/4 k E_1^2$, qui est l'harmonique de la proportion d'harmonique deux par rapport au fondamental est $k/4$, de telle sorte que pour 100 0/0 de modulation, on a 25 0/0 de distorsion par harmonique deux.

De même que pour la diode, un certain amortissement est apporté, il est égal à $\frac{R_1}{2}$ pour la diode grille-cathode, avec en parallèle l'amortissement dû à l'effet Miller. Un moyen simple et efficace d'éliminer cet effet est d'utiliser une pentode.

Détections « grille » et « plaque » simultanées

Les deux genres de détection peuvent fort bien se produire simultanément, si les conditions de fonctionnement sont mal choisies. Par exemple, une détectrice grille, dans un montage à tube unique avec liaison par résistances et capacité (fig. 9) peut avoir une tension anodique assez basse pour que le point de fonctionnement se trouve dans une région courbe de la caractéristique plaque.

La détection plaque se superpose alors à la détection grille et outre que le rendement est diminué (la détection grille diminue le courant plaque, la détection anode l'augmente) la distorsion augmente dans des proportions considérables et incontrôlables.

A.V.J. MARTIN

Théorie mathématique de la RÉGULATION par tubes amplificateurs

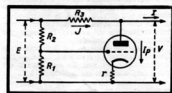
Pour la stabilisation de tension d'alimentation, on utilise souvent le montage indiqué sur la figure, où la variation de la tension de la source fait varier la tension grille, donc également le courant plaque de la lampe.

La variation du courant plaque produit une variation de la chute de tension dans la résistance série R_2 . Pour que le montage fonctionne d'une manière satisfaisante, il faut que les variations de la tension aux bornes de R_2 compensent exactement les variations aux bornes de la source.

Soit α la fraction de la tension de la source appliquée à la grille de la lampe.

$$\alpha = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \quad (1)$$

Afin que la lampe puisse travailler correctement, il faut que la tension grille-



cathode ait une valeur V_g déterminée par ces caractéristiques (par exemple : 6,5V pour une EL3). Il faut donc mettre dans le circuit de cathode une résistance r telle que :

$$V_g = \alpha E - r I_p \quad (2)$$

Soit ΔE la variation de la tension de la source. La variation de la tension grille-cathode de la lampe sera donnée par :

$$\Delta I_p = \alpha \Delta E - r \Delta I_p \quad (3)$$

ΔI_p étant la variation du courant plaque résultant de la variation de la tension grille-cathode.

Si S , est la pente de la lampe au point de fonctionnement, on peut écrire :

$$\Delta I_p = S \Delta V_g \quad (4)$$

Introduisons la valeur de ΔV_g donnée par la formule 3.

$$\Delta I_p = \alpha S \Delta E - r S \Delta I_p \quad (5)$$

$$\Delta I_p = \frac{\alpha S \Delta E}{(1 + rS)}$$

pour que la tension d'utilisation V reste constante, il faut que

$$\Delta E = R_2 \Delta I_p \quad (6)$$

comparons les formules 5 et 6 :

$$\Delta I_p = \frac{\Delta E}{R_2} = \frac{\alpha S \Delta E}{1 + rS}$$

$$R_2 = \frac{1 + rS}{\alpha S}$$

formule qui nous donne R_2 en fonction de la pente de la lampe et de la fraction α de la tension de la source appliquée à la grille.

Le rendement du dispositif est déterminé par la relation

$$\eta = \frac{VI}{EI} = \frac{VI}{E(I + I_p)}$$

ou

$$\eta = \frac{V}{V + R_2(I + I_p)} = \frac{1 + rS}{1 + rS + \alpha S(I + I_p)}$$

d'où on déduit :

$$\eta = \frac{VI}{(I + I_p) [V + \frac{1 + rS}{\alpha S} (I + I_p)]}$$

Le rendement est donc d'autant meilleur que la pente S , est plus grande et que r est plus faible.

On peut supprimer complètement cette résistance en remplaçant la chute de tension rI_p par une batterie d'accus qui, remarquons-le, est toujours maintenue en charge par le courant plaque ou par la tension aux bornes d'une lampe au néon qui dans une certaine région de sa caractéristique est équivalente à une batterie, la tension à ces bornes restant constante pour de grandes variations du courant la traversant.

J. ZAKHEIM,
Ing. E.S.E. et I.E.T.

BREF

● Avant d'être autorisée à assurer un service public sur la bande de 480 à 500 MHz, la TELEVISION EN COULEURS devra avoir fait ses preuves devant la F.C.C. (évidemment attendu avant la fin de 1948).

● On envisage, aux Etats-Unis, la construction de POSTES PORTATIFS DE TELEVISION pour radiopostes, appelés « walkies-talkies ».

● La norme française NFC 97 de l'U.S.E. (Programme d'essais des APPAREILS DE MESURE pour la technique des télécommunications : prototypes) a été homologuée.

● Le premier RADIOTELEPHONE PUBLIC URBAIN vient d'être installé à St-Louis (Etat-Unis). Il comprend un service bilatéral entre tout automobile et abonne du réseau de la compagnie (12 millions d'abonnés). Tout abonné peut téléphoner de sa voiture chez lui ou se faire transmettre un message sur la radio.

● Un constructeur suisse vient de réaliser l'EXPOSITION, appareil qui enregistre à l'instant les communications téléphoniques en l'absence du correspondant, qui peut ensuite se les faire transmettre à distance, puis effacer l'enregistrement et mettre de nouveau l'appareil en ordre de marche. Le durée de l'enregistrement est de 40 minutes.

POUR ou CONTRE
la modulation de fréquence

RÉPONSE à une RÉPONSE

M. Aschen (1) aime la modulation de fréquence. Je ne le lui reproche pas. Tous les goûts sont dans la nature.

Mais, par contre, je lui reprocherai de commettre une erreur en confondant une application avec le principe, une partie avec le tout, quand il m'accuse de ne pas aimer la modulation de fréquence (ce ne peut être qu'une erreur et bien qu'elle facilite à M. Aschen sa tâche de polémiste, je ne peux que la considérer comme telle).

En effet, si je m'éleve avec véhémence contre l'application de la modulation de fréquence à la radiodiffusion publique, l'estime, au contraire, comme il est d'ailleurs stipulé noir sur blanc dans mon article, paru dans le n° 105 de *Toute la Radio*, qu'elle permet des réalisations extrêmement fertiles dans le domaine professionnel.

S'il en était autrement, je serais, d'ailleurs, en contradiction avec moi-même, puisque je suis titulaire d'un brevet concernant un dispositif de génération d'ondes modulées en fréquence.

Je n'ai jamais douté un seul instant que M. Aschen ne « traite du fonctionnement de la modulation de fréquence avec un niveau mathématique assez élevé » dans son livre « Radiophonie à modulation de fréquence », en préparation », mais j'avoue que cela ne constitue pas pour moi, un argument décisif en faveur de l'application de la modulation de fréquence à la radiodiffusion.

Reprenons maintenant les points incriminés :

1° Haute fidélité

S'il est très compliqué, d'après M. Aschen, de réaliser un récepteur à modulation d'amplitude avec une bande passante de 15 kHz que l'on obtient avec des récepteurs à modulation de fréquence avec une bande passante de 100 kHz ?

Quant à la question bruit de fond, j'ai eu personnellement en main des récepteurs ayant une sensibilité de 18 μ V avec une bande passante de 16 à 17 kHz (-9 dB à 16 kHz) sur 30 MHz, et il est très hasardeux de se fier, dans ces limites, à une formule, qui tout en étant exacte, à un domaine d'application dont on ne peut sortir sans tenir compte de la « personnalité » du récepteur étudié.

Encore une fois, je suis en désaccord avec le point de vue égocentriste de M. Aschen en ce qui concerne l'installation d'un seul émetteur par ville et je ne puis que répéter ce que j'ai déjà écrit et ce celui : « qu'on examine le courant de la Radiodiffusion Française, et l'on verra immédiatement ressortir l'impossibilité sociale d'une telle solution ».

Il ne faut pas, en effet, considérer la radiodiffusion comme une fin en soi, mais songer qu'elle n'existe que parce qu'elle est au service de centaines de milliers

d'auditeurs qui ont le droit (et même le devoir...) de ne pas être tous du même avis et qui ont le droit (et là le devoir incombe à la radiodiffusion) de voir leurs goûts satisfaits, en moyenne, par plusieurs programmes simultanés.

2° Dynamique

Tout a fait d'accord en ce qui concerne l'augmentation de 12 db (1 à 4) de la dynamique ; ce n'est toujours pas la dynamique intégrale, mais il y a une amélioration notable. Cependant, cette amélioration est possible avec un récepteur à modulation d'amplitude comportant un amplificateur symétrique comme un récepteur autrichien de construction soignée, obtenu récemment, qui, sur une bonne émission (B.B.C.), donne des résultats nettement supérieurs à un bon récepteur normal.

3° Effet antiparasite

Il est de fait qu'un récepteur à modulation d'amplitude est toujours sensible aux variations d'amplitude, notamment à celles qu'entraînent les tensions parasites. Seulement, si on travaille dans une bande de fréquences à peu près complètement dépourvue de parasite, comme celle que je préconise dans mon article, il n'y a aucune différence sensible entre les deux procédés.

Quant à l'exemple que choisit M. Aschen, des « parasites-voiture » sur une fréquence de 300 MHz, il ne correspond en aucune façon à un point de comparaison entre les deux procédés puisque : dans mes articles j'envisageais la comparaison entre la modulation d'amplitude sur des O.C. supérieures à 10 m et la modulation de fréquence sur des ondes inférieures à 10 m, en essayant de démontrer la plus grande simplicité de réalisation, à résultats égaux, avec le standard modulation d'amplitude, sur la bande considérée, par rapport au standard modulation de fréquence dans la bande proposée par ses promoteurs.

b) Dans mon article de *Toute la Radio*, je choisis moi-même le cas des communications dans un champ de « parasites-voiture » pour démontrer la supériorité de la modulation de fréquence sur la modulation d'amplitude dans le domaine professionnel.

Je ne comprends donc pas très bien le sens de cette réponse parallèle au sujet traité.

4° Puissance H.F. plus grande

M. Aschen nous dit :

« Nous obtenons des communications entre voitures distantes de plusieurs km dans le centre de Paris ».

Bon. Mais combien le centre de Paris a-t-il de km de diamètre (en admettant qu'il soit rond.) ?

De toute façon, ce ne peut-être qu'en visibilité directe, entre deux endroits dégagés, c'est un fait connu, élémentaire même, que :

« La modulation de fréquence ne présente dans ce domaine [la propagation], que des inconvénients, qui conduisent à limiter pratiquement son emploi aux ondes se propageant en visibilité directe, et à éviter toute réflexion ».

Voilà ce qu'en dit le Professeur P. Beson dans son article de *l'Onde Electrique*, n° 220, avril 1946, page 158, qui fait partie d'une série où il traite dans toute son ampleur la question de la modulation de fréquence.

Dans son ouvrage « Frequency Modulation », considéré comme fondamental aux U.S.A., Hurd ne dit pas autre chose à ce sujet.

Mais, même si on admet que les essais ont été faits dans les conditions précitées, il n'y a pas là de « réponse » à mon opinion, bien au contraire, ils ne font que corroborer ce que j'écrivais dans mon article de *Toute la Radio*, en prenant comme exemple d'utilisation fertile de la modulation de fréquence, la communication entre deux voitures.

Il en va, d'ailleurs, de même pour les courbes signal/parasite, similaires à celles publiées par le Professeur Beson ou par Hurd.

Je ne vois encore ici rien d'autre qu'un parallélisme important entre nos points de vue.

Cela dit, je ne me pose en aucune façon en défenseur de la modulation d'amplitude. Je ne vois aucun inconvénient à ce qu'on installe des émetteurs modulés en fréquence à l'usage de quelques établissements ou snobs.

Mais je trouverais absolument inadmissible qu'on fasse supporter à l'auditeur les doubles frais d'une reconversion complète du réseau de radiodiffusion en faveur d'un système qui ne comporterait pas des avantages incontestables par rapport à celui existant, et qu'il faudrait bientôt remplacer à nouveau.

J'écris double frais, car il y a, d'une part, ceux imposés au contribuable et, d'autre part, le prix d'achat d'un nouveau récepteur qui, à l'heure actuelle, serait loin d'être à la portée des budgets modestes.

J'ai, dans mon article du n° 105 de *Toute la Radio*, voulu démontrer, en traçant une parallèle entre modulation de fréquence et modulation d'amplitude, l'existence, du point de vue radiodiffusion, d'avantages incontestables de la première relativement à la seconde.

Etant donné les progrès rapides de la science radiodiffusive, la modulation d'amplitude, en tant que système unique de radiodiffusion, entre ou va entrer dans le domaine des « vieilles lunes » qui ont fait leur temps.

C'est pourquoi j'envisageais le système à modulation par impulsions qui, lui, présente des avantages incontestables par rapport à la modulation d'amplitude.

M. Aschen n'a pas dans sa « réponse » porté le débat sur cette question, qui constituait pourtant la conclusion de mon article.

Il se contente de terminer en écrivant : « ... la modulation par impulsions ne pourra pas être appliquée à la haute fidélité ».

J'avoue que cet « a priori » me ne satisfait aucunement ; c'est la raison pour laquelle j'attends avec impatience, afin d'y porter tout l'intérêt qu'un tel sujet mérite, les résultats de ses mesures sur la modulation par impulsion, qu'il nous promet. CH. DREYFUS-PASCAL.

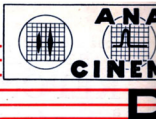
★ NOTRE COUVERTURE ★

représente une prise de vue de télévision dans les studios de la National Broadcasting Corporation.

Les nouvelles caméras de la N.B.C. utilisent le tube image-orthicon décrit dans l'article « L'Iconoscope et ses perfectionnements », page 232, du présent numéro.

(1) Voir l'article *Pour la modulation de fréquence*, par R. Aschen. *Toute la Radio*, N° 107.

ANALYSEUR



Nous avons déjà publié la description d'un Analyseur cinématographique destiné au dépannage H.F., M.F. et B.F. Depuis cette publication, nous avons reçu un grand nombre de lettres.

Beaucoup de nos lecteurs nous ont demandé une réalisation simple fonctionnant avec un oscillographe séparé et avec un générateur H.F. et B.F. distincts, ces appareils étant déjà en leur possession. Nous avons suivi ces conseils, et la réalisation que nous présentons aujourd'hui correspond aux desiderata exprimés dans la majorité des lettres.

Que peut-on dépanner avec un tel appareil ? Permet-il la réception panoramique ?

La réalisation d'aujourd'hui est le fruit d'une étude très approfondie que nous avons menée en coopération avec les spécialistes des centres de dépannage. Au lieu de réaliser un appareil universel, nous avons suivi les sages conseils de nos lecteurs en bornant nos activités à un appareil destiné seulement à la H.F., M.F. et détection. Il peut être complété très facilement par des appareils supplémentaires pour former l'équipement complet d'une station-service.

Les possibilités qu'il nous offre sont les suivantes :

- 1° Réception panoramique sur n'importe quel récepteur comportant une M.F. réglée sur 472 kHz ou à une fréquence voisine ;
- 2° Vérification des étages H.F. par la courbe de sélectivité, gains et interférences ;



Fig. 1 (ci-dessus). — Réception panoramique H.F. L'analyseur est branché avant détection, on voit donc la haute fréquence dans sa courbe enveloppe sur l'écran de l'oscillographe.

Fig. 2 (ci-dessous). — Réception panoramique B.F. L'analyseur est branché après détection. Seule la courbe enveloppe apparaît, débarrassée de toute ton H.F. En comparant les figures 1 et 2, on voit la correspondance exacte des deux courbes.



- 3° Vérification de l'étage changeur de fréquence ;
- 4° Vérification des étages M.F. ;
- 5° Vérification de l'étage détecteur ;
- 6° Vérification des bobinages H.F. ou M.F. ;
- 7° Vérification des bobinages, condensateurs, etc.

Ce dernier chapitre a été traité avec beaucoup de détails par mon collègue Haas. Les autres ont été décrits plusieurs fois par mon ami Alsberg et par moi-même (1). Nous n'en parlerons donc plus aujourd'hui.

Comment employer l'analyseur cinématographique ?

L'appareil sera connecté — d'un côté au récepteur à dépanner et de l'autre à un oscillographe d'un type normal. Nous relèverons sur l'oscillographe le gain des étages (elongation verticale) et la fréquence des ondes reçues (position horizontale). Si le récepteur n'est pas en panne, on obtiendra une vision panoramique des ondes reçues par l'antenne et amplifiées par la H.F. ou par la B.F. même, ou encore par les deux étages à la fois. Connectons pour cela l'analyseur à la plaque de la changeuse de fréquence par l'intermédiaire d'un petit condensateur fixe de 10 pF placé près de la plaque.

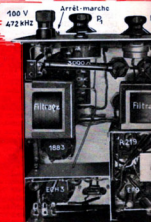
La sortie de l'analyseur sera reliée à un oscillographe existant. Si ce dernier passe et amplifie des signaux de 400 kHz, l'analyseur fonctionnera en M.F. Dans le cas contraire, l'analyseur fournira une tension détectée que n'importe quel oscillographe peut amplifier. Nous avons donc prévu deux prises à la sortie dont une devra être reliée à l'oscillographe. La première est marquée M.F. et la seconde B.F.

En M.F. nous verrons l'oscillogramme de la figure 1 qui correspond à la réception panoramique de la gamme des 50 mètres. La même gamme, vue en B.F., se traduira par une série de courbes qui suivent exactement les contours des enveloppes lumineuses de la figure 1, et qui se traduisent par l'oscillogramme de la figure 2.

Ces images nous montrent la sélectivité des circuits H.F.

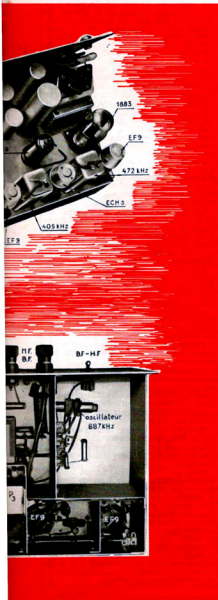
En tournant les C.V. du récepteur, nous remarquerons les images de grande amplitude défilant de gauche à droite et de signaux de petite amplitude défilant dans le sens contraire. La différence entre ces amplitudes nous indique l'affaiblissement des fréquences-images et en même temps la surtension du circuit

(1) Lire notamment les études consacrées à la question dans le Cahier N° 2 de *Toute la Radio* et dans les numéros 101 et 106 de *Toute la Radio*.





SERVICE



H.F. Bien entendu, les images à grande amplitude peuvent également défiler dans l'autre sens, suivant la façon dont on varie l'accord du récepteur. On peut donc vérifier la qualité et l'alignement des circuits, c'est-à-dire la commande unique. Avec un peu d'habitude on arrive à vérifier très rapidement la partie H.F.

Si vous tournez la commande d'un trimmer H.F. ou la commande d'un noyau de fer d'un circuit H.F., l'élongation verticale ne doit plus monter si la commande unique est bien établie. Si l'élongation augmente, le circuit est mal réglé.

En petites ondes, la sélectivité H.F. est plus élevée qu'en ondes courtes, la bande de vision panoramique est donc plus étroite.

Lorsque vous passez sur l'accord exact, l'amplitude augmente dans le centre de l'écran et vous entendez en même temps l'émission. Dans le centre de l'écran on observe une augmentation brusque provenant de la sélectivité de l'enroulement primaire du premier transformateur M.F.

En reliant l'analyseur à la plaque de la lampe M.F., on obtiendra une amplitude plus élevée permettant la mesure du gain et une sélectivité également plus élevée qui se traduit par une disparition des images à quelques kHz du centre. Si l'on suit le sommet d'une image que l'on déplace par la variation de la fréquence du signal H.F. ou M.F., on obtient la courbe de sélectivité des étages précédents.

Nous pouvons ainsi mesurer les gains et la sélectivité à n'importe quel endroit de l'amplificateur M.F.

On peut facilement étalonner l'échelle horizontale à l'aide d'un signal dont on connaît la fréquence. Une fois ce réglage effectué, on peut entreprendre toutes les mesures concernant la stabilité de fréquence du récepteur.

La méthode cinématique indique simultanément la fréquence et l'amplitude. C'est certainement un avantage que l'on ne trouve dans aucune autre méthode.

Notre appareil ne permet pas le dépannage de la partie basse fréquence du récepteur, car l'oscillographe séparé amplifié avec un oscillateur B.F. se charge entièrement de cette tâche, du moins en attendant la sortie de notre analyseur destiné spécialement à la basse fréquence. Ce dernier nous indiquera la courbe de réponse après détection et le gain à chaque électrode.

Revenons maintenant à la description de l'appareil analyseur H.F. et M.F.

L'appareil (voir le schéma complet) commence par un étage d'entrée à large bande (472 ± 50 kHz) relié à un étage changeur de fréquence dont l'oscillateur est modulé en fréquence avec un swing de ± 50 kHz autour de 877 kHz. La sortie de la changeuse se trouve

reliée à l'entrée d'un amplificateur M.F. accordé sur 405 kHz. Ce dernier sera aussi sélectif que possible, afin d'obtenir des images à grand pouvoir séparateur. La sortie de l'amplificateur M.F. peut être reliée directement à l'oscillographe, si ce dernier est bon en M.F.; sinon, on effectue la liaison après détection pour amplifier en basse fréquence. L'analyseur peut donc fonctionner avec n'importe quel oscillographe.

La synchronisation entre le déplacement horizontal du spot et la variation de fréquence de l'oscillateur s'effectue par un couplage direct entre la base de temps et la grille de la lampe de glissement. Comme nous avons un balayage en dents de scie, aucune déphasage n'est à craindre, ce qui constitue une nouvelle simplification de l'appareil. Le couplage sera aussi direct que possible entre les plaques de la déviation horizontale de l'oscillographe et la grille de la lampe de glissement. Cette dernière travaille suivant une caractéristique linéaire, comme le montre la figure 3. Le tube employé est le R 219 monté en triode. On peut également utiliser un tube 6 J 7 ou 6 K 7, le swing restera linéaire sur une gamme de ± 30 kHz.

L'appareil comporte un potentiomètre pour le réglage du swing et un autre pour le réglage de la sensibilité.

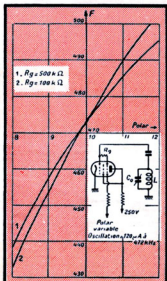


Fig. 3. — Courbes de glissement de la pentode HF. R 219.

SENSIBILITÉS DE L'ANALYSEUR

- N° 1. — Pour 100 μ V à l'entrée, on obtient 350 μ V à la grille de la changeuse. Fréquence : 472 kHz.
- N° 2. — Pour 100 μ V à l'entrée (472 kHz), on obtient 2.000 μ V sur 405 kHz à la grille de la 1^{re} M.F.
- N° 3. — Pour 100 μ V à l'entrée (472 kHz), on obtient 30.000 μ V sur 405 kHz à la grille de la 2^e M.F.
- N° 4. — Pour 100 μ V à l'entrée (472 kHz), on obtient 300.000 μ V sur 405 kHz à la sortie M.F. destinée à l'oscillographe.
- N° 5. — Gain de conversion 3.000 : 300 = 9,5 (405 kHz).
- N° 6. — Gain 1^{re} M.F. 30.000 : 3.000 = 10 (405 kHz).
- N° 7. — Gain 2^e M.F. 300.000 : 30.000 = 10 (405 kHz).
- N° 8. — Gain amplificateur large bande 350 : 100 = 3,5 (472 kHz).
- N° 9. — Gain total $9,5 \times 10 \times 6,7 \times 3,5 = 2.000$.
- N° 10. — En reliant l'analyseur à la plaque d'une changeuse d'un récepteur, le gain atteint en ondes courtes 100 $\times 9,5 \times 10 \times 6,7 \times 3,5 = 200.000$.
- N° 11. — Dans ces conditions 1 μ V H.F. correspond à 0,5 volt M.F.
- N° 12. — En reliant l'analyseur à un oscillographe dont le gain est de 500 sur 405 kHz, le gain total atteint 100 $\times 9,5 \times 10 \times 6,7 \times 3,5 \times 500 = 5 \times 10^6$.
- Donc 1 μ V H.F. correspond à 5 volts efficaces, soit environ 5 mm de déviation verticale.

Un commutateur simple permet de passer sur M.F. ou L.F. La sortie s'effectue à l'aide de 3 bornes, une pour la masse et les deux autres pour le branchement à l'oscillographe (M.F. ou L.F.).

Comme pour l'amplificateur accordé sur 472 kHz à large bande. On obtient la bande voulue correspondant à ± 50 kHz à 6 db, en amortissant l'enroulement primaire et l'enroulement secondaire par 20.000 ohms et en déréglant légèrement chaque accord des enroulements. On peut relever la courbe de l'étage 472 kHz en remplaçant le transformateur 405 kHz dans la plaque de la changeuse par une résistance de 5.000 ohms et en connectant l'oscillographe à l'ampoule aux bornes de la résistance.

En variant la fréquence du signal injecté à l'entrée tout en maintenant constant sa tension, on peut relever la courbe de réponse en notant les différentes valeurs lues au voltmètre et correspondant aux fréquences à transmettre.

Après l'amplificateur à large bande, nous arrivons à la changeuse de fréquence dont l'oscillateur est modulé en fréquence avec un swing de 50 kHz. Le bobinage oscillateur sera à très faible capacité répartie, c'est une condition essentielle pour le bon fonctionnement de la réception panoramique, car la modulation de fréquence de l'oscillateur est basée sur la variation de la capacité dynamique :

$$C = C_0 + C_1 (1 + K)$$

C_0 est la capacité grille-cathode
 C_1 est la capacité grille-anode,
 et K est le coefficient d'amplification du tube que l'on varie par la tension de modulation appliquée à la grille de suppression et à la grille de commande. La fréquence varie selon les courbes de la figure 3.

On commence par ajuster la polarisation de la lampe de glissement à sa valeur normale. Ensuite, on injecte un signal de 472 kHz à l'entrée de l'analyseur, le transformateur 405 kHz étant connecté dans la plaque de la changeuse comme précédemment. On connecte un oscillographe à la sortie de l'analyseur. Le potentiomètre P se trouve du côté de la masse. Si l'amplificateur 405 kHz est bien aligné, on obtient une déviation verticale sur l'écran du tube lorsque l'oscillateur oscille sur 887 kHz.

Le réglage de la fréquence de l'oscillateur s'effectue à l'aide du noyau de

fer que l'on tourne dans un sens ou dans l'autre.

Une fois le maximum d'élongation obtenu, on applique la tension de la base de temps de l'oscillographe à l'entrée du potentiomètre P.

En variant la tension à l'entrée de la lampe de glissement, on fait varier simultanément le swing. La fréquence de balayage est égale à 50 p/s, et le maximum de swing correspond à ± 60 kHz (lorsque le curseur de P se trouve en haut). Le réglage de P déplace horizontalement l'image provenant du signal injecté à l'entrée. En variant le swing, on doit également varier le réglage de la polarisation de la lampe de glissement, afin de centrer l'image sur 472 kHz.

Comme nous travaillons à swing constant, le centre de l'image sur 472 kHz et en vertice ensuite si le balayage horizontal correspond bien à ± 50 kHz et si la répartition horizontale est linéaire. Pour cela, des accordons de générateur de plus ou moins 50 kHz et vérifions les déplacements correspondants. La tension de polarisation qui donne la meilleure linéarité est de 10 volts. Si l'image reste dans le centre, lorsqu'on injecte un signal de 472 kHz à l'entrée de l'analyseur et en variant ensuite le réglage de P, l'oscillateur est au point. Si le réglage de la polarisation ne suffit pas pour maintenir le 472 kHz dans le centre de l'écran, on variera légèrement le réglage de la bobine oscillatrice en agissant sur son noyau. Ce petit travail de patience vaut la peine d'être effectué, car il fait pénétrer dans tous les secrets de la lampe de glissement. C'est la seule mise au point qui demande un peu de temps.

Faisons varier la fréquence du générateur et suivons bien le déplacement de l'image. Elle doit demeurer de même largeur, mais sa hauteur passe par un maximum au centre de l'écran étant donné la courbe de réponse de l'amplificateur à large bande qui tombe légèrement aux extrémités.

L'affaiblissement aux bords est de l'ordre de 6 db.

La mise au point de l'amplificateur 405 kHz se conclut de la même façon que celle d'importe quel amplificateur M.F. La sensibilité des transformateurs 405 kHz doit être aussi élevée que possible si l'on veut obtenir une image à base étroite.

Dans l'analyseur réalisé industriellement par Soral, la sensibilité sur 405 kHz atteint 15 kHz à 60 db.

Une fois la mise au point terminée, nous pouvons relier l'entrée de l'analyseur à la plaque de la changeuse de fréquence d'un récepteur, en insérant un petit condensateur de 10 pF dans le fil de connexion, le condensateur étant placé à la sortie de l'anode de la changeuse. Si le récepteur est en ordre de marche, nous commencerons par observer la gamme des ondes courtes où l'on voit presque toutes les stations de la gamme des 50 mètres. Cet état de réception panoramique sera indispensable, car il montrera toutes les possibilités de l'analyseur en très peu de temps. Le potentiomètre Pa permet le réglage de la sensibilité.

Après la gamme des ondes courtes, nous ferons une excursion dans la gamme des petites ondes et, finalement, dans la gamme des grandes ondes.

L'oscillateur 887 kHz est visible en P.O. Nous avons ainsi un signal qui nous suffira pour commencer le dépannage éventuel en P.O. En O.C. il y a toujours des émetteurs qui fonctionnent et en G.O. nous trouvons Deiwitich toute la journée. Il y a donc de quoi satisfaire notre curiosité et, ce qui est plus utile, de quoi dépanner un récepteur. Les autres fréquences définies à l'alignement seront celles d'un oscillographe H.F. auxiliaire ou, à la rigueur, celles d'émetteurs à fréquences connues.

La réception panoramique ayant été ainsi réalisée avec succès, relient l'analyseur à la plaque de la lampe M.F. à la diode de détection ou encore à la diode d'antifading. On doit trouver chaque fois un maximum de la hauteur de l'image sur 472 kHz.

Nous n'avons nullement besoin d'un générateur accordé sur 472 kHz car n'importe quel signal H.F. nous montrera si l'amplificateur du récepteur est bien accordé. Le centre du tube correspond à 472 kHz. Nous sommes donc en présence d'un fréquencemètre d'assez bonne précision pour une mise au point ou pour un dépannage.

Verticalement, nous avons les amplitudes, donc les gains des différents étages.

L'analyseur remplit les fonctions d'un fréquencemètre (déviation horizontale) et les fonctions d'un voltmètre à lampes accordé (déviation verticale). Les deux mesures s'effectuent simultanément.

Le balayage horizontal fonctionnera au mieux sur 60 s.

On peut synchroniser la base de temps sur la fréquence du secteur.

Le schéma général montre dans des cercles toutes les tensions relevées sur la maquette.

Nous avons également mesuré les différents gains de chaque étage de l'analyseur ; les résultats sont résumés dans le tableau ci-dessus.

Le courant d'oscillation de la ECHS ne doit pas dépasser 120 microampères. Un courant plus élevé réduirait le swing, un courant moins élevé augmente le bruit de fond.

J'espère que ces renseignements sont suffisamment détaillés et précis pour donner enfin satisfaction aux très nombreuses lettres que m'a valu l'application de la méthode cinématique.

Robert ASCHEN.

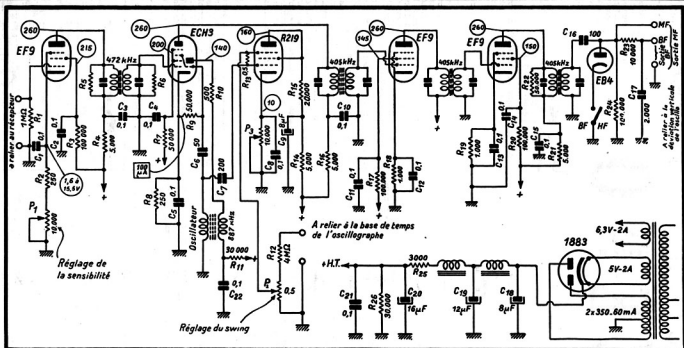


Schéma général et nomenclature

Référence	Valeur	Puissance
R ₁	1 M	1/4 W
R ₂	250	1/2 W
R ₃	0.1 M	1/2 W
R ₄	5.000	1/2 W
R ₅	30.000	1/4 W
R ₆	30.000	1/4 W
R ₇	50.000	1 W
R ₈	250	1/2 W
R ₉	50.000	1/4 W
R ₁₀	300	1/2 W
R ₁₁	30.000	1/2 W
R ₁₂	4 M	1/2 W
R ₁₃	0.5 M	1/4 W
R ₁₄	5.000	1/2 W
R ₁₅	20.000	1 W
R ₁₆	5.000	1/2 W
R ₁₇	0.1 M	1/2 W

R ₁₈	1.000	1/2 W
R ₁₉	1.000	1/2 W
R ₂₀	0.1 M	1/2 W
R ₂₁	5.000	1/2 W
R ₂₂	0.05 M	1/4 W
R ₂₃	0.1 M	1/2 W
R ₂₄	3.000	10 W
R ₂₅	30.000	1 W
P ₁	10.000	1/2 W
P ₂	0.5 M	1/2 W
P ₃	10.000	1/2 W

CONDENSATEURS

Référence	Valeur	Isolations
C ₁	0.1 μ P	1.500 V
C ₂	0.1 μ P	1.500 V

C ₃	0.1 μ P	1.500 V
C ₄	0.1 μ P	1.500 V
C ₅	0.1 μ P	1.500 V
C ₆	90 cm	1.500 V
C ₇	200 cm	1.500 V
C ₈	0.1	1.500 V
C ₉	8 μ P	500 V
C ₁₀	0.1	1.500 V
C ₁₁	0.1	1.500 V
C ₁₂	0.1	1.500 V
C ₁₃	0.1	1.500 V
C ₁₄	0.1	1.500 V
C ₁₅	0.1	1.500 V
C ₁₆	100 cm	1.500 V
C ₁₇	2.000 cm	1.500 V
C ₁₈	8 μ P	500 V
C ₁₉	12 μ P	500 V

C ₂₀	2 x 8 μ P	500 V
C ₂₁	0.1 μ P	1.500 V
C ₂₂	0.1 μ P	1.500 V

DIVERS

Bobinage 472 kHz à large bande ;
 Bobinage 405 kHz à bande étroite ;
 Oscillateur 887 kHz ;
 Transformateur d'alimentation ;

Centre d'Etudes G.A.G.

Oscilloscope M.P. et D.P.
 Elzet et Desjardins, Philips,
 S.I.M., Laboratoire Industriel
 Radiélectrique.

Analyseurs complets ;
 Soral.

autour du ZÉRO absolu

Première leçon d'humilité

L'article intitulé « Qu'est-ce que le vide ? », que nous avons publié dans le n° 107 de *Toute la Radio*, a provoqué chez quelques-uns de nos lecteurs des réactions intéressantes. Il s'en est suivi un afflux de correspondances, d'où il ressort que des aspirations (c'est bien le mot qui convient !) se manifestent, pour élargir un peu le domaine des sujets traités. C'est ainsi que l'on nous a demandé de parler du zéro absolu.

Bien que cette question semble un peu en dehors des préoccupations habituelles de la technique radio, nous avons pensé qu'il le serait pas inutile de nous y appesantir, l'électro-technicien ayant beaucoup à apprendre des phénomènes qui se produisent aux très basses températures, et l'électronique y subissant parfois des effets extraordinaires.

Disons tout d'abord, qu'en raisonnant par l'absurde, on pourrait postuler que le zéro absolu n'existe pas plus que le vide parfait. Il s'agit d'un mythe, d'une chimère, que l'on ne constaterait jamais expérimentalement. Il est aussi impossible d'imaginer un appareil qui donnerait une température égale au zéro absolu, qu'une radiation ou un corpuscule accéléré dont la vitesse serait supérieure à celle de la lumière dans ce qu'on appelle le vide. Dans le premier cas, toutes les parties de l'appareil soumises à cette « température » (laquelle, en fait, n'existerait pas), auraient une inertie totale et absolue et dans le second, le corpuscule aurait une masse infinie. Ces deux conceptions sont naturellement inconcevables.

Cet article débute donc par une leçon d'humilité. Nous pourrions parler du zéro absolu ; mais nous ne pouvons qu'observer ce qui se passe à son voisinage. Ce n'est peut-être pas suffisant pour les pêcheurs d'absolu (c'est le cas de le dire !), mais le physicien y découvre, par contre, un monde étrange et magnifique. Aussi, allons-nous faire ensemble, si vous le voulez bien, un voyage au pays des grands froids.

Tout est relatif

Tout d'abord, qu'est-ce qu'un grand froid ? Et même, qu'est-ce que le froid ? Au risque de passer pour un négateur professionnel, nous dirons ici encore que « froid » et « chaleur » sont des expressions commodes, mais qui n'expriment rien de concret ; ce sont uniquement des termes de comparaison.

Une température de -50°C , telle que celle qui règne dans la stratosphère, nous paraît, à nous Européens occidentaux, horriblement froide. Elle serait cependant torride pour les explorateurs astronomiques qui mettraient le pied sur le sol lunaire non éclairé par le Soleil, puisqu'ils y trouveraient une température de l'ordre de -150°C . Nous nous réjouissons, en 44, lorsque, sous l'effet des rayons solaires, le thermomètre indique $+30^{\circ}\text{C}$; mais cette température est « froide » par rapport à la surface incandescente du soleil, ou photosphère, qui est de l'ordre de 6.000°, laquelle est elle-même plus que « sibérienne » si nous la comparons à celle de l'intérieur du soleil, où elle dépasse vingt millions de degrés.

Donc, dans ce cas aussi, tout est relatif. Il serait presque indiqué de ne pas employer le mot « froid », et de ne se servir que du mot « chaleur », celui-ci désignant l'impression produite par la température. On pourrait ainsi arriver à parler de chaleurs « plus ou moins froides », ce qui, après tout, ne serait pas plus absurde que d'appeler « tube à vide » une ampoule dans laquelle on peut encore trouver des millions de molécules.

Précisions

Bien qu'il soit impossible de parvenir au zéro absolu, on a néanmoins pu déterminer sa valeur par rapport aux échelles habituelles. Cette valeur est de $-273,16^{\circ}\text{C}$. Comme il s'agit de la plus basse température imaginable, on la considère comme référence, en lui donnant le nom de zéro absolu, ou 0°K , ce symbole étant un hommage au savant phy-

sicien britannique Kelvin. Ainsi, la température de la glace fondante est d'environ 273°K , celle de l'ébullition de l'eau de 373°K , etc...

Il faut ici souligner que dans la recherche des très basses températures, il y a encore beaucoup de progrès à accomplir. En effet, un excellent physicien français, M. Y. Le Grand a fait très justement remarquer que ce sont les rapports des températures absolues plutôt que leurs différences qui mesurent le progrès dans la conquête du froid. Entre la température ambiante, laquelle est de l'ordre de 300°K , et celle de 1°K , qui a longtemps constitué la limite, il y a le même genre d'écart qu'entre 1°K et le record actuel qui tend à s'approcher de $0,003^{\circ}\text{K}$. Or, ce n'est pas parce que ce dernier nombre est numériquement petit qu'il faut se croire tout près du but. M. Le Grand précise qu'en toute rigueur, l'expression courante « les températures voisines du zéro absolu » n'a pas de sens, car l'insensible n'a pas plus de voisins que l'infini, et personne n'aurait l'idée de parler de températures « voisines de la température infinie » pour indiquer des températures très élevées, comme celles de l'intérieur du Soleil, par exemple.

La course aux records

Avant d'examiner les différents effets obtenus sur la matière autour du zéro absolu, nous croyons intéressant de montrer par quelques étapes on a pu parvenir aux résultats les plus récents. Le tableau suivant donne le nom des expérimentateurs, la méthode utilisée, la date de réalisation, et la température obtenue.

EXPERIMENTATEURS	DATE	METHODE	Température
Thilorier	1823	Solidification de l'acide carbonique	190° K
Mitchell	1830	Solidification de l'acide carbonique et de l'éther sous faible pression	173° K
Pictet	1877	Liquéfaction de l'air	90° K
Olszewski	1884	Solidification de l'azote sous faible pression	48° K
Dewar	1906	Liquéfaction de l'hydrogène	20° K
Kammerlingh-Onnes	1908	Liquéfaction de l'hélium	4° K
Glague et Mc Dougall	1953	Démagnétisation adiabatique de sels paramagnétiques ..	$0,25^{\circ}\text{K}$
De Haas et Wiersma	1955	Id.	$0,0034^{\circ}\text{K}$

Les méthodes utilisées sont, comme on le voit, différentes. Les premières sont basées sur l'application de la formule simplifiée bien connue de l'état gazeux

$$pV = RT$$

dans laquelle le produit de la pression (donc le nombre de molécules) par le volume est égal à la constante des gaz parfaits R multipliée par la température absolue. On déduit de cette formule qu'à température constante, le volume du gaz est inversement proportionnel à la pression, et que, lorsque cette dernière ne varie pas, le volume croît proportionnellement à la température. Ainsi, si l'on déduit un gaz d'une certaine quantité sans produire de travail extérieur, on doit constater une certaine variation de température. C'est ce principe qui est appliqué dans la production du froid ménager où, pour une variation de pression de 1 atm le gaz carbonique produit une variation de température de 1°.

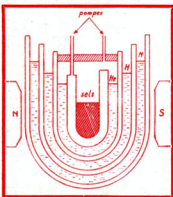


Fig. 1. — Système à détente électro-magnétique.

On procède de même pour la liquéfaction des gaz. Si, pendant l'expansion, aucune chaleur ne peut pénétrer jusqu'au gaz comprimé à travers les parois du récipient qui le contient, et si le gaz en expansion peut produire un travail extérieur, celui-ci ne peut se faire qu'aux dépens de l'énergie interne du gaz, dont la température baisse alors nécessairement. On fait alors circuler le gaz refroidi autour du serpentin contenant le gaz à sa température plus élevée, qui se refroidit à son tour ; on a ainsi ce qu'on pourrait appeler une chaîne de refroidissements.

La plus basse température ainsi obtenue est de 0,7° K ; on l'atteint en faisant bouillir de l'hélium liquide sous une très faible pression due à une pompe à vide à grande vitesse. Pour donner encore une idée de ce que sont ces faibles pressions, nous pourrions dire que, s'il était possible d'atteindre une température de 0,1° K, on ne trouverait qu'un seul atome d'hélium dans un volume délimité par un cube de 26 mètres d'arête.

Les températures les plus basses obtenues ont été dues à des effets magnétiques. Le principe de base consiste à soumettre des substances paramagnétiques (c'est-à-dire dans lesquelles la perméabilité est indépendante de l'intensité d'aimantation, comme le sodium, le chrome, le potassium, etc.) à un champ magnétique

puissant. Sous l'influence de ce dernier, les atomes des substances tendent à s'orienter dans des directions privilégiées, de sorte que l'on peut assimiler l'action du champ magnétique à celle de la pression sur le gaz. Si l'on procède maintenant à une démagnétisation, on obtiendra les mêmes effets qu'avec la détente dont nous parlions plus haut, et la température s'abaissera. Mais pour que ce phénomène soit prononcé, il faut que la température initiale soit déjà très basse ; aussi, les sels paramagnétiques sont entourés de gaz liquéfiés.

La figure 1 donne une coupe schématisée d'un tel appareillage. Les sels, par exemple des aluns de fer-ammonium, sont placés dans une enceinte à double paroi reliée à une pompe, laquelle peut éventuellement y produire un vide étiré. Autour de cette enceinte se trouve un tube de Dewar (1), puis un nouveau récipient contenant de l'hélium liquide, puis dans un autre tube de Dewar de l'hydrogène liquide, et enfin un dernier tube de Dewar renfermé de l'azote liquide. L'ensemble est placé dans l'entrefer d'un aimant puissant.

Examinons maintenant ce qui se passe. L'entropie (2) d'un gaz dépend de sa pression et de sa température comme il découle de la formule de tout à l'heure. On peut alors tracer une courbe (fig. 2) absolue T . On y voit, tout d'abord, qu'au fur et à mesure que la température décroît, la valeur de l'entropie diminue (nous reviendrons plus loin sur ce point). Supposons que nous n'appliquions aucun champ magnétique, et que nous facilitons les échanges thermiques entre le sel et l'hélium liquide, en insuffisant dans l'enceinte qui les sépare, de l'hélium gazeux. En amenant l'hélium liquide à l'ébullition en réduisant la pression au moyen de la deuxième pompe, on atteint une température d'environ 1° K, ce qui correspond sur la courbe au point A. Appliquons maintenant le champ magnétique : les atomes du sel subissent une orientation forcée, comme nous l'avons vu précédemment, ce qui donne un certain ordre à leur cohésion, et se traduit par une baisse d'entropie, de sorte que le point figuratif vient en B sur la courbe inférieure. Supprimons le champ magnétique. L'entropie conserve sa valeur, mais le champ ayant disparu, nous devons utiliser la première courbe, sur laquelle le point figuratif tombe en C. Celui-ci correspond à une température beaucoup plus basse T_1 .

C'est par ce procédé que les physiciens néerlandais de Haas et Wierama sont parvenus à atteindre une température de 0,004° K, qui n'a pas jusqu'ici été dépassée, mais qui nous suppose arriver à pousser jusqu'à environ 0,001° K, qui semble constituer une limite dans l'application de ce procédé. Peut-être la physique nucléaire permettra-t-elle, dans un proche avenir, de reporter encore plus loin la limite actuelle.

L'agitation moléculaire

Ceux de nos lecteurs qui ont porté attention à notre précédent article sur le vide, se souviennent que les molécules sont en agitation continue et de décro-

issance. Au cours de cette agitation, elles subissent des chocs nombreux, abondants, à chacun d'eux, une partie de leur énergie cinétique, qui se dégrade, également en partie, en chaleur. Qui dit énergie cinétique, dit mouvement, donc vitesse. Par suite, la vitesse de déplacement des molécules augmente, la température du milieu s'accroît. Ce phénomène étant réversible, une augmentation artificielle de la température du milieu fait s'accroître la vitesse propre des molécules qu'il contient.

Nous savons que les molécules d'air se déplacent, à la température normale, à 500 mètres par seconde ; à 100°C, leur vitesse est déjà de 530 mètres ; au centre du Soleil, une molécule d'azote a une vitesse de 200 kilomètres par seconde. En sens inverse, la réduction de la vitesse correspond à une agitation de plus en plus réduite. Pour les très faibles températures, cette réduction devient si prononcée, que l'attraction des molécules les une pour les autres devient plus forte que la réaction répulsive des chocs, et qu'elles tendent à s'agglomérer : ce qui se traduit pour un gaz par sa liquéfaction. S'il était possible d'atteindre le zéro absolu, c'est-à-dire le point où il n'y a aucun échange thermique, la vitesse des molécules serait nécessairement nulle, et il n'y aurait aucune interaction entre elles.

Dans les liquides, l'agitation moléculaire est moins prononcée que dans les gaz, mais elle existe néanmoins. Dans les solides, elle existe toujours, mais sous une autre forme. Les atomes élémentaires sont fixés en réseaux géométriques, mais vibrent autour de leur position d'équilibre, à une fréquence très élevée. C'est l'amplitude de ces vibrations qui

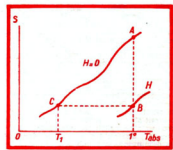


Fig. 2. — Courbe de l'entropie en fonction de la température.

est liée à la température. Si l'on soumet par exemple une barre de métal à une forte température, les vibrations peuvent augmenter d'amplitude, un point tel que le déplacement provoqué soit supérieur à l'énergie de liaison des atomes sur leur réseau ; les atomes se mettent alors à glisser les uns sur les autres, ce que l'on traduit en langage clair en disant que le métal se liquéfie. En augmentant encore la température, on augmente la vitesse des atomes, qui tendent alors à se repousser avec une violence accrue, et le métal devient gazeux.

En sens inverse, la baisse de température provoque une diminution d'amplitude des vibrations, et, au zéro absolu, toutes les matières seraient solidifiées et rigoureusement inertes. Un gaz n'exercerait aucune pression sur les parois du récipient qui le contiendrait.

Ayant maintenant devant nous la notion d'agitation moléculaire ou atomique réduite aux très basses températures, nous pouvons supposer que les effets perceptibles à l'observateur doivent être curieux. Nous en examinerons quelques-uns

Où la loi d'Ohm est mise en défaut.

S'il est une loi électrotechnique considérée comme intangible, c'est bien la loi d'Ohm, que l'on envisage toujours comme le sacro-saint B-A-Ba de l'enseignement. Elle peut pourtant être mise en défaut aux très basses températures, ce qui ne constitue certainement pas le mystère le moins effarant de la technique moderne.

On sait que le courant électrique, qui prend naissance dans un conducteur soumis à une différence de potentiel, n'est autre qu'un déplacement d'ensemble des électrons libres du conducteur, lesquels ont été abandonnés par les atomes fixes, qui sont alors des ions positifs. Dans leur déplacement, les électrons ne peuvent se propager en ligne droite, car ils rencontrent sur leur parcours de nombreux obstacles, les ions qui peuvent être distribués de façon irrégulière par exemple. Nous pouvons déjà en conclure qu'une impureté augmente la résistance d'un conducteur. Nous pouvons également penser que si la température baisse, la diminution d'amplitude des ions facilitera le passage des électrons, et la résistivité du conducteur diminuera par suite. Mais la question s'il s'agit d'un métal pur. Dans le cas d'un alliage (qui équivaut à une impureté), la structure irrégulière de l'édifice atomique doit apporter au passage des électrons des obstacles permanents et la question ne doit guère varier avec la température.

Ces deux suppositions se révèlent exactes. La figure 3 nous en donne quelques exemples. Elle donne les valeurs de résistivité en microhm/cm en fonction de la température absolue. On voit que pour les métaux purs considérés (plomb, platine, or, argent), la variation de résistivité est proportionnelle à la variation de température, mais que pour les deux alliages indiqués (constantan et or-argent) la résistivité est sensiblement constante.

Cependant, lorsque l'on arrive aux très basses températures, on s'aperçoit que la résistivité ne tombe pas à zéro, comme on pourrait s'y attendre. On constate toujours une certaine résistance résiduelle, précisément parce qu'il y a toujours des traces d'impuretés impossibles à éliminer. On observe même des phénomènes assez curieux, sur lesquels on n'a pu d'ailleurs donner encore d'explication cohérente. Par exemple, nous citerons la conductibilité de l'or. Si nous traçons une courbe de résistivité pour ce métal en fonction de la température absolue, en mettant en ordonnée le rapport R/R_0 , R_0 étant la résistance mesurée et R_0 la résistance à 0° C, nous avons un diagramme que nous donnons à la figure 4. On observe que le minimum de résistivité est atteint pour 6,6° K environ, mais qu'au-dessous de cette température, sa valeur croît à nouveau jusqu'à la valeur résiduelle.

S'il était possible d'arriver au zéro absolu, et qu'on puisse affiner un métal jusqu'à une pureté de 100 0/0, la résistance électrique de ce métal serait annulée. Toutefois, ce cas étant théorique, nous ne nous en occuperons pas, mais nous nous étendrons sur une remarque qui se produit aux environs du zéro absolu, et qui est connu sous le nom de supraconductivité.

Lorsque l'on soumet un conducteur, d'un métal déterminé, à une différence de potentiel en s'approchant du zéro absolu, on observe, comme nous l'avons dit plus haut, une baisse concomitante de la résistivité; mais, pour une température déterminée, dont la valeur est différente suivant les métaux, la résistivité tombe brus-

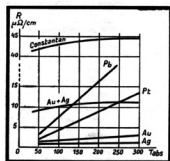


Fig. 3. — Variations de résistivité des différents métaux.

quement à une valeur extrêmement faible.

Cette baisse n'est en rien comparable à celle que représente la résistance résiduelle d'un métal près du zéro absolu. En effet, dans tous les cas, cette résistivité est toujours au moins de l'ordre du millième de la résistance à la température ambiante. Or, les mesures les plus précises montrent que, dans le cas de la supraconductibilité, le plomb a une résistance cent mille millièmes de fois plus faible qu'à la température normale; pratiquement, on peut dire que la résistance est alors nulle.

Que se passe-t-il dans ces conditions? Nous avons un conducteur qui, en apparence, a conservé sa structure interne intacte, et aux extrémités duquel existe une

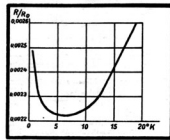


Fig. 4. — Courbe de résistivité de l'or.

différence de potentiel. Comme la résistance est nulle, notre bonne vieille loi d'Ohm devient $E = I \times 0$, et s'il nous prend fantaisie de déconnecter la source extérieure et de court-circuiter les extrémités du conducteur, nous supprimons E , mais nous conservons I , c'est-à-dire que le courant continue à circuler dans le conducteur.

Cette expérience a été réalisée pour la première fois en 1911 par le physicien néerlandais Kammerlingh-Onnes, sur du mercure. L'intensité était de 330 ampères; plusieurs heures après la coupure, le

courant continuait à passer, sa valeur n'ayant baissé que de quelques ampères. Le loi d'Ohm était mise en défaut. A quoi est dû ce phénomène? On pourrait penser que les vibrations des ions métalliques étant très faibles, le libre parcours moyen des électrons augmente; mais ce raisonnement, qui est exact pour expliquer la résistivité résiduelle de tous les métaux, ne vaut certainement qu'en partie pour la supraconductibilité, celle-ci ne s'observant que sur certains d'entre eux. Il est possible qu'il faille faire intervenir la structure géométrique des cristaux, mais il est encore plus probable que ce phénomène est lié aux propriétés chimiques des métaux en question. En effet, tous les corps supraconducteurs ont de 2 à 5 électrons de valence; les métaux monovalents et les gaz rares n'ont pas cette propriété.

Le tableau suivant donne les métaux supraconducteurs connus avec leur température de transition en degrés absolus :

Niobium	9,2° K	Titane	1,7° K
Plomb	7,3° K	Thorium	1,4° K
Lanthane	4,2° K	Aluminium	1,1° K
Tantale	4,3° K	Gallium	0,8° K
Vanadium	4,3° K	Zinc	0,7° K
Mercuré	4,2° K	Zirconium	0,7° K
Wain	3,6° K	Cadmium	0,54° K
Inzium	3,7° K	Indium	0,36° K
Thallium	2,5° K		

Bien entendu, si l'on élève la température, même de très peu, la résistivité normale réapparaît, le courant s'annule très rapidement. Mais un autre phénomène, non moins curieux peut également être mis en évidence. Si l'on conserve un métal déterminé à l'état de supraconductibilité, et qu'on le soumette à un champ magnétique de valeur croissante, on observe que pour une certaine valeur du champ, la résistance réapparaît brusquement. Il s'agit certainement du changement de résistivité que les cristaux cristallins subissent sous l'influence du champ magnétique.

Quelles peuvent être les applications pratiques de la supraconductibilité? Indépendamment des expériences de laboratoire, nous pouvons songer que les futurs astronautes devront tenir compte des enseignements connus. En effet, les fusées comporteront nécessairement des appareils électriques et radioélectriques extérieurs, lesquels seront soumis à la température interstellaire, de quelques degrés absolus seulement. Ces appareils devront donc dans certains cas être réalisés en métaux non supraconducteurs (même à 0,05° K le cuivre et l'argent répondent à cette définition), et dans certains autres, par exemple pour réaliser des économies de courant, pourront utiliser des supraconducteurs reconnus. Dans tous les cas, il faudra tenir compte de la baisse de résistivité normale.

Effets magnétiques

Les effets magnétiques produits par les très basses températures sont des plus curieux également. Avant de les examiner rapidement, nous rappellerons que l'effet des champs magnétiques sur les corps magnétiques, en trois catégories suivant leur perméabilité magnétique, c'est-à-dire la résistance plus ou moins élevée qu'ils offrent au passage des lignes de force lorsqu'ils sont soumis à un champ magnétique.

Lorsque la perméabilité est supérieure à l'unité, on a affaire à un corps magnétique; si la perméabilité varie avec l'intensité du champ, le corps est dit ferromagnétique (fer, nickel, cobalt, etc.) et si elle est indépendante, il est paramagnétique (sodium, potassium, chrome,

platine, oxygène). Quand la perméabilité est inférieure à 1, les corps sont dits diamagnétiques (c'est le cas de l'eau, du cuivre, de l'argent, en fait, tous les corps sont diamagnétiques, mais cette propriété n'apparaît pas dans les substances ferro et paramagnétiques, parce qu'elle y est numériquement moins importante).

La température joue un rôle considérable dans le comportement magnétique des corps. Toute substance ferromagnétique, par exemple, devient paramagnétique à une température déterminée, qui prend le nom de point de Curie.

On peut concevoir que la valeur du point de Curie dépende de la substance, c'est-à-dire en fait de sa structure cristalline. La figure 8, extraite d'un mémoire de M. Herpin, montre l'allure de cette valeur θ_c pour différents corps en fonction du rapport d/r , d représentant la constante du réseau, c'est-à-dire la distance qui sépare les ions, et r , le rayon de la conche électronique des ions où se produisent les effets magnétiques. Lorsque ce rapport représente une distance comprise entre les points x et y , la substance est ferromagnétique : cobalt, nickel, fer. Lorsqu'elle est comprise entre 0 et x , elle est paramagnétique : manganèse, chrome, platine, Rhin, quand la distance est comprise entre le point y et l'infini (la courbe est une asymptote), ce qui est le cas pour les terres rares, ou a une perméabilité μ voisine de l'unité, et du ferromagnétique au voisinage du zéro absolu.

Nous avons vu précédemment que la température avait une influence sur les vibrations des ions. Ce n'est pas sa seule conséquence. Un ion n'est autre qu'un atome ayant perdu un ou plusieurs de ses électrons, mais qui en a conservé un certain nombre. Ces électrons continuent à tourner autour du noyau, et comme ce sont des charges électriques en rotation, chacun d'eux possède une électromagnétique. De plus, chaque électron tourne sur lui-même, à peu près comme la terre, de sorte qu'il possède un second moment magnétique, ce qui caractérise ce qu'on appelle son spin. En somme, un atome possède, du seul fait des mouvements de ses électrons, les propriétés d'un aimant.

Prenons le cas d'un corps paramagnétique. À la température ordinaire, les directions de tous les moments magnétiques sont réparties au hasard, et si l'on soumet la substance à un champ magnétique extérieur, celui-ci tend bien à orienter les moments individuels, c'est-à-dire en fait les ions, mais les amplitudes des vibrations des ions sont trop grandes, et le premier effet est contrebalancé. Si nous abaissons la température, les vibrations diminuent, les moments individuels s'orientent de plus en plus dans la même sens, et lorsqu'ils sont parallèles, la saturation est atteinte : la substance est devenue ferromagnétique. Pratiquement, on ne peut pas atteindre la saturation, d'abord par suite de l'impossibilité d'arriver au zéro absolu, ensuite parce qu'il existe toujours des impuretés ; on s'en approche cependant à quelques centièmes près.

Les phénomènes sont à peu près les mêmes pour les corps ferromagnétiques, mais la saturation est obtenue plus vite. Cela est dû à leur structure particulière. Dans ces corps existe ce qu'on appelle un champ moléculaire, dû aux forces d'échange entre les spins de électrons d'ions voisins, et qui provoque une orientation privilégiée des moments magnéti-

ques dans une direction déterminée. Cette orientation n'est pas la même dans toute la substance, mais uniquement à l'intérieur de petits domaines, dits domaines de Weiss, ayant des dimensions de l'ordre de 10 microns, et contenant chacun environ un million de milliards d'atomes. Chaque domaine ayant une orientation déterminée, l'ensemble de la substance ne présente pas de magnétisme apparent, mais comme le nombre des domaines est relativement petit, il suffit d'appliquer un champ magnétique extérieur de faible intensité pour que tous les domaines s'orientent dans la même direction.

Cela explique pourquoi une substance ferromagnétique a une si grande perméabilité. Le travail à fournir étant facilité par l'orientation préalable des domaines, on comprend aussi que la saturation soit atteinte pour une température relativement élevée ; pratiquement, à 100° K on arrive à 0,2 0/0 de la valeur-limite. En sens inverse, c'est-à-dire lorsque la température est telle que l'énergie de vibration des ions est supérieure aux forces d'échange, le champ moléculaire ne peut plus suffire à assurer l'orientation privilégiée à l'intérieur des domaines. Ainsi, à partir de 774° C, le fer devient paramagnétique.

La lumière en conserve

Il nous souvient d'un conte humoristique du charmant Cami, dans lequel un inventeur conservait dans une boîte, en vue des longues nuits d'hiver, des flammes qu'il avait préalablement gelées. Cet auteur n'avait fait que transposer sur le plan de l'humour un effet non moins curieux des très basses températures.

Pour expliquer, il nous faut revenir sur les phénomènes électroniques qui donnent naissance à la lumière. On sait que, dans certaines conditions, un ato-

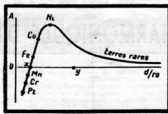


Fig. 8. — Courbe du point de Curie A en fonction du rapport d/r .

me qui reçoit de l'énergie de l'extérieur sous une forme quelconque (thermique, choc d'un électron ou d'un ion, photon) peut utiliser une fraction de cette énergie en provoquant le déplacement d'un de ses électrons sur une orbite plus éloignée. À ce moment, l'électron ayant utilisé l'énergie en question, se trouve à nouveau soumis à l'attraction du noyau et l'atome, après un laps de temps de l'ordre du cent millionième de seconde, et retourne sur son orbite primitive. Mais ce déplacement nécessite une certaine dépense d'énergie, qui se manifeste essentiellement par l'émission d'un photon.

C'est l'ensemble des photons qui constituent ce que nous appelons lumière (plus l'énergie mise en jeu au début est élevée, plus la fréquence des photons émis est élevée ; nous reviendrons d'ailleurs

sur ce point dans un article ultérieur). D'une façon générale, lorsque l'énergie initiale est sous forme thermique, la lumière émise est dite à incandescence ; dans tous les autres cas, on a affaire à la luminescence.

Il y a des luminescences diverses. Nous ne retiendrons ici que la fluorescence et la phosphorescence, cette dernière n'étant d'ailleurs qu'un cas particulier de la précédente ; elle se différencie en apparence ; que par sa plus longue durée. Prenons le cas d'une substance phosphorescente, un sulfate alcalino-terreux, par exemple. Mélangeons-la avec une radiation de fréquence convenable. Une émission lumineuse va être faite par la substance, à une fréquence un peu inférieure. C'est le phénomène classique.

Procédons maintenant à la même expérience, mais cette fois près du zéro absolu. Nous n'avons cette fois aucune luminescence. Nous pouvons même supprimer la radiation excitatrice ; tant que la température de la substance restera constante, la phosphorescence ne se manifestera pas. Mais si nous faisons lentement remonter la température, ou si plus simplement, la température étant constante, nous irradions la substance avec une radiation infra-rouge, nous voyons la substance émettre sa luminescence propre ; nous aurons ainsi réellement mis de la lumière en conserve.

Ce phénomène curieux est dû, lui aussi, au fait qu'aux très basses températures, toutes les énergies intratomiques et intramoléculaires sont réduites. Sous l'influence des photons incidents, les électrons sont bien portés sur une orbite plus éloignée, mais ne peuvent retourner à leur orbite primitive, ne pouvant dépenser l'énergie nécessaire ; l'atome est alors dit à l'état métastable. Pour qu'il retourne sur leur orbite, il faut donc leur fournir l'énergie utile, ce qui a lieu simplement en augmentant l'énergie thermique de la substance, soit en augmentant la température ambiante, soit au moyen de photons infra-rouges, ce qui revient pratiquement au même.

La photographie impossible

La formation de l'image latente dans une émulsion photographique résulte, ce qui est peu connu du grand public, d'un processus électronique, par lequel on observe des déplacements d'ions et d'électrons, ainsi que des dissociations de molécules. L'image latente se produit par suite de la fixation en certains points (ceux qui sont frappés par la lumière) d'électrons sur qui viennent se fixer à leur tour des ions d'argent que le révélateur vient ultérieurement oxyder et noircir.

Ces déplacements nécessitent évidemment des dépenses d'énergie. Aux très basses températures, toujours pour les mêmes raisons, les échanges d'énergie ne sont pas possibles, ce qui, dans le cas de la photographie, entraîne les déplacements et s'oppose à la dissociation des molécules de bromure d'argent. Par suite, la sensibilité des émulsions photographiques baisse de façon considérable, même à la température de l'air liquide, et la photographie est impossible. Par contre, on observe alors une fluorescence verte de l'émulsion, due à l'excitation des atomes de l'émulsion par les radiations extérieures.

Conclusion

On a pu voir par cet article que, dès que l'on s'approche du zéro absolu, la matière semble frappée de paralysie. Tous les mouvements se ralentissent, et la matière paraît devoir mourir, si nous osons employer ce terme anthropomorphique.

Mais l'étude des phénomènes qui se passent aux très basses températures est du plus haut intérêt pour le physicien, car grâce à ce ralentissement même il peut augmenter ses chances d'approfondir encore les lois qui régissent le comportement de la matière.

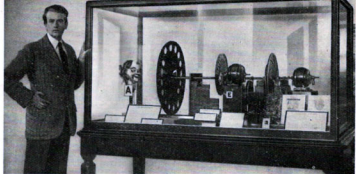
Que l'on veuille bien songer, par exemple, une fois encore, au merveilleux phénomène de la supraconductibilité, qui bouleverse toutes les données acquises, et qui n'aurait jamais été connu sans les grands froids des laboratoires cryogéniques. De toutes ces expériences, de toutes ces études, qui sont actuellement en évolution constante, nous pouvons certainement espérer de magnifiques découvertes, principalement dans le domaine de l'électronique, où tant de problèmes restent encore insolubles.

Henry PIRAUX.

BIBLIOGRAPHIE

- V. Le Grand : « L'état de la matière aux très basses températures », Centre de documentation chimique, Paris, 1937.
M. Ruhemann : « Low temperature physics », Cambridge University Press, 1937.
H. Holleman : « La production des gaz rares », Revue Technique Philips, mai 1939, p. 136.
C. Hewlett : « Températures near the absolute zero », General Electric Review, mai 1946, p. 7.
C. Hewlett : « Superconductivity », General Electric Review, juin 1946, p. 19.

J. L. BARD



J. L. Bard devant la vitrine du MUSEUM OF SCIENCES montrant son premier émetteur expérimental.

C'est avec regret que le monde de la radio a appris la mort de John Leslie Bard, survenue le 14 juin dans sa propriété de Beahill, à Tiverton d'une maladie qui avait débuté en février. Né en 1888 à Helensburgh, en Ecosse, il était le fils d'un pasteur, et fit ses études au Collège technique royal de Glasgow. A 18 ans, son état de santé déjà déficient lui interdit la vie étudiante qu'il envisageait à Londres, et il crée un petit laboratoire de télévision à Hastings.

Dès 1926, il avait réalisé un appareil normal de télévision, avec lequel il effectua, devant les membres de la Royal Institution (correspondant à notre Académie des Sciences), des démonstrations de transmission de sape animées, présentant des contrastes marqués

d'ombres et de lumières, et de nombreux détails.

En 1929, eurent lieu les premières émissions expérimentales de son système, tout d'abord par les P.T.T. allemands, puis par la B.B.C.

Peu de temps avant la guerre, Bard fit une démonstration en couleurs avec un tube à rayons cathodiques et une série de filtres, colorés, pouvant projeter une image de 75 x 60 cm.

On lui doit encore la première démonstration de télévision transatlantique en 1928, et l'invention du Nictoviseur, appareil permettant la vision nocturne au moyen des rayons infrarouges.

Il appartenait depuis 1941 à la Cable & Wireless C° comme ingénieur-conseil.

* UNE SUGGESTION PRATIQUE *

UTILISATION DES HARMONIQUES D'UNE HÉTÉRODYNE

Toutes les hétérodynes modulées utilisées dans les ateliers de dépannage nous donnent, en plus de la fréquence fondamentale, une série d'harmoniques, plus ou moins puissantes, mais généralement perceptibles au moins jusqu'à la dixième.

Expliquons-nous à l'intention de ceux qui n'ont pas encore acquis une grande habileté dans le maniement d'une hétérodyne.

Lorsque nous réglons cet appareil sur une fréquence quelconque, par exemple 120 kHz, nous allons retrouver à la sortie, à l'extrémité du cordon blindé, non seulement cette fréquence de 120 kHz, mais aussi une suite de fréquences deux, trois, quatre... dix fois la fréquence de 120 kHz, que nous appelons fondamentale. Nous aurons, par conséquent :

$$\begin{aligned} 2 \times 120 &= 240 \text{ kHz} \\ 3 \times 120 &= 360 \text{ kHz} \\ 4 \times 120 &= 480 \text{ kHz} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 10 \times 120 &= 1200 \text{ kHz} \\ 10 \times 120 &= 1200 \text{ kHz} \end{aligned}$$

que nous appellerons 2°, 3°, 4°, 10° harmonique.

D'une façon générale, la puissance de ces harmoniques est inférieure à la puissance de la fondamentale et décroît avec leur rang, mais, comme nous l'avons indiqué plus haut, il est presque toujours possible de percevoir, avec un récepteur suffisamment sensible, au moins jusqu'à la dixième harmonique.

Nous allons voir tout de suite que ces harmoniques peuvent nous rendre utiles. D'abord elles nous permettront de contrôler rapidement la précision de l'établissement de notre

hétérodyne. Ensuite, grâce à elles, certaines opérations d'alignement d'un récepteur seront rendues beaucoup plus rapides.

Envisageons d'abord le premier problème : vérification de l'établissement d'une hétérodyne.

Nous aurons besoin pour cela de l'hétérodyne à vérifier, évidemment, et d'un récepteur quelconque, suffisamment sensible, par exemple un super normal à quatre lampes, à peu près étaloné.

Commençons par régler notre hétérodyne sur 1000 kHz (200 m) et accordons le récepteur exactement sur cette fréquence. Ensuite, sans toucher au bouton de réglage du récepteur, accordons l'hétérodyne successivement sur 200 ; 333,3 ; 500 ; 750 ; 1000 ; 1333 ; 1500 kHz, les points dont la fréquence de 1000 kHz se trouve être la deuxième harmonique (500 kHz), la troisième (333,3 kHz), la quatrième (250 kHz), etc. Pour chacun de ces points, nous devons percevoir le signal modulé de l'hétérodyne dans le haut-parleur et suivant l'écrit que nous constaterons entre la réception du signal et le réglage exact, nous déterminerons la précision de l'établissement de notre hétérodyne.

Si, par exemple, nous percevons le signal lorsque l'hétérodyne est réglé sur 500 kHz, l'erreur sera de 5 kHz sur 500 kHz, c'est-à-dire de 1 % ; si nous percevons un point de résonance lorsque l'hétérodyne est réglé sur 250 kHz, l'erreur sera de 5 kHz sur 250 kHz, c'est-à-dire de 2 % ; si nous percevons un point de résonance lorsque l'hétérodyne est réglé sur 100 kHz, l'erreur sera de 5 kHz sur 100 kHz, c'est-à-dire de 5 % ; si nous percevons un point de résonance lorsque l'hétérodyne est réglé sur 50 kHz, l'erreur sera de 5 kHz sur 50 kHz, c'est-à-dire de 10 % ; si nous percevons un point de résonance lorsque l'hétérodyne est réglé sur 25 kHz, l'erreur sera de 5 kHz sur 25 kHz, c'est-à-dire de 20 % ; si nous percevons un point de résonance lorsque l'hétérodyne est réglé sur 12,5 kHz, l'erreur sera de 5 kHz sur 12,5 kHz, c'est-à-dire de 40 % ; si nous percevons un point de résonance lorsque l'hétérodyne est réglé sur 6,25 kHz, l'erreur sera de 5 kHz sur 6,25 kHz, c'est-à-dire de 80 % ; si nous percevons un point de résonance lorsque l'hétérodyne est réglé sur 3,125 kHz, l'erreur sera de 5 kHz sur 3,125 kHz, c'est-à-dire de 160 % ; si nous percevons un point de résonance lorsque l'hétérodyne est réglé sur 1,5625 kHz, l'erreur sera de 5 kHz sur 1,5625 kHz, c'est-à-dire de 320 % ; si nous percevons un point de résonance lorsque l'hétérodyne est réglé sur 0,78125 kHz, l'erreur sera de 5 kHz sur 0,78125 kHz, c'est-à-dire de 640 % ; si nous percevons un point de résonance lorsque l'hétérodyne est réglé sur 0,390625 kHz, l'erreur sera de 5 kHz sur 0,390625 kHz, c'est-à-dire de 1280 % ; si nous percevons un point de résonance lorsque l'hétérodyne est réglé sur 0,1953125 kHz, l'erreur sera de 5 kHz sur 0,1953125 kHz, c'est-à-dire de 2560 % ; si nous percevons un point de résonance lorsque l'hétérodyne est réglé sur 0,09765625 kHz, l'erreur sera de 5 kHz sur 0,09765625 kHz, c'est-à-dire de 5120 % ; si nous percevons un point de résonance lorsque l'hétérodyne est réglé sur 0,048828125 kHz, l'erreur sera de 5 kHz sur 0,048828125 kHz, c'est-à-dire de 10240 % ; si nous percevons un point de résonance lorsque l'hétérodyne est réglé sur 0,0244140625 kHz, l'erreur sera de 5 kHz sur 0,0244140625 kHz, c'est-à-dire de 20480 % ; si nous percevons un point de résonance lorsque l'hétérodyne est réglé sur 0,01220703125 kHz, l'erreur sera de 5 kHz sur 0,01220703125 kHz, c'est-à-dire de 40960 % ; si nous percevons un point de résonance lorsque l'hétérodyne est réglé sur 0,006103515625 kHz, l'erreur sera de 5 kHz sur 0,006103515625 kHz, c'est-à-dire de 81920 % ; si nous percevons un point de résonance lorsque l'hétérodyne est réglé sur 0,0030517578125 kHz, l'erreur sera de 5 kHz sur 0,0030517578125 kHz, c'est-à-dire de 163840 % ; si nous percevons un point de résonance lorsque l'hétérodyne est réglé sur 0,00152587890625 kHz, l'erreur sera de 5 kHz sur 0,00152587890625 kHz, c'est-à-dire de 327680 % ; si nous percevons un point de résonance lorsque l'hétérodyne est réglé sur 0,000762939453125 kHz, l'erreur sera de 5 kHz sur 0,000762939453125 kHz, c'est-à-dire de 655360 % ; si nous percevons un point de résonance lorsque l'hétérodyne est réglé sur 0,0003814697265625 kHz, l'erreur sera de 5 kHz sur 0,0003814697265625 kHz, c'est-à-dire de 1310720 % ; si nous percevons un point de résonance lorsque l'hétérodyne est réglé sur 0,00019073486328125 kHz, l'erreur sera de 5 kHz sur 0,00019073486328125 kHz, c'est-à-dire de 2621440 % ; si nous percevons un point de résonance lorsque l'hétérodyne est réglé sur 0,000095367431640625 kHz, l'erreur sera de 5 kHz sur 0,000095367431640625 kHz, c'est-à-dire de 5242880 % ; si nous percevons un point de résonance lorsque l'hétérodyne est réglé sur 0,0000476837158203125 kHz, l'erreur sera de 5 kHz sur 0,0000476837158203125 kHz, c'est-à-dire de 10485760 % ; si nous percevons un point de résonance lorsque l'hétérodyne est réglé sur 0,00002384185791015625 kHz, l'erreur sera de 5 kHz sur 0,00002384185791015625 kHz, c'est-à-dire de 20971520 % ; si nous percevons un point de résonance lorsque l'hétérodyne est réglé sur 0,000011920928955078125 kHz, l'erreur sera de 5 kHz sur 0,000011920928955078125 kHz, c'est-à-dire de 41943040 % ; si nous percevons un point de résonance lorsque l'hétérodyne est réglé sur 0,0000059604644775390625 kHz, l'erreur sera de 5 kHz sur 0,0000059604644775390625 kHz, c'est-à-dire de 83886080 % ; si nous percevons un point de résonance lorsque l'hétérodyne est réglé sur 0,00000298023223876953125 kHz, l'erreur sera de 5 kHz sur 0,00000298023223876953125 kHz, c'est-à-dire de 167772160 % ; si nous percevons un point de résonance lorsque l'hétérodyne est réglé sur 0,000001490116119384765625 kHz, l'erreur sera de 5 kHz sur 0,000001490116119384765625 kHz, c'est-à-dire de 335544320 % ; si nous percevons un point de résonance lorsque l'hétérodyne est réglé sur 0,0000007450580596923828125 kHz, l'erreur sera de 5 kHz sur 0,0000007450580596923828125 kHz, c'est-à-dire de 671088640 % ; si nous percevons un point de résonance lorsque l'hétérodyne est réglé sur 0,00000037252902984619140625 kHz, l'erreur sera de 5 kHz sur 0,00000037252902984619140625 kHz, c'est-à-dire de 1342177280 % ; si nous percevons un point de résonance lorsque l'hétérodyne est réglé sur 0,000000186264514923095703125 kHz, l'erreur sera de 5 kHz sur 0,000000186264514923095703125 kHz, c'est-à-dire de 2684354560 % ; si nous percevons un point de résonance lorsque l'hétérodyne est réglé sur 0,0000000931322574615478515625 kHz, l'erreur sera de 5 kHz sur 0,0000000931322574615478515625 kHz, c'est-à-dire de 5368709120 % ; si nous percevons un point de résonance lorsque l'hétérodyne est réglé sur 0,00000004656612873077392578125 kHz, l'erreur sera de 5 kHz sur 0,00000004656612873077392578125 kHz, c'est-à-dire de 10737418240 % ; si nous percevons un point de résonance lorsque l'hétérodyne est réglé sur 0,000000023283064365386962890625 kHz, l'erreur sera de 5 kHz sur 0,000000023283064365386962890625 kHz, c'est-à-dire de 21474836480 % ; si nous percevons un point de résonance lorsque l'hétérodyne est réglé sur 0,0000000116415321826934814453125 kHz, l'erreur sera de 5 kHz sur 0,0000000116415321826934814453125 kHz, c'est-à-dire de 42949672960 % ; si nous percevons un point de résonance lorsque l'hétérodyne est réglé sur 0,00000000582076609134674072265625 kHz, l'erreur sera de 5 kHz sur 0,00000000582076609134674072265625 kHz, c'est-à-dire de 85899345920 % ; si nous percevons un point de résonance lorsque l'hétérodyne est réglé sur 0,000000002910383045673370361328125 kHz, l'erreur sera de 5 kHz sur 0,000000002910383045673370361328125 kHz, c'est-à-dire de 171798691840 % ; si nous percevons un point de résonance lorsque l'hétérodyne est réglé sur 0,0000000014551915228366851806640625 kHz, l'erreur sera de 5 kHz sur 0,0000000014551915228366851806640625 kHz, c'est-à-dire de 343597383680 % ; si nous percevons un point de résonance lorsque l'hétérodyne est réglé sur 0,00000000072759576141834259033203125 kHz, l'erreur sera de 5 kHz sur 0,00000000072759576141834259033203125 kHz, c'est-à-dire de 687194767360 % ; si nous percevons un point de résonance lorsque l'hétérodyne est réglé sur 0,000000000363797880709171295166015625 kHz, l'erreur sera de 5 kHz sur 0,000000000363797880709171295166015625 kHz, c'est-à-dire de 1374389534720 % ; si nous percevons un point de résonance lorsque l'hétérodyne est réglé sur 0,0000000001818989403545856475830078125 kHz, l'erreur sera de 5 kHz sur 0,0000000001818989403545856475830078125 kHz, c'est-à-dire de 2748779069440 % ; si nous percevons un point de résonance lorsque l'hétérodyne est réglé sur 0,00000000009094947017729282379150390625 kHz, l'erreur sera de 5 kHz sur 0,00000000009094947017729282379150390625 kHz, c'est-à-dire de 5497558138880 % ; si nous percevons un point de résonance lorsque l'hétérodyne est réglé sur 0,000000000045474735088646191895751953125 kHz, l'erreur sera de 5 kHz sur 0,000000000045474735088646191895751953125 kHz, c'est-à-dire de 10995116277760 % ; si nous percevons un point de résonance lorsque l'hétérodyne est réglé sur 0,0000000000227373675443230959478759765625 kHz, l'erreur sera de 5 kHz sur 0,0000000000227373675443230959478759765625 kHz, c'est-à-dire de 21990232555520 % ; si nous percevons un point de résonance lorsque l'hétérodyne est réglé sur 0,00000000001136868377216154797393798828125 kHz, l'erreur sera de 5 kHz sur 0,00000000001136868377216154797393798828125 kHz, c'est-à-dire de 43980465111040 % ; si nous percevons un point de résonance lorsque l'hétérodyne est réglé sur 0,000000000005684341886080773986968994140625 kHz, l'erreur sera de 5 kHz sur 0,000000000005684341886080773986968994140625 kHz, c'est-à-dire de 87960930222080 % ; si nous percevons un point de résonance lorsque l'hétérodyne est réglé sur 0,0000000000028421709430403869934844970703125 kHz, l'erreur sera de 5 kHz sur 0,0000000000028421709430403869934844970703125 kHz, c'est-à-dire de 175921860444160 % ; si nous percevons un point de résonance lorsque l'hétérodyne est réglé sur 0,000000000001421085471520193496722248853515625 kHz, l'erreur sera de 5 kHz sur 0,000000000001421085471520193496722248853515625 kHz, c'est-à-dire de 351843720888320 % ; si nous percevons un point de résonance lorsque l'hétérodyne est réglé sur 0,000000000000710542735760096748361124426779765625 kHz, l'erreur sera de 5 kHz sur 0,000000000000710542735760096748361124426779765625 kHz, c'est-à-dire de 703687441776640 % ; si nous percevons un point de résonance lorsque l'hétérodyne est réglé sur 0,0000000000003552713678800483741805622133898828125 kHz, l'erreur sera de 5 kHz sur 0,0000000000003552713678800483741805622133898828125 kHz, c'est-à-dire de 1407374883553280 % ; si nous percevons un point de résonance lorsque l'hétérodyne est réglé sur 0,00000000000017763568394002418709028110669494140625 kHz, l'erreur sera de 5 kHz sur 0,00000000000017763568394002418709028110669494140625 kHz, c'est-à-dire de 2814749767106560 % ; si nous percevons un point de résonance lorsque l'hétérodyne est réglé sur 0,000000000000088817841970012093545140553347470703125 kHz, l'erreur sera de 5 kHz sur 0,000000000000088817841970012093545140553347470703125 kHz, c'est-à-dire de 5629499534213120 % ; si nous percevons un point de résonance lorsque l'hétérodyne est réglé sur 0,0000000000000444089209850060467725702766737353515625 kHz, l'erreur sera de 5 kHz sur 0,0000000000000444089209850060467725702766737353515625 kHz, c'est-à-dire de 11258999068426240 % ; si nous percevons un point de résonance lorsque l'hétérodyne est réglé sur 0,0000000000000222044604925030233862851383368676779765625 kHz, l'erreur sera de 5 kHz sur 0,0000000000000222044604925030233862851383368676779765625 kHz, c'est-à-dire de 22517998136852480 % ; si nous percevons un point de résonance lorsque l'hétérodyne est réglé sur 0,0000000000000111022302462515116931425691684338898828125 kHz, l'erreur sera de 5 kHz sur 0,0000000000000111022302462515116931425691684338898828125 kHz, c'est-à-dire de 45035996273704960 % ; si nous percevons un point de résonance lorsque l'hétérodyne est réglé sur 0,0000000000000055511151231257558465712845842169444426779765625 kHz, l'erreur sera de 5 kHz sur 0,0000000000000055511151231257558465712845842169444426779765625 kHz, c'est-à-dire de 90071992547409920 % ; si nous percevons un point de résonance lorsque l'hétérodyne est réglé sur 0,00000000000000277555756156287792328564229210722222133898828125 kHz, l'erreur sera de 5 kHz sur 0,0000000000000027755575615628779232856422921072222133898828125 kHz, c'est-à-dire de 180143985094819840 % ; si nous percevons un point de résonance lorsque l'hétérodyne est réglé sur 0,000000000000001387778780781438961642821146053611110669494140625 kHz, l'erreur sera de 5 kHz sur 0,000000000000001387778780781438961642821146053611110669494140625 kHz, c'est-à-dire de 360287970189639680 % ; si nous percevons un point de résonance lorsque l'hétérodyne est réglé sur 0,0000000000000006938893903907194808214105730268055553347470703125 kHz, l'erreur sera de 5 kHz sur 0,0000000000000006938893903907194808214105730268055553347470703125 kHz, c'est-à-dire de 720575940379279360 % ; si nous percevons un point de résonance lorsque l'hétérodyne est réglé sur 0,00000000000000034694469519535974041070528651340276676779765625 kHz, l'erreur sera de 5 kHz sur 0,00000000000000034694469519535974041070528651340276676779765625 kHz, c'est-à-dire de 1441151880758558720 % ; si nous percevons un point de résonance lorsque l'hétérodyne est réglé sur 0,00000000000000017347234759767987020535264325701371110669494140625 kHz, l'erreur sera de 5 kHz sur 0,00000000000000017347234759767987020535264325701371110669494140625 kHz, c'est-à-dire de 2882303761517117440 % ; si nous percevons un point de résonance lorsque l'hétérodyne est réglé sur 0,000000000000000086736173798839935010267632163506855553347470703125 kHz, l'erreur sera de 5 kHz sur 0,000000000000000086736173798839935010267632163506855553347470703125 kHz, c'est-à-dire de 5764607523034234880 % ; si nous percevons un point de résonance lorsque l'hétérodyne est réglé sur 0,000000000000000043368086899419967505133816081750342776676779765625 kHz, l'erreur sera de 5 kHz sur 0,000000000000000043368086899419967505133816081750342776676779765625 kHz, c'est-à-dire de 11529215046068469760 % ; si nous percevons un point de résonance lorsque l'hétérodyne est réglé sur 0,000000000000000021684043449709983752566908040875171110669494140625 kHz, l'erreur sera de 5 kHz sur 0,000000000000000021684043449709983752566908040875171110669494140625 kHz, c'est-à-dire de 23058430092136939520 % ; si nous percevons un point de résonance lorsque l'hétérodyne est réglé sur 0,0000000000000000108420217248549918762834540204375855553347470703125 kHz, l'erreur sera de 5 kHz sur 0,0000000000000000108420217248549918762834540204375855553347470703125 kHz, c'est-à-dire de 46116860184273879040 % ; si nous percevons un point de résonance lorsque l'hétérodyne est réglé sur 0,00000000000000000542101086242749593814172701021877776676779765625 kHz, l'erreur sera de 5 kHz sur 0,00000000000000000542101086242749593814172701021877776676779765625 kHz, c'est-à-dire de 92233720368547758080 % ; si nous percevons un point de résonance lorsque l'hétérodyne est réglé sur 0,00000000000000000271050543121374796907086350510938888828125 kHz, l'erreur sera de 5 kHz sur 0,00000000000000000271050543121374796907086350510938888828125 kHz, c'est-à-dire de 184467440737095516160 % ; si nous percevons un point de résonance lorsque l'hétérodyne est réglé sur 0,00000000000000000135525271560687398453543175255496944426779765625 kHz, l'erreur sera de 5 kHz sur 0,00000000000000000135525271560687398453543175255496944426779765625 kHz, c'est-à-dire de 368934881474191032320 % ; si nous percevons un point de résonance lorsque l'hétérodyne est réglé sur 0,000000000000000000677626357803343992267715877774847222133898828125 kHz, l'erreur sera de 5 kHz sur 0,000000000000000000677626357803343992267715877774847222133898828125 kHz, c'est-à-dire de 737869762948382064640 % ; si nous percevons un point de résonance lorsque l'hétérodyne est réglé sur 0,000000000000000000338813178901671996133857888887422361110669494140625 kHz, l'erreur sera de 5 kHz sur 0,000000000000000000338813178901671996133857888887422361110669494140625 kHz, c'est-à-dire de 1475739525896764129280 % ; si nous percevons un point de résonance lorsque l'hétérodyne est réglé sur 0,00000000000000000016940658945083599806692894444361805553347470703125 kHz, l'erreur sera de 5 kHz sur 0,00000000000000000016940658945083599806692894444361805553347470703125 kHz, c'est-à-dire de 2951479051793528258560 % ; si nous percevons un point de résonance lorsque l'hétérodyne est réglé sur 0,0000000000000000000847032947254179990334644722218092776676779765625 kHz, l'erreur sera de 5 kHz sur 0,0000000000000000000847032947254179990334644722218092776676779765625 kHz, c'est-à-dire de 5902958103587056517120 % ; si nous percevons un point de résonance lorsque l'hétérodyne est réglé sur 0,000000000000000000042351647362708999516732236110946388828125 kHz, l'erreur sera de 5 kHz sur 0,000000000000000000042351647362708999516732236110946388828125 kHz, c'est-à-dire de 11805916207174113034240 % ; si nous percevons un point de résonance lorsque l'hétérodyne est réglé sur 0,000000000000000000021175823681354499758366118055472

L'ÉTABLISSEMENT DES CIRCUITS B.F. ET L'ÉLECTROACOUSTIQUE

La perception de l'intensité

Tout le problème de la reproduction électrique de la musique et de la voix est dominé par la façon dont l'oreille humaine perçoit l'intensité des sons. L'effet subjectif de cette intensité n'a malheureusement pas de nom spécial en français. En anglais, on l'appelle « loudness ». Convenons de désigner par le terme « force » la perception de l'intensité du son, étant bien entendu qu'il ne s'agit pas de l'acceptation physique de ce mot.

On sait qu'à intensité égale (le mot « intensité », lui, étant pris dans le sens physique), la force du son varie en fonction de plusieurs facteurs dont le principal est sa fréquence ou, en termes de physiologie, sa hauteur. Les courbes de la figure 1 établies par Fletcher et Munson montrent quelle doit être, aux différents niveaux de perception et en fonction de la fréquence, l'intensité donnant une force identique. C'est ainsi, par exemple, que pour une force qui, à 1.000 p/s est de 30 db, il faut, à 100 p/s, un peu plus de 50 db pour procurer la même sensation. Par contre, à 3.500 p/s, c'est-à-dire à la fréquence qui correspond au maximum de sensibilité de l'oreille, une intensité de 14 db suffit pour assurer la même impression subjective.

L'examen des courbes permet également de noter qu'aux niveaux supérieurs de force, la réponse de l'oreille est plus agréable, la force variant relativement peu en fonction de la fréquence pour une intensité donnée.

Il en résulte que lorsque la musique est reproduite sans distorsion d'amplitude, avec une intensité qui diffère de celle de l'audition originale, la réponse en fréquence

de l'oreille s'écarte sensiblement de celle qu'aurait procuré, l'écoute directe de la musique. Ainsi, par exemple, lorsque la reproduction est d'un niveau d'intensité plus bas que l'audition originale, les registres grave et aigu sont beaucoup plus atténués que le médium dans la percep-

tion subjective. C'est l'une des raisons qui imposent l'emploi des régulateurs de tonalité.

Pour obtenir une reproduction de haute fidélité, difficile à distinguer de l'audition originale, il faut tenir compte des particularités physiologiques de l'oreille et faire appel à des dispositifs compensateurs : *expansors* de volume inversés, *filtres passe-bas* et de *bandes*, *régulateurs de tonalité*, etc... La conception du système reproducteur doit être subordonnée aux enseignements de l'électro-acoustique.

Vu sous cet angle, le problème est brillamment exposé par John D. GOODELL et B.M.L. MICHEL dans une étude publiée dans le numéro de juillet de « Electronics ». De cette étude documentée, faisant état des connaissances et des procédés les plus récents, nous publions ci-dessous une adaptation qui ne manquera pas d'être profitable à tous ceux qui sont appelés à étudier des récepteurs et des amplificateurs B.F.

tion subjective. C'est l'une des raisons qui imposent l'emploi des régulateurs de tonalité.

Bien d'autres facteurs contribuent à l'effet total de la musique reproduite comme, par exemple, l'inertie et l'amortissement mécanique des haut-parleurs qui tendent à atténuer leur ré-

ponse aux signaux de faible amplitude. Il faut aussi tenir compte de l'inertie de l'auditeur qui, généralement, est trop paresseux pour ajuster convenablement les divers réglages du récepteur. Aussi tend-on à réduire au minimum le nombre de commandes des récepteurs et des amplificateurs. Malheureusement, la plupart des méthodes actuelles sont incapables de rétablir une réponse subjective aux sons pour différentes fréquences et à des niveaux d'intensité variés de plus, pour la plupart, elles ne sont pas automatiques. Or, alors même qu'ils sont correctement étalonnés, les divers réglages ne peuvent être ajustés que par des auditeurs expérimentés. En conséquence, le problème de réponse fidèle en force mérite d'être examiné avec bien plus d'attention que beaucoup d'autres questions où les perfectionnements sont bien moins importants.

Régulateurs de tonalité

Pour pouvoir juger de la valeur réelle de la musique reproduite, les ingénieurs et les techniciens devraient, aussi souvent que possible, écouter la musique directe. Toute personne prenant part à la conception des systèmes de reproduction sonore devrait saisir toutes les occasions d'assister à des concerts symphoniques ou à des auditions de solistes, afin d'améliorer son aptitude à reconnaître une reproduction fidèle. L'oreille ainsi exercée permet de reconnaître aisément les défauts des régulateurs de tonalité (ce que l'on appelle le « *ton-control* ») de conception courante. Ces systèmes ne tiennent aucun compte de la réponse subjective de l'oreille. Les moins mauvais utilisent des filtres à résistance et capacité. Mais là encore, on ne se donne que rarement la peine

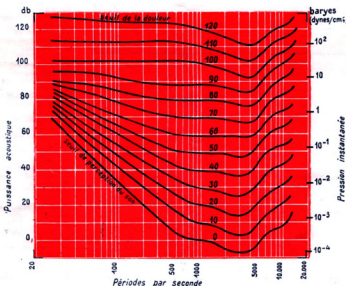


Fig. 1. — Courbes indiquant l'intensité requise pour procurer une sensation constante de force des sons purs en fonction de la fréquence. Les nombres marqués au-dessus de chaque courbe indiquent la force du son pur de 1.000 p/s, en décibels au-dessus du seuil de perception du son de cette fréquence.

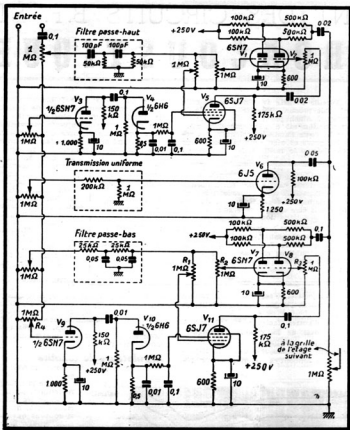


Fig. 2. — Dispositif d'expansion inverse de volume servant à commander la tonalité pour compenser les variations de la réponse de l'oreille pour différents niveaux d'intensité.

de calculer correctement les valeurs des éléments.

On peut envisager plusieurs méthodes assurant une compensation automatique de la réponse de l'oreille aux diverses fréquences, pour des niveaux de sortie variables. Le plus simple est le shunt capacitif, branché entre le curseur et le point à potentiel fixe du potentiomètre servant au réglage de l'intensité sonore. Lorsqu'on réduit celui-ci, la capacitance devient relativement importante par rapport à la résistance du potentiomètre branchée en dérivation; ainsi les notes aiguës se trouvent relativement moins affaiblies, et, dans cette partie du registre musical, la réponse de l'oreille est améliorée.

D'autres systèmes ont été établis en couplant mécaniquement les commandes d'intensité et de tonalité. Cette solution aurait pu assurer des résultats satisfaisants si les signaux appliqués à l'amplificateur avaient une intensité constante, en sorte que la puissance de sortie serait uniquement fonction du réglage d'intensité. Tel n'est cependant pas le cas. Un procédé vraiment satisfaisant doit tenir compte de l'ampli-

tude des signaux dans les circuits qui précèdent le réglage d'intensité.

Expanseur inversé

Le schéma de la figure 2 montre une solution originale du problème de la compensation automatique, basée sur le principe de l'expansion inversée. Notons tout de suite que les valeurs indiquées ont été établies expérimentalement et peuvent être modifiées pour répondre aux exigences de certaines applications particulières.

Le signal d'entrée est divisé en trois canaux. Le canal supérieur ne laisse passer que les aigus; le canal inférieur laisse passer les graves; quant au canal moyen, il laisse passer uniformément toutes les fréquences. Comme le principe de fonctionnement est strictement le même pour les deux canaux extrêmes, nous nous contenterons d'analyser le canal des notes graves.

Un filtre passe-bas permet d'éliminer toutes les fréquences, à l'exception des plus graves. La tension ainsi filtrée est appliquée aux potentiomètres R_1 et R_2 qui permettent de doser les signaux sur les grilles de commande de V_1 et V_2 . Ce

dernier tube détermine un déphasage de 180° . Le signal de sortie ainsi déphasé et dosé par le potentiomètre R_3 est appliqué à la grille de la V_3 . De la sorte, les tensions sur les grilles de V_1 et V_3 sont de forme identique, mais en opposition de phase. Les courbes de sortie de ces deux tubes (combinés sous la même anode dans la double triode 6SN7, pouvant être remplacée par tube 6C5) sont superposées dans le circuit anodique où il se neutralisent mutuellement. Les réglages de R_1 , R_2 et R_3 peuvent être établis de manière que la sortie du canal des graves soit nulle.

Une fraction du signal d'entrée non filtrée est appliquée par l'intermédiaire du potentiomètre R_4 à l'amplificateur V_4 , dont la tension de sortie est redressée par V_5 . La tension ainsi détectée est appliquée à la grille-écran de V_2 . Le gain de ce dernier tube dépend donc de l'amplitude du signal à l'entrée. Si ce signal décroît, la tension appliquée à la grille de commande de V_1 diminue également, ainsi que la tension de sa grille-écran. Cependant, la tension de sortie de V_1 appliquée à V_3 baissera comparativement plus que le signal appliqué à la grille de V_1 .

Si les différents réglages sont ajustés (pour que la sortie soit nulle lorsque le signal d'entrée est très fort, sa diminution aura pour résultat un décroissement de la sortie de V_1 plus important que celui de V_3). Les sorties de ces deux tubes ne seront plus entièrement neutralisées, et le canal des graves donnera lieu à un certain courant de sortie. En fait, la puissance de sortie de ce canal varie en raison inverse de la tension d'entrée de tout le montage.

On voit donc que si pour des signaux intenses, où les graves et les aigus n'ont pas besoin d'être renforcés, le courant de sortie n'est dû qu'au canal moyen qui, rappelons-le, transmet toutes les fréquences uniformément, lorsque l'intensité de l'audition diminue, les deux canaux extrêmes viennent à la rescousse du canal moyen, en renforçant de plus en plus les graves et les aigus, de manière à maintenir la force égale pour toutes les fréquences.

La rapidité avec laquelle le canal des graves suit les variations de l'intensité à l'entrée dépend de la constante de temps du circuit qui procure à V_2 sa tension de grille-écran. De son côté, le rapport de compensation peut être réglé à l'aide du potentiomètre R_3 .

Le circuit décrit se distingue par la grande souplesse avec laquelle il s'adapte aux applications les plus diverses. Le réglage initial des canaux « graves » et « aigus » pour une sortie nulle peut être effectué de manière à compenser les défauts des circuits associés ou de l'acoustique du local, ou bien encore pour s'adapter au goût individuel de l'auditeur. Il n'est pas indispensable, en effet, que ce réglage ait lieu pour le maximum d'intensité.

Par exemple, dans l'enregistrement des disques, il est nécessaire de comprimer les tensions appliquées au pick-up graveur, de manière à éviter la surcharge des sillons pendant les passages les plus forts. En fait, seules les fréquences les plus basses requièrent la compression de la dynamique. Le montage de la figure 2 offre une solution économique du problème. Il faut toutefois éliminer les fréquences des plus graves du canal moyen. Pour un signal relativement faible, les tensions alternatives sur les grilles de V_1 et V_3 sont alors faibles et les courbes de puissance de sortie de V_1 sont suffisamment supé-

rieure à celle de V_1 lorsque le signal comporte un pourcentage normal de fréquences basses. Lorsque la tension d'entrée totale augmente, le signal sur V_1 monte plus rapidement que le signal sur V_2 , les courants de sortie se neutralisent de plus en plus, et la puissance de sortie pour les fréquences basses est comprimée.

Pour la reproduction des disques, les réglages initiaux sont effectués pour le même niveau modéré d'entrée; mais la tension appliquée à V_1 doit être supérieure à celle de V_2 . Dès lors, c'est V_1 qui procure le courant de sortie, et V_2 le neutre, plus ou moins. Lorsque le signal d'entrée croît, la sortie de V_1 croît en proportion plus forte que celle de V_2 . Et l'on obtient ainsi l'expansion des fréquences basses.

Dans une réalisation pratique, les réglages initiaux pour la réception de la radio et pour la reproduction des disques doivent être effectués une fois pour toutes, et le passage d'une position à l'autre doit être opéré à l'aide d'un commutateur.

Simplifications possibles

Le montage décrit peut faire l'objet de certaines simplifications en vue d'en réduire le prix de revient. C'est ainsi que V_2 peut être éliminé si l'on prélève la tension de la grille-écran de V_1 dans un pôle de l'impédance B.F., suffisamment éloigné.

On peut, d'autre part, utiliser des canaux à gain constant pour les graves et les aigus en réservant un troisième canal pour le registre médium, sans le troisième canal que l'on neutralise plus ou moins à l'aide d'un montage analogue à celui des tubes V_1 , V_2 et V_3 , de manière à en réduire la puissance de sortie lorsque le signal à l'entrée devient plus faible. Dès lors, l'intensité relative des notes basses et aigus devient supérieure à celle du médium.

On peut aussi imaginer un autre montage nécessitant seulement deux tubes additionnels, et basé sur la variation de la capacité dynamique d'entrée. On sait que dans un tube cette capacité a pour valeur $C_g + C_{gk} (1+K)$, où K est le gain réel de l'étage. On peut d'ailleurs accroître la valeur de C_{gk} en branchant un condensateur de faible valeur entre la grille et la plaque.

En appliquant à la grille d'un tel tube la tension d'un régulateur antifading amplifié, on varie sa tension d'entrée dans de larges proportions. Lorsque le signal d'entrée décroît, la polarisation due à la tension de l'antifading diminue; il en résulte une augmentation du gain et, par conséquent, de la capacité d'entrée. Si celle-ci est branchée en dérivation sur une résistance transmettant le signal, les notes aigües se trouvent davantage atténuées et l'intensité des graves augmente par contraste.

Commutateurs parole-musique

Que faut-il penser des dispositifs de réglage de tonalité permettant de modifier la courbe de réponse de l'amplificateur, selon que l'on écoute la parole ou la musique ?

Quarante auditeurs, deux speakers expérimentés et deux speakers débutants ont pris part à des expériences très courtes entreprises pour répondre à cette question. Les conclusions sont les suivantes :

1) En appliquant la compensation en fonction de la fréquence, selon les métho-

des ci-dessus examinées, la parole est à la fois intelligible et agréable ;

2) L'élimination des fréquences basses, tout en conservant son intelligibilité, rend l'audition de la parole désagréable ;

3) En exagérant la compensation du canal des graves, et en atténuant fortement les aigües, la parole devient déplaisante et inintelligible ;

4) En réduisant de plus en plus les notes graves, on compromet définitivement l'intelligibilité.

Il en résulte qu'une courbe de réponse bonne pour la reproduction de la musique est également bonne pour la parole. Les commutateurs parole-musique ne peuvent avoir leur raison d'être que dans les reproducteurs de basse qualité, montages aux résistances et non de tonneau » ou si la source des signaux est défectueuse.

Filtres passe-bas et passe-haut

Pour éliminer des distorsions aux fréquences basses et élevées, les bruits étrangers à l'audition et, notamment, le bruit d'aliquille, on utilise communément des filtres à caractéristiques plus ou moins spiales. C'est le cas, en particulier, des régulateurs de tonalité utilisant des aigües capacitifs. Tout en éliminant les fréquences élevées, ils atténuent la partie supérieure du médium; le résultat, plutôt médiocre, n'est pas préférable.

L'auditeur est généralement irrité par des bruits aux fréquences élevées; il accorde la fidélité pour éviter de tels bruits, mais, en même temps, il veut un son clair, en général, les notes aigües. Le résultat est que les auditeurs sont loin d'utiliser toutes les qualités virtuelles de leurs appareils.

Diverses méthodes permettent d'obtenir une coupure nette aux fréquences données. La meilleure consiste à utiliser un filtre à trois ou quatre cellules, dont chacune est accordée pour éliminer une bande de 1.500 p/s de large. Ainsi, pour une fréquence de coupure de 5.000 p/s, la première cellule doit être accordée afin d'éliminer de 5.000 à 6.500 p/s, la seconde de 6.500 à 8.000 p/s, etc. L'établissement de tels filtres requiert l'emploi des inductances, ce qui accroît le prix de revient et pose le problème de l'insertion du secteur.

Une méthode moins coûteuse consiste à employer des condensateurs de fuite entre étages successifs. De même, pour éliminer les fréquences basses, on peut utiliser des faibles valeurs des condensateurs de découplage pour résistance de cathode et de grille-écran, ainsi que des condensateurs de liaison entre étages.

Distorsions par harmoniques

Il a été constaté expérimentalement qu'aux faibles niveaux d'intensité l'oreille est moins tolérante à l'égard des distorsions qu'aux niveaux élevés. Ce fait doit être pris en considération lorsque l'on détermine les limites de distorsion admissibles en calculant l'appareillage de reproduction sonore.

Il faut noter également que des harmoniques sont engendrées par l'oreille même. Lorsque l'intensité de son fondamental augmente, les harmoniques se paissent plus rapidement que l'oreille admettent jusqu'à un certain point, puis, l'ayant dépassé, tendent à décroître. Quant aux harmoniques impairs, ayant atteint un maximum, ils conservent leur intensité,

alors que celle de la note fondamentale continue à croître.

On peut en conclure qu'à un certain niveau relativement bas (50 db environ au-dessus du seuil de l'audibilité) l'oreille perd sa symétrie et tend à la retrouver à un niveau plus haut (100 db environ). Par ailleurs, la non-linéarité qui détermine l'apparition des harmoniques impairs croît progressivement et s'accroît avec leur maximum. Il convient de retenir que les harmoniques de tous les ordres sont soumis à une sorte d'expansion de volume lorsque du seuil de la note fondamentale jusqu'à son maximum l'oreille croît entre 50 et 100 db.

La mesure des harmoniques ayant leur origine dans l'oreille a pu être effectuée avec beaucoup de précision tant par la méthode des battements que par des expériences très objectives, effectuées sur des chats et des cochons d'Inde. On a pu ainsi déterminer que deux sons sinusoïdaux de 700 et de 1.200 p/s attaquant simultanément l'oreille d'un chat ont donné naissance à 66 autres fréquences.

Le taux élevé des harmoniques engendrés dans l'oreille aux niveaux d'intensité importants a pour effet de masquer la distorsion harmonique de la source sonore. Ayant l'habitude de percevoir de tels harmoniques dans les sons forts, l'auditeur les tolère facilement dans la reproduction sonore.

Du fait que l'oreille est peu sensible aux fréquences basses, elle perçoit leurs harmoniques mieux que la fondamentale. Par contre, pour les sons aigus, peu d'harmoniques font partie du spectre des sons audibles. Il en résulte qu'un son particulier doit être apporté à l'élimination des distorsions harmoniques du registre grave, alors que dans le registre aigu de telles distorsions offrent beaucoup moins d'inconvénients.

Notes vibrées

Le « vibrato » produit par les violoncelles et les chanteurs est une rapide fluctuation de la fréquence au-dessus et au-dessous de la note fondamentale. Cette véritable modulation de fréquence est accomplie à raison de 7 périodes par seconde. C'est cette vibration qui constitue la limite à laquelle l'oreille perd la possibilité de suivre les variations de la hauteur du son. Ainsi le son modulé en fréquence est-il perçu comme s'il était modulé en amplitude. Dans les instruments de musique électronique, on obtient le « vibrato » en modulant le son en amplitude. Cependant le son y perd en puissance et en richesse.

On suppose que cette fréquence de 7 variations par seconde où l'on cesse de distinguer les changements de la fréquence des changements d'amplitude est terminée par le temps de la disparition des sensations dans le système nerveux central. Il a été, en effet, déterminé que ces sensations décroissent en atteignant le seuil en 0,14 seconde. Il est curieux de noter que, quelle que soit l'intensité de la sensation à l'origine, et bien que la loi de la décroissance puisse varier, le temps total de la perception met à tomber jusqu'au niveau du seuil d'intensité égal à 0,14 seconde. Stevens et Davis ont émis l'hypothèse que cette durée constitue le temps idéal d'établissement et de disparition d'une sensation. Il est possible d'éviter un déclin ou d'autres troubles transitoires. On doit tenir compte de ce temps dans l'établissement des instruments de musique électronique et d'autres dispositifs semblables.

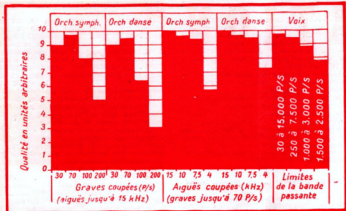


Fig. 2. — Le graphique ci-dessus synthétise les résultats de multiples expériences objectives aux échelles allant de 0 à 10 l'audibilité, de trois différents types de programme. L'amplificateur était réglé tantôt pour couper les graves ou les aigus, tantôt pour révéler plus ou moins la bande passante. Une fois de plus, on constate que l'oreille est moins fidèle que l'œil.

Les auteurs se sont livrés à une étude minutieuse du phénomène en expérimentant avec trente auditeurs doués d'une ouïe normale. Ils ont trouvé que le temps d'établissement de la sensation pour les sons forts était quelque peu supérieur et pouvait atteindre 0,165 seconde. Mais la valeur de 0,14 seconde pour la durée de la disparition de la sensation a été trouvée exacte. Ajoutons qu'il n'existe dans le domaine de l'audition aucun effet de persistance comparable à celui de la vision.

Perspective sonore

On connaît les nombreuses expériences faites depuis quelque temps pour introduire dans la musique reproduite l'élément de perspective sonore. La reproduction à trois canaux utilisant trois microphones à l'émission et trois haut-parleurs à la réception permet d'assurer à la reproduction un réalisme remarquable. Même avec deux canaux, on parvient à obtenir une sérieuse amélioration. On sait que Walt Disney a appliqué le procédé de la stéréophonie à son film Fantasia.

Ce que l'on sait moins, c'est que des résultats très satisfaisants peuvent être obtenus lorsqu'à la musique transmise par un seul canal on assure une convenable répartition dans l'espace.

Alors que la tendance actuelle conduit vers l'emploi du haut-parleur unique à grande membrane, permettant une meilleure reproduction des notes graves, l'utilisation de plusieurs haut-parleurs de faible diamètre peut donner lieu à des résultats bien plus intéressants tant pour la reproduction des graves que pour la répartition des aigus. C'est ainsi que quatre dynamiques de 18 cm, montées horizontalement en un rang sous la paroi supérieure d'un cockpit fermé, reproduiraient d'une façon remarquable un courant complexe d'une puissance de 12 W. Bien entendu, les quatre haut-parleurs doivent être en phase.

D'après les expériences de Fletcher, la reproduction stéréophonique à deux canaux d'une gamme allant jusqu'à 5.000 p/s seulement, paraît aux auditeurs plus

agréable que celle assurée par un seul canal avec une gamme s'étendant jusqu'à 15.000 p/s. Le même auteur signale également que la transmission fidèle de la musique requiert une dynamique de 65 db pour la gamme de 60 à 8.000 p/s, alors que pour la parole on peut se contenter de 40 db dans la gamme de 100 à 7.000 p/s.

Gamme d'intensités

On sait que l'oreille est capable de percevoir une gamme très étendue d'intensités. Le seuil de l'audibilité se trouve dans une région où un accroissement de la sensibilité permettrait de percevoir les sons produits par l'agitation géométrique des molécules de l'air. Nous percevons alors un bruit ininterrompu, ce qui ne manquerait pas d'être fort irritant.

Le déplacement le plus faible du tympan apte à engendrer une sensation auditive a été calculé par Stevens et Davis; il est de l'ordre de 10^{-10} cm. Pareille longueur est inférieure à la longueur d'onde de la lumière visible ou au centième du diamètre de la molécule d'hydrogène.

L'intensité à laquelle le son cesse d'être perçu comme tel se situe entre 60 et 70 db au-dessus de 1 dyne/cm² de pression. Suivant l'individu et la fréquence, la sensation est alors celle d'une vibration mécanique, de chatouillement, de douleur et même du brûlure.

Relations de phase

On croit généralement que l'oreille est insensible aux relations de phase. Cela est erroné. Selon la loi d'Ohm acoustique, l'oreille est un analyseur qui perçoit une onde sonore complexe en termes de ses composantes des différentes fréquences. Ce principe est, dans sa forme générale, exact, mais ne s'applique plus que les éléments de l'oreille ne sont pas extrêmement sélectifs.

Deux ondes sonores de fréquence et d'intensité égales, mais en opposition de phase, se manifestent par un silence. Il est évident que l'intensité totale d'une onde sonore varie en fonction des phases relatives de ses composantes qui peuvent

être additives ou soustractives; et la force du son perçu par l'oreille varie par conséquent de la même façon.

Il faut également tenir compte des harmoniques engendrés dans l'oreille et qui s'ajoutent aléatoirement à ceux de la source du son. De plus, des variations continues de phase peuvent se traduire tant par la modulation de l'amplitude que par la modulation des fréquences. Suivant le cas, le système nerveux central percevra donc des variations de force ou de hauteur du son.

Conclusion

Les progrès de l'électronique ont permis d'améliorer d'une façon considérable la reproduction du son. On peut aujourd'hui parler de la haute fidélité. Mais il n'est pas permis d'affirmer que la fidélité est parfaite. Car il demeure toujours une différence entre la musique reproduite et la musique originale.

Il faut poursuivre activement des recherches afin de réduire au minimum l'épaisseur de la cloison qui sépare les deux. Parviendrons-t-on un jour à l'abolir totalement? C'est une autre histoire.

DE PARTOUT...

● L'emploi du PAPIER MÉTALLISÉ pour la fabrication des condensateurs permet de faire une économie de papier de l'ordre de 20 0/0.

● Les Américains équipent radiodiffuseurs des feux V2 pour les recherches dans l'atmosphère. Ces feux, dont la vitesse atteint 5.500 km/h, atterriront à environ 150 km de leur point de départ. Ils ne dureront que 7 minutes, mais les enregistrements des appareils fourniront des semaines de travail à une équipe de savants.

● Une ANTENNE COMMUNE d'émission, recevant 12 émetteurs FM, 6 émetteurs de télévision couleur, 4 en noir et blanc et 6 réseaux de police, avec transmission à impulsion et ondes dirigées, vient d'être érigée à Nutley (N.-J.). Haute de 100 m, elle rayonne sur des fréquences de 100 à des milliers de mégahertz.

● Le plan russe de télévision prévoit une chaîne de transmission de Moscou à Leningrad, avec studios à Kiev et Sverdlovsk. En 1958, des milliers de récepteurs en couleur fonctionneront en Russie.

● Une nouvelle bande de fréquences pour les AMATEURS, celle de 3,7 à 4 mégahertz, a été attribuée aux Américains.

● Les AMATEURS-ÉMETTEURS français sont autorisés à utiliser la bande de 14 à 14,4 MHz, entre celles de 30 et 60 mégahertz.

● Des ÉTALONS conformes aux normes A.R.M.A. sont mis à la disposition des laboratoires des divers pays, afin de hâter la normalisation internationale du matériel radiotélégraphique.

● La Société britannique Interplantaire a entrepris des recherches de télécommunications des INTERSTELLAIRES.

● Le laboratoire de Delli Hill du Post Office britannique, s'est spécialisé dans les recherches sur les CABLES COAXIAUX à voix multiples, sur les appareils producteurs de signaux à affaiblissement synthétique, sur les appareils pour les sourds et les "télécodeurs" pour l'analyse et la reproduction des syllabes vocales.

● Le Post Office anglais a mis au point un appareil d'AIDE AUX SOURDS comprenant un amplificateur à très haute puissance et ne mesurant pas plus de 75 mm dans sa plus grande dimension.

RÉGULATION

par tubes électroniques

Une parfaite stabilité de la tension est condition indispensable pour l'exécution de la majorité des essais radioélectriques de précision.

Tous les instruments de mesure équipés de tubes électroniques ne fournissent des résultats exacts que s'ils sont alimentés avec une tension continue ne suivant pas les variations de la charge, ni du secteur, dans le cas d'une alimentation en courant alternatif redressé. Les piles sont bien une source stable de courant, mais leurs caractéristiques varient avec le temps et leur durée est limitée. L'alimentation en courant redressé, stabilisé, présente sur elles un avantage certain.

Il existe une grande variété de systèmes de régulation, les plus connus sont les lampes fer-hydrogène, les régulateurs à ferro-résonance, les tubes au néon, les inductances à saturation variable. Cependant tous ces modèles présentent des imperfections notables qui sont réduites lorsque l'on adopte la régulation par tubes électroniques. Ce type de régulateur est très répandu aux U.S.A. ; en France, la rareté et le prix élevé des tubes limitent fortement son développement.

Tous les systèmes régulateurs à lampes sont basés sur le principe de la variation de la résistance interne d'un tube suivant la tension de polarisation appliquée à sa grille. Par différents artifices on s'arrange pour que cette tension croisse et décroisse suivant les fluctuations de la tension d'alimentation et de la charge.

Commençons par examiner la figure 1 ; elle nous indique le principe de la régulation par lampe, montage série. En série sur le positif est branchée une triode à chauffage indirect, l'anode est réunie à la source de courant qui fournit la tension E_1 et la cathode est reliée à l'utilisation, aux bornes de laquelle existe une tension E_2 .

Supposons que, soit par accroissement du secteur ou diminution de la charge, la tension E_2 augmente, la grille se trouve portée par rapport à la cathode à un potentiel plus négatif, la résistance de l'espace cathode-plaque augmente et il en résulte une chute de tension engendrant une diminution automatique de la tension de sortie. S'il se produit une baisse de E_2 l'effet de compensation sera inverse. Nous obtenons donc, grâce à notre tube électronique, une tension régulée.

La régulation peut être obtenue sans utiliser de batteries de polarisation fixe en adoptant le montage de la figure 2. C'est le régulateur électronique le plus simple à réaliser, il suffit d'une triode amplificatrice (une 6F6, par exemple) et d'un potentiomètre de 100.000 ohms que l'on règle aux essais pour obtenir la valeur adéquate à la sortie et suivant les caractéristiques du tube, la plage correspondant à la meilleure régulation.

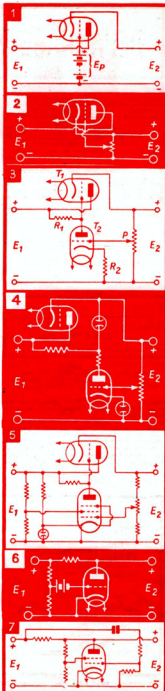
Cependant, même en utilisant un tube à forte pente, la sensibilité du système que nous venons de décrire n'est pas grande, c'est pourquoi dans la majorité de ces dispositifs, la grille de la lampe régulatrice est alimentée par l'intermédiaire d'un autre tube à coefficient d'amplification élevé, qui amplifie les variations de la tension. Le schéma de principe d'un tel montage est représenté par la figure 3.

Les fluctuations de la tension à stabiliser sont appliquées à la grille du tube T_2 par l'intermédiaire d'un potentiomètre ; lorsque la tension de sortie E_2 varie, la polarisation de la grille de T_2 devient proportionnellement plus ou moins positive, le courant anodique augmente ou diminue et, en même temps, la chute de tension dans la résistance R_2 . La grille du tube T_1 reçoit donc une polarisation correspondant aux fluctuations amplifiées de la tension d'alimentation et la résistance interne de ce tube suit le rythme des variations.

Malgré cette amélioration, le dispositif n'est pas parfait. Une source de polarisation constante est préférable à la résistance R_2 . De plus, au lieu d'utiliser une batterie de piles, la tension de référence peut être demandée à une lampe au néon. Celle-ci, nous le rappelons, a la propriété de délivrer à ses bornes une tension indépendante du courant qui la traverse. Par ailleurs, la sensibilité du système peut être accrue par l'introduction d'une seconde lampe au néon qui, placée entre l'anode de T_1 et la cathode de T_2 , provoque une amplification plus importante et plus stable de T_2 . Le schéma de principe d'un régulateur utilisant deux tubes au néon est représenté figure 4.

Le système précédent fournit une bonne régulation. Néanmoins, l'action du régulateur étant provoquée par une variation de la tension de sortie, celle-ci ne peut être rigoureusement stable, c'est pourquoi les chercheurs (plusieurs brevets ont été pris dans ce sens) se sont efforcés de compenser les différences de la tension de sortie. Cette compensation peut être obtenue en faisant agir la tension à stabiliser sur une autre électrode du tube amplificateur, à titre d'exemple nous donnons le schéma de la figure 5 extrait de « Communication » novembre 1945. Des résultats analogues peuvent être obtenus avec un système de compensation par pont de résistance.

L'intensité du courant à réguler est limitée par le courant plaque maximum que peut supporter le tube. Pour stabiliser une puissance importante, il est donc indispensable de réunir en parallèle plusieurs tubes régulateurs identiques dont les grilles sont commandées par une seule lampe amplificatrice.



(Suite page 260)

DÉPANNAGE PROFESSIONNEL

FAÇON SIMPLE DE MESURER L'IMPÉDANCE INCONNUE D'UN TRANSFORMATEUR DE DYNAMIQUE

La plupart des dépanneurs possèdent tout un stock de vieux H.P. et transformateurs d'adaptation, dont, très souvent, ils ne connaissent pas l'impédance. Et pourtant il est dommage de laisser inutilisée une telle mine de pièces de rechange, d'autant plus que le câblage des transformateurs de sortie est une panne extrêmement courante.

Nous allons donner ici un moyen rapide et simple de déterminer l'ordre de grandeur de

Nous commençons par réaliser le montage de la figure 1. Aux bornes de la sortie H.P. de notre hétérodyne nous branchons un circuit constitué par le primaire du transformateur inconnu et le milliampermètre M. Si le transformateur inconnu est monté sur un haut-parleur et que la bobine mobile est connectée normalement au secondaire S, nous laissons rayonner l'ensemble. Si, par contre, le transformateur se trouve démonté, nous chargeons son secondaire par une résistance R de 4 à 5 ohms, ainsi que le montre le schéma.

Le montage étant réalisé et l'hétérodyne en fonctionnement, nous constatons une déviation du milliampermètre M et la notons soigneusement. Soit, pour fixer les idées, 0,65 mA la valeur de cette déviation.

Nous débranchons alors le transformateur inconnu et intercalons à sa place un potentiomètre de 10.000 à 15.000 ohms, monté en rhéostat, comme le montre la figure 2.

Puis, d'abord le curseur de telle façon que la résistance introduite dans le circuit soit maximum et ajustons-le ensuite de manière à avoir, sur le milliampermètre, la même déviation que précédemment, soit 0,65 mA.

Débranchant le test, sans toucher au bouton de potentiomètre, et, à l'aide d'un ohmmètre ou d'un pont, mesurons la résistance du potentiomètre entre l'extrémité A et le curseur B. La valeur de cette résistance nous donne l'impédance inconnue.

UN JEU DE BOBINAGES POUR O.C.

Les caractéristiques de ces bobines ont été retenues sur un récepteur Radio-Star, dont le fonctionnement en O.C. était remarquable.

Oscillateur. — Réalisé sur tube de 20 mm de diamètre extérieur et comportant 11 3/4 spires à l'enroulement de grille et 7 spires au circuit plaque.

La longueur de l'enroulement grille est de 23 mm et le fil utilisé est de 16/10^e émail.

Le bobinage plaque est fait entre les spires du bobinage grille, en fil sans soie de 25/100^e. L'enroulement plaque commence et finit dix spires après l'extrémité de l'enroulement de grille.

Accord. — Réalisé sous forme d'une bobine enroulée sur un tube de 15 mm de diamètre extérieur, comportant 20 spires en fil de 20/100^e des deux couches soit. L'enroulement est fractionné en quatre parties, de 5, 9, 9 et 13 spires, suivant le croquis ci-dessous, et sa longueur totale est de 30 mm.

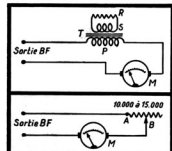


Fig. 1 (en haut). — Mesure de la déviation avec le H. P. comme charge.

Fig. 2 (en bas). — Mesure de la résistance de charge équivalente au haut-parleur.

l'impédance inconnue d'un transformateur, moyen que nous avons expérimenté et constamment utilisé.

Il suffit, pour cela, de disposer d'une source de tension basse fréquence de 400 à 1.000 périodes, ce qui est presque toujours à la disposition du dépanneur, possesseur heureux d'une hétérodyne à sortie H.P. séparée. En plus de cela, il nous faudra encore un milliampermètre alternatif sensible, constitué, par exemple, par la sensibilité 0,75 mA du contrôleur universel 13K de Guérillon, et un potentiomètre, bobiné ou non, de 10.000 à 15.000 ohms.

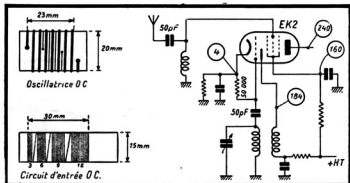


Fig. 3. — Réalisation des bobinages O.C. et étagé chauffant. (Les nombres encadrés indiquent les tensions aux points correspondants.)

Le courant d'oscillation mesuré aux différentes fréquences est :

6 MHz (30 m)	 135 μ A
6,7 MHz (45 m)	 150 μ A
7,3 MHz (40 m)	 170 μ A
10 MHz (30 m)	 210 μ A
15 MHz (25 m)	 210 μ A
15 MHz (30 m)	 200 μ A

La lampe étagérée de fréquence est une EK2 montée suivant le schéma figure 3, mais à priori il n'y a aucune raison pour que cet ensemble de bobines se puisse convenir à une ECR ou à une GEC. Les tensions qui nous sont relevées sur l'appareil en fonctionnement sont indiquées également sur le schéma (chiffres encadrés).

W. SOROKINE.

RÉGULATION par tubes électroniques

Suite de la page 259

Dans les systèmes de régulation décrite jusqu'ici, le tube régulateur était en série avec la source, c'est là le cas le plus fréquent. Cependant les tubes électroniques peuvent servir de régulateur étant branchés en parallèle sur la source. Leur action dans ces conditions présente beaucoup d'analogie avec la régulation par tubes au néon.

Sur le schéma de la figure 6 nous pouvons nous rendre compte du principe de ces régulateurs. La tension de polarisation appliquée à la grille du tube, prise sur le potentiomètre P varie en fonction des variations de la tension E₀. Lorsque cette tension augmente, le courant anodique croît et engendre une chute de tension dans la résistance R qui abaisse la tension et en compense l'augmentation. Bien entendu une diminution de E₀ engendre l'effet inverse.

Ce schéma du principe est susceptible de perfectionnement. Son action peut être augmentée en agissant sur les deux grilles d'un tube penthode (fig. 7), l'effet de régulateur étant commandé à la fois par la tension de polarisation et la composante alternative du courant redressé.

Comme tous les régulateurs, ceux-ci absorbent une puissance importante et le redresseur fournissant l'énergie à stabiliser doit être prévu en conséquence. Pour le montage série, la tension redressée devra être augmentée de la chute de tension dans la lampe régulatrice; avec une EL6, cette chute est de l'ordre de 150 volts.

La lampe triode fournit donc une des meilleures solutions de la régulation et, dans cette spécialité, son emploi ne se limite pas à des applications radioélectriques. Que ce soit pour la photométrie, le contrôle des températures, la diathermie, les équipements de rayons X, des tensions stabilisées sont nécessaires, que les lampes triodes, utilisées seules ou combinées avec des dispositifs d'inductance à saturation variable, permettent d'obtenir. Ajoutons à cela les services que rendent les triodes dans la régulation des machines tournantes et nous verrons que la recherche de perfectionnements dans les systèmes de régulation électronique est un sujet qui ne manque pas d'intérêt.

M. DORY.

REVUE critique de la PRESSE étrangère

APPAREIL POUR LA MESURE DU CHAMP

par P. S. Rand, H. S. Whittemore et J. H. Marchese
(QST, West Hartford, Conn., U.S.A., juillet 1946.)

L'ingénieur disposait imaginé par trois amateurs des O.C. américains est extrêmement simple. Il sert à mesurer l'intensité du champ électromagnétique fonctionnant sur des fréquences pouvant aller jusqu'à 1.600 MHz.

Comme le montre la figure A, l'appareil utilise comme antenne de dimensions réglables un double mètre en acier s'enroulant dans un boîtier cylindrique, d'un modèle bien connu. Monté à l'intérieur d'un coffret en bois, il en laisse sortir par une fente une longueur réglable. En série avec cette antenne est placé un micro-ampèremètre pour courant continu d'une sensibilité aussi élevée que possible (30 μ A serait souhaitable, mais 250 μ A peut convenir) et une plaque en cuivre placée au fond du coffret; et constituant contrepois.

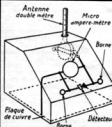


Fig. A. — Appareil de mesure de champ utilisant comme pièce maitresse un double mètre en ruban d'acier...

En dérivation sur le micro-ampèremètre est branché un détecteur à cristal pour hautes fréquences et deux bornes pouvant éventuellement servir à la connexion de shorts.

Un tel appareil permet de régler aisément des émetteurs pour O.C. de relever leur champ et d'étudier les propriétés directives de leurs antennes.

Il ne faut pas le confondre avec un ondemètre qui lui est accolé alors qu'il s'agit ici d'un dispositif essentiellement aperiodique.

(Les auteurs ne donnent aucune indication précise au sujet du détecteur utilisé. S'agit-il du nouveau détecteur au germanium ou au silicium ?) — A. Z.

CONCEPTIONS NOUVELLES

DANS LE TRAITEMENT ACOUSTIQUE DES STUDIOS

par Arnold Nygren.

(P.M. and Television, Great Barrington, Mass., mai 1946.)

L'auteur donne la description des perfectionnements récemment apportés au nouveau studio 6 D de la National Broadcasting Co., à New York, en vue d'obtenir la réverbération optimum par le dosage des surfaces absorbantes et réfléchissantes. Une étude minutieuse y a aussi été faite en ce qui concerne les conditions architecturales, acoustiques et techniques. Le studio mesure 10 m x 22 m et contient 154 plaques réfléchissantes.

Le plafond est formé en gradins, ce qui donne la meilleure diffusion des sons. L'éclairage est assuré par deux tubes lumineux au sommet de chaque dent de scie. En principe, le parquet et la scène sont en matériaux réfléchissants, mais le pouvoir réfléchissant est diminué par la masse des auditeurs. Le fond de la scène est formé d'une cloison réfléchissante portant des segments sphériques en plâtre, répartis au hasard. Un rideau permet de cacher l'absorption.

Les deux cloisons latérales sont diversement constituées. A gauche, le mur est plaqué d'isolant de recouvrement en laine minérale de 5 cm d'épaisseur, garnis extérieurement de carton d'amiante perforé. Des caillots sphériques sont encore répartis au hasard entre ces tôles. Le fond est formé de deux surfaces planes dont l'une peut glisser en avant et se projeter sur le panneau inférieur. Leur garniture est aussi en laine minérale et carton d'amiante perforé. A droite, le mur a la forme d'installations verticales, traitées aussi, par motif, à la laine minérale et au carton d'amiante. Il est en outre percé de deux boîtes données par 15 positions différentes du microphone, que la courbe des niveaux se maintient constante pour les divers fréquences acoustiques, à ± 7 décibels près. L'analyse montre qu'il s'agit d'un système brillant, mais bien le jeu des divers instruments, sans excès de réverbération ni d'absorption, par un dosage convenable des surfaces.

En connectant aux deux potentiomètres principaux le nombre décibels de réverbération ou au silicium ?) — A. Z.



effets acoustiques recherchés. Un affaiblisseur général permet aussi le contrôle des prises de son écoulées et des programmes du studio. Le nombre des combinaisons possible d'affaiblisseurs étant extrêmement grand, il est indispensable de repérer la fonction des affaiblisseurs, et qu'on fait aisément en portant une marque sur une étiquette en matière plastique blanche.

Le branchement des microphones à des coffrets logs de part et d'autre du procumum sur les cloisons latérales facilite le raccourcissement des connexions à 10 m au maximum. Ces coffrets sont engagés en retrait dans les cloisons.

Les communications parées: sont assurées entre les cabines et le studio, soit au moyen d'interphones.

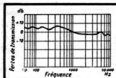


Fig. B. — Pertes dans la transmission, le rideau de fond d'air à 1 m-l'été, pour un orchestre de 40 musiciens placés sur la scène.

soit grâce à des casques. L'allumage des diodes signaux de position: « Péd », « Marche », « Répétition », « Emission », est automatique.

Pour éviter les perturbations dues à l'éclairage, des dispositions spéciales ont été prises. Tous les dispositifs d'alimentation des tubes fluorescentes sont installés dans un local contigu au studio. En outre, des démarreurs spéciaux isolent immédiatement tout tube défectueux et empêchent les clignotements.

M. J. A.

UN RECEPTEUR DE TRAFIC D'APRES-GUERRE

(QST, West Hartford, Conn., U.S.A., juillet 1946.)

Le récepteur Hallierlatiers modèle S-40, d'un prix modeste (80 dollars), offre l'exemple d'un bon poste de trafic pouvant en même temps servir à l'écoute des émissions de radiodiffusion. Pas d'innovations sensationnelles, mais une conception rationnelle, sans « artifice ».

Il est équipé de neuf tubes: pré-amplificateur H.F. (6807); chan-

geur de fréquence (88A7); deux stages M.P. accordés sur 485 KHz (6807); détecteur-préamplificateur B.F. (6807); étage de sortie (6807); régulateur antistatic et limiteur de parasites (6807); oscillateur de battements pour ondes entretenues (6807); valve 60.

L'intervalle de fréquence requis allant de 480 KHz à 44 MHz (540 à 5,81 mètres) est couvert en quatre gammes: 500 à 1.700 KHz; 1.600 à 1.600 KHz; 5,2 à 15,5 MHz; 15,5 à 44 MHz. Le cadran principal est directement étalonné en fréquence. Un second cadran est prévu pour accords étalés à l'aide d'un C.V. de faible capacité branché sur le C.V. d'accord. On reçoit ainsi les bandes d'amateurs en plaçant l'aiguille du cadran principal sur la fréquence la plus élevée de la bande et en l'exploitant lentement à l'aide du réglage « band spread ».

L'entrée d'antenne est prévue pour doubler aussi bien que pour alimenter à un fil. La liaison en H.F. par transformateur à secondaire accordé, mais une liaison par capacité y ajoute pour les deux gammes les plus basses en fréquence, pour y relever le gain.

L'oscillateur à une fréquence de 485 KHz supérieure à celle du signal pour les 3 premières gammes. Pour la quatrième, elle est d'autant inférieure à celle du signal.

Le réglage du gain H.F. de même que la tension de l'anfilading, sont appliqués. Cependant, le H.F. est aux deux tubes M.P. La bande passante M.P. est de 8,5 kHz pour une atténuation de 2 dB et 33,7 kHz pour 50 dB.

Le jack pour écouter est intercalé dans le circuit analogique de la chaîne. Cependant, la fêche y introduit, coupe l'une des connexions allant du transformateur de sortie à la bobine mobile du H.P.

Une fiche femelle est prévue pour la connexion d'un 8-mètre extérieur (appareil pour la mesure relative du champ). Normalement, le récepteur est alimenté par le secteur alternatif de 115 V et consomme 75 W minimaux. Cependant, il peut être alimenté par batteries (6 V-5 A et 270 V-70 mA) ou par un accumulateur rechargeable.

A noter une ingénieuse idée consistant à marquer par des traits rouges toutes les positions des réglages servant à la réception des émissions de radiodiffusion. De la sorte, en l'absence de TON, les membres de la famille peuvent aisément capter les stations de « broadcasting ». A souligner également les grandes dimensions du bouton servant à commander les gammes. [Commande des 9 récepteurs sont pourvus d'un bouton trop petit — transformateur à commande automatique, véritable exercice de force...] — E. A.

LE SYSTEME D'EQUILIBRAGE

" SIMPSON "

POUR INSTRUMENTS DE MESURE

(Publié dans les revues U.S.A.)

Lorsqu'un instrument de mesure est destiné à fonctionner dans différentes positions, son indication doit être invariable en fonction de la position. Ce qui revient à dire que le centre de gravité de l'équipage mobile doit se trouver sur l'axe vertical à ce sujet l'article de E. H. Bass, page 6 du N° 105 de *TOUTE LA RADIO*.

Les Ets Simpson de Chicago proposent une solution élégante facilitant l'obtention de l'équilibre.

La figure C représente ce système. Trois axes solidaires de l'équipage mobile ont été prévus. L'un,



Fig. C. — Le système d'équilibrage « Simpson ».

A₁, placé dans le prolongement de l'aiguille, contrebalance celle-ci. Les autres, A₂ et A₃ ont été placés sur une droite perpendiculaire à A₁ et à l'aiguille.

Chacun de ces axes porte une vis coalescente V, maintenue par un ressort R. Pour obtenir l'équilibre, il suffit de tourner les vis V au moyen de brochettes jusqu'à ce que la position de l'aiguille soit indépendante de celle de l'appareil. Les ressorts R étant très raides, il n'y a aucun danger de déséquilibre au cours du transport de l'instrument. — Ch. D.-F.

NOCTOVISION ELECTRONIQUE

par W. Mac D.

(Electronics, New-York 1946)

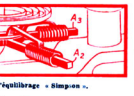
On vient de révéler aux Etats-Unis une invention du temps de guerre qui, jusqu'à présent, a fait peu de bruit. Bien qu'elle puisse avoir vu le jour simultanément en Amérique et en Allemagne. Il s'agit d'une lunette électronique, permettant de voir la nuit.

L'invention américaine, étudiée dans les Laboratoires de Sylvania et Varian, permet de voir à 60 m dans l'obscurité complète, grâce à la projection de rayons infra-rouges, diffusés par les obstacles. L'appareil bapillé au super-spectre ou sonospectre suivant son initiation — est essentiellement constitué par un projecteur à lampe L de 6 V et 30 W, concentrant la lumière noire sur la cible à travers un filtre à rayons infra-rouges. Après réflexion sur l'obstacle O, la lumière tombe sur l'optique S₁, qui donne une image de celle-ci sur un mosaïque M sensible à l'infrarouge, de 80.000 à 120.000 angstroms, disposée comme celle d'un orthiconoscope. Pour traduire la lumière infra-rouge en lumière visible, on utilise l'artifice d'une cathode photoélectrique à multiplications d'électrons V, donnant un « cascade d'électrons » consécutivement dans le tube cathodique C de manière à former une image visible sur l'écran fluorescent E₂, que l'observateur regarde à travers un oculaire S₂ (fig. D). On obtient ainsi une image comparable à celle de la télévision à 600 lignes.

L'alimentation de la source lumineuse est obtenue par pile à li-

quide. La haute tension des anodes (4.500 V) est donnée par un vibreur, la batterie de 30 W pouvant alimenter 6 h.

Ces lunettes de noctovision ont été fort utilisées par l'armée américaine pendant la guerre du Pacifique. Des modèles spéciaux équipaient les chars, les avions et les avions antiaériens. Un modèle antiaérien, à écran de radium, est si sensible qu'il donne l'image d'un char rien que pour les ondes infra-rouges émises par ce char deux heures après qu'il a été arrêté. La sensibilité de cette lunette augmente de 1/3 par temps de brouillard. On envisage son emploi pour compléter, jusqu'à une altitude de 15 m, les méthodes d'atterrissage sans visibilité des avions, ainsi que les procédés de guidage des navires, chemins de fer et au-



tomobiles. Pour certains de ces appareils la portée atteint 800 m. Les Allemands ont également mis au point un transformateur d'images à écran fluorescent et écran fluorescent, qu'ils ont principalement appliqué à la conduite nocturne des voitures. On peut apercevoir des objets nettement à 200 m si la route est illuminée à l'infrarouge. La lumière noire passe à travers un filtre rouge et tombe sur la cathode de césium, qui émet sur l'autre face des électrons en quantité proportionnelle à l'intensité. La focalisation est effectuée électrostatiquement par une grille. Après passage à travers l'objectif et l'oculaire et transformation sur les écrans, l'image est vue exactement sous le même angle que le serait l'objet en lumière visible et à l'œil nu. On peut modifier cet

lent à 100 m, alimentation par batterie Edison de 7 V donnant 4 W. La constante de temps de l'appareil est de 15 s. Il est recommandé de ne pas l'utiliser continuellement, mais de couper de temps à autre la source de haute tension pour maintenir la sensibilité.

Il existe pour les avions une lunette électronique analogue, de 4 W, à écran de radium, qui permet la haute tension des machines de 4 W sous 24 V. Afin d'augmenter la sensibilité, on a fabriqué de Wimbardist, dont certaines le-

Un modèle à été mis au point pour la détection des projecteurs de simples tubes de curion avec, à un bout, une fenêtre infra-rouge et à l'autre, une fenêtre d'un écran sensible qui détecte l'infrarouge sous forme d'un éclaircissement de laminière rouge. Les caractéristiques des cellules photoconductrices construites par les Allemands sont les suivantes : résistance, 100.000 ohms; réponse maximum vers 2,5 micromètres de longueur d'onde, avec cut-off à 3,7 micromètres; puissance radiante de 50 à 500 milliwatts; constante de temps de millisecondes. Le niveau de bruit est réduit dans le rapport 30 à 50 par la réfrigération de la cathode à la neige carbonique, à l'aide d'un dispositif analogue à celui des bouteilles thermos.

M. J. A.

PERSPECTIVES DE LA RADIO

AUX U.S.A.

par Lewis Winner

(Communications, New-York, juillet 1946.)

Dans son editorial, le directeur de notre confrère américain cite les prévisions officielles de la Federal Communications Commission relatives au développement de la radio aux Etats-Unis durant les années à venir.

On s'attend à ce que, d'ici peu d'années, le nombre des émetteurs passe à 5.000 dont 1.400 à modulation d'amplitude, 3.000 à modulation de fréquence et 200 de télévision.

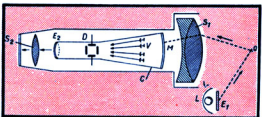


Fig. D. — Vue en coupe du « Sonospectre ».

angle en déplaçant l'œil. La source d'infrarouges est une lampe de 300 V avec un filtre à infrarouge qui protège la cathode infra-rouge et évite son usure trop rapide. L'image sur l'écran de césium est inversée, on la redresse pour l'appliquer sur l'écran fluorescent, en faisant usage d'une tension élevée et d'une concentration ionique élevée.

L'alimentation est obtenue par batterie au moyen d'un vibreur avec redresseur, condensateur et filtres à capacités, ce qui permet d'obtenir 6.000 et 8.000 V pour les anodes. Dans les appareils plus compliqués, le vibreur est remplacé par un groupe convertisseur. L'appareil le plus léger, dit de visée, est monté sur les fusils. C'est un tube de 30 cm. de longueur por-

(Le total est égal à 4.700. Que seront les 360 autres émetteurs ?) De plus, l'infrarouge de l'atterrissage va requérir 2.500 émetteurs terrestres pour 50.000 avions équipés de radio.

Enfin, 150 lignes de chemin de fer utiliseront des communications radioélectriques en nécessitant de milliers d'appareils variés.

Quant aux petits émetteurs-récepteurs individuels du type « walkie talkie », la FCC prévoit environ 200.000 demandes de licences. De plus, de milliers d'autres appareils serviront à la liaison entre bateaux et stations terrestres, aux relais sur micro-onde, aux radars et à d'autres usages.

Si, avec tout cela, l'éther américain n'est pas encombré... — E. A.

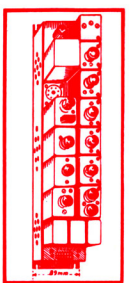


Fig. E. — Le récepteur « Wilcox ».

LE RECEPTEUR PROFESSIONNEL

" WILCOX "

(Publié dans les revues U.S.A.)

Ce récepteur est construit pour être disposé sur rack standard U. S. A. (largeur 205 mm); sa hauteur est de 89 mm. Il comporte l'amplification B.F., mais non le haut-parleur.

Il est destiné aux communications entre avions et terre, sur fréquences fixes. Il couvre par points fixes (quartz) la gamme 2-20 MHz.

Son impédance d'entrée est de 70 Ω (antenne dipôle), son impédance de sortie B.F. de 500 Ω symétrique. Il délivre comme puissance B.F. 60 mW ou 1,25 W.

La sensibilité est de 1 µV, l'at-ténuation de la fréquence image de 80 db. L'action de la C.A.V. est telle qu'une variation de la tension d'entrée de 10 µV à 1,5 V ne provoque qu'une variation de 3 db du niveau de sortie. Il offre le choix entre les bandes passantes suivantes : 2 kHz, 4 kHz, 7 kHz et 11 kHz.

La figure E montre l'originalité de la réalisation : chaque étage (directeur, bobinage), est monté dans un blindage un peu plus large qu'un transformateur M. F. français. Le tube miniature est placé sur le dessus du blindage qui comporte à sa base une fiche octal venant à l'appareil à un support fixé au châssis qui ne sert plus que de point de câblage, sauf en ce qui concerne la B. F.

Encore un exemple des réalisations que permettent les tubes miniatures, que nous espérons voir bientôt en Europe. — Ch. D.-F.

TAXES ANGLAISES

(Wireless World, juillet 1946)

De l'autre côté de la Manche, les récepteurs de radio et de télévision, ainsi que les radiophones, sont grevés d'une taxe de 23 1/3 0/0. Notre taxe de luxe est battue à la fois par celle du Japon qui est de 25 p. 100 et par celle de l'Allemagne qui est de 30 p. 100. Mais ce n'est pas à M. Schumann : cela pourrait lui inspirer des idées...

**SUR DES APPORTS FRANÇAIS
A LA TECHNIQUE
DE LA DETECTION ELECTROMAGNETIQUE**

La publication dans notre dernier numéro de l'étude de M. Foulie appartenant à des préoccupations sur les travaux français dans le domaine de la détection électromagnétique, nous a valu, de la part de son auteur, la fort intéressante lettre que nous nous faisons un plaisir de reproduire ci-dessous :

Monsieur le Directeur,

Nous avons sincèrement apprécié votre offre d'ouvrir vos colonnes à la publication de l'article qui a été publié dans les Annales de Radiosélectivité sur la détection électromagnétique. Nous avions voulu montrer quelle était notre contribution aux premiers développements de cette technique qui a dépassé les espoirs de ses premiers pionniers.

Vous me permettez, toutefois, de vous signaler que la publication de notre article dans votre journal m'amène à vous suggérer deux rectifications que votre sens bien connu de l'objectivité vous incitera certainement à accepter.

La première concerne le titre. Nous avions intitulé notre article : « Sur des apports français... », expression que l'écrit la Radio a transformée en « Les apports français... ». Nous craignons que cette transformation involontaire puisse être interprétée comme si nous ignorions que d'autres travaux que les nôtres ont été faits en France ; nous tenons, au contraire, à rendre hommage aux autres études et réalisations françaises, notamment celles de M. David, aux idées hardies de M. de France et de plusieurs autres : les techniciens savent ce qu'on leur doit et une histoire impartiale de la détection leur fera la place méritée.

Quant à la deuxième rectification, il s'agit d'une omission de typographie qui a fait passer dans votre reproduction un nom de nos

CECI EST A LIRE

principaux collaborateurs, celui de M. Kile, qui a participé à nos travaux de la façon la plus active et que nous ne voudrions pas voir oublié.

Veuillez accepter, etc...

LES AVENTURES DE L'AGENT 59

Fils dévoué d'un brave gendarme, le sieur Demme a trouvé le moyen de gagner honorablement sa vie. Passant d'une ville à l'autre, il se présentait chez des commerçants en qualité d'agent 59 de la Société de Recherche d'Abonnements (qui existe réellement et non par leurrement). Il faisait souscrire des abonnements à toute sorte de revues techniques (y compris celles qui ont depuis longtemps cessé de paraître), encaissait l'argent et, bien entendu, le gardait par devers lui.

Des 1944, plainte lui fut portée contre lui et un mandat d'arrêt a été délivré par le parquet de Mulhouse où il fit de nombreuses dupes. Cependant, l'escroc poursuivait tranquillement ses exploits. Depuis quelques mois, constatant le succès des publications de radio, il se spécialisa dans la clientèle des revendeurs et distributeurs de radio.

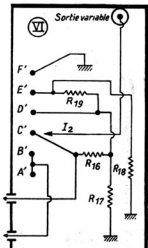
Ayant eu écho de ses agissements, nous avons inséré une mise en garde dans notre dernier numéro. Grâce à la coopération de nos lecteurs, et notamment à l'esprit de détection de M. Rousseau, le sympathique directeur de Symphonie Radio de Nantes, le nommé Demme fut coffré le 3 octobre par la gendarmerie de Porniche. Les victimes de l'escroc ont intérêt à déposer leurs plaintes sans tarder.

RECTIFICATIONS

Des erreurs de dessins se sont introduites dans le schéma du « générateur H.F. de mesure », décrit par notre collaborateur F. Jaster dans le n° 108.

— Une erreur de dessin a fait introduire deux grilles au lieu d'une dans la 6CS du compartiment VII : il faut évidemment les confondre. La plaque de cette même lampe doit être reliée au + H.T. à travers une résistance de 30.000 ohms.

— La connexion de filament du compartiment I ne doit évidemment pas être reliée au curseur du commutateur Ia.



— Il faut supprimer la connexion entre le pied de la et la, sous peine de relier la grille de la 1801 au + H.T.

— Différentes erreurs s'étant introduites dans le dessin de l'affaiblisseur (compartiment VII), nous en donnons ci-dessous le schéma rectifié.

PETITES ANNONCES

La ligne de 66 signes et espaces : 90 francs. (demandes d'emploi : 30 fr.) payable d'avance. Ajouter 50 fr. pour domiciliation à la revue sous un numéro.

Beau MAGASIN T.S.F. et Electricité. Existe depuis 30 ans. 17^e arr. Bail 6 ans. Prix : 1.500.000. Ecr. pour rendez-vous Cabinet Marais, 136, rue de la Tour, Paris-19.

ING. RADIO cherche situation techn. ou commerciale, région sud. Ecrire revue sous n° 23.

Agence et représentation en PIÈCES DETACHÉES recherche, pour département des Deux-Sèvres et départements limitrophes, toutes représentations ou offres de services susceptibles d'intéresser radioélectriciens et électriciens. BSAUCHAMP, 16, av. de Paris, NIORT.

RADIO-PROFESSIONNEL, disposant voiture, ferait représentation tout matériel radio pour département Vienne et limitrophes. P. BARNETTE, à LATHUS (Vienne).

A vendre cause double emploi : ORCHESTROGRAPHE Philips neuf. G M 3156. Guillois, Radio-Montecarlo, 15, rue de la République, à Montecarlo-les-Mines.

A vendre ou échanger, cause double emploi, HETERODYNE TELE-MEUSURE H 11, à points fixes. Ecrire revue, n° 27.

Recherchons REPRESENTANT ACTIF en liaison avec fabricants postes et pièces détachées. Pourrons lui offrir moyen de compléter ses commissions sans concurrencer ses représentations actuelles. Ecrire à la revue sous le n° 34.

FIL AMERICAIN gains isolantes. Fil lumière. Tarif 14 sur demande. Compoir International, 17, place de la Liberté, St-Chamond (Loire).

POSTES GRANDE MARQUE toutes catégories. Livraison rapide. Ecrire à la revue n° 35.

LAMPES de dépannage, disponous stock important. Qualité garantie. Ecrire à la revue sous le n° 36.

MEUBLE POUR T.S.F. plaqué noyer, 85x35x82 cm, dessus vitré, pouvant être aménagé pour moteur P.O. Ouverture du cadran 21x27 cm. Paire offre au journal, n° 38.

APP. GOREZ 9x12 à plaques Tenastigmat 130 mm 1/6,8 compound 1 à 1/250, avec 6 châssis. Etat comme neuf. Paire offre au journal, n° 39.

Cherche GERANCE LIBRE fonds de T.S.F. Garanties morales et pécuniaires assurées. Ecr. pour rendez-vous, Cabinet Marais, 136, rue de la Tour, Paris-19.

Importante Société recherche DESSINATEURS INDUSTRIELS, bons techniciens, pour travail à façon suivi (notice technique publicitaire). — Ecrire à la Revue N° 40.



Du nouveau en émission ?

On signale que les Ets Radio-Hôtel de Ville sortiraient prochainement quelques nouveautés dont on parlera chez les OM's. Dès maintenant les amateurs ont intérêt à rendre visite à cette maison. Le camarade Duhamel F 8 IA leur communiquera les derniers truxaux.

RADIO - HOTEL DE VILLE

TOUJOURS A L'AVANT-GARDE

13, rue du Temple, PARIS-4^e — TUR. 89-97
PIÈCES SUPÉRIEURES POUR L'ÉMISSION AMATEUR



Comme avant la guerre, l'ÉCOLE PROFESSIONNELLE SUPÉRIEURE fournit gratuitement à tous ses élèves le matériel nécessaire à la construction d'un récepteur moderne.

Les cours techniques sont ainsi complétés par les TRAVAUX PRATIQUES.

Vous-même, sous la direction de votre professeur, Géo MOUSSERON, construisez un poste de T.S.F.

Ce poste, terminé, restera votre propriété.

Enseignement sur place ou par correspondance.

Renseignements & Documentation gratuits

ÉCOLE PROFESSIONNELLE SUPÉRIEURE
51, BOULEVARD MAGENTA - PARIS 10^e

*Appareils de mesure
Pièces détachées
Radio*

~ Achètent à : ~

RADIO-COMPTOIR DU SUD-EST
57, RUE PIERRE CORNEILLE - LYON
Le plus grand choix, les meilleurs prix
Catalogue sur simple demande

PUBLICITEC

NOYAUX MAGNÉTIQUES

TOUTES FRÉQUENCES

Fournisseur des Grandes Administrations

DUPLEX 9 bis, rue Ballat
COURBEVOIE (Seine)

Tél : DEF 25-21

R102 - R.A.P.

LE POSTE DE QUALITÉ

PUBL. R.A.P.



LABEL N° 146

Demandez le Catalogue

ÉTABLISSEMENTS RADIO L.G.

48, RUE DE MALTE - PARIS XI^e

Tél : OBERKAMPF 13-32

22, rue de la Quintinie
PARIS (XV^e)



Téléphone :
LECOURBE 82-04

Ets "EGAL RECEIVING COIL Co"
A. LEGRAND

Société à Responsabilité limitée au Capital de 500.000 frs

BOBINAGE ÉLECTRO-MÉCANIQUE

BOBINAGE TÉLÉPHONIQUE

Bobinages à partir de 2/100 à 100/100 de mm.

BOBINAGES DIVERS SUR PLANS

BOBINAGES RADIOÉLECTRIQUES AMATEUR et PROFESSIONNEL

APPAREILS DE MESURE

PUBL. R.A.P.

*Doublez le rendement
de vos affaires!*

PUBL. R.A.P.

UTILISEZ
ET VENDEZ

L'INTERVOX

TÉLÉPHONE EN HAUT-PARLEUR

Appareil moderne, plus rapide et

plus pratique que le téléphone.

Conception nouvelle

INTERCOMMUNICATION TOTALE

Breveté et Déposé



ETS THALIA

6, rue VICTOR-CHEVREUIL (15, Avenue du Général Michel-Begat)
PARIS XII^e

Tél : DID 53-91

Documentation T.R. sur demande

**PIÈCES DÉTACHÉES POUR
CONSTRUCTEURS ET DÉPANNÉURS**
EXPÉDITIONS
PROVINCE

• Pièces moulées
• Potentiomètres
• Condensateurs

ETS ILLEL 38, Rue de l'ÉGLISE
PARIS XV^e
Téléph. VAU. 55-70

POUR LA
**RÉPARATION, MODIFICATION OU RÉNOVATION
DE VOS APPAREILS DE MESURES**
"LA RÉPARATION ÉLECTRIQUE"

8, Villa Bocquet, PARIS-19^e (Métro : Place des Fêtes)
Direction : **A. GUYOT**

MET À VOTRE SERVICE :

- SON LABORATOIRE
- SON ATELIER DE RÉPARATION
- SES 25 ANNÉES D'EXPÉRIENCE

DEVIS SUR DEMANDE - DÉLAIS ACCÉLÉRÉS
ENLEVEMENT ET LIVRAISON À DOMICILE SUR DEMANDE

PUBL. RAPPY

**65
RUE DE ROME
PARIS-8^e**

SOCIÉTÉ PASQUET
Tél. : LAB. 06-00

REVENDEURS,
DÉPANNÉURS,
ARTISANS,
AMATEURS,
vous trouverez toutes les PIÈCES
DÉTACHÉES et LAMPES aux meilleurs prix à l'adresse ci-dessus.
NOTICE SUR DEMANDE • CONSULTEZ-NOUS

AGENT GÉNÉRAL DES POSTES :

JUVENIA CONTINENTAL PLAYFAIR
6 Modèles Sa série "Miniature" Ses séries grand luxe en 2 classes

Toute une gamme variée d'Amplificateurs et Pick-Ups

PUBL. RAPPY

Condensateurs au Mica
SPÉCIALEMENT TRAITÉS POUR HF
Procédés "Micargent"
TYPES SPÉCIAUX SOUS STÉATITE
Emission-Réception ou petite puissance jusqu'à 20.000 volts

**SSM
RADIO**

André SERF
127, Fg du Temple
PARIS-10^e Nor. 10-17

PUBL. RAPPY

LA NOUVELLE SOCIÉTÉ

STECORA

a repris son activité sur des **bases nouvelles** :

POLITIQUE COMMERCIALE :

- Respect des conventions du S.N.C.R.
- Esprit commercial compréhensif d'une nouvelle direction assurée par d'anciens collègues revendeurs.
- Vente exclusive aux radioélectriciens patentés.
- Exclusivité territoriale.
- Service technique à la disposition de MM. les revendeurs.

PROGRAMME DE FABRICATION :

- Série "STANDARD LUXE", poste 6 lampes, de belle présentation.
- Série "ART & TECHNIQUE", l'art associé à la technique, postes de 7 à 12 lampes.

RÉORGANISATION DE NOTRE RÉSEAU D'AGENTS

Constructions Radioélectriques "STECORA"
163, RUE BLOMET, PARIS-XV^e - Tél. : VAU. 69-83

PUBL. RAPPY

**APPAREILS DE MESURES
DE HAUTE PRÉCISION**

VOLTMÈTRE ÉLECTRONIQUE

TYPE EVES
SANS SONDE

TYPE EVFS
AVEC SONDE

EXTRAIT DU CATALOGUE :

GÉNÉRATEURS - VOLTMÈTRE ÉLECTRONIQUE
PONT UNIVERSEL - MICROPHONE ÉTALON
DISTORSIOMÈTRE - SONOMÈTRE - AUDIOMÈTRE

**LABORATOIRE
ELECTRO-ACOUSTIQUE**

L.E.A. S.R. CASIMIR PINEL
NEUILLY-S/SEINE
Tél. MAI. 55 06 55-21

SPÉCIALISÉ DEPUIS 1933 DANS LES MESURES ELECTRO-ACOUSTIQUES

PUBL. RAPPY

AUDIOLA

5 et 7, RUE ORDERIE
PARIS-18^e
TÉLÉPH. - BOT. 83-14

TUBES TESTER

MODÈLE 1947
Lampomètre Universel

ESSAIE TOUTES LES
LAMPES AMÉRICAINES
ET EUROPÉENNES
BREVET perfectionnement :
● Lecture directe sur
instrument de précision

- Tube au néon pour fuites interélectrodes
- Solvateur, dévolteur
- incorporé ● Dispositif pour essai diodes, etc... etc...

NOTICE FRANCO SUR DEMANDE

PUBL. KAPY



Branche AMATEURS

Transformateurs
d'alimentation
modèle 1945
répondant aux
conditions du LABEL
aux nouvelles règles
U.S.E. et à la Nor-
malisation du S.C.E.
Self induction
Transformateurs B.F.

Branche PROFESSIONNELLE

Tous les transformateurs
seils et B.F.
pour
ÉMISSION
RÉCEPTION
TELEVISION
REPRODUCTION SONORE
Les plus hautes
références

TRANSFORMATEURS HAUTE ET BASSE TENSION POUR
TOUTES APPLICATIONS INDUSTRIELLES

ETS VEDOVELLI, ROUSSEAU & C^{ie}

5, RUE JEAN MACÉ, Suresnes (SEINE) - Tél: LON. 14-47, 48 & 50

COMPTOIR RADIO-ÉLECTRIQUE

A. L. N.

SPÉCIALISTE DE LA PIÈCE DÉTACHÉE

EBENisteries - CHASSIS

LES MEILLEURES MARQUES

LES PRIX LES PLUS BAS

37, Rue de Trévis - PARIS (9^e)

Tél. : TAITROUT 54 75

Métro : Cadet

MAISON DE CONFIANCE

PUBL. KAPY



RÉSISTANCES BOBINÉES POUR TOUTES APPLICATIONS

CORDES RÉSISTANTES

RÉSISTANCES POUR APPAREILS DE MESURE

ABASSEURS DE TENSION

Ets M. BARINGOLZ

103, Boulevard Lefebvre - PARIS (15^e)

Téléphone : VAUGIRARD 00-79

EBENISTERIES POUR RADIO

TABLES (DÉMONTABLES)

EXPÉDITIONS PROVINCE

A. GAGNEUX

31, RUE PLANCHAT, PARIS-20^e - Tél. : ROQ. 42-54

Métro : BUZENVAL et BAGNOLET

PUBL. KAPY

LIBRAIRIE

TECHNOS

● Ouvert tous les jours, y compris
le samedi — Fermé dimanche et lundi

OUVRAGES & REVUES
TECHNIQUES
FRANÇAIS ET
ÉTRANGERS

**5, RUE MAZET
PARIS (VI^e)**

Métro Odéon
Téléphone : DANTON 88-50

***** EXTRAIT DU CATALOGUE :

La Lampe de Radio, par M. Adam. — Théorie, emploi et caractéristiques complètes des tubes modernes. Nouvelle édition. 438 p. 740 fig., nombreux tableaux 300 fr.
Abques de Radio, par R. T. Beatty. — Album de 43 abques avec textes explicatifs en langue anglaise (quantité limitée) 300 fr.
Pratique et Théorie de la T.S.F., par P. Berché. — Cours classique et complet de radio. 1.120 p., 1.064 fig. 450 fr.
Complément à « Pratique et Théorie de la T.S.F. », par L. Bod 100 fr.
L'Atome source d'Énergie, par M. Boll. — Bombe ou âge d'or ? Livre d'actualité 60 fr.
Traité de Physique Électronique, par L. Chrétien. — Toutes les théories modernes de la physique et leurs applications. 508 p., 344 fig. 450 fr.
Les Ondes Photoélectriques, par H. Piraux 90 fr.

● AJOUTER 10 o/o POUR FRAIS DE PORT ET D'EMBALLAGE

Expédition contre mandat ou virement ou C. Ch. P. Paris 5401-56
Sur demande, envoi contre remboursement

Cours élémentaire d'Électricité et de Radio, par le Cdt Dupont. — Conforme aux programmes des examens d'État, ce cours est dû à un maître de l'enseignement technique (Exclusivité). 372 p., 467 fig. 350 fr.
Les Applications modernes d'Électricité, par M. Lorach. — Tous les emplois du courant en dehors de la radio 200 fr.
Résistances, par A. Lenz. — Calcul, emploi, mesures 110 fr.
Mesures pratiques des Résistances, Capacités et Inductances, par Plansy Py et Gely. — Méthodes et appareils 200 fr.
Traité d'Alignement pratique, par Plansy Py et Gely 350 fr.
Amplification sonore et Distribution du Son, par R. de Schepper. — Amplitude de 4 à 250 V, sonorisation des salles, public address 350 fr.
Radio Dépannage, par R. de Schepper. — Traité pratique. Nouvelle édition 135 fr.

TOUT LE MATÉRIEL ÉLECTRIQUE
RADIOÉLECTRIQUE ET CINÉMATOGRAPHIQUE

FILTER

112, Rue Résumur, PARIS

Métro : SENTIER

Tél. : CEN. 47-07 et 48-99

LAMPES, RÉSISTANCES, CONDENSATEURS, etc...

APPAREILS DE MESURES "CHAUVIN & ARNOUX"

FOURNITURES POUR CONSTRUCTEURS,

DÉPANNEURS ET ARTISANS

PUBL. KAPY

REVENDEURS...

Assurez-vous pour la Saison une Marque **SÉRIEUSE**

Laboratoire DELPLACE

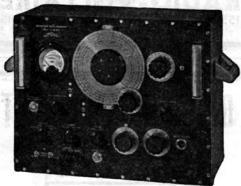
36, FAUBOURG SAINT-DENIS, PARIS-10*
(Métro : Strasbourg-Saint-Denis) — Téléphone : PROVENCE 93-76

TOUTE UNE GAMME
DE RÉCEPTEURS DE QUALITÉ

PUBL. RAPH



GÉNÉRATEUR H.F. TYPE L3



GEFFROY & CIE CONSTRUCTEURS
9, Rue des CLOYS - PARIS. MON. 4465 (5 LIGNES)

SOLAR-RADIO

MARMANDE (Lot-et-Garonne)

RÉCEPTEURS DE QUALITÉ

ENSEMBLES prêts à cabler contenant tout matériel
pour réalisation RÉCEPTEUR SUPER 6 lampes, 4^e catégorie
AMPLIFICATEURS

GROS DEMI-GROS DÉTAIL

CONSTRUCTIONS RADIO-ÉLECTRIQUES

APPAREILS
RÉCEPTEURS

AMPLIFICATEURS
TÉLÉVISION



Océanic

6, RUE GIT-LE-CŒUR, PARIS (6^e)

Tél. : ODE. 02-88

Métro : Saint-Michel et Odéon

PUBL. RAPH

RADIO PEREIRE

TOUT CE QUI CONCERNE LA RADIO

GROS - DETAIL

SERVICE TECHNIQUE DIRIGÉ PAR

MAURICE DUET

159, Rue de Courcelles - PARIS (17^e)

Métro : PÉREIRE

Tél. : CARnot 89-58

AMPLIFICATEURS



pour
ELECTROPHONES
SONORISATION
CINEMAS - DANCINGS
4 W - 15 W - 30 W

- 5 entrées commandées par contacteur. Mélangeur électronique entre prises Cellule Micro et Pick-up T.S.F.
- 4 Impédances de sortie.

AUTRES FABRICATIONS

POSTES RÉCEPTEURS 6, 8 ET 10 LAMPES - RADIOPHONOS
INTERPHONES - ALIMENTATIONS STABILISÉES - OSCILLOGRAPHES

Notices sur demande

SONAPHONE 15, RUE DES PLANTES
PARIS-XV^e - Suf 04-42

PUBL. RAPH

GAMMA

15, Route de Saint-Etienne, IZIEUX (Loire)
Gare : Saint-Chamond Tél. : 658 Saint-Chamond

BOBINAGES - ÉQUIPEMENTS PARTIELS

POUR **9 GAMMES**
FABRICATIONS

OC • PO • GO + 6 OC étalées

PUBL. RAPH

SOUS 48 HEURES

VOUS RECEVREZ VOTRE COMMANDE...

UNE AFFAIRE EXCEPTIONNELLE...

**MATÉRIEL TELEFUNKEN
DE HAUTE PRÉCISION**

QUARTZ DE HAUTE PRÉCISION 1.000 kc servant d'étalon de fréquences. Stabilité 100 o/c. Quartz englobé dans un boîtier bakélite démontable. Appareil indélébile, livré en boîte cachette TELEFUNKEN.

CONDENSATEURS 0,1 MF - 2X0,1 MF - 3X0,1 MF 4X0,1 MF et 1MF. Tous ces condensateurs spécialement fabriqués pour des postes ondes courtes, avec sorties de fils sous verre où stabilité. La valeur indiquée est rigoureusement exacte. Encombrement ultra-réduit. Pratiquement inaltérables.

Lampes TELEFUNKEN correspondant à Philips E 446

Ajustables 50 cm montés sur stéatite grande précision type miniature.

PARMI BIEN D'AUTRES...

Une visite à nos magasins s'impose.
Vous y trouverez le plus grand choix de
tout ce que vous pouvez désirer en Radio.

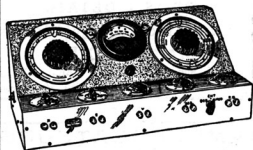
CIRQUE-RADIO

24, Boulevard des Filles-du-Calvaire, Paris-XI^e
Tél. : ROQUETTE 61-09 - Métro : Saint-Sébastien-Francis

APPAREILS DE MESURES

"BIPLEX"

LICENCE LUCIEN CHRÉTIEN



HÉTÉRODYNES H.F. et B.F.
PONT DE MESURES
WATTMÈTRE DE SORTIE
LAMPE MÈTRE
CAPACIMÈTRES SPÉCIAUX

Demandez la documentation spéciale aux Éts :

BOUCHET & C^{ie} - PARIS (15^e)
30 bis, rue Cauchy - Tél. VAUG. 45-93

LE SPÉCIALISTE
DE LA PUBLICITÉ
RADIOÉLECTRIQUE

Paul RODET
PUBLICITÉ RAPHY

143, Avenue Émile-Zola
PARIS - XV^e
Téléphone : SEG. 37-52

TOUT LE MATÉRIEL RADIO
pour la **Construction** et le **Dépannage**

ELECTROLYTIQUES - BRAS PICK-UP
TRANSFOS - H.P. - CADRANS - C.V.
POTENTIOMÈTRES - CHASSIS, etc...

★
PETIT MATÉRIEL ÉLECTRIQUE

RADIO-VOLTAIRE

155, Avenue Ledru-Rollin - PARIS (XI^e)
Téléphone : ROQ. 98-64

PUBL. RAPHY

RADIO-CHAMPERRET

"La Maison de confiance de la Radio"

GROS - DÉTAIL

12, Place de la Porte-Champerret, PARIS (17^e)

Métro : Champerret

Tél : GALVani 60-41

PUBL. RAPHY

RADIO "SYLVIANE"

DUMONT
CONSTRUCTEUR

POSTES RÉCEPTEURS
PIÈCES DÉTACHÉES

Électriciens
consultez-nous

2, Rue Duhem
LILLE (NORD)

A.C.R.M. - A.E.R.O. - FERROFIX

- JEUX DE BOBINAGES, BLOCS, TRANSFOS MF
- CONDENSATEURS AJUSTABLES AU MICA, A AIR
- PETITS VARIABLES PROFESSIONNELS
- CADRANS POUR APPAREILS DE MESURE

18, Rue de Saisset, MONTROUGE (Seine)

Téléphone ALésin 00-78

PUBL. RAPP

Pour ceux qui exigent la qualité

COELIVOX

ETB LECOIN & C^{ie}
149, rue Victor Hugo
BOIS-COLOMBES (SEINE)
TEL. GSA. 19-45

630 : 6 L 2 G. - 426 : 9 LAMPES
TOUT EN TONNE COULEUR MINIMUM MATERIAUX A. T. G.

MOD. 645 : 8 L 4 G.

ETB 645
6 lampes
à puissance



Toute la TÉLÉVISION

dans le **CAHIER N° 5 DE TOUTE LA RADIO**

SOMMAIRE

La télévision, par E. A. • Le choix de la définition, par R. Barthélemy, membre de l'Institut • Le Synchro-Téléviseur, réalisation d'un récepteur de télévision, par F. Juster • La Télévision en Angleterre, par W. Swift • L'équipement de télévision à haute définition par R. R. Cahen • La Télévision en couleurs, par J. Vergennes • La Télévision à l'étranger, par P. Hémardinquer • Nouvelle base de temps linéaire • Éléments fondamentaux de la Télévision • Formulaire de Télévision • Etc...

32 PAGES DE TEXTE — IMPRESSION EN COULEURS
PRIX : 40 FR. — PAR POSTE : 50 FR.

DISPONIBLE

bandes de tôles neuves au silicium
cisaillées aux largeurs d'utilisation
pour fabricants de constructions
électriques et radio.

— LIVRAISON IMMÉDIATE —
Ecrire N° 20.506 Havas **BESANCON**

Ne cherchez plus...

Vous trouverez aux meilleures conditions tout le matériel
pour la construction et le dépannage, chez

Electric MABEL Radio

20, Rue St-Georges, PARIS-9° — TRU. 81-09

Grand choix de : CONDENSATEURS FIXES (papier et mica),
CHIMIQUES, RÉSISTANCES, TRANSFOS, BRAS DE PICK-UP,
TOURNÉ-DISQUES, ÉBÉNISTERIES, GRILLES, BOUTONS,
BOBINAGES, POTENTIOMÈTRES, CORDONS, CHASSIS, etc.

PUBL. RAPP

UN NOUVEAU DÉBOUCHÉ POUR REVENDEURS :

AUTO-RADIO

Sarnett

POSTE AUTO DE CONCEPTION INÉDITE

- CONSTRUCTION ENTIÈREMENT MÉTALLIQUE
- HAUT-PARLEUR INCORPORÉ, AMOVIBLE
- SUPERHÉTÉRODYNE TOUTES ONDES
- GRAND CADRAN EN NOMS DE STATIONS
- ALIMENTATION PAR COMMUTATRICE
- FAIBLE ENCOMBREMENT — PRIX RAISONNABLE

Réalisation française
supérieure aux U.S.A.

DEMANDEZ NOTICE ET RENSEIGNEMENTS AUX

E^{ts} A. SARNETTE

26, Rue Thomas — MARSEILLE

Bureau de Paris, 78, Champs-Élysées (Ely. 99-80)

BULLETIN D'ABONNEMENT

DATE

NOM

(Lettres d'imprimerie S.V.P.)

ADRESSE

souscrire un abonnement de 1 AN (10 numéros) à servir à partir
du N° (ou du mois de)
au prix de **425 francs** (Étranger : **500 fr.**)

★ MODE DE RÈGLEMENT ★

(Biffer les mentions inutiles)

- 1° CONTRE REMBOURSEMENT (montant versé au facteur livrant le premier numéro).
- 2° MANDAT ci-joint.
- 3° CHÈQUE bancaire barré ci-joint.
- 4° VIREMENT POSTAL de ce jour au compte Ch. P. Paris 1164-34 (Société des Éditions Radio).

POUR ACHETER
VENDRE
ÉCHANGER...

TOUT MATÉRIEL RADIO

ADRESSEZ-VOUS A
RADIO-PAPYRUS
25, Boulevard Voltaire, PARIS-XI*
Tél. : ROG. 53-31

PUBL. RAPH

INTER
Un combiné Pick-up dans un meuble récepteur

MAXIMUM de Qualité
MINIMUM d'Encombrement



INTERVOX
135, Av. du Général MICHEL-BIZOT
(6, Rue VICTOR-CHEVREUIL) PARIS XIV* • Tél. DID 03-92
Demandez notre documentation pour nos autres fabrications.

PUBL. RAPH

*Toutes les
lampes
de radio
...et le reste*

PARIS-PIÈCES

39, RUE DE CHATEAUDUN · PARIS 9^e
Tél. : TRI. 88-96

Au rez-de-chaussée, à gauche dans la cour.

PUBL. RAPH

RADIO-MARINO

POSTES — PIÈCES DÉTACHÉES

GROS — DÉTAIL

EXPÉDITIONS RAPIDES CONTRE REMBOURSEMENT
MÉTROPOLE ET COLONIES

TÉL. : 14, RUE BEAUGRENELLE
PARIS-XV*

GÉNÉRATEUR H. F. MODULÉ

Autres Fabrications



- Lampemètre automatique A 12
- Lampemètre multimètre A 24
- Multimètre de précision M 40
- Bloc multimètre M 30
- Générateur 5,5 k. battements CB 15
- Oscillographe cathodique OC 30
- Pont de mesures (R-L-C) PM 18
- Boîte de résistances R 66
- Boîte de capacités C 33
- Voltmètre électronique VE 12

Pour chaque appareil notice **TECHNIQUE**
contre 5 francs en timbres

Procidés E.-N. Belloni

LABORATOIRE INDUSTRIEL RADIOELECTRIQUE

25, RUE LOUIS-LE-GRAND, PARIS (2^e) — TÉLÉPHONE : OPÉRA 37-15

T.S.F.
RADIO

POUR VENDRE OU ACHETER UN FONDS DE RADIO
adressez-vous au spécialiste

PARIS PROVINCE
PIERREFONDS

35, R. du ROCHER (S^t LAZARE) PARIS · LAB. 67-36
08-17

PUBL. RAPH

CONTROLEUR UNIVERSEL



Appareil permettant les mesures suivantes :

- VOLTS : 3-15 V. Circuits, Tensions de polarisation, Tensions d'électrolyse, 150 mA - 500 V.
- Contrôle des tensions. Forces, 750 V.
- Mesures tensions sinusoïdales et tensions de claquage.
- AMPÈRES : 3-15-150-600 mA.

Contrôle de grille et courant plaque. Circuits téléphoniques, etc.

13-7,5A. Mesures Industrielles. Principales caractéristiques des moteurs.

Présentation simple et luxueuse, boîtier métallique moulé, commutateur «circuit-ouvert» à contacts auto-nettoyants, pouvant être manœuvré avec la main qui l'appareil.

AMPLIFICATEUR - Spécialisme destiné aux salles de bal, dancing, etc...



13 watts modulé. Fonctionnant sur courant alternatif 50 périodes de 305 à 250 volts. Deux entrées sont prévues pour l'emploi d'un pick-up cristal ou magnétique.

Sensibilité : 700 microvolts.

Cet amplif est livré avec un H.F. de 7,8 cm. L'excitation est fournie par l'appareil.

GÉNÉRATEUR A 45 «SUPERSONIC»



Oscillateur. HAUTE FRÉQUENCE EN MONTAGE «Feed Back» de 50 Hz à 20 mégahertz (20.000 m. à 10 m.), modulé à 400 périodes par la plaque.

ATTÉNUATEUR PAR POTENTIOMÈTRE BLINDÉ, ALIMENTATION TOUT COURANTS, ENTièrement isolé du coffret et du circuit de sortie.

RÉALISÉ POUR LE DÉPANNAGE ET L'ÉTALONNAGE RAPIDE DES RÉCEPTEURS DE RADIO.

CET APPAREIL EST D'UN TRANSPORT FACILE

Quelques appareils indispensables aux dépanneurs

POLYMÈTRE TYPE 24



Appareil de mesure comportant deux galvanomètres. Galvanomètre de gauche pour les mesures de tensions et d'intensités. Galvanomètre de droite pour les mesures de résistances et de capacités.

Fonctionne sur courants alternatif et continu. Protection des galvanomètres par volets métalliques.

LAMPÈMÈTRE ANALYSEUR «MB»

NOUVEAU MODÈLE PERFECTIONNÉ OFFRANT LES AVANTAGES SUIVANTS :



- 1) Lampe vérifiée dans son fonctionnement normal ;
- 2) Contrôles séparés du débit plaque et du débit grille-écran ;
- 3) L'inverseur permet le contrôle des lampes multiples ;
- 4) Contrôle des lampes et valves modernes (ELECTAL, séries européennes et américaines) ;
- 5) La mesure des tensions en courant continu de 0 à 1.000 volts ;
- 6) La mesure des courants de fuite des condensateurs chimiques ;
- 7) Vérification des résistances, etc. et d'autres vérifications énumérées dans notre

brochure technique adressée contre 5 francs en timbres. Présenté dans un coffret gainé à couvercle démontable.

RADIO TEST R8

Dimensions réduites, mesure avec précision tous les voltages et intensités ainsi que les résistances et capacités courantes.

- Résistance interne : 2.000 ohms par volt.
- Voltmètre interne : 6, 25, 60, 250, 600 V.
- Voltmètre alternatif : 6, 25, 60, 250, 600 V.
- Milliampèremètre continu : 6, 40, 250 mA et 2,5 A.
- Ohmmètre continu : 10 à 500.000 ohms.
- Capacimètre : 100 pF à 0,1 mFd et 0,1 mFd à 1 mFd.

En coffret forme pupitre avec couvercle détachable et poignée.



BLOC MULTIMÈTRE M. 30



Ensemble de shunts et de résistances résistances monté sur contacteur. Permet l'utilisation d'un milliampèremètre gradué de 0 à 500 en multimètre à 50 sensibilités.

- Tensions en continu et en alternatif : 0 à 1,5 volts, 7,5 volts, 30 volts, 150 volts, 300 volts et 750 volts.
- Intensités continues et alternatives : 0 à 1,5 mA, 7,5 mA, 30 mA, 150 mA, 300 mA et 750 mA et 2,5 A.
- Résistances (avec pile de 4,5 V) : 0 à 5.000 ohms, 0 à 50.000 ohms, 0 à 500.000 ohms.
- Capacités en alternatif (batterie 110 V) 0,005 à 0,1, 0,005 à 1, 0,5 à 10 microfarads.

Notice contre 2 francs en timbres.

PONTBLOC P. M. 18

Appareil offrant les possibilités suivantes :

- 1) Mesure des résistances en 6 gammes ;
- 2) Mesure des capacités en 6 gammes ;
- 3) Mesure des bobines de self induction en 6 gammes ;
- 4) Comparaison en 0/10 par rapport à un étalon extérieur des résistances, capacités et bobines de self induction. Alimentation tout courants.

Un galvanomètre, un millivolt ou un cap. inductif, etc. peuvent servir d'appareil de zéro. Livré avec notice de montage et d'emploi, permet de constituer à peu de frais, un appareil de mesure commode et précis.



POLYMESUREUR

pour les mesures suivantes :

- MESURES DES TENSIONS : 5 sensibilités.
- MESURES DES INTENSITÉS : 9 sensibilités.
- MESURES DES RÉSISTANCES : 6 sensibilités.
- MESURES DES CAPACITÉS : 4 sensibilités.
- MESURES DE LA TENSION DE SORTIE D'UN POSTE RADIO : 4 sensibilités.
- MESURE DIRECTE EN DÉCIBELS DE L'AMPLIFICATION TOTALE D'UNE INSTALLATION de -10 à +10 décibels pour les 4 sensibilités de tension 2,5, -10, -50 et 250 volts.



MICROAMPÈREMÈTRE

de 0 à 500 à cadre mobile, protégé sur tube avec correcteur de température et miroir antiparasite, zéro à zéro. Cadres 100 mm. De 0 à 500 professionnel à cadre mobile. Modèle bancardier. Cadres 110 mm.

MILLIAMPÈREMÈTRE

à cadre mobile de 0 à 1. Miroir antiparasite. Remise à zéro. Cadres 100 mm.

LAMPÈMÈTRE - CONTROLEUR UNIVERSEL

Nouveau modèle. Type 205



Cet appareil de précision comporte 21 UN LAMPÈMÈTRE perfectionné permettant l'essai et le contrôle d'un nombre beaucoup plus important de tubes, simples ou multiples, avec contrôle efficace et simplifié de l'isolement entre électrodes.

21 Un véritable CONTROLEUR UNIVERSEL complet pour la mesure des tensions et des intensités en alternatif et en continu.

Le GALVANOMÈTRE utilisé est à cadre mobile de 300 microampères.

31 UN CAPACIMÈTRE à lecture directe. Encombrement réduit 345X155X165. Poids : 7 kg.

LISTE COMPLÈTE
de notre matériel disponible (piles détachées, postes, appareils de mesure avec prix)
CONTRE 6 FRS EN TIMBRES

COMPTOIR MB RADIOPHONIQUE

160, Rue MONTMARTRE-PARIS OUVERT TOUTS LES JOURS, SAUF DIMANCHE ET LUNDI, DE 8 H. 30 à 12 H. ET DE 14 H. à 18 H. 30

Expéditions immédiates contre mandat à la Commande . C. C. P. Paris 443.39



MICROPHONE
75-A
DYNAMIQUE

*Le Microphone de la
Radiodiffusion Française*

MELODIUM

296, RUE LECOURBE · PARIS 15^e · VAU. 18-66


présente



Le **MINIYOX 47**
POSTE SONNÉTTE 04
705 CHANGES PLATINÉ
SUPER 6 LAMPES, TOUTES
COURANTS, TOUTES
ONDES



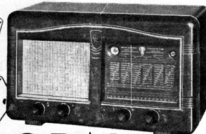
Le **SYNCHROVOX 88 I**
RECEPTEUR DE HAUTES QUALITÉS
SUPER 6 LAMPES AUTOMATIQUE
TOUTES ONDES



Le **SYNCHROVOX 80 I**
LUXE
LUXURIEUX RECEPTEUR DE
GRANDE CLASSE - SUPER
6 LAMPES - 10 A 3000 M
ALTERNATIVE

RADIO-L.L.
INVENTEUR DU SUPERHETERODYNE

Distribution générale et Réparations : S.A.E.D.R.A. 5, Rue du Cirque - PARIS 17^e (M. St-Martin)




SORAL
joue et gagne

♦ il joue avec une fidélité admirable,
car il bénéficie dans sa conception et
sa construction de toute l'expérience
que **SORAL** a acquise dans le domaine
du matériel professionnel.

♦ il gagne à tous
les coups la confiance
de l'acheteur... Et il
vous fait gagner de
l'argent... en jouant.



SORAL
SOCIÉTÉ RADIO-LYON

4, CITE GRISET (125, rue Oberkampf) PARIS XI^e · OBE. 15-93 & 75-15

WATTMÈTRE DE SORTIE 455

- Voltmètre alternatif précis pour les fréquences acoustiques (3500 Hz)
- Wattmètre à lecture directe 5 mW — 5 W
- Charge fictive variable 2000 Ω — 12000 Ω
- Décibelmètre
- Mesure du rapport signal - souffle (sensibilité utilisable)



PUBL. GASTY

CARTEX

15, Avenue de Chambéry, ANNECY (Haute-Savoie)

Télég. 8-61 — Ad. Télé. RADIO-CARTEX —

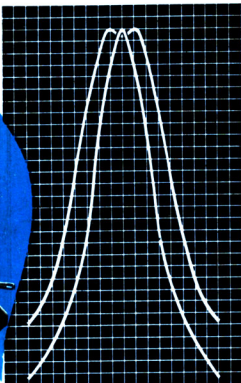
Agent pour SEINE et SEINE-à-OISE : R. MANÇAIS, 15, Fg Montmartre, PARIS

Télég. PRO 7410

AGENCES : Strasbourg, M. BOLLMUTH, 15, place du Marché — LILLE, COLLETTE, 384 bis, rue Solférino

Lyon, D. AURIOU, 8, cours Lafayette — Toulouse, TALATRAIC, 12, rue Alexandre Cabanot — Caen, A. LENO, 44, rue Brequey — ALGER, 31, rue Indépendance

LE COEUR DU POSTE



TRANSFORMATEURS M.F. SERIE I.S.

MODÈLES

- IST — Tesla normal
(Gain 140).
- ISTV — Tesla à sélectivité
(Gain 140 en position sélective).
- ISM — Transformateur de
liaison (Gain 175).
- ISMP — Transformateur de
liaison à prise (Gain 115).



Cœur du récepteur moderne, le transformateur M. F. en assure la sélectivité, la sensibilité et dans une certaine mesure, la fidélité musicale. Grâce à leur coefficient de surtension élevé, les transformateurs **SUPERSONIC** procurent un gain conférant une haute sensibilité. Leur courbe de résonance, large au sommet et à chute rapide des côtés, parvient à concilier la sélectivité parfaite avec une excellente fidélité. Climatés par double imprégnation, les transformateurs **SUPERSONIC** ne varient pratiquement pas en fonction de la température et de l'humidité. Entre -45 et $+60^{\circ}\text{C}$, la variation de L est inférieure à 10^{-4} par degré et celle de Q inférieure à $0,25\%$ par degré. Montés sur embase rigide en aluminium à fixation par vis ou par rivets, ils sont parfaitement stabilisés dans le temps. C'EST DU MATÉRIEL DE QUALITÉ « PROFESSIONNELLE » MIS À LA DISPOSITION DES CONSTRUCTEURS DES POSTES « AMATEURS ».

SUPERSONIC