

électronique Industrielle

N° 2

MAI-JUIN 1955

300 Fr.



DANS CE NUMÉRO :

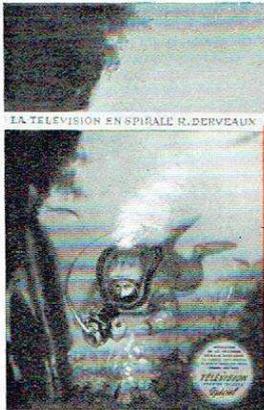
Radiciélements artificiels.
Mémoire magnétique.
Détecteurs de métaux.
Autotransformateurs
à rapport variable.
Amplificateurs magnétiques
(suite).

Salon de la Pièce Détachée.
Revue de la Presse.

Sommaire détaillé page 1

CI-CONTRE :

L'ensemble de télé-microscopie
de la Compagnie Française
THOMSON-HOUSTON.



LA TELEVISION EN SPIRALE R. DERVEAUX
TELEVISION INDUSTRIELLE SOUS-MARINE... R. DERVEAUX

1955

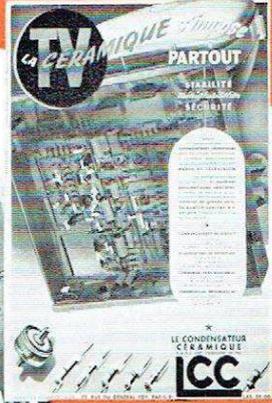
SERA ENFIN LA GRANDE ANNEE DE LA
TÉLÉVISION FRANÇAISE
QUI S'AFFIRME INDISPUTABLEMENT
LA PREMIERE DU CONTINENT...



LES F.H. ÉTENDENT SANS CESSER LA RÉCEPTION TV ET LES REPORTAGES



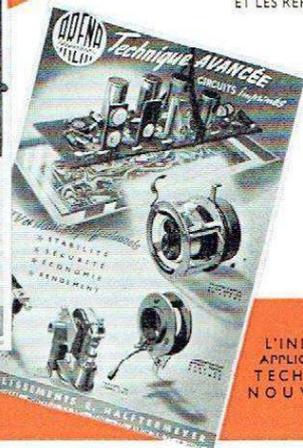
LES CIRCUITS IMPRIMÉS T.V. S'AFFIRMENT



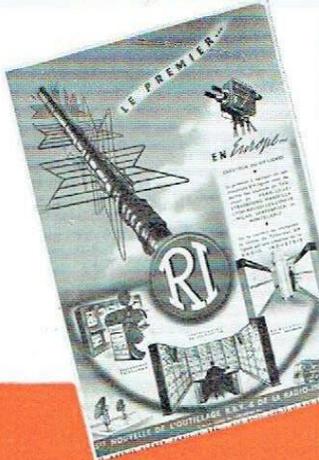
LES CONDENSATEURS CERAMIQUES S'IMPOSENT EN TELEVISION



COMME LES TUBES ALUMINISES-CRÉÉ EN FRANCE - AUX U.S.A.



L'INDUSTRIE APPLIQUE DES TECHNIQUES NOUVELLES



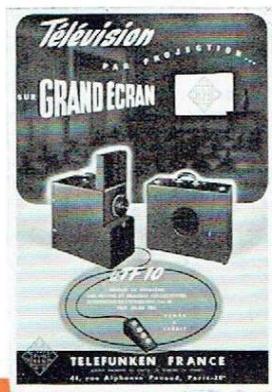
GRACE A L'INDUSTRIE ELECTRONIQUE FRANÇAISE LA TELEVISION FRANCHIT LES FRONTIERES



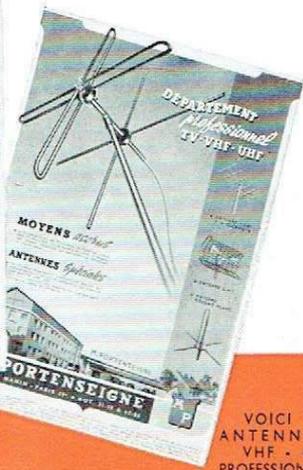
TELEVISION INFRA-ROUGE CIVILE ET MILITAIRE



APPLICATION DE LA TELEVISION INDUSTRIELLE AUX UNIVERSITES



PROJECTION SUR GRAND ECRAN POUR COLLECTIVITES



VOICI LES ANTENNES TV VHF - UHF PROFESSIONNELLES

CES ANNONCES CRÉÉS PAR L'AGENCE PUBLÉDITEC-DOMENACH PARAISSENT DANS TOUTE LA PRESSE TECHNIQUE FRANÇAISE

Est-ce une panacée ?

Comment la définir ?

Essai de classification

PANORAMA de L'ELECTRONIQUE

Electronique, remède universel ?

Décidément, on parle de plus en plus d'électronique dans les milieux de l'industrie. Au moment où le Gouvernement donne le signal de départ d'une sévère compétition entre diverses entreprises de chaque branche — dont les moins adaptables seront appelées à disparaître dans cette sorte de « struggle for life », alors que la plus dynamique deviendra « entreprise pilote » —, à une époque où l'on use (et abuse) du terme « productivité », nombreux sont ceux qui considèrent l'Electronique comme une véritable panacée.

Symbole de la technique la plus avancée, elle bénéficie de surcroît d'une sorte de respect presque mystique qu'inspirent les théories mal assimilées de la cybernétique, les histoires encore plus confuses des robots et les moeurs curieuses des tortues et autres renards électroniques... Tout cela fait beaucoup plus de mal que de bien.

Dans cette Revue, qui a pour objectif d'aider toutes les industries à tirer le meilleur profit des méthodes électroniques, nous ne sommes pas sectaires : à nos yeux l'Electronique n'est pas une panacée. Lorsqu'on se trouve en présence d'un problème clairement formulé, on doit opérer le choix entre les diverses solutions possibles (électronique, mécanique, magnétique, pneumatique, etc...) sans aucune idée préconçue en faveur de l'électronique comme telle. On tiendra compte de tous les facteurs habituels (sécurité, précision, robustesse, frais d'établissement et d'entretien, etc...); et c'est ainsi, en appliquant les critères normaux, que, dans bien des cas, mais pas toujours, on donnera la préférence à la méthode électronique.

Mais, tout d'abord, qu'est-ce que l'Electronique ?

Ceux qui en parlent tant seraient peut-être bien embarrassés pour répondre à cette question que n'eût pas manqué de poser le Maréchal Foch.

On ne peut évidemment pas se baser sur l'étymologie du mot en le définissant comme « tout ce qui est dû aux phénomènes électroniques » car, du coup, non seulement tout le domaine de l'électricité générale, mais tous les phénomènes électriques intéressant la biologie, la météorologie et d'autres disciplines seraient annexés à l'Electronique.

Naguère, celle-ci pouvait être désignée comme « l'ensemble des méthodes faisant appel au mouvement des électrons dans le vide ou dans les gaz à faible pression ». Ce qui caractérisait, en effet, l'Electronique, c'était l'emploi des tubes à vide à plusieurs électrodes ou des tubes à gaz tels que les thyatron ou les ignitrons.

Hélas, depuis la victorieuse offensive des semi-conducteurs, la définition ci-dessus est devenue périmée. Tant qu'ils ne servaient

qu'au redressement, il était permis d'ignorer apparemment leur existence. Mais, de nos jours, le transistor ou « triode à cristal » est une réalité dont il faut tenir le plus grand compte. Nombreux sont, d'ores et déjà, les appareils incontestablement « électroniques », dépourvus du moindre tube à vide et comportant, en revanche, plusieurs transistors.

Le plus curieux dans l'histoire, c'est que tout le monde sait parfaitement discerner ce qui est « électronique » et ce qui ne l'est pas. Mais il est très malaisé de formuler en une phrase simple et explicite ce que notre intuition « sait » sans ambiguïté possible. Faudra-t-il donc adopter en guise de définition cette égalité :

ELECTRONIQUE = RADIO — TELECOMMUNICATIONS ?

Faute de mieux, contentons-nous donc de considérer l'Electronique comme l'ensemble des procédés mettant en jeu le mouvement des électrons dans le vide, les gaz et les semi-conducteurs. Mais je ne garantis point que cette définition sera encore valable dans vingt ans. Le progrès va tellement vite !...

Plutôt que nous appesantir sur les problèmes qui causeront des soucis aux auteurs d'encyclopédies, essayons d'examiner les principales applications de l'Electronique en nous efforçant de les classer avec un peu de méthode et avec l'espoir que, plus tard, un nouvel Auguste Comte établira une classification autrement logique et rationnelle que la nôtre.

Transformations d'énergie

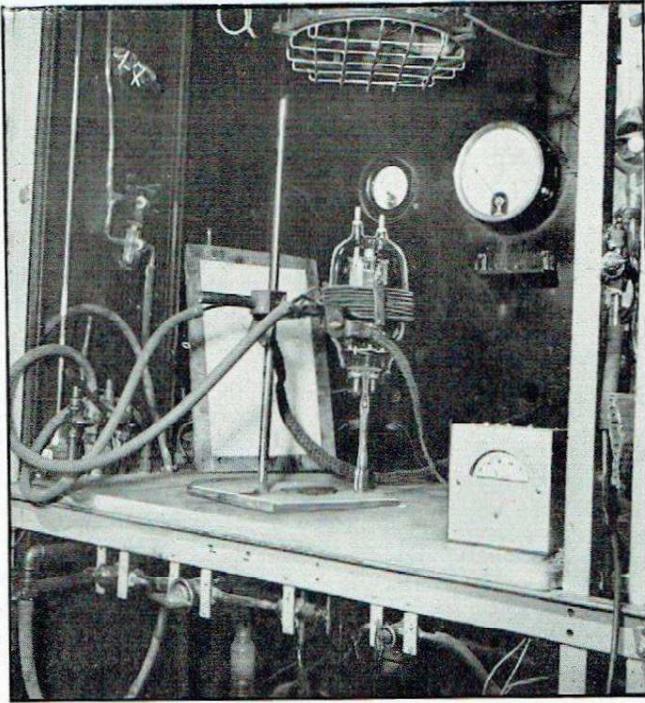
La première catégorie des applications fondamentales de l'Electronique concerne les transformations des diverses formes d'énergie.

C'est ainsi que les semi-conducteurs permettent de convertir directement en courant électrique l'énergie du rayonnement solaire ou bien celle de l'atome dans la lente désintégration d'un corps radioactif (1).

Avec une souplesse incomparable, les dispositifs électroniques permettent de transformer à volonté toutes les formes d'énergie électrique en modifiant n'importe lequel de leurs paramètres. C'est ainsi que le courant continu peut être transformé en alternatif et inversement, que la forme même des courants périodiques peut être modelée à volonté, de même que leur fréquence, d'ailleurs.

Grâce aux oscillateurs à lampes, en partant du courant à fréquence industrielle, on peut engendrer des courants de haute fréquence capables de développer de la chaleur dans la masse même des corps conducteurs (par induction) ou isolants (par

(1) Lire respectivement à ce sujet « Batterie solaire » dans le n° 186 et « Pile de poche atomique » dans le n° 184 de **Toute la Radio**.



Dégazage d'électrodes avec pompage d'un tube de 2 kW (IB 3/2 000 Philips). On voit nettement le bobinage entourant l'ampoule et parcouru par les courants H.F. qui induisent dans les électrodes des courants de Foucault provoquant leur échauffement.

champs électriques). Le chauffage H.F. est, de nos jours, largement utilisé pour le séchage et le collage du bois, la déshydratation de diverses matières organiques, la « couture » des plastiques, etc....

Une des plus spectaculaires applications du chauffage par induction est l'opération du dégazage dans la fabrication des tubes électroniques. Avant d'y pratiquer le vide et de souder le queue de l'ampoule, on chauffe au rouge les électrodes, afin d'en chasser les gaz occlus, en plaçant le tube à l'intérieur d'un solénoïde parcouru par un courant H.F. Le plus curieux est que le verre de l'ampoule demeure presque froid, alors que les intenses courants de Foucault induits dans les électrodes à l'intérieur de l'ampoule les portent à une température élevée.

La fréquence des courants produits par un oscillateur à lampes peut être très élevée (dans certains radars, elle atteint 10 milliards de périodes par seconde, en donnant naissance à des ondes de 3 cm); elle peut aussi être très faible (Van der Pol est parvenu à établir des multivibrateurs de 1 période par jour!). Entre ces larges limites, on peut situer les oscillateurs de fréquences acoustiques (15 p/s à 20.000 p/s) et ceux de fréquences ultra-soniques (plus de 20 000 p/s). En transformant les courants de ces derniers en vibrations mécaniques (à l'aide de quartz piézo-électriques, de « haut-parleurs » ioniques ou des dispositifs à magnétostriction), on engendre ces ultra-sons qui, inaudibles à l'oreille, permettent notamment d'obtenir des émulsions très homogènes, de laver le linge et d'ausculter poutres métalliques et murs en béton de manière à déceler leurs moindres défauts échappant à l'examen visuel.

Mesures électroniques

La deuxième et très vaste classe d'applications de l'électronique a pour objet les mesures de toutes les grandeurs fixes ou variables, quelle qu'en soit la nature physique.

C'est là le domaine où l'Electronique excelle du fait que la méthode qui lui est propre y trouve son meilleur emploi et, de surcroît, à l'état le plus pur. Qu'est-ce donc que cette fameuse **méthode électronique** ?

Elle est basée sur le fait incontestable que l'électricité est, de loin, la forme d'énergie la plus souple, la plus maniable. Par conséquent, la première phase de toute mesure électronique consiste à **convertir la grandeur mesurée en tension (ou courant) électrique** que l'on appelle souvent « signal ». La conversion s'opère à l'aide d'un dispositif approprié à la nature (et à l'ordre de valeur) de la grandeur à mesurer et que l'on désigne sous le nom de « capteur ». Ainsi, par exemple, pour mesurer le flux lumineux utilise-t-on une cellule photoélectrique, pour la température un couple thermoélectrique, pour la pression, selon le cas, un quartz piézo-électrique ou un microphone, pour l'accélération un tube à vide dont l'électrode de commande se déforme sous l'action des changements de vitesse et modifie ainsi l'intensité du courant anodique, etc...

Une fois le signal obtenu, on peut lui faire subir toutes les métamorphoses voulues : l'amplifier, l'écrêter, le redresser, l'intégrer ou le différentier, etc. On peut aussi, au cas où le signal se présente (à la sortie du capteur ou après transformation) sous la forme d'une série d'impulsions, les **compter**. Les compteurs électroniques utilisés à cette fin mettent en jeu les propriétés des montages bistables (ou « bascules »).

Enfin, après la transformation, le signal est appliqué à ce que l'on appelle « indicateur » et qui permet de lire le résultat de la mesure. Ce peut être le cadran d'un galvanomètre, ou bien l'écran d'un oscilloscope ou encore un ruban de papier photosensible, à moins que ce ne soit une bande magnétique enregistrant les résultats. Au cas où il s'agit d'un comptage d'impulsions, les résultats peuvent apparaître sous la forme d'un nombre inscrit en tous chiffres.

En résumé, toute mesure fait appel à un capteur, à un transformateur des signaux et à un indicateur.

Dans chaque classe des mesures, on a généralement le choix entre plusieurs procédés. C'est ainsi que, lorsqu'on veut mesurer de faibles déplacements d'un corps, on peut les traduire par des variations de capacité entre le corps et une armature conductrice voisine. On peut également fixer sur le corps une masse magnétique et mesurer les variations de self-induction qu'elle détermine dans un enroulement voisin.

Cependant, lorsqu'on veut atteindre une précision élevée, on est conduit à appliquer une méthode moins directe. On fixe sur le corps faisant l'objet de la mesure une trame transparente de lignes parallèles espacées par exemple de 0,005 mm. Cette trame se déplace parallèlement à une autre trame, identique à la première, mais fixe. Un rayon lumineux traverse les deux trames et atteint une cellule photoélectrique. On conçoit que chaque déplacement de 0,005 mm produit successivement une occultation puis un nouveau passage du rayon lumineux vers la cellule. En comptant le nombre des impulsions électriques ainsi engendrées, on mesure donc, avec une précision de 0,005 mm, le déplacement effectué par le corps.

Le comptage des impulsions peut, d'ailleurs, dans de nombreux autres cas, permettre la mesure indirecte d'une grandeur. C'est ainsi qu'en comptant les décharges qui ont lieu dans un tube de Geiger, on mesure l'intensité des radiations émises par un corps radioactif quand il ne s'agit pas d'enregistrer ainsi le passage des rayons cosmiques.

Le comptage électronique peut, bien entendu, servir également à dénombrer les objets qui passent entre une source de lumière et une cellule photoélectrique; il permet, d'une façon plus générale, de compter le nombre total de phénomènes se succédant d'une manière périodique ou aperiodique et cela aux cadences les plus rapides, car les électrons — et c'est là évidemment ce qui confère à l'Electronique sa supériorité sur la Mécanique — les électrons accomplissent leur besogne sans inertie (ou presque...).

Notons encore que le comptage des impulsions peut être, dans un dispositif électronique, une fin en soi. En effet, dans les **calculateurs électroniques**, les nombres sont exprimés par des impulsions. Et la machine les compte, disons le mot, aussi bêtement que les primitifs qui comptent sur les doigts (quand ce n'est pas sur les orteils...). La seule différence est que la machine compte à une vitesse prodigieuse, infiniment supérieure à celle des Inaudi les plus brillants.

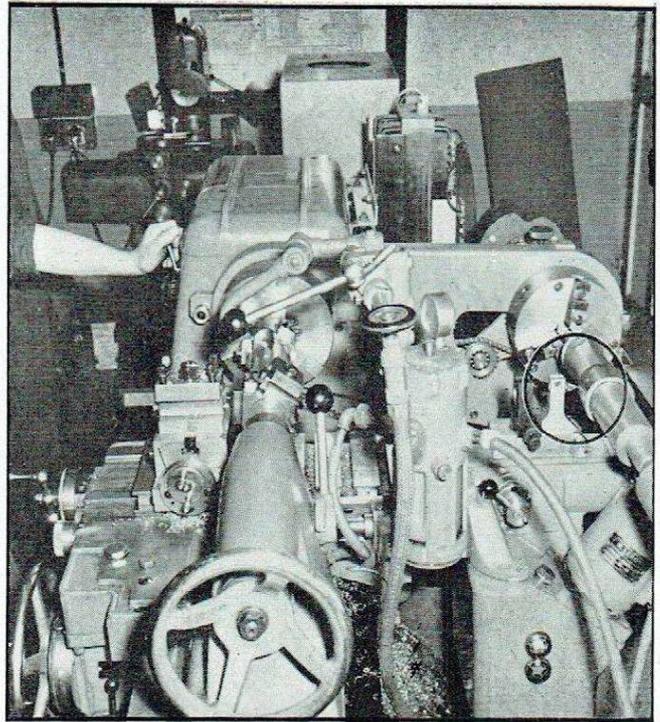
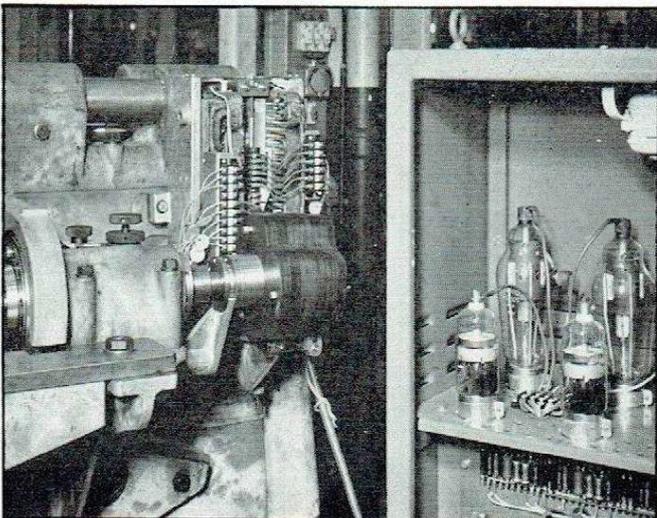
Ne confondons pas ces calculateurs numériques avec les **machines analogiques**. Celles-ci sont à celles-là ce que l'analyse est à l'arithmétique élémentaire. Dans les machines analogiques, on compose des ensembles de circuits électriques réglés par la même équation différentielle que le phénomène dont on désire étudier le déroulement. Aux modules et aux signes des grandeurs physiques y correspondent les amplitudes et les phases des tensions électriques. Et la réponse elle-même se présente sous la forme d'une tension à la sortie du dernier circuit.

Si les calculateurs électroniques sont utilisés là où une suite d'opérations arithmétiques doit être effectuée rapidement en vue d'obtenir le résultat avec un grand nombre de chiffres significatifs, les machines analogiques sont employées pour l'étude de tous les phénomènes qui obéissent à des lois plus ou moins complexes et qui peuvent être considérés comme des fonctions d'une ou de plusieurs variables. C'est dire qu'en dehors des mathématiques pures, elles peuvent rendre les plus grands services en balistique, en aéronautique, dans les industries automobile et navale, dans celle des télécommunications, en économie politique, etc... Et nous n'en sommes qu'aux premiers balbutiements de ces ensembles que les journalistes n'ont pas manqué de baptiser « machines à penser », anthropomorphisme fort excusable en l'occurrence.

Asservissement des mécanismes

Certes, la machine est incapable de penser et ne tient son intelligence que de l'homme qui l'a créée. Mais puisqu'elle économise son effort intellectuel dans les domaines de l'abstraction, elle peut à fortiori l'aider dans les fonctions élémentaires de commande des machines.

Commande électronique d'un tour à copier Ernaut-Batignolles. Le variateur électronique Sciaky placé dans l'armoire est équipé de thyratrons Darío.



Sur ce tour à copier Ernaut-Batignolles un cercle noir entoure le « tâteur » qui explore le profil du modèle à reproduire.

On peut distinguer deux catégories d'asservissement conduisant vers l'automatisme (ou **automatisme** selon le plus récent des néologismes) :

- a) Commande d'après programme ;
- b) Autorégulation.

Dans le premier cas, une suite d'opérations plus ou moins complexes est préétablie et porte le nom de « programme ». Celui-ci peut être inscrit sur une bande perforée, un ruban magnétique ou autre support. Les signaux électriques engendrés dans l'ordre et aux moments voulus commandent les mécanismes asservis à l'aide de relais ou de servo-moteurs.

Cependant, un système automatique de cette classe est, en général, incapable de réagir à un changement imprévu des conditions de fonctionnement, comme n'aurait pas manqué de le faire un ouvrier, si le « programme » n'avait pas rendu sa présence inutile.

Cette aptitude à réagir, nous la trouvons dans les systèmes à **autorégulation** dont le régulateur de vitesse à boules des machines à vapeur constitue l'exemple archiclassique. Devons-nous dès lors rappeler comment tout changement de vitesse détermine instantanément une modification de l'admission de la vapeur tendant à ramener la vitesse à sa valeur normale ?

Tous les systèmes d'autorégulation sont basés sur le même principe : tout écart de la norme engendre un « signal d'erreur » qui réagit de manière à ramener la grandeur asservie à sa valeur normale.

Pour qu'un autorégulateur fonctionne, il faut donc paradoxalement tendre vers le déséquilibre afin que l'équilibre soit maintenu. Cette réaction du « signal d'erreur » qui s'oppose à la cause du déséquilibre porte le nom de **contre-réaction** ou de réaction **négative**. (Cependant, si l'on est doué d'une solide dose de snobisme, il est recommandé de parler de « **feed back** » ; dès lors, tout prend une allure vraiment magique...)

C'est ainsi, par exemple, que si nous voulons faire parcourir à un outil une courbe déterminée, nous pouvons le faire par des moyens purement mécaniques, comme cela se fait notamment dans les pantographes. En ce cas, nous avons un automate qui suit un programme mécanique.

Mais on peut prévoir un système d'asservissement autorégulé où l'outil, en parcourant sa trajectoire exacte, maintient égaux les flux lumineux tombant d'une lampe à incandescence sur deux cellules photoélectriques montées « en pont ». Tout écart de l'outil, quelle qu'en soit la cause, dédéquilibre le pont et fait apparaître dans sa diagonale un « signal d'erreur » dont la phase et l'amplitude servent à corriger la trajectoire du mouvement.

Classification incomplète

Notre classification est sommaire et passablement incomplète. La variété et l'abondance des applications de l'électronique sont telles qu'il est impossible de les faire entrer dans le cadre rigide d'un ensemble de catégories strictement définies.

Fort heureusement (tous les archivistes connaissent cette merveilleuse ressource), il existe dans tout classement une case, un dossier, un tiroir sur lequel on inscrit le mot « Divers ». C'est là que, le cœur léger, on fourre tout ce que la logique n'a pas permis de placer ailleurs.

C'est là que nous placerons donc tout ce qui n'est pas conversion des formes d'énergie, mesures, calculs et asservissement automatique avec ou sans autorégulation. Et notre dossier « Divers » grossira rapidement...

E. AISBERG.

P.-S. — Le texte ci-dessus était composé lorsque nous primes connaissance de deux remarquables études traitant des mêmes sujets, et publiées dans le numéro de mars de notre excellent confrère *Ingénieurs et Techniciens*. Dans l'une d'elles, l'Ingénieur en chef M. Chalvet passe en revue les diverses applications industrielles de l'Électronique; et nous sommes heureux de constater que la classification qu'il adopte ressemble, dans ses grandes lignes, à celle que nous préconisons ci-dessus. C'est dire qu'elle satisfait incontestablement les critères de la logique. C'est dire aussi que M. Chalvet l'a proposée avec une avance de deux mois sur la présente publication.

L'autre étude appartient à la plume d'Henry Piraux qui, avec beaucoup de brio, réussit à dégager la philosophie générale de l'Électronique. Il a beaucoup de titres pour en parler à bon escient. N'est-ce pas lui qui, le premier en France, a présenté en 1928 un « chien électrique » qui est le véritable ancêtre de la longue lignée d'animaux « cybernétiques »? Notre solide amitié a pris naissance ce jour-là.

Mais nous ne sommes pas d'accord avec notre ami qui applique à l'Électronique la définition même de l'Électricité générale. Jusqu'à nouvel ordre, la Centrale de Gennevilliers n'est pas, croyons-nous, du ressort de l'Électronique... — E. A.

ENTRE NOUS

Ce deuxième Numéro

ON peut envisager les applications industrielles de l'Électronique de deux manières différentes: ou bien on pose un problème déterminé et l'on passe en revue ses diverses solutions électroniques, ou bien on examine les emplois les plus variés d'un dispositif électronique donné.

Dans le présent numéro, on trouvera un excellent modèle de la première manière sous la plume de J.F. DUSAILLY qui consacre une étude exhaustive à la *détection des métaux*. Ce problème se pose dans les domaines les plus divers de l'industrie: textiles, papeterie, prospection minière, etc., sans parler de la médecine. C'est dire combien sont intéressantes, pour un grand nombre de nos lecteurs, les méthodes concrètes décrites dans l'étude en question.

Un exemple de la deuxième manière est présenté par l'exposé que J. GARCIN consacre aux *applications industrielles de l'enregistrement magnétique*. On y trouvera notamment des idées, peut-être inédites, sur les possibilités qu'offre le « changement de fréquence » des phénomènes enregistrés. Il y a là un principe qui peut se révéler très fécond en développements futurs.

Dans ce numéro débute également la série d'articles que les meilleurs spécialistes du COMMISSARIAT A L'ÉNERGIE ATOMIQUE ont rédigés à l'intention de nos lecteurs pour répondre à ces questions qui intéressent tous les techniciens: quels sont les isotopes radioactifs utilisés en électronique industrielle? Où les trouve-t-on? Doit-on, pour se les procurer, effectuer des démarches spéciales? Comment les mesure-t-on? Quelles sont leurs très nombreuses applications?...

La partie « documentation » comprend un tableau synoptique des *autotransformateurs à rapport variable*, ces auxiliaires précieux de tout laboratoire. Et un compte rendu du récent *Salon de la Pièce Détachée* vu par un électronicien fait connaître les nouveautés présentées à ceux qui n'ont pas pu en parcourir les stands... et à ceux qui les ont parcourus, sans avoir pu tout voir.

Et, comme dans le N° 1, nombreuses sont les pages résumant les études les plus intéressantes de la *presse mondiale* à l'intention des techniciens qui n'ont ni la possibilité ni le temps de lire les quelque 150 revues étrangères que nos rédacteurs dépouillent et analysent pour eux.

Notre premier cahier était trop purement « électronique » et pas suffisamment « industriel », avons-nous dit en cette même place. L'appel que nous avons lancé pour avoir des articles répondant davantage au programme que résume le titre même de notre organe n'a pas été fait en vain. Nous remercions tous les ingénieurs qui nous ont adressé des manuscrits hautement intéressants et qui feront bénéficier de leur expérience tous nos lecteurs.

Ce deuxième numéro est bien plus conforme à notre programme. Et c'est ainsi que, de plus en plus, nous parlerons ici des APPLICATIONS DE L'ÉLECTRONIQUE A L'INDUSTRIE.

Avant de terminer, disons la profonde satisfaction que nous éprouvons en parcourant les listes de nos abonnés. Ce qui nous réjouit, ce n'est pas seulement la quantité, mais encore la qualité de nos souscripteurs parmi lesquels figurent notamment tous les grands noms de l'Industrie et de la Technique.

Comment ne pas prédire un bel avenir à un nouveau-né qui voit se pencher sur son berceau tant de bonnes fées?...

E. A.

Les radioéléments artificiels

I : La fabrication

Cet article est le premier d'une série de trois qui auront respectivement pour sujet :

- la fabrication ;
- la mesure ;
- les applications

des radioéléments artificiels.

Il peut paraître étonnant *a priori* qu'une revue d'électronique consacre ses pages à un tel sujet. Nous ne saurions mieux le justifier qu'en indiquant, si l'on veut bien nous pardonner l'expression, que l'électronique entre et sort par tous les bouts de l'énergie nucléaire. Elle entre principalement dans le montage des postes de commande des réacteurs et dans la fabrication des nombreux appareils de mesure. Elle sort, comme le lecteur pourra le constater, lorsque les radioéléments artificiels produits dans les piles doivent être mesurés, qu'il s'agisse d'applications en physique, en médecine ou dans l'industrie.

Rappel des notions sur la constitution

des noyaux atomiques

Les noyaux des atomes sont constitués de particules appelées **nucléons** qui sont de deux espèces :

Le **proton**, de masse 1,00757 unités de masse atomique (*) et de charge positive égale à celle de l'électron ($e = 4,8021 \times 10^{-10}$ u.e.s.);

Le **neutron**, de masse 1,00893 unités de masse atomique et de charge nulle.

Le **numéro atomique Z** est égal au nombre de protons contenus dans le noyau et mesure sa charge qui est Ze . Le **nombre de masse A** est le nombre total des nucléons contenus dans le noyau. Ces nucléons ayant des masses à peu près égales à l'unité, il s'ensuit que le nombre de masse est presque égal à la masse réelle du noyau exprimée en unités de masse atomique.

La notation symbolique utilisée pour décrire les noyaux est de la forme ${}^A_Z M$ (${}^{23}_{11} \text{Na}$, ${}^{235}_{92} \text{U}$) Le symbole chimique suffit à définir Z et l'on écrit le plus souvent : ${}^{23}\text{Na}$, ${}^{235}\text{U}$.

(*) L'unité de masse atomique, utilisée en physique nucléaire, est la masse en grammes d'un atome hypothétique de poids atomique unité, c'est-à-dire 1/16 de la masse de l'atome ${}^{16}\text{O}$, ou encore $1,66 \times 10^{-24}$ g.

par C. FISHER

Au sein des noyaux s'exercent :

Des forces d'attraction à court rayon d'action entre les nucléons ;
Des forces de répulsion électrostatiques entre les protons.

Pour les noyaux légers (Z faible), les forces de répulsion sont peu intenses et le nombre de neutrons n'a pas besoin d'être grand pour assurer la stabilité de l'édifice. Les noyaux des éléments légers stables renferment autant de neutrons que de protons, ou un peu plus. Les noyaux lourds (Z élevé) dans lesquels les forces de répulsion sont intenses, acquièrent la stabilité par accroissement des forces d'attraction et, à cet effet, renferment des neutrons en nombre très supérieur à celui des protons. Les noyaux naturels les plus lourds (au-delà du bismuth) ne peuvent parvenir à être stables et se détruisent par émission de particules, c'est-à-dire par désintégration radioactive.

Pour un nombre donné de protons, le noyau peut, tout en étant stable, renfermer plus ou moins de neutrons. Il existe ainsi des atomes de mêmes propriétés chimiques, mais ayant des masses différentes qui sont dits « isotopes ».

Désintégration radioactive

Les noyaux des éléments naturels, sauf les plus lourds, représentent les seuls édifices stables possibles de neutrons et de protons.

Des milliers de radioéléments français sont à votre disposition
Pour les utiliser rationnellement, il vous faut d'abord bien les connaître

Toute modification apportée à la composition du noyau entraîne son instabilité qui se manifeste par une transformation assurant le retour à un noyau stable.

Cette transformation s'effectue par l'émission de particules chargées auquel cas il y a changement de la nature chimique de l'élément, ou de rayonnement électromagnétique avec conservation de la nature chimique, ou des deux simultanément.

Les particules chargées sont des particules α (noyaux d'hélium ${}^4_2\text{He}$) ou des particules β (de masse et charge identiques à celles de l'électron). Le rayonnement électromagnétique est appelé rayonnement γ . Les propriétés de ces divers rayonnements seront décrites dans les articles ultérieurs.

Un noyau radioactif a une certaine probabilité de se désintégrer dans un intervalle de temps donné, et la radioactivité est un phénomène statistique. Si N_0 noyaux radioactifs sont présents initialement, le nombre N restant après un temps t est donné par la relation :

$$N = N_0 e^{-\lambda t} \quad (1)$$

dans laquelle λ est la « constante radioactive » de l'espèce considérée.

On caractérise également la vitesse de décroissance à l'aide de la « période » T , qui est la durée nécessaire pour que la moitié des noyaux présents ait été détruite. On peut aisément montrer que :

$$T = \frac{0,693}{\lambda} \quad (2)$$

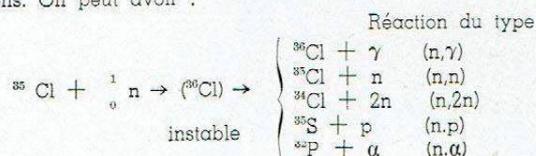
La radioactivité d'une substance s'exprime en curies, le curie étant la quantité de substance radioactive qui subit $3,7 \times 10^{10}$ désintégrations/seconde.

Réactions nucléaires

Dans la fabrication des radioéléments, la réaction nucléaire est le processus par lequel, à partir d'un noyau naturel stable, on crée un noyau instable, radioactif.

A cet effet, on bombarde le noyau stable par un faisceau de particules. Le neutron est à cet égard particulièrement efficace parce que, sa charge étant nulle, il peut pénétrer facilement les noyaux, alors que les particules chargées (proton ou particules α par exemple) sont fortement repoussées. Nous ne considérerons par la suite que les réactions provoquées par les neutrons, qui sont d'ailleurs les seules pouvant être réalisées dans un réacteur nucléaire.

Pendant un temps très court, le neutron forme avec le noyau-cible un noyau composé qui peut se détruire de différentes manières. Prenons l'exemple du bombardement du noyau de chlore ${}^{35}\text{Cl}$ par des neutrons. On peut avoir :



Chacune de ces réactions a une certaine probabilité de se produire que l'on exprime au moyen de la « section efficace », surface imaginaire présentée par le noyau au flux de neutrons. Plus cette surface est grande plus les chances de collision sont élevées. Les sections efficaces sont petites et s'expriment à l'aide d'une unité appelée barn, qui vaut 10^{-24} cm².

Avec les neutrons thermiques, c'est-à-dire les neutrons doués des vitesses d'agitation thermique à la température ordinaire, et dont l'énergie est de l'ordre de 0,02 eV (*). la réaction la plus probable est la réaction (n, γ) par laquelle on obtient un élément radioactif qui est un isotope de l'élément soumis au bombardement.

Pour qu'une particule chargée puisse être expulsée du noyau, il faut que le neutron incident ait apporté une énergie suffisante. C'est ainsi que la réaction ${}^{32}\text{S} (n,p) {}^{32}\text{P}$ ne peut être accomplie que

par des neutrons dont l'énergie est supérieure à 1 MeV. Certaines réactions particulières telles que ${}^{14}\text{N} (n,p) {}^{14}\text{C}$ ou ${}^6\text{Li} (n,\alpha) {}^3\text{H}$ peuvent cependant être produites par des neutrons thermiques.

Un mode de réaction nucléaire particulièrement important est la fission, dans laquelle un noyau lourd, sous le choc d'un neutron, se divise en deux fragments dont les masses sont voisines et que l'on appelle des produits de fission. La fission de ${}^{235}\text{U}$ qui alimente la réaction en chaîne dans les réacteurs nucléaires conduit à un grand nombre de produits de fission qui, dans la classification de Mendeleïeff, vont du zinc au gadolinium.

Dans le tableau I, nous avons fait figurer quelques radioéléments artificiels particulièrement utilisés avec leur période, les caractéristiques de leur rayonnement et leur mode de formation.

TABLEAU I

Radio-élément	Période	Energie des rayonnements (MeV)		Mode de formation
		β	γ	
${}^3\text{H}$	12 ans	0,018	sans	Li (n, α)
${}^{14}\text{C}$	5 568 ans	0,155	sans	N (n,p)
${}^{32}\text{P}$	14,3 j.	1,70	sans	S (n,p) ou (n, γ)
${}^{60}\text{Co}$	5,2 ans	0,30	1,17 — 1,33	(n, γ)
${}^{90}\text{Sr}$	19,9 ans	0,61 — 2,2	sans	Fission
${}^{131}\text{I}$	8,0 j.	0,25 à 0,81	0,08 à 0,36	Te (n, γ) ou Fission
${}^{137}\text{Cs}$	33 ans	0,52 — 1,17	0,66 (${}^{137}\text{Ba}$)	Fission
${}^{170}\text{Tm}$	129 j.	0,88 — 0,97	0,08	(n, γ)
${}^{192}\text{Ir}$	74,4 j.	0,66	0,13 à 0,61	(n, γ)
${}^{198}\text{Au}$	2,69 j.	0,96	0,411	(n, γ)
${}^{204}\text{Tl}$	4 ans	0,76	sans	(n, γ)

Quantités de radioactivités formées

Lorsqu'une cible est soumise au bombardement des neutrons, un certain nombre de noyaux nouveaux se forment, mais ils tendent à se détruire parce qu'ils sont radioactifs. Le nombre de noyaux radioactifs présent à chaque instant dépend donc :

De la vitesse de formation, qui est constante et proportionnelle au flux de neutrons et à la section efficace ;

De la vitesse de destruction, qui est d'autant plus grande que le nombre de noyaux présents est plus élevé.

À un certain moment, le nombre de noyaux créés est si grand qu'il s'en détruit autant qu'il s'en forme. Cet état d'équilibre est appelé « saturation ».

La loi de croissance de l'activité s'exprime par la relation :

$$A = \frac{0,6}{3,7 \times 10^{10}} \times \frac{\Phi \sigma}{M} \left(1 - e^{-0,69 t/T} \right) \quad (3)$$

dans laquelle :

A = activité formée en curies par gramme d'élément-cible ;

Φ = flux de neutrons/cm²/s ;

σ = section efficace en barns ;

M = masse atomique de l'élément-cible ;

t = durée d'irradiation

T = période du radio-élément } exprimées avec la même unité.

On voit que l'activité atteint la moitié de la saturation après une durée d'irradiation égale à une période du radioélément, 75 0/0 après 2 périodes, 99 0/0 après 6 périodes, etc. Donc, en pratique, la durée d'irradiation dépend de la période du radioélément que l'on prépare.

Les flux de neutrons disponibles à l'heure actuelle dans les piles françaises sont au maximum de $2,5 \cdot 10^{11}$ n/cm²/s à la pile de Chatillon, et de $2,5 \cdot 10^{12}$ n/cm²/s à la pile de Saclay. Ces flux permettent d'obtenir des activités qui sont suffisantes pour la plupart des besoins. Sur le tableau II figurent, pour un certain nombre de radioéléments, les activités qui peuvent être obtenues, pour un gramme d'élément-cible, après des durées variables d'irradiation dans un flux de 10^{12} n/cm²/s (*).

(*) L'électron-volt (eV) est l'énergie acquise par une charge égale à celle de l'électron qui subit une chute de potentiel de 1 volt. Les énergies des particules sont souvent mesurées en millions d'électrons-volts (MeV).

TABLEAU II

Radio-élément	Période	Activité obtenue après		
		1 semaine	4 semaines	Saturation
²⁴ Na	15 h.	420 mc	420 mc	420 mc
⁵⁹ Fe	45,1 j.	0,06 mc	0,2 mc	0,67 mc
⁶⁰ Co	5,2 ans	18 mc	68 mc	8,2 c
¹⁹² Ir	74,4 j.	1,2 c	4,4 c	23 c
¹⁹⁸ Au	2,69 j.	6,2 c	7,9 c	7,9 c
²⁰⁴ Tl	4 ans	0,54 mc	2,1 mc	190 mc

Chimie des radioéléments

Les rendements des réactions nucléaires sont faibles et les quantités de matières transformées sont très petites. C'est ainsi que le poids des atomes de ³²P représentant une activité de 1 mc n'est que de 3.10⁻⁹ g. Pour ¹⁴C, dont la période est très longue, il est de 2.10⁻¹ g.

Lorsque la réaction nucléaire qui a eu lieu est une réaction (n,p) ou (n,α) ou la fission, le radioélément formé est différent de la cible et tous les atomes présents sont radioactifs. Il est nécessaire de les séparer; mais à des concentrations aussi faibles, le comportement chimique des radioéléments peut réserver des surprises, et il n'est pas rare de perdre une grande partie du corps radioactif simplement par adsorption sur les parois des récipients...

Le chimiste peut simplifier sa tâche en ajoutant un « entraîneur », c'est-à-dire un isotope non radioactif de l'élément qu'il désire séparer. Les propriétés chimiques des isotopes étant identiques, il suffit d'appliquer une méthode de séparation classique pour récupérer le produit radioactif. L'addition d'entraîneur présente l'inconvénient de diluer le radioélément et de rendre moins sensible sa détection ultérieure. Pour cette raison, elle ne peut pas toujours être tolérée.

Si le radioélément doit être extrait sans entraîneur, il est fait appel à des méthodes telles que l'extraction par solvants, la chromatographie, la distillation ou la coprécipitation, c'est-à-dire l'entraînement par un élément voisin du corps radioactif, mais non identique. Par exemple, l'iode 131 est séparé du tellure ou des produits de fission par distillation; le strontium 90 est séparé des produits de fission par coprécipitation avec du nitrate de plomb.

Lorsque la réaction nucléaire qui a eu lieu est une réaction (n,γ), le radioélément formé est un isotope de la cible. Une séparation chimique est cependant possible dans certains cas. Un exemple fera comprendre le phénomène :

Supposons que de l'arsenic soit irradié sous forme d'un composé organique tel que l'acide cacodylique. Grâce à l'énergie libérée dans la réaction nucléaire, l'arsenic qui capture un neutron et devient ⁷⁶As radioactif est éjecté de la molécule. Il se retrouve dans un état chimique différent de l'arsenic stable à l'état d'acide cacodylique. La séparation chimique des deux espèces est possible et permet de trier les atomes d'arsenic radioactifs et non radioactifs.

Ce phénomène, connu sous le nom d'effet de Szilard et Chalmers, permet un enrichissement des produits radioactifs par un facteur qui peut atteindre 10 000.

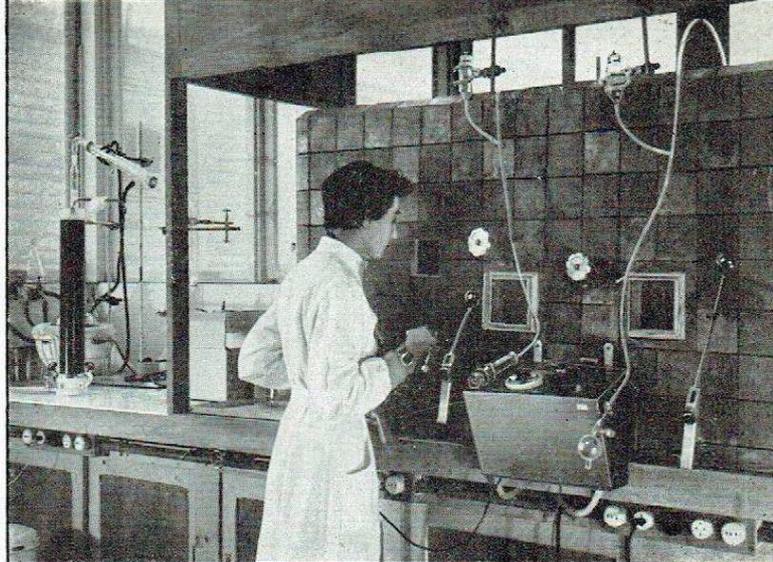
Protection

Les rayonnements émis par les corps radioactifs sont dangereux pour l'organisme humain s'ils sont reçus en quantités trop importantes. Il est possible cependant de fixer des doses au-dessous desquelles aucun accident n'est à craindre. Ces doses s'expriment en utilisant comme unité le **roentgen (R)** qui est la dose de rayonnement X ou γ telle que l'émission secondaire associée crée dans 1 cm³ d'air (0°, 760 mm) des ions portant 1 unité u.e.s. de charge de chaque signe.

(*) Un catalogue complet des radioéléments disponibles peut être obtenu sur simple demande adressée au

Service des radioéléments artificiels
Commissariat à l'Energie Atomique, Boîte Postale n° 6
FONTENAY-AUX-ROSES (Seine)

Mai - juin 1955



La dose de rayonnement tolérable pour l'exposition totale du corps est de 300 milliroentgens/semaine (*).

Pour réduire la dose de rayonnement qu'il reçoit, l'opérateur peut :

Augmenter la distance qui le sépare de la source, la dose de rayonnement variant comme l'inverse du carré de la distance ;

Interposer sur le trajet des rayonnements des écrans adaptés à leur nature : matériaux légers pour les rayons β (Plexiglas), matériaux denses pour les rayons γ (plomb ou à défaut béton).

Dans les manipulations chimiques, il existe également un risque de contamination si du produit radioactif est accidentellement ingéré ou répandu sur les mains, les vêtements ou dans le laboratoire. Pour lutter contre ce risque, les manipulations se font sous des sarhanes ventilées ou dans des boîtes étanches.

Les appareils de production de radioéléments se présentent alors comme de petites usines chimiques en miniature qui sont isolées sous leur protection et commandées à distance (voir photo).

Les doses de rayonnements reçues par les opérateurs sont contrôlées par le port de films photographiques qui sont plus ou moins impressionnés suivant la dose de rayonnement reçue, et par le port de stylos électromètres dont la décharge est proportionnelle à la quantité de rayonnement reçue.

Fourniture des radioéléments

Grâce à la facilité avec laquelle ils peuvent être produits dans les piles atomiques, les radioéléments artificiels ont cessé d'être une curiosité de laboratoire pour devenir un instrument de recherche et de contrôle souvent irremplaçable. Leur emploi se développe sans cesse, et en 1954, il a été utilisé en France **3 000 radioéléments**.

Le **Commissariat à l'Energie Atomique** est en mesure de répondre à la presque totalité des besoins. Pour le reste, les accords passés avec les centres atomiques étrangers permettent d'importer les radioéléments qui ne peuvent encore être préparés en France avec les activités suffisantes.

Les prix des radioéléments artificiels sont de très loin inférieurs à ceux des radioéléments naturels tels que le radium : une irradiation d'une semaine à la pile n'est facturée que 3 000 francs, et les prix des radioéléments concentrés chimiquement de manière courante ne dépassent pas quelques centaines de francs par millurie.

Cette facilité d'obtention rend d'ailleurs nécessaire un contrôle de la distribution de ces produits, et à cet effet, un décret du 3 mai 1954 a créé une **Commission interministérielle des radioéléments artificiels** chargée d'examiner toutes les demandes de fourniture qui doivent donc parvenir à la

Commission interministérielle des radioéléments artificiels,
Boîte postale n° 6, FONTENAY-AUX-ROSES (Seine).

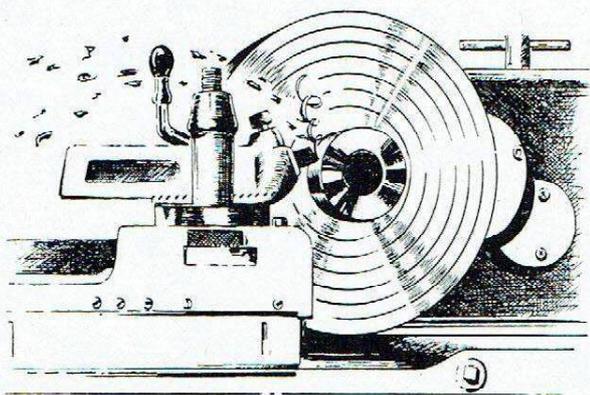
C. FISHER

Commissariat à l'Energie Atomique

(*) Une brochure sur les précautions à prendre dans l'emploi des radioéléments artificiels peut être obtenue sur simple demande adressée au service indiqué dans la note ci-contre.

La mémoire

permet de dilater ou

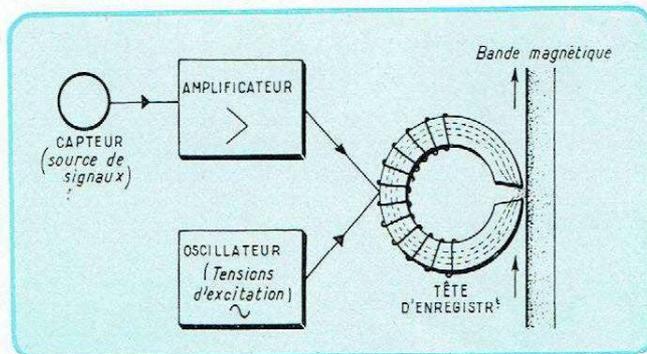


C'est un enregistrement magnétique qui commande le mouvement de l'outil du tour ainsi que la vitesse de coupe de manière à obtenir une pièce de la forme voulue. C'est un excellent exemple de « programme magnétique » pour la commande des machines-outils.

Les applications industrielles de l'enregistrement magnétique, encore à leurs débuts, semblent pleines de promesses. Elles permettent de réaliser sur le plan électrique et acoustique ce que le cinéma fait sur le plan visuel. C'est ainsi qu'en variant les vitesses de l'inscription et de la lecture, on peut plus facilement analyser les variations rapides ou lentes d'une grandeur.

Le rapprochement de ces notions « enregistrement magnétique » et « industrie » peut, de prime abord, paraître insolite, voire choquant. On pense communément que la bande ou le disque magnétique ne servent qu'à enregistrer des sons : musique, conférences, dictée de courrier, etc... Telles sont, en effet, les fonctions les plus connues des enregistreurs magnétiques.

Se prêtant admirablement à l'inscription fidèle des sons, le ruban magnétique est utilisé non seulement par des amateurs (qui se disent « chasseurs de sons »), mais aussi par les maisons d'édition phonographique qui préfèrent inscrire les auditions d'abord sur ruban (qui permet d'en raccorder les passages en « phono-montages ») pour les retranscrire ensuite sur disques. Et l'on sait que la quasi-totalité des programmes de la radiodiffusion, en dehors de rares véritables transmissions directes, sont mis en conserve sur des kilomètres de bande magnétique.



Le schéma ci-dessus représente, sous sa forme la plus générale, la méthode d'enregistrement magnétique sur bande. On remarquera que les lignes magnétiques jaillissant de l'entrefer pénètrent dans la couche magnétique recouvrant la bande.

Cependant, cette bande peut enregistrer bien d'autres phénomènes que le son. En fait, toute grandeur variable peut être enregistrée sur un support magnétique après avoir été convertie en courant électrique.

Principe de l'enregistrement magnétique

Quand il s'agit du son, les pressions variables de l'air sont, à l'aide d'un microphone, converties en courants électriques d'intensité proportionnelle. Convenablement amplifiés, ces courants sont dirigés sur un électro-aimant dit « tête d'enregistrement » pourvu d'un entrefer très étroit. C'est devant cet entrefer que l'on fait défiler le support magnétique (généralement mince bande de matière plastique recouverte d'une couche de poudre de fer

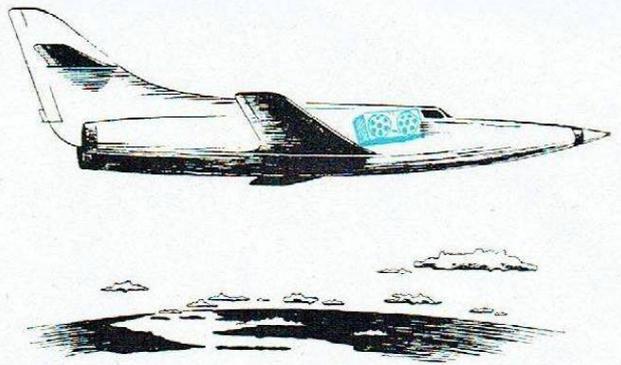
Electronique Industrielle



Les paramètres de vol et les renseignements météorologiques, transmis par radio, sont enregistrés sur un appareil multivoies (Ampex).

Imagnétique

de comprimer le temps

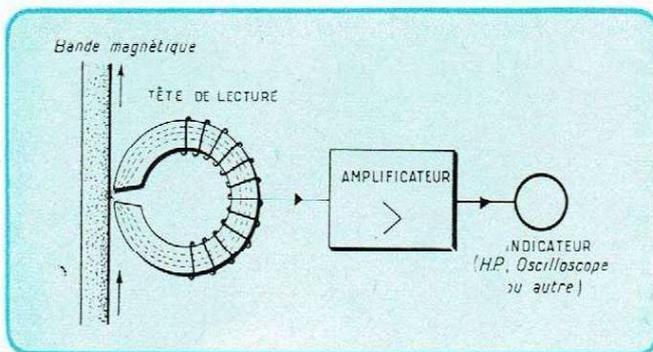


Un enregistreur magnétique placé dans un avion sans pilote permet d'inscrire quantité de renseignements instructifs concernant le comportement des divers organes de l'engin. L'utilisation d'une bande à plusieurs pistes, combinée avec la méthode d'inscription par impulsions enchevêtrées de durée variable, offre la possibilité d'inscrire simultanément plusieurs dizaines d'informations variées.

aux grains microscopiques). Le flux magnétique se referme à travers la poudre de fer dont les grains sont, au passage, plus ou moins fortement aimantés et gardent cette aimantation.

À la reproduction, la bande défile devant un second électro-aimant dit « tête de lecture » analogue au premier (des artifices de commutation permettent d'utiliser une seule « tête » dans les deux fonctions). Le champ magnétique variable du support magnétique se referme à travers le circuit magnétique et suscite dans ses enroulements une force électro-motrice d'induction qui, une fois amplifiée, fait reproduire par un haut-parleur les sons de l'audition captée par le microphone.

Pour être complet, ajoutons que l'enregistrement ne s'effectue bien qu'à la condition que les grains de fer soient agités ou « excités » par un champ magnétique auxiliaire de fréquence relativement élevée créé par un courant de 15 000 p/s ou plus



Le schéma ci-dessus représente la reproduction (ou lecture) d'un enregistrement magnétique. Dans certains cas, lorsqu'il s'agit d'un « programme » de commande de machines-outils, l'indicateur est remplacé par des dispositifs appropriés (relais sélectifs, etc.).

(ce qui le rend inaudible) engendré par un oscillateur à tube électronique et superposé dans l'enroulement de la tête d'enregistrement au courant microphonique amplifié.

Tout peut être enregistré

Ce que la bande fait pour le son, elle peut le faire pour tout autre phénomène physique. N'a-t-on pas récemment expérimenté aux laboratoires de la R.C.A. l'enregistrement magnétique d'un programme de télévision? A cette fin, le signal « vidéo », qui traduit les brillances des éléments successivement analysés de l'image et contient les signaux de synchronisation, a été mis en conserve dans une bande magnétique animée d'une vitesse suffisante pour inscrire les très rapides variations (jusqu'à plusieurs millions par seconde!) du champ magnétique.

On notera en passant que dans le domaine de l'enregistrement magnétique comme dans bien d'autres, on se heurte au problème du *pouvoir de résolution* qui limite la fréquence des phénomènes pouvant être inscrits. Plus l'entrefer des têtes est étroit, plus les grains de fer sont fins, plus la vitesse de la bande est grande et plus élevée la fréquence limite des enregistrements.

L'électronicien sait très bien que toutes les grandeurs physiques variables peuvent être converties en signaux électriques à l'aide de « capteurs » appropriés. Par conséquent, toutes les variations de ces grandeurs relèvent de l'enregistrement magnétique.

Qu'il s'agisse des températures, des pressions, d'humidité, de viscosité, de vitesse, de fréquence ou de toute autre grandeur, la bande magnétique peut « photographier » leurs variations avec plus de souplesse et plus de fidélité que ne le ferait souvent l'inscription obtenue par d'autres procédés.

C'est ainsi qu'elle peut notamment s'avérer supérieure à la méthode oscilloscopique qui, parfaite dans le cas des phénomènes périodiques, ne rend que de faibles services lorsqu'il s'agit de variations non cycliques.

Le ralenti et l'accélééré

La vitesse du déplacement de la bande dépend essentiellement des fréquences les plus élevées des variations à inscrire.

Pendant, à la lecture, il n'est pas obligatoire d'avoir une vitesse identique à celle de l'enregistrement. De même qu'en cinématographie le ralenti permet d'examiner confortablement les mouvements les plus rapides, la reproduction au ralenti d'un enregistrement magnétique permet d'analyser commodément des phénomènes dont la rapidité aurait rendu la lecture directe malaisée ou impossible.

Prenons un exemple concret. Les vibrations d'une aile d'avion peuvent comporter quantité de composantes de fréquences très diverses et qui ne sont pas toujours les multiples les unes des autres. Dans ces conditions, l'analyse à l'oscilloscope ou au stroboscope risque de ne pas révéler certains aspects d'un ensemble complexe. En inscrivant une telle vibration sur la bande magnétique et en la faisant ensuite défiler à des vitesses plus faibles, on peut déterminer le contenu exact de la vibration. La lecture pourra être faite au son ou à l'aide d'un oscilloscope; mais le meilleur dépouillement sera effectué par transposition sur papier photo-sensible, ou par l'intermédiaire d'un analyseur de fréquences.

L'enregistrement permet donc de dilater en quelque sorte le temps. Il offre au technicien les mêmes possibilités que le microscope dont les divers rapports de grossissement offrent la possibilité d'étudier des portions de plus en plus faibles d'une coupe histologique en la dilatant aux dimensions du champ total de vision.

On notera, en particulier, que grâce au ralenti, on peut rendre audibles les *ultra-sons* qui, sans cet artifice, ne sont pas perçus par l'oreille humaine et qui, pourtant, peuvent révéler bien des secrets du comportement des mécanismes.

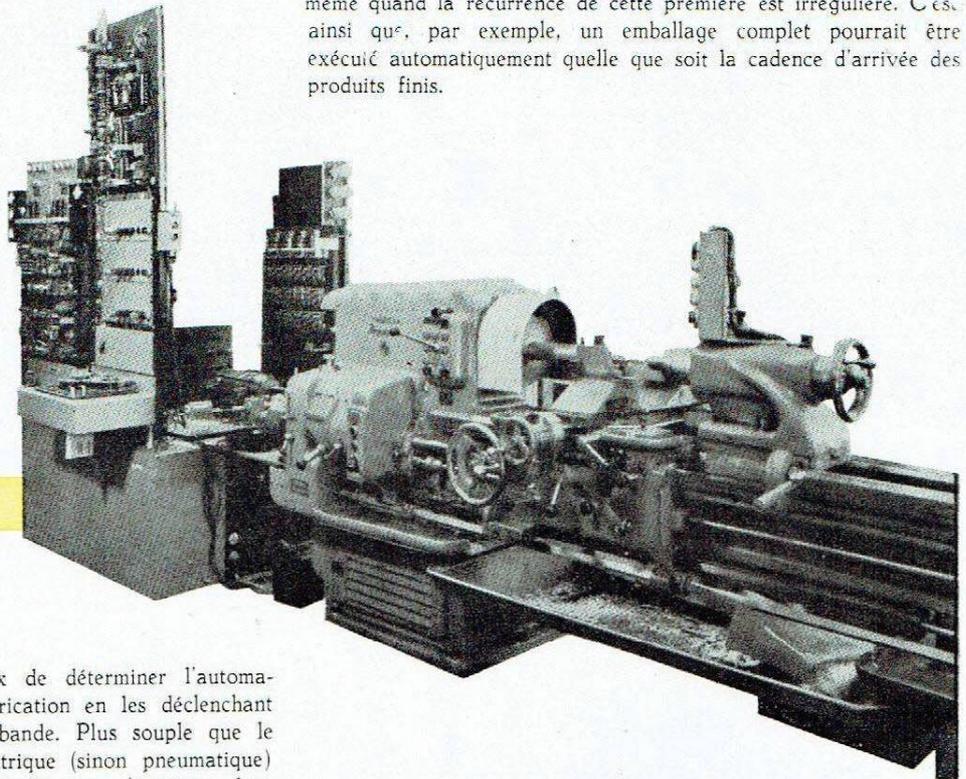
Non moins utile que le ralenti peut être le recours à la lecture accélérée. Elle facilite l'étude des variations lentes au même titre que ces beaux films qui, en quelques minutes, résument des mois de croissance d'une plante et l'éclosion de ses fleurs.

Là encore, nous pouvons rendre perceptibles les *infra-sons* qui, bien souvent, sont une des composantes essentielles (sinon la fondamentale) d'un grand nombre des vibrations analysées.

Programmes magnétiques

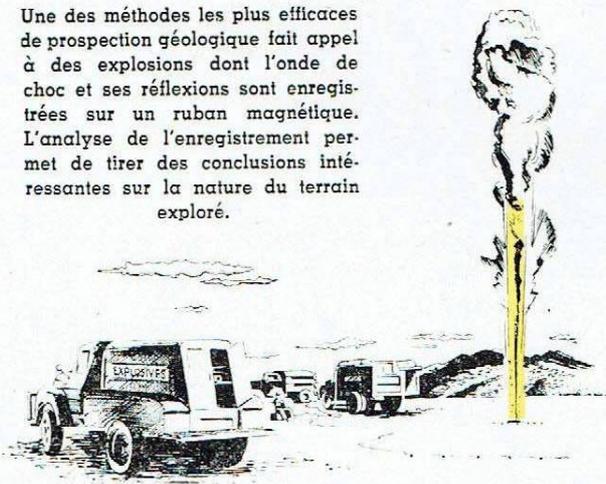
Dans certains cas, loin d'être l'image fidèle mais passive des phénomènes de diverses natures, l'enregistrement magnétique peut, au contraire, commander activement leur déroulement.

Vers l'usine sans hommes...
Un ouvrier exercé a exécuté la pièce modèle. L'enregistreur magnétique a noté sans interruption toutes les manœuvres effectuées. A son tour, il peut commander maintenant l'usinage automatique d'un nombre indéterminé de pièces identiques au modèle (création General Electric, avec platine à ruban Ampex).

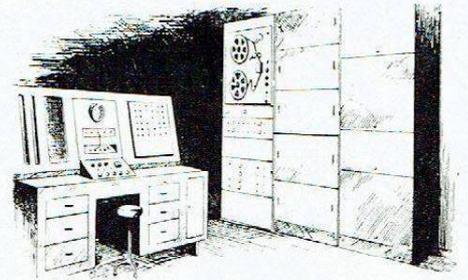


En effet, il peut être avantageux de déterminer l'automatisme de certaines opérations de fabrication en les déclenchant à l'aide de signaux enregistrés sur bande. Plus souple que le système mécanique à cames ou électrique (sinon pneumatique) à bande perforée, le « programme magnétique » s'imposera dans

Une des méthodes les plus efficaces de prospection géologique fait appel à des explosions dont l'onde de choc et ses réflexions sont enregistrées sur un ruban magnétique. L'analyse de l'enregistrement permet de tirer des conclusions intéressantes sur la nature du terrain exploré.



La « mémoire magnétique » constitue un des organes essentiels de nombreuses machines à calculer électroniques.



nombre d'usines où il alliera aux qualités de simplicité une souplesse permettant de modifier aisément la cadence et l'ordre des opérations.

Ajoutons que la bande utilisée en boucle fermée (ou le disque) permet de réaliser dans le temps des décalages faciles à régler entre une succession d'opérations commandées par la première, même quand la récurrence de cette première est irrégulière. C'est ainsi que, par exemple, un emballage complet pourrait être exécuté automatiquement quelle que soit la cadence d'arrivée des produits finis.

Conclusions

L'exposé ci-dessus n'a rien d'exhaustif. Nombreuses sont les autres applications possibles de la « mémoire magnétique » dans le domaine de l'industrie. Nous n'avons examiné ici que l'inscription à une seule dimension. Mais si l'on substitue à l'enregistrement linéaire l'inscription à deux dimensions, on conçoit quelle prodigieuse quantité d'information peut être mise en conserve dans une surface donnée.

Qui dit, d'ailleurs, que demain on ne parviendra à inscrire et lire dans les trois dimensions d'un volume magnétique. On pourra alors enregistrer tout le savoir de l'humanité dans quelques centimètres cubes de fer...

En attendant, l'industrie fera bien de mettre à profit les possibilités que lui offrent les petits grains de fer répandus le long d'une bande souple de matière plastique.

Jacques GARCIN.

Electronique Industrielle

LES DÉTECTEURS ÉLECTRONIQUES DE METAUX



La recherche de parcelles métalliques indésirables dans des produits divers prend de nos jours une importance considérable par suite de la généralisation de la fabrication et du « conditionnement » automatique s'effectuant pratiquement sans surveillance.

L'industrie utilise maintenant couramment des détecteurs de métaux pour la recherche de parcelles métalliques dans des matières premières : caoutchouc, bois, charbons, minerais, pâtes à papier, produits alimentaires, matières plastiques, explosifs, etc... On peut citer, à titre d'exemple, les applications qui en sont faites pour la recherche, avant sciage, de débris métalliques dans les grumes, la détection de faibles parcelles métalliques dans la matière servant à mouler les disques de phonographe, ou dans les textiles en cours de fabrication.

Ils reçoivent également des applications en art vétérinaire, pour le contrôle douanier, pour les recherches d'objets conducteurs enterrés : câbles électriques, canalisations d'eau ou de gaz. Ils ont pu être utilisés avec succès pour la recherche de bijoux perdus dans l'herbe d'une prairie ou le sable d'une plage. Enfin, on peut les utiliser pour commander sans contact mécanique des

par J. F. DUSAILLY

dispositifs de canalisation et de sécurité de véhicules, ascenseurs ou autres systèmes de transport. On peut aussi recourir à eux pour actionner des systèmes de comptage, quand les dispositifs à cellule photoélectrique ne peuvent être employés (vapeur, brouillard).

Divers phénomènes physiques permettent de constater la non-homogénéité de la matière et peuvent, par conséquent, être utilisés pour déceler des particules métalliques dans un milieu déterminé. Citons, à titre d'exemples, l'utilisation d'une source de rayons X ou de rayons « bêta » et d'un écran fluorescent pour la recherche de matières de masse atomique élevée, ou d'un faisceau ultra-sonore pour l'inspection de matériaux.

Laisant de côté les dispositifs basés sur ces principes qui n'ont reçu que des applications assez limitées, nous nous bornerons à étudier ici les détecteurs de métal basés sur la perméabilité magnétique ou sur la conductibilité électrique des métaux. L'introduction d'une particule métallique dans un champ magnétique ou électrique crée une déformation des lignes de forces préexistantes : c'est cette déformation du champ qu'il s'agit de mettre en évidence.



RECHERCHE ET LOCALISATION DES CORPS MÉTALLIQUES

(magnétiques ou non)

DANS

*le sol, le bois, les minerais, le papier,
le caoutchouc, les tissus, les plastiques, etc.*

PAR

- Amorçage d'une oscillation
- Battements entre deux oscillateurs
- Modification d'une induction mutuelle

Principe des détecteurs de métaux

On utilise le plus souvent des appareils générateurs d'un champ électromagnétique alternatif. Ils sont appelés à l'un des principes suivants :

- 1°) Générateur à battements, constitué par 2 oscillateurs H.F. ;
- 2°) Détecteur à amorçage d'oscillations ;
- 3°) Pont d'induction mutuelle.

C'est ce dernier principe qui a été le plus utilisé pendant les hostilités pour les détecteurs de mines, et c'est celui qui est le plus généralement employé pour les détecteurs dans l'industrie.

Quelques appareils utilisent un champ électrostatique. Un appareil de ce type est réalisé pour les besoins de l'industrie textile ; nous en donnons plus loin la description.

Examinons rapidement les divers principes utilisables de la génération des champs alternatifs :

1° GÉNÉRATEURS A BATTEMENTS :

Le schéma de principe est donné par la figure 1.

Un étage générateur H.F. fonctionnant sur une fréquence f_1 voisine de 1 MHz est constitué par un tube penthode T_1 dont les deux premières grilles sont montées en oscillateur (circuit L_1-C_1).

Toutes les précautions doivent être prises pour que la fréquence de l'oscillation soit aussi constante que possible. Cet étage constitue l'oscillateur à fréquence fixe. Un autre étage comportant un tube identique T_2 est monté en oscillateur fonctionnant sur la même fréquence que le premier. Un cadre C comprenant une ou deux spires, branché en dérivation sur une partie de la bobine oscillatrice, constitue l'élément explorateur. Cet étage est l'oscillateur à fréquence variable. Un condensateur ajustable C_3 , branché en parallèle sur le condensateur C_2 , permet de régler la fréquence de l'oscillateur à fréquence variable exactement sur celle de l'oscillateur fixe. Dans ces conditions, le tube détecteur T_3 reçoit sur sa grille un signal H.F. non modulé et le casque téléphonique ou résonateur reste silencieux.

Par contre, si le bobinage explorateur est approché d'une masse métallique, la self-induction de l'oscillateur à fréquence variable est modifiée et la fréquence du courant issu du tube T_2 devient f_2 . Un signal à la fréquence $f_2 - f_1$ est détecté par T_3 et le réso-

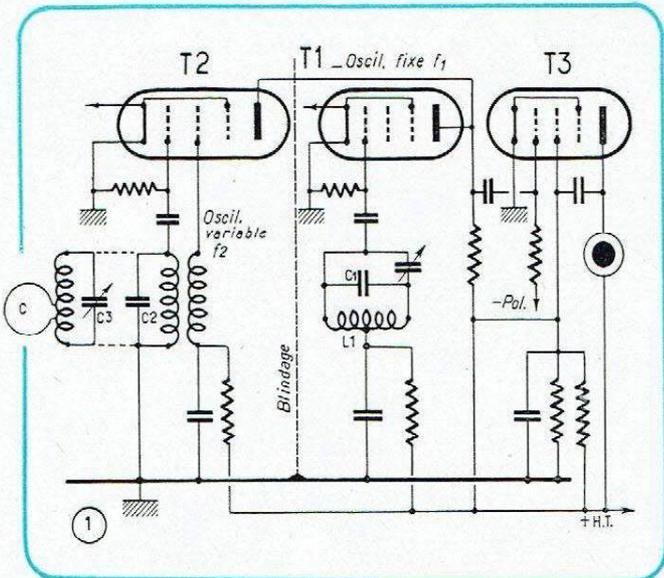


Fig. 1. — Schéma de principe d'un générateur à battements. La grille 2 de T_1 doit être réunie à la droite du circuit oscillant L_1-C_1 .

nateur émet un son à cette fréquence. Il y a lieu de remarquer que la masse métallique placée dans le champ du bobinage explorateur provoque, soit une augmentation de la self-induction, s'il s'agit d'un métal magnétique, soit une diminution s'il s'agit d'un

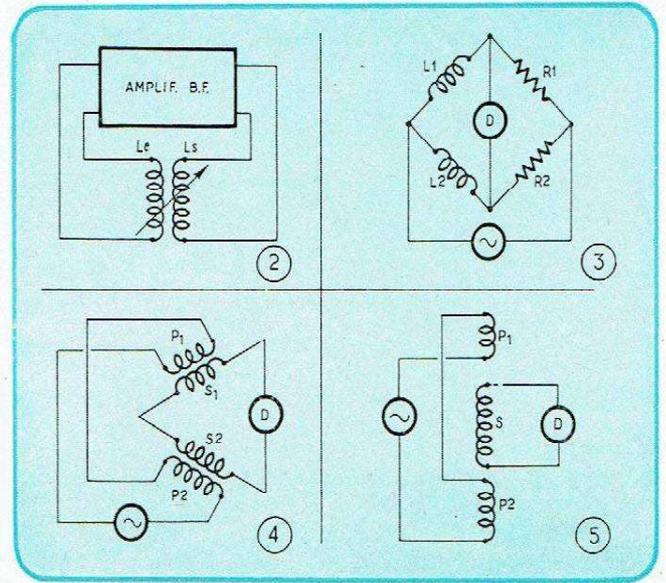


Fig. 2. — Principe du détecteur à amorçage d'oscillations.

Fig. 3. — Principe du pont d'induction.

Fig. 4. — Montage dérivé du pont d'induction. Les bobines S_1 et S_2 sont montées en opposition.

Fig. 5. — Les deux bobines P_1 et P_2 montées en opposition sont couplées au bobinage S .

métal non magnétique. La fréquence f_2 sera donc, suivant le cas, plus faible que f_1 , ou au contraire plus grande, mais dans tous les cas la fréquence de battement $f_1 - f_2$ ou $f_2 - f_1$ apparaîtra.

2° DÉTECTEURS A AMORÇAGE D'OSCILLATIONS :

C'est selon ce principe qu'a été construite pendant les hostilités la presque totalité des détecteurs de mines britanniques.

Le principe en est très simple : un amplificateur B.F. est réalisé avec un certain couplage entre deux enroulements L_e et L_s , connectés respectivement à l'entrée et à la sortie de l'appareil (fig. 2). L'approche d'une masse conductrice ou magnétique fait varier le couplage et peut provoquer l'accrochage. Pour avoir une bonne sensibilité, il est nécessaire d'utiliser un récepteur à gain élevé (2 ou 3 étages à penthodes) et un couplage extrêmement faible entre l'entrée et la sortie de l'amplificateur. On se règle à la limite d'accrochage en faisant varier, par un potentiomètre, le gain de l'appareil.

3° PONT D'INDUCTION MUTUELLE :

Soit (fig. 3) un pont comprenant 2 bobines identiques L_1 et L_2 et 2 résistances égales R_1 et R_2 . On sait qu'un tel système est équilibré et que, si une tension alternative est appliquée à l'une de ses diagonales, aucune tension n'apparaît aux extrémités de l'autre diagonale.

Au lieu d'une alimentation en parallèle des 2 bras du pont, on pourrait aussi bien réaliser l'alimentation réalisée en figure 4. Le générateur de tension alternative débite dans les 2 bobines identiques P_1 et P_2 montées en série et couplées avec les 2 bobines S_1 et S_2 également montées en série. Si les tensions induites

dans S_2 et S_3 sont égales et de signe contraire, aucune tension n'apparaît aux bornes du détecteur D, mais on conçoit que si une masse métallique vient à être placée dans le voisinage de la bobine P_1 , le système est déséquilibré et une tension alternative apparaît aux bornes de D.

Les bobines S_1 et S_2 peuvent être confondues en un seul bobinage S, couplé à la fois à 2 bobines P_1 et P_2 montées en opposition (fig. 5).

Constitution d'un détecteur de métal à pont d'induction

Un ensemble détecteur de métal à pont d'induction comprend essentiellement :

- Un générateur de courant basse fréquence ;
- Un bobinage explorateur ou tête de détection ;
- Un système de compensation (équilibrage) ;
- Un amplificateur ;
- Un dispositif indicateur ou un relais commandant le rejet ou le marquage de la parcelle indésirable ;
- Un dispositif d'alimentation.

a) Générateur à basse fréquence :

On a intérêt à disposer d'une puissance suffisante par suite du gain relativement limité des amplificateurs. Pour des puissances inférieures à 100 W, on utilise des oscillateurs à tubes électroniques, tandis que pour les puissances supérieures on utilise soit le courant alternatif du secteur, soit, si une fréquence supérieure est nécessaire, de petits alternateurs spéciaux.

L'étude de la pénétration relative des courants de fréquences élevées dans les métaux, magnétiques et non magnétiques et dans les sols secs et humides, montre que ce sont les courants d'une fréquence voisine de 1000 Hz qui sont les plus avantageux pour détecter des métaux quelconques. Les détecteurs de mines améri-

courants de Foucault croissent comme le carré de la fréquence. La figure 6 montre la sensibilité relative d'un détecteur de métal ferreux et non ferreux en fonction de la fréquence.

Un des avantages du système à pont d'induction est qu'une légère dérive de la fréquence, qui serait inacceptable dans d'autres systèmes n'en perturbe pas le fonctionnement.

b) Bobinage explorateur :

Les caractéristiques du bobinage explorateur ou tête de détection conditionnent essentiellement les qualités du détecteur de métal.

Dans les systèmes à pont d'induction, les bobinages en opposition doivent présenter des caractéristiques électriques et mécaniques aussi identiques que possible. Le cadre supportant les bobinages doit être extrêmement rigide et indéformable.

Les matières ou objets à inspecter doivent être disposés dans le champ du bobinage explorateur, soit à l'intérieur, soit à l'extérieur du bobinage. Les dimensions du bobinage explorateur jouent un rôle très important et doivent être adaptées à la dimension des particules métalliques à déceler : c'est ainsi que pour une fréquence de l'ordre du kilohertz, une bobine exploratrice de 1,50 m permettrait de déceler une cassette métallique à 2 m de profondeur dans le sol, une bobine de 50 cm permet de détecter une mine enterrée à 40 cm, enfin une palette de quelques centimètres de diamètre décelé des poussières métalliques dans une plaque de chocolat d'un centimètre d'épaisseur.

On peut apprécier les difficultés réelles de l'étude d'un système industriel de détection en notant que la détection d'une particule de diamètre égal à 1 % du diamètre de la bobine exploratrice ne modifie l'inductance de l'enroulement que du millionième de sa valeur.

La figure 7, établie d'après les résultats fournis par divers appareils commerciaux, donne le diamètre minimum des particules à déceler en fonction du diamètre de la bobine exploratrice.

En pratique, la forme de la particule à détecter peut jouer un rôle non négligeable, une particule allongée pouvant provoquer

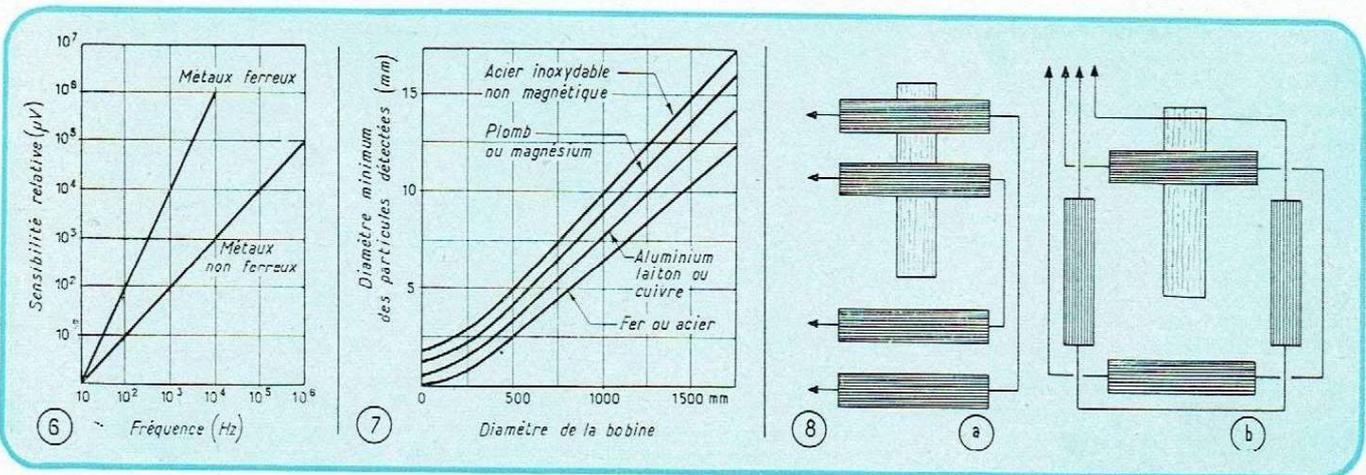


Fig. 6. — Sensibilité relative d'un détecteur de métaux en fonction de la fréquence.

Fig. 7. — Diamètre des particules en fonction du diamètre de la bobine exploratrice.

Fig. 8. — Disposition des cadres explorateurs pour l'examen des grumes.

cains du type SCR 625 utilisaient d'ailleurs cette fréquence.

Des appareils spéciaux pour la détection de petites parcelles d'un métal déterminé (par exemple, d'un métal précieux) utiliseront de préférence des fréquences plus élevées : en effet, la pénétration diminue comme l'inverse de la fréquence, mais les

suivant son orientation une variation d'inductance plus grande ou plus faible que celle provoquée par une particule sphérique de même volume. Pour l'examen d'objets ou de produits en déplacement continu, le passage à travers le bobinage explorateur est souvent adopté. La figure 8 montre deux dispositifs

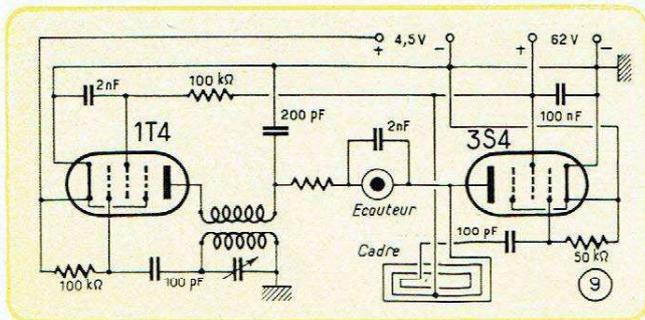


Fig. 9. — Schéma d'un détecteur portable alimenté par piles.

possibles des cadres explorateurs pour l'examen des grumes de bois, la disposition figurée en *b* donnant une sensibilité plus grande que celle figurée en *a*.

c) Système de compensation :

Le système de compensation comporte généralement deux bobinages permettant, non seulement d'obtenir des tensions induites dans le bobinage relié au détecteur, mais encore de les mettre rigoureusement en opposition de phases. Ce résultat est obtenu par l'utilisation de deux noyaux réglables, l'un de métal magnétique, l'autre de métal non magnétique.

On peut ainsi réaliser un parfait équilibrage du pont, même lorsque la bobine exploratrice est située à proximité d'un milieu relativement conducteur (compensation de « l'effet de sol »).

d) Amplificateur :

Les qualités de l'amplificateur d'un système détecteur de métal dépendent en grande partie de son rapport signal/bruit de fond. C'est pourquoi des filtres de bandes équipent la majorité des appareils industriels. On utilise des filtres accordés LC à grand coefficient de surtension ou des filtres RC ; les circuits LC sont plus généralement utilisés à cause de leur coefficient de surtension élevé et de l'avantage découlant d'un affaiblissement marqué des fréquences latérales.

Dans certains cas, il peut être intéressant de faire suivre l'amplificateur d'un discriminateur de phase. L'action de ce discriminateur est basée sur le fait que la tension de déséquilibre résultant de la présence d'une particule de métal non magnétique ou d'un milieu conducteur tel que l'eau, est presque déphasée de 90° par rapport à la tension de déséquilibre due à une particule magnétique. Cette particularité assure aux détecteurs munis d'un discriminateur de phase une excellente sensibilité au passage de pièces magnétiques immergées dans l'eau. Elle permet aussi la séparation de pièces de métaux magnétiques mêlées à des pièces de métaux non magnétiques.

e) Système indicateur :

Le dernier étage de l'amplificateur actionne un système indicateur ; ce peut être un indicateur sonore (haut-parleur) ou visuel (appareil de mesure, indicateur cathodique ou lampe de signalisation). Il est naturellement possible, par l'intermédiaire d'un relais, de commander tout dispositif mécanique devant provoquer soit l'arrêt d'une machine, soit le déclenchement d'un système de marquage ou de rejet de pièces.

Les thyatronns qui, comme on le sait, sont des relais sensibles et robustes, seront avantageusement utilisés pour la commande des mécanismes.

f) Dispositif d'alimentation :

L'alimentation du détecteur sera faite, soit par l'intermédiaire du secteur alternatif pour les installations fixes, soit, pour les détecteurs portatifs, par des batteries.

Certains détecteurs industriels travaillant sur de très basses fréquences utilisent directement le courant du réseau pour l'excitation de leurs bobinages ; cela conduit à l'utilisation de courants élevés, car la sensibilité d'un détecteur de métaux non magnétiques est proportionnelle au carré de la fréquence utilisée. C'est ainsi que la *General Electric* a réalisé un détecteur de bobinages destiné au contrôle de grosses grumes pour l'excitation des bobinages duquel une puissance de 1200 W est nécessaire.

Les tensions d'alimentation des amplificateurs doivent en général être correctement régulées, car la stabilité et par conséquent la sensibilité du système en dépend. La variation des tensions d'anode peut, en effet, entraîner une variation de la fréquence du générateur. Les montages en pont présentent l'avantage d'être beaucoup moins sensibles à une variation de la tension d'alimentation, car une légère dérive de la fréquence n'en perturbe pas le fonctionnement.

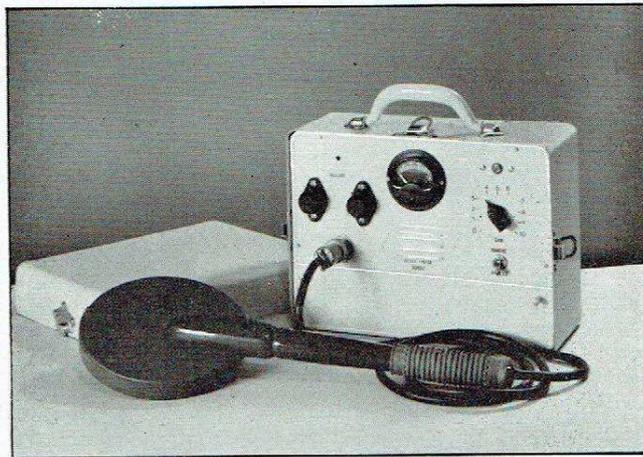


Fig. 10. — Détecteur portable pour applications diverses.

Les tubes de la série « batteries » sont particulièrement intéressants dans le cas d'appareils portatifs, car ils peuvent être alimentés par des batteries de piles ou d'accumulateurs de faible capacité. La figure 9 donne le schéma d'un détecteur portable extrêmement simple utilisant deux tubes miniatures « batteries ».

Réalisations industrielles de détecteurs de métaux

A titre d'exemple, nous décrirons dans un second article deux réalisations industrielles de détecteur de métaux : un détecteur portable, dont la figure 10, ci-dessus, précise l'aspect d'un des modèles, et un détecteur à poste fixe, le détecteur *Clemessy*, spécialement prévu pour la détection sur bande transporteuse.

J.F. DUSAILLY.

NOS PHOTOS DE TITRE :

Examen de grumes au détecteur électronique, en vue de déceler les parcelles métalliques qui peuvent s'y trouver et qui risqueraient d'endommager les scies.

Examen vétérinaire d'une vache ayant avalé un fragment de métal.

IDÉES ET TECHNIQUES NOUVELLES

- **Un amplificateur à diodes**
- **Une base de temps déclenchée**
- **Une base de temps circulaire**
- **Un détecteur de spires en court-circuit**

(Voir ce dernier article page 62)

UN AMPLIFICATEUR A DIODES !

(A. W. Holt, National Bureau of Standards Tech. News Bull., Washington, oct. 54, pp. 145-148)

Non, nous promettons à nos lecteurs que ce n'est pas un poisson d'avril : on peut vraiment réaliser un amplificateur avec des diodes au germanium ou au silicium !

Le principe de cette curieuse nouveauté est basé sur le fait suivant : on sait que le passage de courant dans un semi-conducteur est dû à la propagation dans la masse de ce dernier de « porteurs » d'électricité, électrons (dans le cas du type N) ou « trous » (dans le cas du type P).

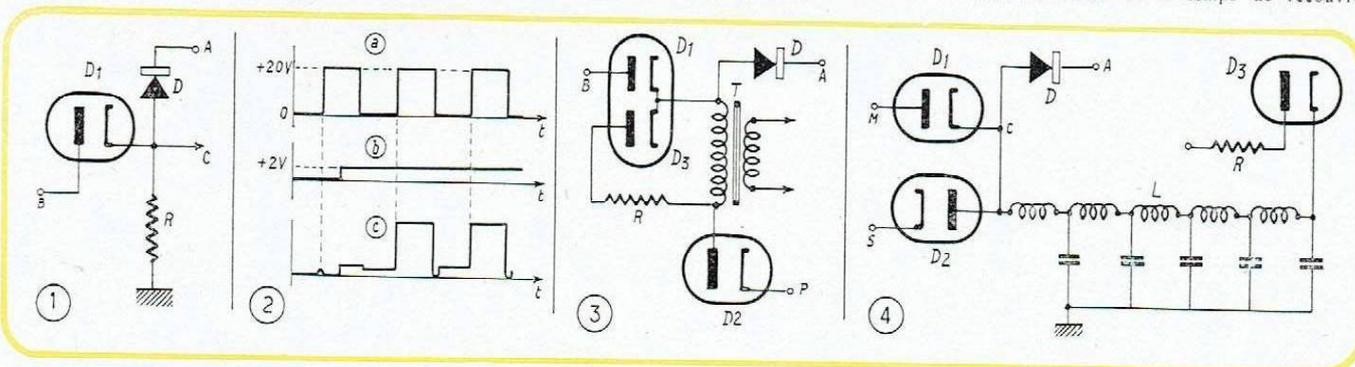
Des expériences ont montré que, lorsque l'on a fait apparaître dans un semi-conducteur ces porteurs (en appliquant une tension dans le sens adéquat), ils ne disparaissent pas immédiatement si la polarité de la tension appliquée est inversée : il en résulte un courant inverse important.

terrompu, pour permettre à des intervalles rapprochés le passage du courant direct, nécessaire pour la création des porteurs. Au fond, comme l'explique très clairement l'auteur de l'article, le fonctionnement est analogue à celui d'un transistor : pendant le moment où la diode est utilisée dans le sens direct, elle se comporte comme la partie émetteur-base d'un transistor à jonction ; tandis que, lorsqu'on l'utilise en sens inverse, elle est l'analogue de la partie base collecteur du transistor. L'anode de la diode joue donc successivement le rôle d'émetteur et de collecteur.

La figure 1 représente le montage de base de la diode amplificatrice : on applique en A une tension en crêteaux de la forme indiquée sur la figure 2 a, et, au début, rien

d'une conductibilité inverse après passage d'un courant direct ne se manifeste pas. Nous allons donc disposer aux bornes de la résistance de charge R d'une tension importante, qui sera la tension de sortie, susceptible de fournir de l'énergie, énergie empruntée à l'alimentation A, et commandée par la tension appliquée en B).

Si l'on veut utiliser plus efficacement cette énergie, et surtout adapter l'impédance d'utilisation au montage, on peut remplacer R par le primaire d'un transformateur, dont le secondaire est la sortie de l'amplificateur. Malheureusement, un transformateur s'accommode mal du passage de courant en impulsions dans son primaire, en raison de l'énergie magnétique accumulée par self-induction ; il faut lui laisser un « temps de recouvre-



L'amplificateur utilise la conductibilité inverse d'un cristal pendant le temps de disparition des porteurs

Or, pour faire apparaître les porteurs, il suffit de faire passer du courant dans la diode en sens direct : dans ce sens, la diode a une faible résistance, la tension nécessaire est donc très faible, la puissance consommée pour la création des porteurs est faible. Par contre, lorsque les porteurs sont apparus et qu'on les utilise pour permettre le passage d'un courant inverse, la tension appliquée peut être grande, limitée seulement par la tension inverse maximum que la diode peut supporter. La puissance mise en jeu peut alors être considérable, et la diode a joué le rôle d'un amplificateur.

Bien entendu, cela n'est possible qu'à condition que les porteurs soient recréés périodiquement. Autrement dit, on ne peut utiliser qu'un courant d'alimentation fréquemment in-

terrompu. Dans ces conditions, la diode D étant toujours soumise à une tension inverse ou nulle ne conduit jamais, et seule sa capacité intérieure provoque l'apparition en B de petites impulsions aux moments des variations brusques de la tension appliquée en A.

Appliquons maintenant une tension de + 2 V en B : à la première annulation de la tension en A, du courant va passer dans la diode D, à travers la diode électronique D₁ et la source d'alimentation de A. Des porteurs vont être créés, et, dès la première réapparition de tension en A, du courant inverse va passer dans la diode, rendant le point C positif. La diode électronique D₁ va alors intervenir : son rôle est d'empêcher un passage de courant vers B (dans les diodes électroniques, le phénomène de l'apparition

ment » important. Les choses sont améliorées en plaçant en série avec le primaire une résistance shuntée par un condensateur. Mais la meilleure des méthodes consiste à utiliser le montage, un peu plus complexe, schématisé par la figure 3.

Dans ce montage, le point P reçoit une tension de même forme que celle du point A, mais déphasée de 180° ; autrement dit, le potentiel de P est nul quand celui de A est de + 20 V et réciproquement. Dans ces conditions, le primaire du transformateur T se trouve complètement isolé du circuit d'alimentation (de A à P) quand le potentiel est nul en A et égal à + 20 V en P, car, à ce moment, la diode électronique D₂ est bloquée. L'énergie magnétique contenue dans l'inductance du transformateur se dissipe alors dans

la résistance d'amortissement R en série avec la diode électronique D_0 . La puissance de sortie est prélevée sur le secondaire de T, des gains de puissance de l'ordre de 10 étant facilement obtenus.

On peut remplacer les signaux carrés appliqués en A et en D par des demi-sinusoides obtenues en redressant une oscillation H.F. (de l'ordre de 1 MHz) par une valve monoplaque.

Et maintenant, des systèmes bistables

Voici encore plus fort : avec les diodes au germanium, on peut réaliser des systèmes bistables, du type « flip - flop dynamique » (nous détestons cette appellation erronée de flip-flop pour des systèmes bistables, mais l'auteur l'utilise), c'est-à-dire des oscillateurs pouvant être en état d'oscillation ou non dans les mêmes conditions.

Le schéma de ce système est reproduit par la figure 4, dans laquelle L désigne une ligne à retard qui, normalement, est terminée en circuit ouvert. On sait qu'une telle ligne, quand on lui envoie une impulsion à l'entrée, en réfléchit une au bout d'un temps égal à

deux fois le retard de la ligne, l'impulsion réfléchie étant de même polarité que celle qui a été appliquée.

Supposons donc que, en envoyant une tension positive sur l'anode de D_1 (au point M), nous ayons rendu la diode D conductrice pour une alternance positive de la tension A : le courant inverse passera dans D ; le point C va devenir positif et envoyer une impulsion positive dans la ligne L. Celle-ci va réfléchir une impulsion positive en C. Si le retard de la ligne est convenablement choisi, l'impulsion écho pourra rendre la diode D conductrice pour l'alternance suivante de la tension A, même si la tension positive en M n'a pas été maintenue. Le système continuera donc à fonctionner entretenu par la ligne L.

La diode électronique D_0 sert à empêcher la ligne de réfléchir les impulsions négatives (correspondant à la redescende du potentiel de A) : pour de telles impulsions, D_0 est conductrice et L, adaptée sur son impédance caractéristique R, ne produit plus d'écho.

Si maintenant nous envoyons pendant un temps court une tension négative en S, la première impulsion positive réfléchie par L sera absorbée ; elle ne rendra pas D conduc-

trice, et, à l'alternance positive suivante de A, le courant ne passera pas dans D, donc l'oscillation s'arrêtera.

On peut donc faire démarrer cette oscillation en envoyant pendant un temps court une impulsion positive en M (Marche) et l'arrêter en envoyant une tension négative sur S (Stop). Nous avons affaire à un véritable système bistable.

Avenir de l'amplificateur à diode

Il semble que l'étude détaillée des diodes de jonction diverses, si l'on essaie de rendre le phénomène de survie des porteurs aussi intense et bref que possible, permettra d'améliorer considérablement les premières performances, pourtant déjà prometteuses : des essais tentés avec des diodes au silicium ont permis de porter la fréquence de la tension d'alimentation en A jusqu'à 25 MHz et de réaliser des montages bistables permettant des temps de basculement de 0,1 μ s, ce qui est du plus haut intérêt dans la technique des machines à calculer et dans beaucoup d'autres applications. Cette curieuse application des propriétés des semi-conducteurs nous semble très riche en promesses. — J.-P. $\text{\textcircled{E}}$.

BASE DE TEMPS DÉCLENCHÉE... ET DÉCLENCHANTE

(G. Rodrian, Funk-Technik, Berlin, n° 1/1955, p. 12)

Les bases de temps déclenchées contenues dans certains oscilloscopes constituent souvent un excellent argument de vente ; mais leur utilisation pratique n'est pas toujours très facile. En effet, si on déclenche le balayage en même temps que le phénomène à observer, il arrive souvent que la première partie de ce phénomène n'est pas reproduite, car il se passe un certain temps entre le déclenchement du balayage et son début. On peut y remédier en faisant passer le signal à observer dans une ligne à retard, mais il est assez difficile d'établir de telles lignes pour une bande passante suffisamment large.

Il existe aussi des phénomènes qui ne deviennent intéressants qu'un certain temps après leur déclenchement. Le relais qui se ferme et l'écho d'un ultrason sont deux exemples. Dans ces cas, on doit utiliser une vitesse de balayage très lente avec une base de temps déclenchée ordinaire ; et la partie intéressante du phénomène est dessinée à une échelle trop réduite. Il est donc préférable de ne déclencher le balayage qu'un certain temps après le début du phénomène.

Déclenchement retardé du balayage

La base de temps décrite permet un déclenchement retardé ou immédiat du balayage par la manœuvre d'un bouton ou par une impulsion de commande. De plus, l'appareil peut délivrer une impulsion déclenchant le phénomène à observer, et cela à un moment quelconque du balayage.

Les tubes (1) et (2) forment une bascule de Schmitt (fig. 1). Le bouton de déclenchement, fermé au repos, est connecté entre les douilles 1 et 2. Dans ces conditions, le tube (1) est normalement bloqué et (2) conducteur. En coupant la connexion entre les bornes 1 et 2, on rend la première triode conductrice ; la seconde se trouve alors bloquée. Ce renversement se fait immédiatement, si le contacteur S_1 se trouve dans sa première position ; un retard, va-

riable entre 2,5 ms et 2,5 s, peut être obtenu dans les autres positions. Le retard peut être ajusté par le potentiomètre R_0 . Un stabilisateur au néon maintient constante la tension de commande, cela afin que le retard soit reproductible avec précision.

Pour deux cycles consécutifs, les allures des tensions sont reproduites dans les figures 2 a, b et c pour les points correspondants dans le schéma de la figure 1, c'est-à-dire la grille d'entrée et les deux plaques de la bascule de Schmitt. Les temps t_1 et t_0 correspondent à l'ouverture, t_2 et t_0 à la fermeture du bouton de déclenchement. L'amplitude de la tension au point c est de 8 V ; si le commutateur S_2 se trouve sur sa deuxième position, on obtient, après différenciation par C_1/R_{21} , des impulsions (voir figure 2 d) sur la grille du tube (3). Cette électrode reçoit une forte polarisation négative par R_{14} ; ainsi, seules les impulsions positives provoquent un signal de forte amplitude (21 V) sur la plaque du tube (3) (fig. 2 e).

Ces impulsions servent à commander un montage bistable Eccles-Jordan, formé par les tubes (5) et (6). Les figures 2 f et 2 g montrent que l'ensemble traité jusqu'ici correspond à un **diviseur de fréquence** ; ou plus précisément, l'action du bouton de déclenchement correspond à celle d'un interrupteur-poussoir ; on « allume » en appuyant la première fois, et on « éteint » ensuite par une même manœuvre. L'utilisation de l'appareil comme diviseur de fréquence reste néanmoins parfaitement possible ; elle est même prévue ; il suffit d'appliquer une tension alternative d'une amplitude d'au moins 15 V eff aux bornes 3 et 4 pour prélever un signal rectangulaire et symétrique de fréquence moitié aux bornes 11 et 12. Combiné avec un amplificateur à deux voies et commandé par la base de temps périodique contenue dans l'oscilloscope, l'appareil peut ainsi parfaitement servir de commutateur électronique.

Pour la base de temps déclenchée de l'appareil décrit, on n'utilise que l'impulsion positive

naissant sur la plaque du tube (6) pour commander le générateur de balayage. Avant que cette impulsion soit déclenchée, le tube (5) se trouve pratiquement bloqué ; l'ampoule au néon, connectée sur sa plaque à travers une résistance de protection, se trouve donc allumée. Elle indique que, à la manœuvre suivante du bouton de déclenchement, le balayage débute à l'instant t_0 . En déclenchant quand l'ampoule est éteinte, on provoque simplement le retour de la base de temps. L'ampoule indicatrice est nécessaire, car l'appareil contient un dispositif bloquant le rayon cathodique en absence de balayage.

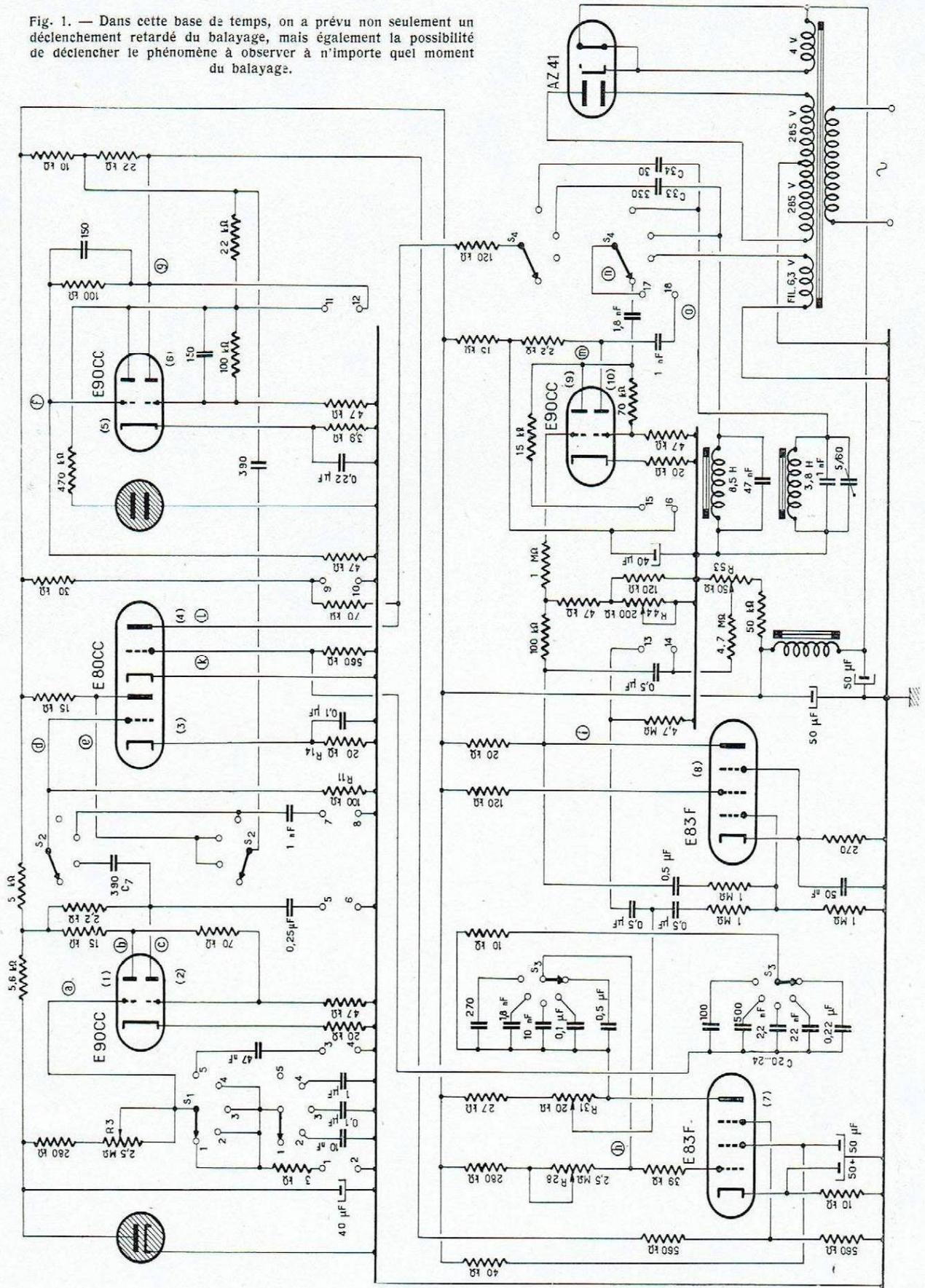
Notons qu'un déclenchement électronique de la base de temps est également possible ; il suffit d'appliquer les impulsions correspondantes aux bornes 7 et 8. Quand celles-là sont positives, le commutateur S_2 doit se trouver en position 3, la position 4 convenant aux impulsions négatives.

Le générateur de balayage

Dans la base de temps proprement dite, on utilise une penthode à forte pente (7) dans un intégrateur de Miller. Une diminution linéaire de la tension de plaque est obtenue en appliquant un signal rectangulaire (fig. 2 g) à la grille supprimeuse du tube (7). La vitesse de balayage peut être dégrossie par le commutateur S_3 ; le potentiomètre R_{20} sert de vernier. L'amplitude de déviation peut être dosée par le potentiomètre R_{21} .

Le tube (8) sert d'inverseur de phase. Il travaille avec une forte contre-réaction plaque-grille ; son amplification est ainsi voisine de l'unité. La dent de scie est prélevée d'une manière symétrique entre les bornes 13 et 14. On obtient un « aller » linéaire, quand on applique une tension positive à la supprimeuse de l'intégrateur ; le « retour » se fait d'une manière exponentielle au déclenchement suivant, où le point g n'est plus que très faiblement positif.

Fig. 1. — Dans cette base de temps, on a prévu non seulement un déclenchement retardé du balayage, mais également la possibilité de déclencher le phénomène à observer à n'importe quel moment du balayage.



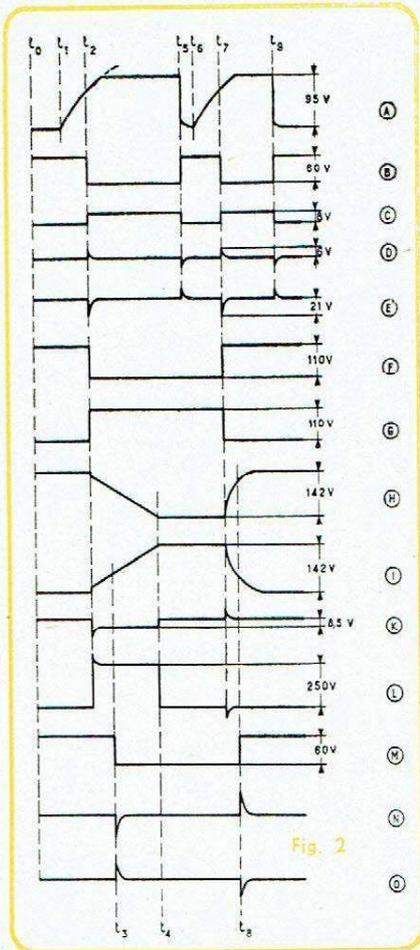


Fig. 2

Par le potentiomètre R_{25} , on peut appliquer une tension positive à une des plaques de déviation horizontale. Cela permet de varier la position de départ du rayon cathodique.

Extinction du spot

Pour que le spot n'apparaisse que pendant le balayage « aller », on bloque normalement le rayon cathodique par une polarisation négative sur le wehnelt ; et ce n'est que pendant la partie linéaire de la dent de scie que l'électrode de commande du tube cathodique reçoit une tension positive compensant la polarisation négative initiale.

Pour cela, on prélève la dent de scie de la plaque du tube (7) pour la différencier par les condensateurs C_{20} à C_{24} , commutés en même temps que les gammes de la base de temps. De cette façon, on obtient un signal quasi rectangulaire (fig. 2 k) qu'amplifie et écrête le tube (4). Aux bornes 9 et 10, on dispose ainsi d'une impulsion rectangulaire (fig. 2 l) d'une amplitude de 250 V.

Une liaison RC est utilisée, en général, entre la borne « modulation lumineuse » et le wehnelt d'un oscilloscope. Pour obtenir une luminosité constante avec un balayage à très faible vitesse, il faut que la constante de temps de ce circuit de liaison soit suffisamment élevée. Si cela n'est pas le cas, on doit changer le condensateur, à moins qu'on puisse régler les points de repos du spot en dehors de la partie visible de l'écran.

Déclenchement retardé du phénomène

Si on fait déclencher la base de temps par le phénomène, il est évident que le début de ce dernier ne peut apparaître sur l'écran. Bien

entendu, nous n'ignorons pas la « ligne à avance » (Toute la Radio, N° 194, p. 98) ; mais comme ce dispositif semble ne fonctionner qu'un jour par an (le 1er avril !), il est préférable de chercher une solution plus réaliste... Cette dernière consiste simplement à déclencher le phénomène quand le balayage a déjà commencé. A cette fin, on fait suivre le déphaseur de la base de temps (8) d'une autre bascule de Schmitt, tubes (9) et (10). En agissant sur R_{34} , on peut obtenir le renversement de cette bascule à n'importe quel instant du balayage (fig. 2 m).

Aux bornes 15 et 16, dans le circuit de plaque de (9), on peut connecter un relais suffisamment sensible qui peut commander le déclenchement du phénomène. Si ce dernier est très rapide, un déclenchement électronique est préférable ; on peut pour cela prélever des impulsions ayant l'allure que montrent les figures 2 n et 2 o aux bornes 17 et 18.

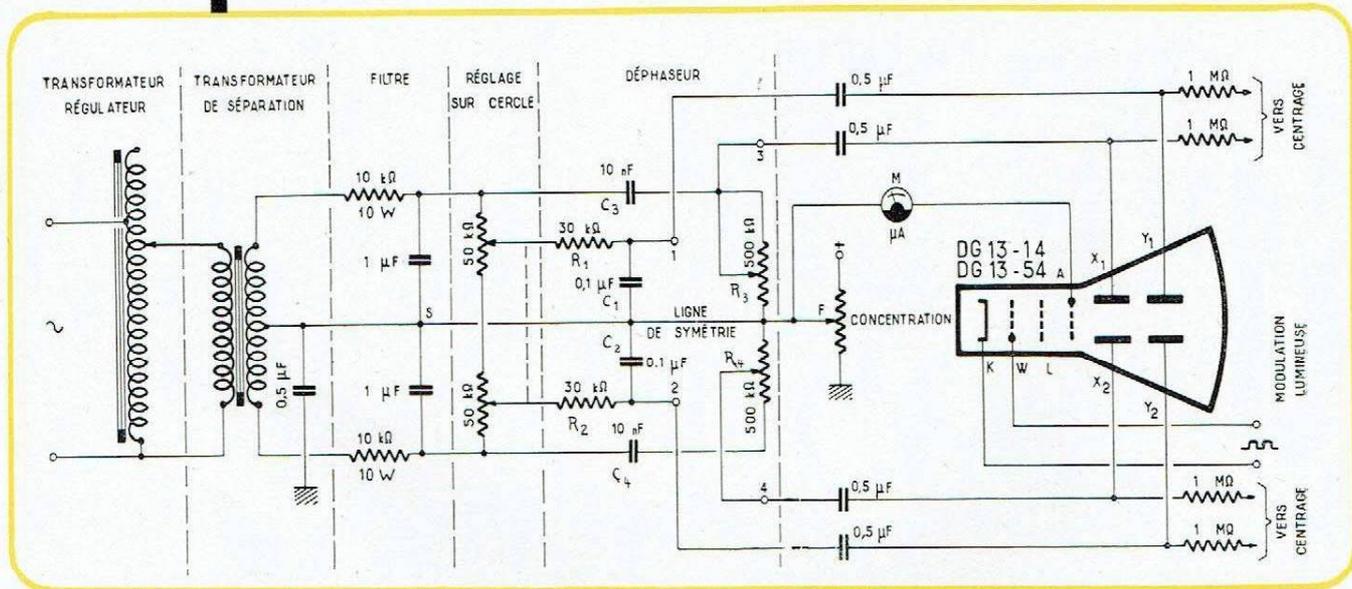
Etalons chronométriques

Sur les trois positions de droite de S_1 , on obtient sur la borne 17 des « marques de temps ». En position 2, on utilise tout simplement la tension de chauffage. Dans les deux autres positions, une impulsion transmise par C_{23} ou C_{24} excite des circuits L-C à une oscillation amortie sur 500 ou 5 000 Hz. Les périodes de marquage sont ainsi distantes de 20, 2, ou 0,2 ms. On pourrait également adjoindre un circuit oscillant sur 50 kHz.

Pour utiliser le signal prélevé sur la borne 17 comme étalon chronométrique, il suffit de le mélanger avec le signal de déviation verticale. On dosera son amplitude de façon que la déformation de la courbe originale ne devienne pas trop sensible. — H.S.

BASE DE TEMPS CIRCULAIRE

G. Hille, Elektronik, Munich, n° 2/1955, p. 38)



Avec un balayage par tension en dents de scie, l'axe de temps se trouve limité par le diamètre du tube ; une base de temps circulaire permet, par contre, la reproduction d'une ligne environ trois fois plus longue qui, modulée en lumière, autorise la mesure des temps, la précision étant d'autant meilleure que la vitesse de balayage est plus constante, donc le cercle plus parfait.

Le schéma reproduit ci-dessus est celui d'une base de temps circulaire symétrique. Un transformateur régulateur permet d'ajuster la dimension du cercle obtenu. Le filtre suivant le transformateur de séparation réduit le taux d'harmoniques du signal de balayage. Les sensibilités des deux paires de plaques de déviation étant différentes, il faut ajuster, par les potentiomètres couplés, « réglage sur

cercle » l'amplitude des tensions appliquées aux deux paires de déphaseurs. Les plaques de déviation Y sont connectées aux bornes des condensateurs C_1 et C_2 ; leur capacité n'intervient donc pas. Il en est autrement pour les plaques X, connectées aux résistances R_3 et R_4 . Une compensation de la capacité parasite est, toutefois, possible, en agissant sur les réglages R_3 et R_4 . — F.M.

LES AUTOTRANSFORMATEURS

à rapport variable

Les transformateurs variables, largement utilisés dans les laboratoires, ont de nombreuses applications industrielles. Nous en rappelons le principe et les caractéristiques essentielles. Sous forme de tableau, nous donnons la spécification des types courants, standards et professionnels, existant sur le marché et sommes persuadés qu'elle sera de la plus grande utilité aux électroniciens.

Il n'est plus d'électronicien qui, pour obtenir une tension alternative donnée, utilise encore une résistance réglable : le transformateur variable a depuis longtemps remplacé celle-ci.

Rappelons brièvement qu'il est composé d'un circuit magnétique en forme de tore, sur lequel est enroulé à spires jointives un bobinage en fil de cuivre. Les spires de celui-ci sont dénudées suivant un plan perpendiculaire à l'axe, et la surface obtenue est soigneusement dressée et polie. Un curseur, formé d'un ou plusieurs balais en carbone spécial, prend contact sur chacune des spires dénudées. Certains constructeurs (*Dereix*) utilisent également un circuit magnétique rectangulaire portant un double bobinage, ce qui permet, comme nous le verrons plus loin, d'intéressantes combinaisons.

On dispose dans tous les cas d'un transformateur permettant de faire varier la tension d'utilisation entre 0 et 100 % de celle du réseau, avec une précision largement meilleure que 1 V.

En pratique, la majorité des transformateurs variables est prévue pour fonctionner également en élévateur de tension. L'alimentation peut être appliquée entre la borne commune avec le circuit d'utilisation et une prise pratiquée sur l'enroulement. La tension d'utilisation est dès lors susceptible d'être ajustée entre 0 et 118 % de celle du réseau. Tous les transformateurs variables dont les tableaux ci-après indiquent les caractéristiques sont pourvus de cette prise.

Une formule heureuse a été adoptée pour certains modèles de *Variacs*. Ceux-ci, normalement prévus pour un

réseau à 230 volts, comportent une prise permettant de les alimenter sous 115 volts. Ils fonctionnent alors en élévateurs, la tension d'utilisation étant progressivement réglable entre 0 et 270 volts. Toutefois l'intensité absorbée doit, dans ce cas, être la moitié de celle empruntée lors de l'alimentation sous 230 volts.

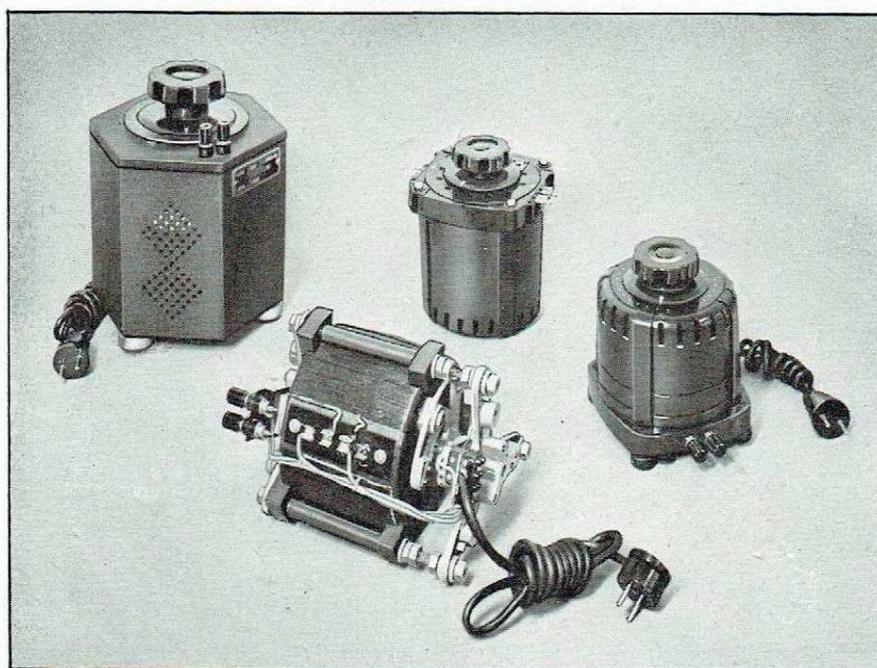
Une intéressante réalisation est celle de *Dereix*, dont le double bobinage sur circuit magnétique rectangulaire permet d'exécuter trois combinaisons. La tension d'utilisation peut être réglée entre 0 et 0,5 E — 0,5 E et E et 0,6 et 1,2 E (E étant la tension du réseau). On obtient ainsi une excellente précision sur la plage choisie.

L'intensité maximum délivrée par les transformateurs variables dépend de la position du curseur. Les zones les moins favorables se situent à 50 % et à 118 % de la tension du réseau. L'intensité empruntée doit alors être limitée à 80 % de l'intensité en régime continu.

Les valeurs d'intensité indiquées dans les tableaux s'entendent pour un service permanent. Dans cette condition de fonctionnement, la température d'un transformateur *sous capot* est de l'ordre de 50°C, pour une ambiance de 20°C. Dans le cas de montage sur tableau, capot enlevé, celle-ci baisse notablement, et permet un fonctionnement continu avec une intensité supérieure de 25 % à l'intensité normale.

Les transformateurs variables *sous capot* peuvent supporter sans inconvénients des surcharges atteignant 200 % de l'intensité en service continu pendant 20 minutes, 150 % pendant une heure et 125 % pendant 2 heures. Bien entendu, après tout fonctionnement en surcharge, il convient de laisser le transformateur reprendre sa température de régime.

Le rendement des transformateurs variables est très élevé, et compris suivant les modèles entre 93 et 98 %.



Quelques types de transformateurs variables Transco fabriqués par La Radio-technique. A l'avant, un modèle nu pour fixation sur tableau.

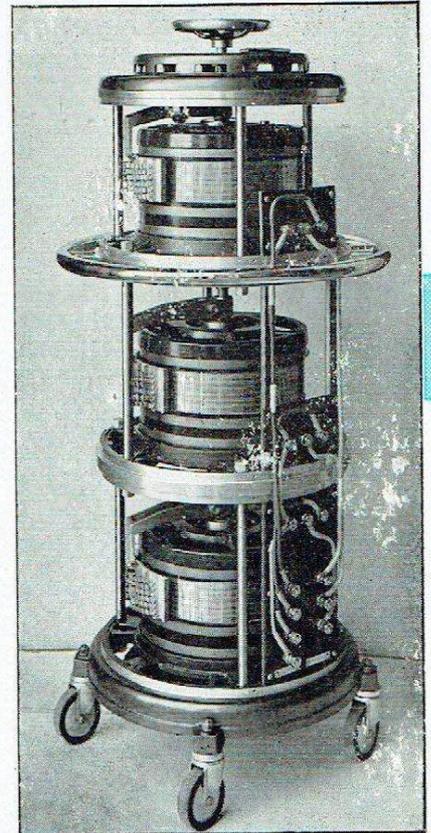
Ceux-ci peuvent donc, en l'absence de charge, demeurer reliés au réseau, la consommation d'énergie étant insignifiante. Signalons que, dans le cas de charge fortement réactive, il convient de ramener le curseur à zéro avant de couper l'alimentation, sous peine de claquage des fusibles. Les transformateurs variables dont les caractéristiques sont indiquées dans les tableaux, sont prévus pour une utilisation sur réseau 50 à 60 Hz. Dans le cas d'alimentation en courant à 25 Hz, il convient d'adopter un modèle dont la tension est *double* de la tension nominale. Des types spéciaux sont réalisés pour des fréquences différentes : par exemple celle de 400 Hz adoptée par l'aviation. La *distorsion* de la forme du courant délivré par tous ces appareils est *nulle*.

Bien entendu, l'utilisation des transformateurs variables n'est pas limitée au courant monophasé. Tous les constructeurs exécutent couramment des modèles spéciaux pour réseaux triphasés, pour des intensités de l'ordre de 20 ampères et formés de 3 éléments couplés en étoile ou en triangle. De même, pour obtenir des tensions ou intensités plus élevées sur réseau monophasé, on accouple plusieurs éléments connectés en série ou en parallèle. On atteint par exemple, en sortie,

75 ampères sous 150 volts maximum avec 4 unités en parallèle. Branchés en série, 2 éléments peuvent être alimentés sous 440 volts et délivrer en sortie 12 ampères sous 520 volts.

Les modèles destinés aux applications industrielles peuvent être livrés en cuve à huile. Ils sont dès lors aptes à fonctionner dans les conditions les plus sévères : installations extérieures, climats tropicaux ou marins, ambiance corrosive, poussiéreuse, saturée d'humidité, etc. Ils peuvent être munis d'un dispositif de commande à distance et, à ce titre, sont du plus haut intérêt pour les électroniciens. Le réglage est effectué par un petit moteur électrique dont la marche et le sens de rotation sont commandés par deux poussoirs ou relais. Une forte démultiplication permet la rotation complète du curseur en 20 secondes. Des contacts de fin de course limitent la variation à une plage déterminée.

Les applications des transformateurs variables sont aussi nombreuses que variées : étalonnage d'appareils de mesure, essais de surcharge, de rigidité diélectrique, réglage de redresseurs à haute tension (microscopes électroniques, générateurs de rayons X), réglage de projecteurs, d'appareils de sonorisation, variations automatiques de tension pour essais d'appareillage, etc. Industriellement, citons le

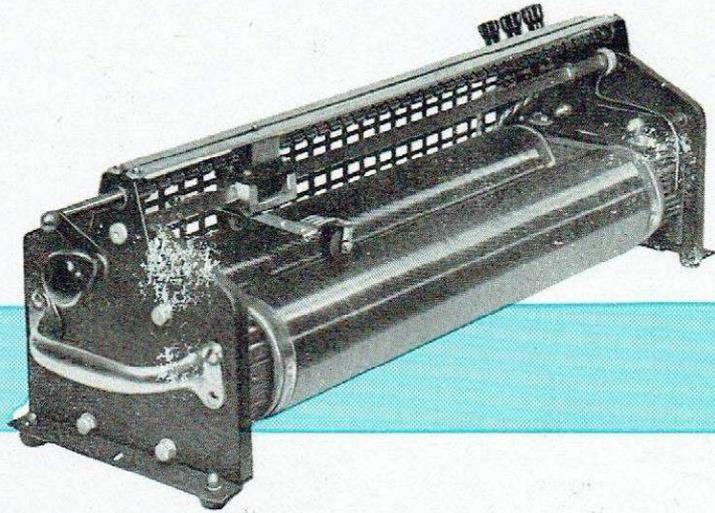


AUTOTRANSFORMATEURS A RAPPORT VARIABLE

Numéro		Alimentation	Utilisation		Constructeur	Remarques
Tableau	Portatif		E (volts)	U (volts)		
Sol		115/120	0 à 115/130	0,8	DEREIX	
200 B		115	0 à 135	1	RADIOPHON	
402 981	402 901	127	0 à 150	1,3	FERRIX	
TRE	TRE R/50	115/120	0 à 115/130	2	DEREIX	
V-2		115	0 à 135	2	RADIOPHON	
84 525	84 524	110/130	0 à 127	2,5	TRANSCO	
402 982	402 902	127	0 à 150	2,8	FERRIX	
TRA	TRA R/50	115/120	0 à 115/140	3,3	DEREIX	
CAT R/56	CAT	115/120	0 à 115/140	5	DEREIX	
V-5	V-5 M	115	0/135	5	RADIOPHON	
84 529	84 528	110/130	0/127	5	TRANSCO	
COT R/56	COT	115/120	0 à 115/140	6,5	DEREIX	(1)
B-310		110/120	0 à 115	7	DEREIX	Linéaire
B-410		110/120	0 à 115	9	DEREIX	Linéaire
402 984	402 904	127	0 à 150	9	FERRIX	
84 533	84 532	110/130	0 à 150	10	TRANSCO	
V-10	V-10 M	115	0 à 135	10	RADIOPHON	
D-310		110/120	0 à 130	10	DEREIX	Linéaire (1)
B-510		110/120	0 à 115	12	DEREIX	Linéaire
D 410		110/120	0 à 130	17	DEREIX	Linéaire (1)
V-20	V-20 M	115	0 à 135	20	RADIOPHON	
D-510		110/120	0 à 130	22	DEREIX	Linéaire (1)
V-50 A		115	0 à 135	40	RADIOPHON	

MODÈLES 110 V

(1) Ces appareils, à double bobinage, permettent de faire varier la tension d'utilisation de 0 à E/2, de E/2 à E et de 0,6 E à 1,2 E.



A gauche : un « Alter-nostat » triphasé Ferrix de 12 kVA, série professionnelle, sans capot.

Ci-dessus : un modèle du réputé « Variac » fabriqué en France par Radiophon.

A droite : le « Linetransfo » Dereix, autotransformateur variable linéaire.

réglage manuel des creusets de fusion, des bains d'huile et de sels pour traitements thermiques, des fours à recuire, celui des machines à souder les matières plastiques, la commande de machines-outils entraînées par moteur à courant continu alimenté par redresseur, etc.

L'amplification énorme de tout phénomène variable permise par l'électronique augmente considérablement le champ des applications des transformateurs réglables. Qu'il s'agisse d'une

stabilisation ou de l'exécution d'une variation de forme et de durée déterminées, les circuits électroniques associés à ces appareils souples et robustes permettent de résoudre tous les problèmes posés par l'automatisme.

Nous aurons certainement l'occasion de décrire des réalisations électroniques industrielles dans lesquelles les transformateurs variables apportent leurs incontestables qualités.

J. HENRY

CYLINDRIQUES ET LINÉAIRES

Numéro		Alimentation		Utilisation		Constructeur	Remarques
Tableau	Portatif	E (volts)	U (volts)	I (ampères)			
403 001	403 021	220	0 à 260	0,6	FERRIX		
84 527	84 526	220	0 à 260	1	TRANSCO		
TRI	TRI R/50	230/240	0 à 230/240	1	DEREIX		
403 002	403 022	220	0 à 260	1,4	FERRIX		
TRO	TRO R/50	230/240	0 à 230/260	1,65	DEREIX		
V-5 H	V-5 M	230 et 115	0 à 270	2	RADIOPHON	(2)	
403 081	403 041	220	0 à 260	2	FERRIX		
84 531	84 530	220	0 à 260	2	TRANSCO		
CIT-R 56	CIT	230/240	0 à 230/270	2,5	DEREIX		
CET-R 58	CET	230/240	0 à 230/280	3,5	DEREIX	(1)	
B 320		220/230	0 à 220	3,5	DEREIX	Linéaire	
403 003	403 023	220	0 à 260	3,7	FERRIX		
V-10 H	V-10 HM	230 et 115	0 à 270	4	RADIOPHON	(2)	
84 535	84 534	220	0 à 260	4	TRANSCO		
B 420		220/230	0 à 220	4,5	DEREIX	Linéaire	
403 082	403 042	220	0 à 260	5	FERRIX		
B 520		220/230	0 à 220	6	DEREIX	Linéaire	
D 320		220/230	0 à 250	7	DEREIX	Linéaire (1)	
V-20 H	V-20 HM	230 et 115	0 à 270	8	RADIOPHON	(2)	
403 083	403 043	220	0 à 260	8	FERRIX		
84 537	84 536	220	0 à 260	8	TRANSCO		
D 420		220/230	0 à 250	10	DEREIX	Linéaire (1)	
D 520		220/230	0 à 250	12	DEREIX	Linéaire (1)	
403 084	403 044	220	0 à 260	12	FERRIX		
	50 B	230 et 115	0 à 270	20	RADIOPHON	(2)	

MODÈLES 220 V

(2) Ces types peuvent être utilisés sous 115 V, mais l'intensité absorbée de 0 à 270 V doit être réduite de moitié.

DÉTECTEUR DE SPIRES EN COURT-CIRCUIT

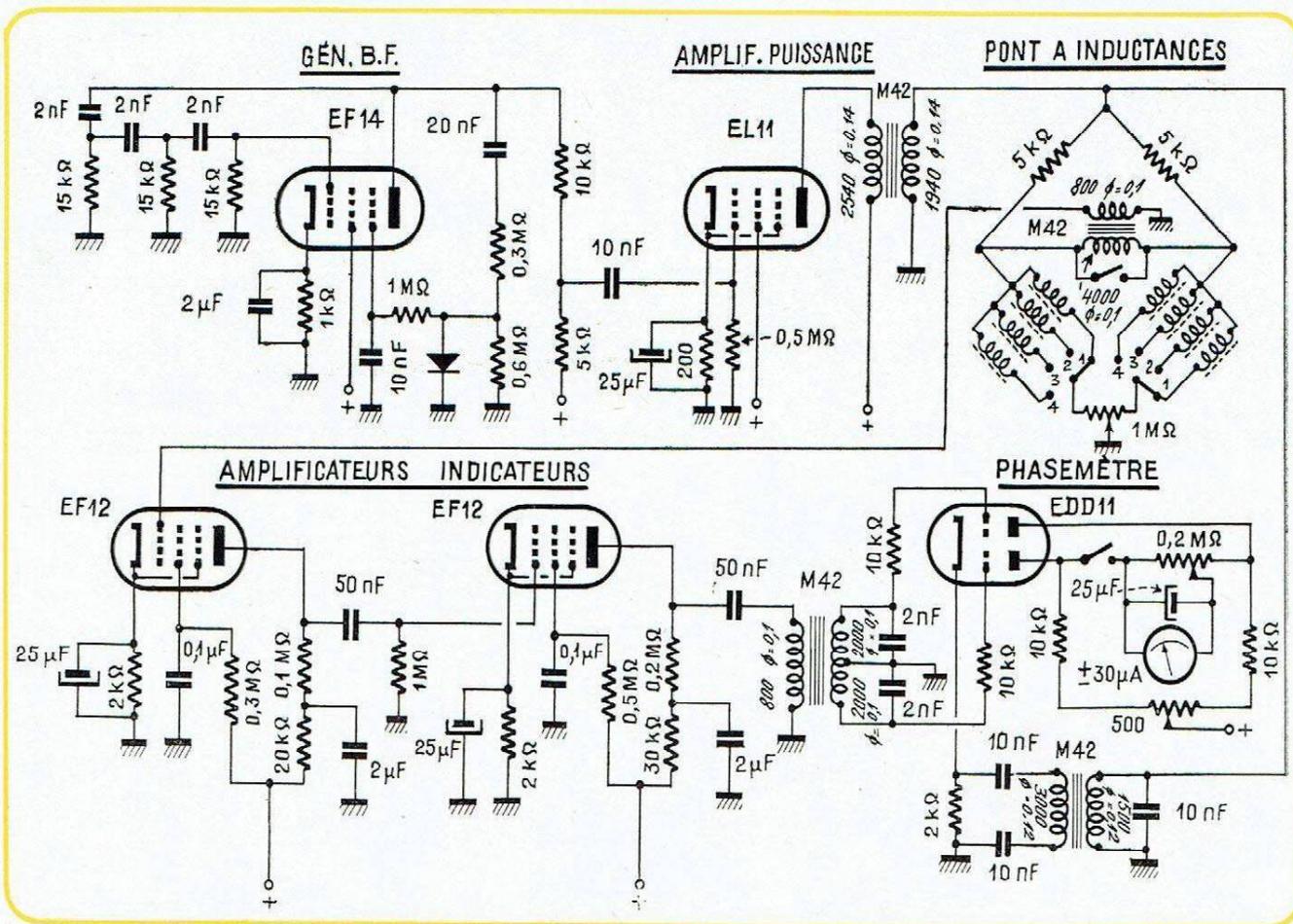
(H. W. Jaskula, Radio Mentor, Berlin, N° 12/1954, p. 660-661)

On connaît déjà un assez grand nombre de procédés permettant de détecter un court-circuit dans un montage. Plus ou moins élégantes, ces méthodes ont le défaut commun de ne pas offrir la sensibilité requise dans certains cas ; il était difficile, notamment, d'apprécier des courts-circuits avec des fils de bobinages plus fins que 3/100. L'appareil

secondaires, on dispose d'une puissance de 2 W pour l'attaque du pont.

Ce dernier comporte des résistances ohmiques dans ses branches supérieures. Un commutateur permet la mise en service de différentes paires de bobines qui sont connectées au potentiomètre de tarage. Ces bobines comportent un noyau en ferroxcube très long et

une très forte sensibilité. Dans le cas de courts-circuits plus importants, un déphasage apparaît, et la déviation de l'appareil de mesure subit une déviation proportionnelle au cosinus de l'angle de phase. Le potentiomètre de 2 MΩ dans le circuit du galvanomètre sert au réglage de la sensibilité. Au maximum de sensibilité, la déviation de l'appareil, exprimée



Ce détecteur est assez sensible pour déceler un court-circuit entre deux spires de 1/100

décrit permet encore une indication précise pour un diamètre de fil de 1/100 et donne une idée du nombre de spires court-circuitées.

Il est basé sur le principe du pont H.F. : son schéma est reproduit dans la figure ci-contre. La tension de mesure est engendrée par un générateur R-C, oscillant sur 2 000 Hz. Cette fréquence est encore suffisamment basse pour que toute indication erronée due à la capacité entre spires soit évitée. La tension d'oscillation est maintenue constante par un montage du genre « antifading » agissant sur la grille suppressive. L'oscillateur est suivi d'un étage d'amplification ; aux bornes

qui dépasse sur la platine de commande pour recevoir les bobines à essayer. Le pont doit être taré pour que sa tension de sortie soit nulle ; si une bobine essayée comporte un court-circuit, le pont s'en trouve déséquilibré et un signal apparaît sur la grille du premier étage de l'amplificateur indicateur.

L'indication se fait par un phasemètre symétrique, utilisant une double triode. Un signal auxiliaire d'amplitude assez forte est appliquée au circuit de cathode. Pour de faibles désaccords du pont (bobines en fil fin), la tension d'indication est de même phase que la tension auxiliaire ; on obtient donc

en unités de graduation, est donnée par le rapport :

$$\frac{0.136 d^{2,9} \cdot w}{\rho}$$

d étant le diamètre du fil en centièmes de millimètre, w le nombre des spires court-circuitées et ρ la résistance spécifique en $\Omega/\text{mm}^2/\text{m}$. Si l'échantillon à essayer comporte des pièces magnétiques provoquant une déviation de l'appareil (pivots d'un cadre de galvanomètre), on peut compenser leur action par le tarage. — S.H.

LES AMPLIFICATEURS

MAGNÉTIQUES

Construction graphique

Nous avons indiqué, dans l'article précédent, que la courbe représentant l'induction totale B_a peut être construite graphiquement, en reprenant les indications des figures 10 et 11. On obtient de cette façon une famille de courbes, dont l'allure est celle de la figure 15. Les courbes de la figure 14, correspondant aux différentes valeurs des inductions partielles B_1 et B_2 servent de point de départ pour obtenir les courbes de la figure 15.

Il faut noter que la famille de courbes de la figure 15 traduit la dépendance des valeurs instantanées de l'induction $B_a = B_1 + B_2$ des valeurs instantanées de l'intensité du champ H_a , pour les différentes valeurs du champ de suraimantation H_c . Or, le plus souvent, il est nécessaire d'avoir la même dépendance, mais en valeurs efficaces.

Le passage à ces valeurs ne change en rien l'allure générale des courbes, et nous obtenons, pour les différentes valeurs de H_c , une famille telle que $B_{eff} = f(H_{eff})$ de la figure 16, disposée évidemment d'un seul côté des axes de coordonnées.

La même famille de courbes, mais à une échelle différente, traduit les variations de la fonction $V_{eff} = f(I_{eff})$ pour les différentes valeurs de I_c .

En nous basant sur ces différentes courbes, nous pouvons obtenir ce que l'on appelle la caractéristique de commande, c'est-à-dire une courbe qui nous donne la valeur de I_{eff} en fonction de I_c , U_{eff} étant constante, ou encore à une échelle différente, la valeur de H_{eff} en fonction de H_c , B_{eff} étant constante.

Pour cela, il suffit de tracer, sur le graphique de la figure 16, une horizontale correspondant à B_{eff} (ou U_{eff}) constante. Les abscisses des points d'intersection de cette droite avec chaque courbe du réseau nous donneront la valeur de H_{eff} (ou I_{eff}) pour chaque valeur de H_c (ou I_c) considérée.

Nos lecteurs trouveront le début de cette étude dans le précédent numéro.

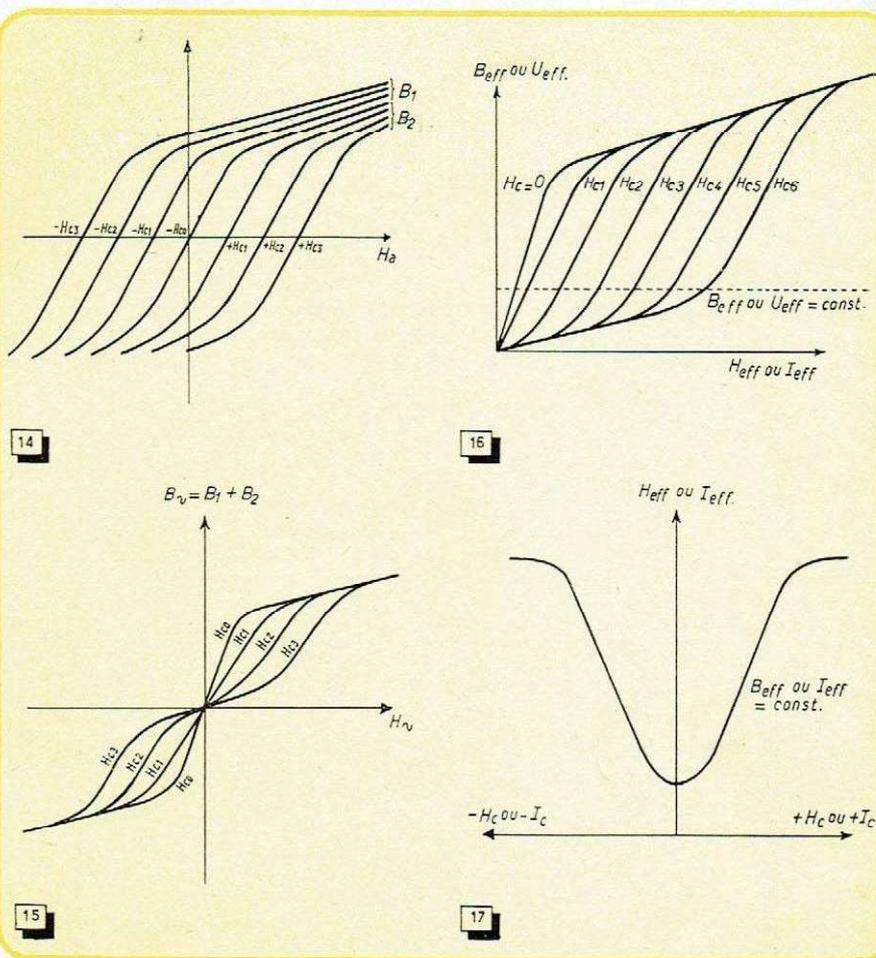


Fig. 14. — Courbes des inductions B_1 et B_2 en fonction du champ alternatif H_a .
 Fig. 15. — Courbes montrant la variation de l'induction totale B_a en fonction du champ alternatif H_a .
 Fig. 16. — Variation de l'induction totale, en fonction du champ alternatif, exprimée en valeurs efficaces.
 Fig. 17. — Caractéristique de commande d'une inductance saturée.

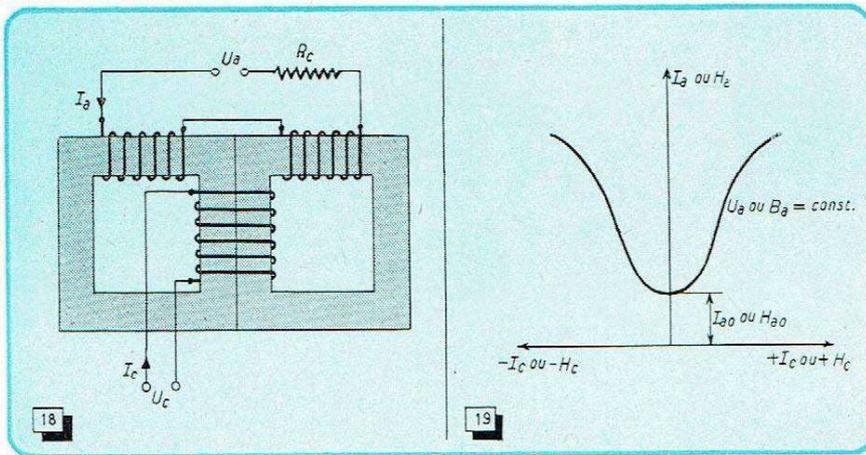


Fig. 18. — Schéma élémentaire d'un amplificateur à inductances.

Fig. 19. — Allure générale de la caractéristique de commande du système de la figure 18.

La courbe obtenue (fig. 17) est symétrique par rapport à l'axe des ordonnées, puisque l'effet dû à la suraimantation ne dépend pas de la direction du courant de suraimantation.

La même courbe nous montre encore, d'une façon très nette, l'action de I_c sur I_{eff} : lorsque I_c augmente I_{eff} augmente également. Cela se comprend, puisque tout accroissement du courant de suraimantation I_c provoque une diminution de la perméabilité efficace μ_{eff} et, par conséquent, entraîne une diminution de la réactance X_L de l'enroulement alimenté en alternatif.

Tout ce que nous venons de voir résume, en somme, le fonctionnement de ce que l'on appelle les **inductances saturées**, qui peuvent être envisagées en tant qu'**amplificateurs magnétiques** de puissance.

Amplificateurs magnétiques à inductances

Si nous branchons une résistance de charge R_c en série avec l'enroulement « alternatif » d'une inductance saturée (fig. 18), nous observons un effet d'amplification de

puissance, dans ce sens que la variation de puissance ΔP_a dans la résistance de charge se trouve être beaucoup plus élevée que la puissance de commande P_c en courant continu, dans l'enroulement de suraimantation. Nous avons donc réalisé, sous une forme élémentaire, un **amplificateur magnétique de puissance**.

Dans tout ce qui va suivre, nous convenons, une fois pour toutes, de désigner par U_a , B_a et I_a les valeurs efficaces des grandeurs correspondantes. Il vient donc que la dépendance du courant I_a , dans la charge R_c , du courant de suraimantation I_c (pour $U_a = \text{const.}$) se traduit par une courbe de commande symétrique, telle que celle de la figure 19. En absence de suraimantation, la résistance de charge R_c est traversée par un certain courant de repos I_{a0} , et il s'y dissipe une certaine puissance P_{a0} .

En présence de suraimantation, correspondant à une certaine puissance continue P_c , la puissance dans la charge devient P_a . Nous pouvons donc définir le coefficient d'amplification en puissance, K_p , par la relation suivante :

$$K_p = \frac{P_a - P_{a0}}{P_c} \quad (8)$$

L'allure de la courbe de commande de

la figure 19 dépend des caractéristiques du matériau magnétique utilisé et aussi des caractéristiques de l'inductance et du schéma en général. Dans certains cas, en particulier lorsqu'on utilise des alliages tels que le permalloy, la puissance « de repos » P_{a0} peut être très faible, infiniment inférieure à P_a , ce qui nous permet alors d'écrire, approximativement,

$$K_p = \frac{P_a}{P_c} \quad (9)$$

Un amplificateur magnétique tel que celui de la figure 18 réagit de la même façon quel que soit le sens du courant de suraimantation. Or, on a souvent besoin de systèmes où le courant dans la charge R_c varie différemment suivant le sens, la polarité du courant de commande I_c . Il est alors nécessaire de créer dans l'inductance une suraimantation initiale en courant continu.

Pour le faire on prévoit deux enroulements pour continu (fig. 20) : n_0 , enroulement de suraimantation initiale, alimenté à partir d'une source auxiliaire à tension stabilisée U_0 ; n_c , enroulement de commande. Si l'on construit alors la courbe de commande (fig. 21) de ce système, on voit que pour $I_c = 0$, I_a ne sera pas minimum, comme dans le cas de la figure 19, mais prend une certaine valeur qui dépend de la suraimantation initiale. Le courant I_a va donc croître ou décroître suivant la polarité du courant I_c . En même temps, l'introduction d'une suraimantation initiale contribue à augmenter le coefficient d'amplification K_p pour de faibles valeurs de I_c , puisque la pente de la courbe dans la région des faibles valeurs de I_c est plus élevée.

Montage différentiel

On a souvent besoin, pour résoudre certains problèmes de commande automatique ou de télémechanique, d'amplificateurs donnant, à la sortie, une tension nulle en absence de signal de commande, et une tension dont la phase s'inverse suivant la polarité de ce signal. Un élément amplificateur simple, tel que celui des figures 18 ou 20, ne peut répondre à ces conditions, car le courant traversant la charge possède une valeur de repos I_{a0} , non nulle, et sa phase ne dépend pas de la polarité du signal.

On a recours alors au **montage différentiel** dont la figure 22 montre le principe. Deux inductances identiques sont connectées, à travers la charge Z_c , à deux sections, également identiques, du secondaire d'un transformateur T , dont le primaire reçoit la tension alternative U_a . Chaque inductance est munie de deux enroulements de suraimantation : n_0 et n_c . L'enroulement n_0 est alimenté en courant continu I_0 , fourni par une source auxiliaire de tension continue. L'enroulement n_c reçoit le courant continu I_c du signal de commande.

Dans l'une des inductances de ce montage (p. ex. celle de gauche), le champ créé par le signal de commande s'additionne avec le champ déterminé par le

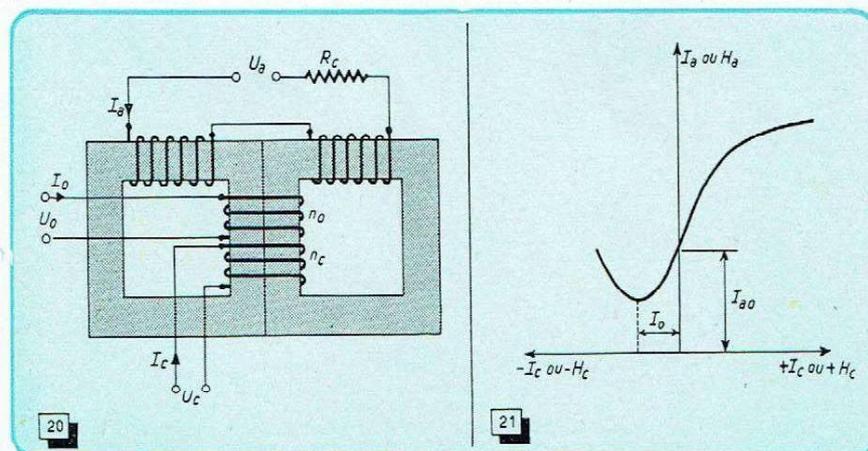


Fig. 20. — Amplificateur magnétique à inductances avec suraimantation initiale.

Fig. 21. — Allure générale de la caractéristique de commande de l'amplificateur ci-dessus.

courant de la source auxiliaire (suraimantation initiale), tandis que dans l'autre, ces deux champs se retranchent.

Pour $I_c = 0$, le courant dans la charge Z_c est également nul ($I_a = 0$) par suite de la symétrie du schéma et l'identité des deux inductances. Chaque inductance du schéma de la figure 22 possède une caractéristique dont l'allure est donnée par les courbes I_{a1} et I_{a2} de la figure 23, et l'on voit que la suraimantation initiale déplace l'une des courbes vers la gauche et l'autre vers la droite. Le courant I_a traversant la charge est égal à la différence des courants composant I_{a1} et I_{a2} :

$$I_a = I_{a1} - I_{a2} = I_{a1} + (-I_{a2}) \quad (10)$$

Il est commode, pour les constructions graphiques, de porter les ordonnées de l'inductance gauche vers le bas de l'axe des abscisses et faire la somme algébrique des ordonnées des deux courbes I_{a1} et I_{a2} pour tracer la courbe résultante I_a . Les variations du courant I_a en fonction du courant de commande I_c se traduisent, comme on voit, par une courbe symétrique passant par l'origine des coordonnées. Lorsque la polarité du courant de commande I_c s'inverse, la phase du courant I_a s'inverse également.

Montage en pont

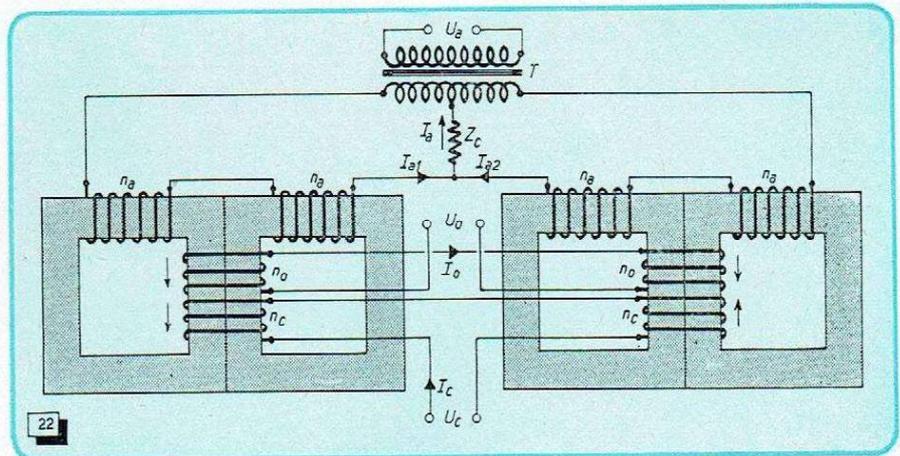
Il est également possible d'obtenir un courant de sortie nul, ainsi que l'inversion de la phase à la sortie suivant la polarité du signal de commande, en réalisant le **montage en pont** d'un amplificateur magnétique.

Le schéma de la figure 24 indique le principe d'un tel montage, comportant quatre bras commandés et deux inductances identiques. La tension alternative est appliquée directement et non par l'intermédiaire d'un transformateur comme dans le cas de la figure 22. Les enroulements à courant alternatif de chaque inductance forment deux bras opposés du pont.

Chaque inductance reçoit une suraimantation initiale fixe (source U_0) et une suraimantation variable déterminée par le signal de commande (source U_c). Les enroulements à courant continu sont disposés d'une façon telle que dans l'une des inductances les champs dus aux deux courants continus s'additionnent, tandis que dans l'autre ces champs se retranchent.

Lorsque le signal de commande n'existe pas ($U_c = 0$), le pont se trouve en équilibre et le courant dans la charge est nul. Aussitôt qu'une tension U_c apparaît aux bornes des enroulements correspondants, la réactance des enroulements à courant alternatif se trouve modifiée : elle diminue dans l'une des inductances et augmente dans l'autre. Il en résulte que le pont se trouve déséquilibré et qu'un courant I_a traverse la charge. La phase de ce courant dépend de la polarité du signal.

La simplicité du montage en pont le fait utiliser largement dans les systèmes de commande automatique, p. ex. pour la commande des moteurs biphasés (on y emploie également le montage différentiel). Dans ce cas, la charge de l'amplificateur



est constituée par l'enroulement de commande du moteur, dont le sens de rotation dépend alors de la polarité du signal de commande, et dont la vitesse est fonction de la tension de ce signal.

Amplificateurs magnétiques

à transformateurs

On peut concevoir des amplificateurs magnétiques comportant, à la place des inductances, des transformateurs saturés, dont la structure est la même que celle des inductances des exemples précédents, mais qui comportent des enroulements primaires n_1 , branchés en série et connectés à la source de tension alternative U_a , et des enroulements secondaires n_2 , branchés en opposition et fermés sur la charge Z_c . Tout comme dans les schémas différentiels et en pont, chaque transformateur possède un enroulement de suraimantation initiale n_0 et un enroulement de commande n_c , dont les champs s'additionnent dans l'un des transformateurs et se retranchent dans l'autre.

L'amplificateur magnétique à transformateurs représenté dans la figure 25 se compose de deux transformateurs saturés, dont la structure est la même que celle des inductances des exemples précédents, mais qui comportent des enroulements primaires n_1 , branchés en série et connectés à la source de tension alternative U_a , et des enroulements secondaires n_2 , branchés en opposition et fermés sur la charge Z_c . Tout comme dans les schémas différentiels et en pont, chaque transformateur possède un enroulement de suraimantation initiale n_0 et un enroulement de commande n_c , dont les champs s'additionnent dans l'un des transformateurs et se retranchent dans l'autre.

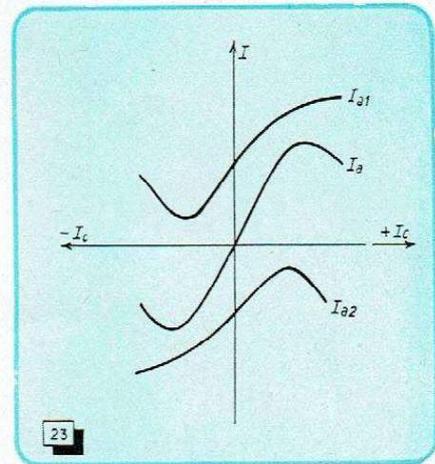
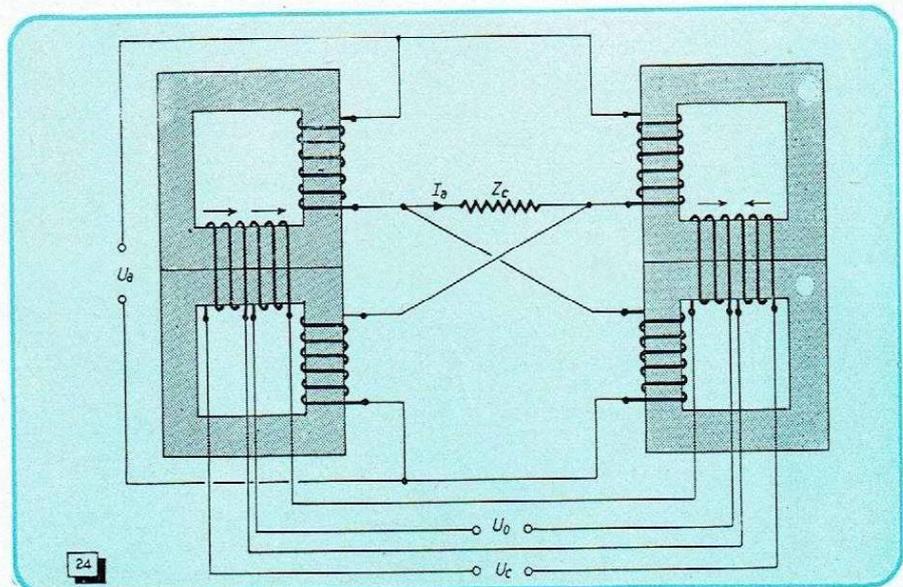
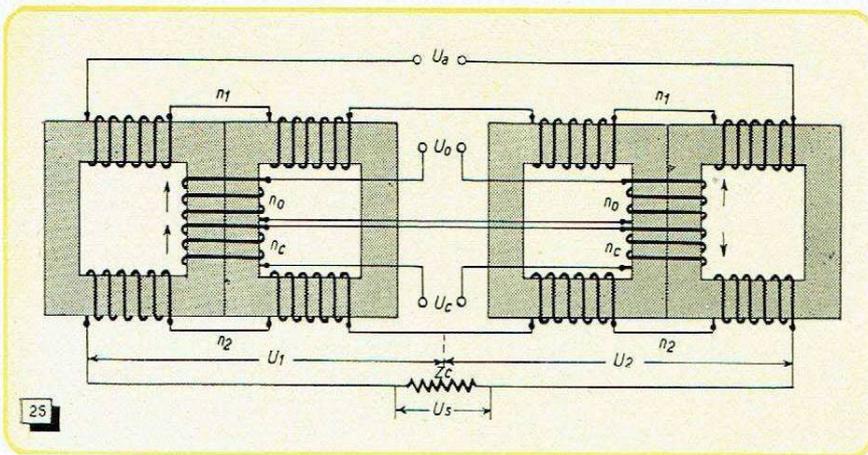


Fig. 22. — Montage différentiel d'un amplificateur magnétique.

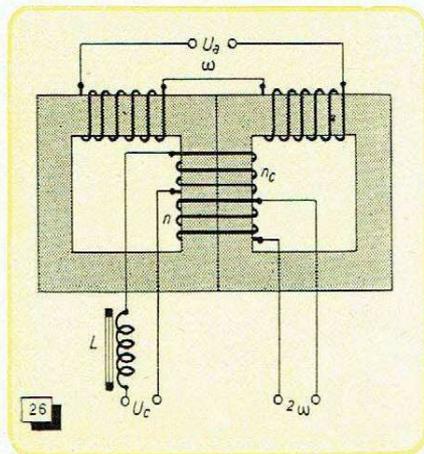
Fig. 23. — Allure générale de la caractéristique de commande de l'amplificateur ci-dessus.

Fig. 24. — Montage en pont d'un amplificateur magnétique.





25



26

Fig. 25. — Schéma général d'un amplificateur magnétique à transformateurs.

Fig. 26. — Amplificateur magnétique de tension, donnant à la sortie une tension de fréquence double.

Fig. 27. — Amplificateur magnétique à inductances, avec réaction.

Fig. 28. — Allure générale de la caractéristique de commande d'un amplificateur magnétique avec réaction.

Si nous désignons par U_1 et U_2 les tensions fournies par les deux secondaires n_2 , la tension de sortie U_s , aux bornes de la charge, sera évidemment $U_s = U_1 - U_2$. Si le signal de commande est nul, nous avons, puisque les deux transformateurs sont identiques, $U_1 = U_2$ et, par conséquent, $U_s = 0$.

Aussitôt qu'un courant de commande apparaît, l'induction mutuelle entre les enroulements n_1 et n_2 augmente dans l'un des transformateurs et diminue dans l'autre. De ce fait U_1 devient différente de U_2 et une tension U_s apparaît à la sortie, tension dont la phase tourne de 180° suivant la polarité du signal de commande.

Le champ d'application des amplificateurs magnétiques à transformateurs est le même que celui des amplificateurs différentiels ou en pont, mais ils présentent, dans certains cas, l'avantage de pouvoir disposer d'une tension de sortie conforme aux besoins, par le choix convenable du nombre de spires des enroulements secondaires n_2 . De plus, il est facile, par le même moyen, d'adapter l'impédance de l'amplificateur à celle de la charge.

Amplificateurs magnétiques de tension

Les amplificateurs magnétiques à transformateurs peuvent être utilisés aussi bien

pour l'amplification de puissance que pour l'amplification de tension.

Lorsque le nombre de spires secondaires est suffisamment élevé et que le régime de l'amplificateur est proche de la marche à vide, il est possible d'obtenir un coefficient d'amplification en tension élevé.

Les amplificateurs magnétiques de tension, dont la puissance à la sortie est très faible, pratiquement nulle, et qui transforment de faibles tensions continues de commande en tensions alternatives élevées en sortie, jouent un rôle important dans les commandes automatiques et la télé-mécanique.

On sait, en effet, que l'amplification de très faibles tensions continues à l'aide de tubes électroniques est un problème délicat, tandis que l'amplification, à l'aide des mêmes tubes, des tensions alternatives, peut être assurée d'une façon suffisamment stable.

C'est pourquoi les amplificateurs magnétiques de tension sont souvent utilisés en tant que premier étage d'amplification de très faibles tensions continues. La tension alternative de sortie d'un tel étage est ensuite amplifiée par les classiques étages amplificateurs de tension, utilisant des tubes électroniques.

Un amplificateur magnétique de tension très simple peut être constitué par une inductance saturée, qui comporte, en plus de l'enroulement de commande n_c , un enroulement de sortie n (fig. 26).

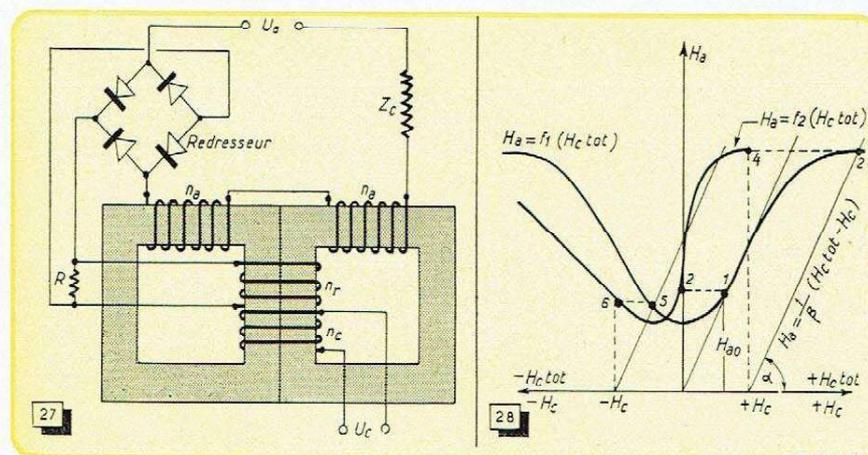
Il a été indiqué plus haut que la suraimantation continue provoquait, dans l'enroulement correspondant (n_c), l'apparition d'une f.e.m. d'harmoniques paires. Ce phénomène est utilisé dans l'amplificateur de tension de la figure 26, où l'enroulement n_c possède peu de spires et comporte, en série, une inductance L , qui empêche le courant résultant des harmoniques paires de traverser la source de tension continue.

L'enroulement de sortie n possède, au contraire, beaucoup de spires, afin d'augmenter la f.e.m. induite, et travaille pratiquement à vide. Lorsque l'amplificateur est alimenté en courant alternatif de fréquence f et que le courant dans l'enroulement de commande n_c est nul, la f.e.m. induite dans l'enroulement n est nulle également. Lorsqu'un courant apparaît dans l'enroulement de commande, une f.e.m. alternative, de fréquence $2f$, apparaît aux bornes de l'enroulement de sortie n . La phase de cette tension s'inverse lorsque la polarité du signal varie.

Malgré sa simplicité et son gain élevé, un amplificateur magnétique du type ci-dessus n'est pas toujours utilisable, car le plus souvent on demande à la sortie une tension alternative de fréquence fondamentale f . On peut alors utiliser un amplificateur à transformateurs, suivant le schéma de la figure 25.

Amplificateurs magnétiques avec réaction

En introduisant une réaction positive dans un amplificateur magnétique, on augmente le coefficient d'amplification de



27

28

ce dernier et on obtient ce que l'on appelle souvent un amplificateur à auto-excitation.

Le schéma de la figure 27 montre le principe d'un tel amplificateur et on y voit un redresseur en pont introduit dans le circuit à courant alternatif. Le courant ainsi redressé traverse l'enroulement de réaction n_r . Il en résulte une suraimantation qui existe même en absence de tout signal de commande dans l'enroulement n_c . Lorsqu'un signal de commande apparaît, la suraimantation augmente si les enroulements n_r et n_c sont convenablement orientés, c'est-à-dire si leurs effets s'ajoutent.

Si on a besoin d'avoir, à la sortie, un courant continu, la charge peut être branchée après le redresseur, en série dans le circuit de réaction.

Puisque le courant continu dans l'enroulement de réaction est proportionnel au courant alternatif traversant la charge, l'intensité du champ créé par la réaction (H_r) est proportionnelle à celle du champ alternatif H_a :

$$H_r = \beta H_a, \quad (11)$$

où β est le taux de réaction, qui dépend du nombre de spires des enroulements n_a et n_r , de la valeur de la résistance R shuntant l'enroulement n_r et des caractéristiques du redresseur.

Le champ résultant dû à la suraimantation est donc

$$H_{e \text{ tot}} = H_c + \beta H_a \quad (12)$$

Pour déterminer le coefficient d'amplification d'un système avec réaction, il n'est pas commode d'utiliser directement la formule générale

$$K_r = \frac{K}{1 - \beta K}$$

car le coefficient d'amplification sans réaction (K) n'a pas une valeur constante, comme nous pouvons le voir d'après la figure 19: le courant alternatif dans la charge dépend du courant de commande, mais la relation n'est pas linéaire.

La solution beaucoup plus simple de ce problème peut être apportée par la construction graphique de la caractéristique d'un amplificateur magnétique avec réaction. D'après la relation (12) nous avons

$$H_a = \frac{1}{\beta} (H_{e \text{ tot}} - H_c), \quad (13)$$

équation qui, en coordonnées H_a et $H_{e \text{ tot}}$ et pour différentes valeurs de H_c se traduit par une série de droites parallèles, dont l'angle avec l'axe des abscisses est défini par

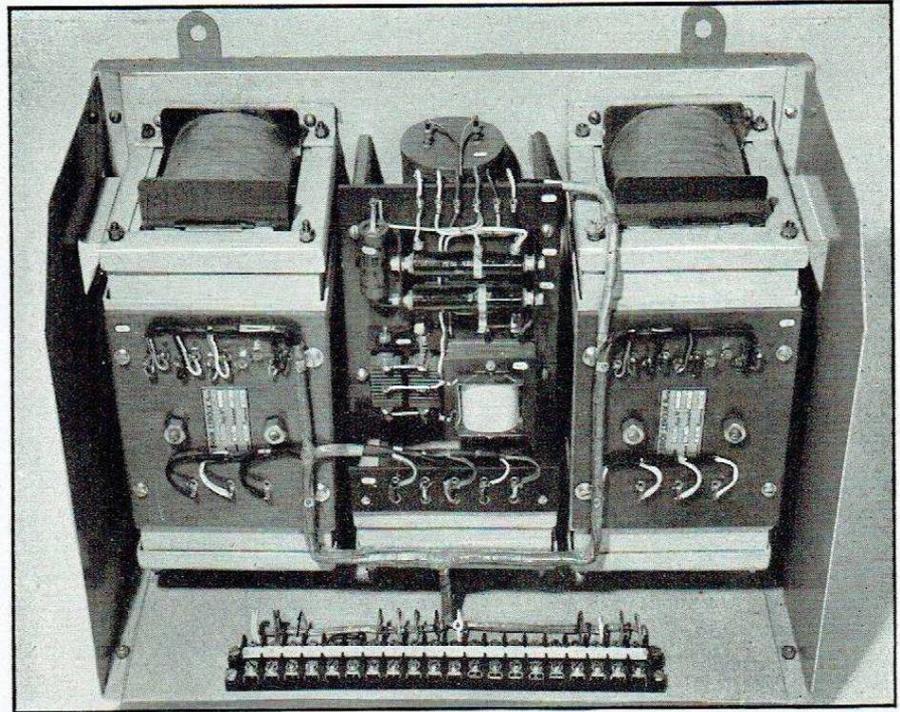
$$\alpha = \arctan \frac{1}{\beta},$$

et qui coupent l'axe des abscisses en des points décalés par rapport à l'origine des coordonnées de la valeur de H_c (fig. 28).

La caractéristique d'un amplificateur magnétique sans réaction s'exprime par une certaine fonction

$$H_a = f_1 (H_{e \text{ tot}}) \quad (14)$$

représentée sur le graphique de la figure 28. Pour déterminer la caractéristi-



que d'un amplificateur avec réaction, exprimée par

$$H_a = f_2 (H_{e \text{ tot}}) \quad (15)$$

il est nécessaire de résoudre simultanément les équations (13) et (14) pour un certain nombre de valeurs de H_c . La résolution graphique de ces équations se fait par la recherche des points d'intersection de la droite définie par (13) et de la courbe définie par (14).

Nous montrons, sur le graphique de la figure 28, la marche à suivre pour la construction de trois points. Par exemple, pour $H_c = 0$, nous trouvons d'abord le point d'intersection 1 et, en abaissant une perpendiculaire sur l'axe des ordonnées, nous déterminons le point 2, qui nous donne H_a pour $H_c = 0$.

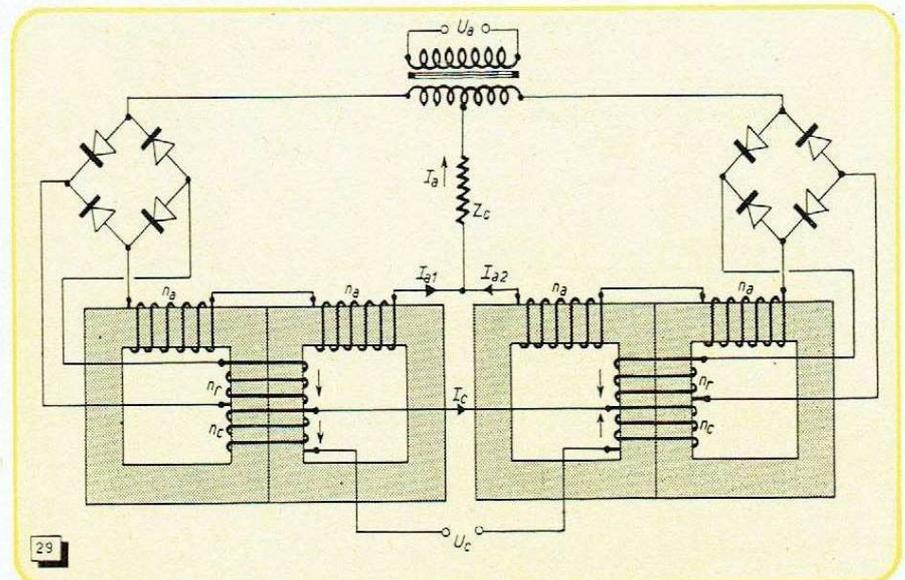
Pour une certaine valeur positive du champ de commande $+H_c$, nous trouvons

Amplificateur magnétique de puissance (étage de sortie) destiné à la commande d'un moteur asynchrone et permettant d'obtenir une variation de vitesse dans le rapport de 1/40 (50 à 2 000 tours/minute) et cela dans les deux sens (inversion de marche).

(Photo Brion-Leroux)



Fig. 29. — Montage différentiel d'un amplificateur magnétique avec réaction. Un système analogue peut être utilisé avec un montage en pont ou à transformateurs.



le point 3 et, par une perpendiculaire à l'axe des abscisses, le point 4, marquant l'intersection de cette perpendiculaire avec la droite parallèle à l'axe des ordonnées et passant par le point $+H_c$. Le point 4 nous donne H_a pour $+H_c$.

Nous obtenons d'une façon identique les points 5 et 6, ce dernier nous donnant H_a pour $-H_c$, et aussi le nombre de points nécessaire pour tracer la courbe $H_a = f_2(H_{c \text{ tot}})$.

La caractéristique d'un amplificateur magnétique avec réaction est asymétrique. La pente de la branche droite de la courbe est plus élevée que dans l'amplificateur sans réaction, tandis que pour la pente de la branche gauche c'est le contraire. Cela s'explique par le fait que la réaction change de signe avec le signe de H_c : pour les valeurs positives de H_c la réaction est également positive ; pour les valeurs négatives de H_c la réaction devient négative.

L'intensité du champ alternatif initial, H_{a0} , et, par conséquent, l'intensité du courant de repos I_{a0} pour $H_c = 0$ ($I_c = 0$), augmentent lorsqu'on introduit une réaction. Comme cette augmentation n'est pas souhaitable, on prévoit souvent, dans un amplificateur magnétique conçu de cette façon, un troisième enroulement, alimenté en courant continu constant. Il en résulte que la courbe $H_a = f_2(H_{c \text{ tot}})$ se trouve déportée vers la droite et que son minimum vient sur l'axe des ordonnées, de sorte que la valeur du courant de repos reprend la valeur primitive.

La caractéristique $H_a = f_2(H_{c \text{ tot}})$ d'un amplificateur magnétique sans réaction, réalisé sur un noyau en permalloy, peut être assimilée, dans sa partie moyenne, à une droite passant par l'origine des or-

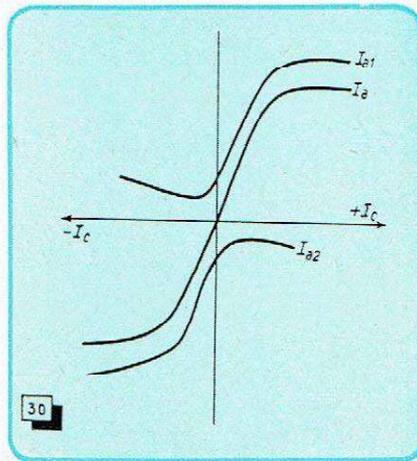


Fig. 30. — Caractéristique de commande de l'amplificateur magnétique de la figure 29.

données et inclinée de 45° par rapport à l'axe des abscisses. Pour les noyaux réalisés en tôle à transformateurs de qualité courante, cet angle est légèrement inférieur à 45° .

Si nous admettons, par approximation, que la caractéristique d'un amplificateur magnétique est une droite

$$H_a = K H_{c \text{ tot}},$$

nous pouvons écrire, en utilisant la formule générale indiquée plus haut, pour le cas d'un amplificateur avec réaction

$$K_r = \frac{H_a}{H_c} = \frac{K}{1 - K\beta} \quad (16)$$

Nous voyons que le fonctionnement stable est possible tant que

$$1 - K\beta > 0$$

ou, ce qui revient au même,

$$\beta < \frac{1}{K}.$$

Puisque nous avons, pour cette approximation,

$$K = \tan 45^\circ = 1,$$

le taux de réaction doit rester inférieur à 1 si nous voulons que le fonctionnement de l'amplificateur soit stable ($\beta < 1$). Dans le cas de noyaux en tôle à transformateurs de qualité courante, β peut dépasser légèrement 1. En d'autres termes, l'angle α entre la droite de réaction et l'axe des abscisses doit être plus grand que l'angle entre la partie moyenne de la caractéristique sans réaction et l'axe des abscisses.

La réaction est largement utilisée dans les amplificateurs magnétiques différentiels, en pont ou à transformateurs, le schéma de la figure 29 montrant un exemple d'amplificateur différentiel avec réaction, qui diffère de celui de la figure 22 par le remplacement de la suraimantation initiale fixe par une suraimantation due aux enroulements de réaction.

Chaque inductance constituant cet ensemble possède une caractéristique représentée par le graphique de la figure 30 et pour obtenir la caractéristique résultante il suffit d'additionner algébriquement les ordonnées des deux courbes.

L'introduction d'une réaction permet d'augmenter sensiblement le coefficient d'amplification d'un système différentiel. S'il est nécessaire, dans un tel système, d'alimenter la charge en courant continu, ce dernier s'obtient, par soustraction, après les redresseurs des circuits de réaction.

W. SOROKINE.

GRAINS D'ÉLECTRONIQUE

UN nouveau tube, utilisé dans les radars de l'armée américaine, est capable d'engendrer des impulsions de 4 000 kW. Mesurant environ 2,7 m, il procure ainsi une puissance 200 fois supérieure à celle qui a permis de « radariser » la lune. Serait-il employé pour obtenir des échos de Mars ? Un dessin aussi... martial de l'armée n'aurait rien de surprenant.

REPONDANT à la question qui lui a été posée par notre nouveau confrère américain « Electronic Digest », notre ami H.G. Foster qui dirige la belle revue anglaise « Electronic Engineering » a donné la clé du mystère qui, depuis longtemps, intrigue les exportateurs de divers pays : pourquoi les Anglais préfèrent-ils des téléviseurs avec écrans de petites dimensions ? La raison en serait le fait que les maisons anglaises ignorent, en général, les bienfaits du chauffage central. Etroit-

ment amassés devant la cheminée, ils n'ont pas besoin d'avoir une grande image comme ceux qui, dans une pièce uniformément chaude, peuvent se placer au gré de leurs goûts...

L'ELECTRONIQUE occupe dans l'aviation une place sans cesse croissante. C'est ainsi que, d'après « Electronics Digest », avant la dernière guerre, l'équipement électronique d'un petit avion de chasse coûtait 3 000 dollars environ. Aujourd'hui, un chasseur à réaction cèle dans ses flancs pour près d'un demi-million de dollars d'appareils électroniques. La même tendance se manifeste dans le domaine de l'aviation civile. Si, avant la guerre, un DC-3 pouvait être pourvu de l'équipement électronique nécessaire pour moins de 4 000 dollars, le DC-6 actuel en nécessite pour plus de 75 000 dollars. Sait-on, par ailleurs, qu'une fabrique d'avions telle que Hughes Aircraft emploie plus de 4 500 spécialistes d'électronique ?...

Ce que nous avons vu pour vous au

Salon de la Pièce Détachée

Le Salon de la Pièce Détachée consacrait, en 1955, l'entrée encore plus nette de l'Électronique dans l'Industrie. L'évolution vers la qualité « professionnelle » du matériel était encore plus visible que les années précédentes, et nous nous en sommes réjouis.

Présenter ici tout ce que nous avons vu d'intéressant serait impossible : la totalité de la Revue n'y suffirait pas ; aussi avons-nous fait une sélection très sévère dans les notes que nous avons prises à la Porte de Versailles, et nous nous en excusons à l'avance auprès des exposants que nous ne citerons pas.

Pour établir un classement, nous commencerons par parler des pièces détachées, résistances et condensateurs (en ne retenant que celles qui présentent de l'intérêt pour des appareils industriels), ainsi que des appareils de mesure simples.

Ensuite nous parlerons des semi-conducteurs, des tubes, des appareils nouveaux et d'emploi convenant à l'industrie, enfin des produits susceptibles d'applications intéressantes mais réfractaires au classement.

Les résistances

Dans ce domaine, on ne s'attend pas à des nouveautés quand on pénètre dans une exposition, et pourtant il arrive, comme ce fut le cas cette année, que l'on soit agréablement surpris.

En particulier, nous avons remarqué les résistances de très forte puissance de **Ohmic**, modèles vitrifiées, prévus comme résistances de démarrage de moteurs. Des résistances industrielles existaient aussi chez **Sfernice** ; elles sont remarquablement petites pour une dissipation donnée (il n'est pas recommandé de mettre la main dessus quand une de ces résistances est à son plein régime !).

Mais c'est surtout du côté des très fortes valeurs ohmiques que nous avons vu du nouveau : en plus des modèles « Stabimétal » de **Polywatt**, les résistances de $10^{23} \Omega$ ou moins viennent d'apparaître à la **C.S.F.**, et leur stabilité est remarquable ; bonne nouvelle pour les réalisateurs d'ionomètres divers, car la qualité des résistances de haute valeur est toujours un problème important.

Dans les potentiomètres, nous avons apprécié l'arrivée des modèles ajustables par tournevis de **Ohmic**, ce dernier fabricant ayant des modèles à piste moulée, beaucoup plus robustes que les modèles classiques à piste

graphitée. Les modèles ajustables ont un axe court, fendu pour la lame du tournevis, et un écrou spécial de blocage ; ils seront d'une grande utilité dans la réalisation de nombreux appareils. Leur aspect extérieur nous a énormément rappelé les modèles de **Allen Bradley**, ce qui est un compliment.

Les fabricants de potentiomètres songent de plus en plus aux servo-mécanismes, lesquels font de ces engins une consommation croissante. En particulier, nous avons admiré le modèle de **Legpa** qui, tout en dissipant 4 W et en garantissant une linéarité de 1 pour 1000, n'a que cinq centimètres de diamètre environ.

Chez **M.C.B.** et **V. Alter**, le « **Rotapot** » est un modèle à faible couple de friction, prévu pour rotation continue (sans butée en bout d'enroulement). Le même fabricant exposait aussi un remarquable potentiomètre à enroulement sans fin (sur couronne torique) à quatre curseurs, munis de très nombreuses prises intermédiaires.

Si l'on désire multiplier le nombre des points de lecture sur un potentiomètre, plutôt que d'en augmenter le diamètre jusqu'à le rendre inutilisable, il vaut mieux enrouler la tige isolante portant l'enroulement résistant

suivant une hélice, le curseur la parcourt en plusieurs tours : c'est ce qu'a fait **Wireless**. Son « **Helipot** », d'environ 6 cm de diamètre, comporte une hélice de fil résistant de 10 tours, ce qui lui assure plus de 5000 points de lecture.

Ne quittons pas le domaine des potentiomètres sans signaler au passage **Dadier et Laurent** (modèles doubles avec interrupteur), **L.I.E.** (potentiomètre en longueur, dont des réseaux de résistance permettent de corriger la loi de variation), **Girss** (modèles de faible résistance), **Variohm** (modèles étanches au graphite ou au carbone moulé aggloméré ainsi que bobinés), **Matera** (modèle subminiature), **Baringolz et Radiohm**.

Les condensateurs

Nous examinerons tout d'abord les **condensateurs variables**. Ceux qui peuvent le plus intéresser nos lecteurs sont les modèles de **National**, prévus pour la haute fréquence industrielle, à fort isolement ; ces modèles serviront à équiper les générateurs de chauffage H.F.

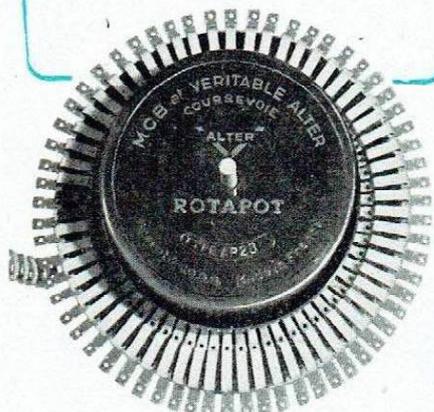
Les modèles à **capacité fixe** sont nombreux. Nous avons remarqué le développement des types au papier métallisé de **Temco** ; ces modèles, comprenant une feuille de papier sur laquelle on a déposé une mince couche d'aluminium par évaporation, ont l'avantage, indépendamment du fait qu'ils sont d'encombrement très réduit, d'être « auto-cicatrisants », c'est-à-dire qu'en cas de claquage, ils se régénèrent instantanément. Etant d'autre part non inductifs de par leur construction, ils peuvent être utilisés en haute fréquence.

Des modèles à l'huile spéciale, prévus pour fonctionner sans inconvénient jusqu'à 100°C d'ambiante, sont présentés par les Ets **EM** : ils sont en boîtiers étanches, avec sorties par perles de stéatite soudées.

Du côté des très fortes capacités, nous avons vu des modèles électrolytiques pour lampes flash chez **G.V.** (modèles étanches), **Safco-Trevoux** et **Micro**.

Les modèles classiques au papier étaient présentés en outre par **Socofix**, **Stéafix**, **Helgo**, la **Compagnie Industrielle des Téléphones** et **Wireless**.

Le **Rotapot** est un potentiomètre à rotation continue muni de très nombreuses prises permettant en particulier de modifier la loi de variation de la résistance.



Pour les modèles au mica, c'est chez **Stéa-**
lix que nous avons vu la plus grande variété ;
ce même constructeur exposait aussi une
ligne à retard de radar très impressionnante
(on sait que, dans les modulateurs d'impul-
sions destinés aux radars, on stocke la puis-
sance dans une ligne à retard, qui se dé-
charge en un temps rigoureusement contrô-
lable dans le thyatron de déclenchement).
Nous avons vu une telle ligne également chez
M.C.B., parmi d'innombrables pièces, allant
du condensateur au mica sous boîtier étanche
au stabilisateur de tension secteur, le tout de
présentation et de construction très profes-
sionnelles.

Contacteurs divers

Une grande nouveauté à ce Salon : le con-
tacteur lilliputien présenté par **Chambaut** ;
son encombrement est de 16 x 20 mm, sa
profondeur variant suivant le nombre de ga-
lettes (ses dimensions sont donc voisines de
celles d'un support pour lampe miniature
7 broches), et cependant il a 12 positions par
tour, avec toutes les combinaisons usuelles :
1 circuit 12 positions (par galette), 2 circuits
6 positions, 3 circuits 4 positions, 4 circuits
3 positions et 6 circuits 2 positions (emportés
par notre élan, nous allons écrire aussi : 12
circuits 1 position...).

Malgré sa subminiaturisation, ce remarqua-
ble engin peut couper 1.5 A sur ses contacts,
qui sont isolés à 1 500 V (tension de claquage)
entre eux ou par rapport à la masse. Les
galettes existeront en stéatite ou bakélite H.F.

Nous insistons sur le grand intérêt de ce
commutateur : à quoi bon faire des circuits
imprimés, utiliser des transistors si les équi-
pements que l'on réalise ainsi doivent utiliser
des contacteurs classiques, d'encombrement
prohibitif : en particulier pour les ensembles
aéroportés (répondeurs de bord, appareils I.F.
F.), le micro-contacteur **Chambaut** sera des
plus utiles.

Une autre nouveauté dans le domaine des
contacteurs était présentée par **Le Contact**
Flottant : ce système utilise des pièces qui,
pour établir un contact, sont amenées dans la
position qu'elles doivent occuper, puis sont
libérées, de telle sorte qu'elles prennent la
position correspondant à la meilleure surface
de contact ; il en existe des modèles rotatifs
et des modèles en longueur.

Deux fabricants ont augmenté les possibili-
tés du contacteur classique : ce sont **Jean-**
renaud et **Bernier** avec leurs contacteurs à
24 positions par tour qui rendront de nom-
breux services.

Les contacteurs télécommandés sont présen-
tés par **Bernier** : un solénoïde rotatif (analo-
gue au **Ledex**) provoque la rotation de tout le
contacteur qui saute ainsi d'une position à la
suivante.

Des contacteurs classiques étaient égale-
ment présentés par **Rode Stucky**, **Wireless** ain-
si que par **Langlade et Picart** (ce dernier ex-
posant présentant un modèle de contacteur uti-
lisant une plaquette à circuits imprimés).

Des contacteurs, nous passons aux inter-
rupteurs divers : d'intéressants modèles
étaient présentés par **Dyna**, **Sourieau** et **Jean**
Rogero. Chez ces deux derniers constructeurs,
il existe des modèles à trois positions : du
volume d'un « tumbler » classique de tableau,
ils ont une position médiane et deux positions
latérales, lesquelles peuvent être :

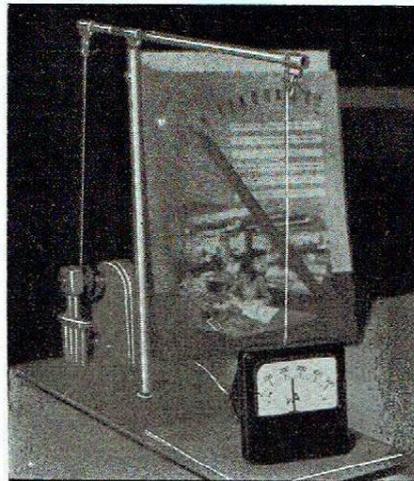
- toutes les deux stables (le bouton reste
dans ces positions quand on l'y met) ;
- toutes les deux instables (le bouton
revient à la position médiane dès qu'on le
lâche) ;
- une stable et une instable.

Voilà des instruments très utiles, rempla-
çant avantageusement les « clefs » téléphoni-
ques d'aspect ancien, avec des petits inter-
rupteurs à trois positions ; l'appareil ainsi
équipé n'aura pas l'air d'un « modèle 1903
modifié 1907 ».

Signalons en plus, à l'actif des interrupteurs
de **Jean Rogero** leur modèle « étanche série
500 » qui comporte sur le panneau avant un
capuchon en caoutchouc synthétique (néo-
prène) serré par un écrou en nylon coulé.

Les boutons poussoirs de **A.C.R.M.** sont in-
téressants, parce qu'ils comportent plusieurs
contacts R-T, autrement dit qu'ils permettent,
lorsque l'on appuie sur le bouton, de couper
un grand nombre de circuits et d'en établir
plusieurs autres.

Les interrupteurs de petites dimensions,
fonctionnant pour une course de quelques
millimètres, s'appellent « Minirupteurs » chez
Sapmi-Sermec et **Microswitches** chez **Guer-**
pillon. Chez ce dernier nous avons vu un de
ces microswitches équipant un pressostat : la
déformation d'une membrane élastique sous
l'influence de la pression établit un contact et
en coupe un autre, ce qui permet de comman-
der un compresseur. Cet ensemble est utilisé
en particulier pour maintenir une pression
connue dans certains guides d'ondes de ra-
dar, car les puissances crêtes à transmettre
peuvent être considérables, et, si le radar doit



Pendant 5 jours, ce microam-
pèremètre **B.L.** a subi force
chutes intentionnelles sans
dommage apparent.

fonctionner en haute altitude, la réduction de
pression atmosphérique occasionnerait des
jaillissements d'étincelles, ce que l'on doit évi-
ter à tout prix.

Les relais

En 1955, la quasi-totalité des relais s'habille
de capots étanches : la mode de cette année
est le modèle tropical.

C'est ainsi que nous avons vu chez **M.T.I.**
des modèles sous enveloppe de verre, avec des
broches réparties suivant le support miniature
9 broches, ce qui est très pratique pour le
remplacement du relais, tandis que l'enve-
loppe de verre permet de savoir ce qui se
passe dans le relais, en particulier si on sur-
charge ses contacts (ceux-ci protestent alors
sous la forme d'étincelles vives).

Chez le même fabricant, nous avons vu des
relais à mercure : le bobinage provoque l'en-

foncement d'un plongeur dans du mercure
dont le niveau, en montant, ferme des con-
tacts.

Ceux de la **Société Industrielle de Télécom-**
mande et Télémécanisme sont également inté-
ressants ; parmi les modèles présentés, nous
avons surtout remarqué ceux qui ont deux en-
roulement : suivant que le premier ou le
deuxième a été excité en dernier, le relais
va dans une position ou dans une autre.

Les autres relais de ce même constructeur
sont intéressants en ce qui concerne leur sé-
curité de contact : en effet, ils ont pour règle
de se limiter à 5 A pour des contacts dont la
force de collage est de 50 g (ce qui est une
force très importante).

Toujours à la même compagnie, les relais
alternatifs présentent la particularité d'être
conçus de telle sorte que la partie baguee
(partie de l'épanouissement polaire entourée
d'une bague de court-circuit destinée à y faire
circuler un courant déphasé de 90° par rapport
au courant du bobinage) fournit sur l'arma-
ture un couple égal à celui donné par la par-
tie non baguee ; la vibration du relais, quand
il est collé, est ainsi indécelable.

Les relais de **Bernier** sont particulièrement
étudiés pour les engins spéciaux : ils résis-
tent à des accélérations de 20 g dans toutes
les directions. Ceux de **A.C.R.M.** échappent à
toute classification, car il en existe pour tout
problème. Les miniatures sont absolument sen-
sationnelles.

Dans ce domaine, nous avons revu le remar-
quable relais de **Brion Leroux** : du diamètre
d'une cigarette et de 35 mm de long, entière-
ment étanche (moulé dans l'araldite), il com-
porte un contact R-T et résiste aux accéléra-
tions importantes.

Chez **S.T.P.I.**, à côté de modèles classiques,
nous avons vu des relais thermiques, permet-
tant d'établir un contact après un délai connu,
ainsi que des relais polarisés, ces derniers
existant aussi chez **Sadir-Carpentier**.

Des relais gros modèles, antichocs, très
adaptés à la commande de moteurs de forte
puissance cliquetaient au stand de **Chauvin et**
Arnoux, et des modèles plus classiques et stan-
dards se trouvaient chez **Langlade et Picart**.

Apparentés aux relais sont les vibreurs :
cette année, une grande nouveauté dans ces
engins : le miniature **Heymann**. Il ne con-
somme que 30 mA sous 6 V pour l'entretien
des oscillations, ce qui est très intéressant
pour les petits équipements portables, car les
modèles classiques consomment tous au moins
100 mA sous 6 V dans le même but.

Appareils de mesure à cadre ou assimilés

En raison de la vogue croissante de la tropi-
calisation et de l'amélioration de la résistance
aux chocs, les fabricants sont entrés en com-
pétition pour savoir celui qui infligera à ses
appareils les traitements les plus durs sans
les casser.

Au stand **Brion Leroux**, un petit moteur avec
un dispositif d'échappement faisait périodique-
ment tomber méchamment un microampère-
mètre sur un sol dur sans que celui-ci en soit
affecté (quel dommage que ce type d'appa-
reil n'ait pas été généralisé quelques années
plus tôt : le microampère-mètre de l'auteur
aurait peut-être résisté à l'utilisation que sa
fille — nous parlons de celle de l'auteur,
bien entendu — en a fait, à savoir celle de
projectile).

À côté, dans le même stand, des appareils
prenaient un bain dans un aquarium, tandis
qu'un autre était soumis à des vibrations vio-
lentes ; et malgré tous ces mauvais traite-
ments, les appareils se portaient bien.

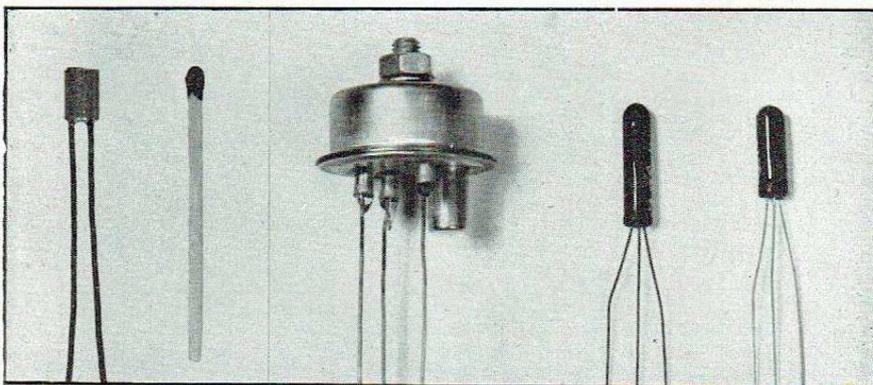
Puisque l'on peut lancer des microampères sur les murs sans danger (sauf pour le mur), il est logique de penser que l'on peut maintenant réaliser des appareils de fragilité normale doués d'une sensibilité exceptionnelle. Et de fait, toujours chez **Brion Leroux** nous avons admiré un microampèremètre déviant sur toute son échelle pour 1 μ A seulement, résistance interne de 16 k Ω . A côté de ce dernier, un voltmètre de 1 mV ; mais, renseignement pris, il contient un amplificateur magnétique (signalons cependant qu'il est assez remarquable d'avoir réalisé un amplificateur magnétique d'une aussi grande stabilité, quoique si sensible).

Les appareils de la série « Tréclair » de **Da et Dutilh** sont d'un emploi très agréable : leur partie avant est entièrement transparente, y compris sur les côtés, ce qui procure un éclairage parfaitement uniforme de toute le cadran quel que soit l'angle sous lequel on les regarde.

Encore qu'ils appartiennent davantage à la catégorie des appareils à cadre qu'à celle des relais, nous avons apprécié les relais ultrasensibles de **Brion Leroux** et de **Le Bœuf**, ce dernier pouvant équiper une « balance voltmétrique » qui permet les mesures de tensions très faibles par compensation automatique.

Très intéressants aussi, pour un détail d'utilisation, sont les appareils de **Radio Contrôle** de Lyon : cette maison présente des ampèremètres et des voltmètres destinés à être piqués dans une prise de courant standard et possédant eux-mêmes une prise femelle dans laquelle on pique la fiche d'un appareil. L'ampèremètre se trouve ainsi branché automatiquement en série avec l'appareil alimenté, tandis que le voltmètre est automatiquement branché en parallèle avec lui, d'où impossibilité de faire le contraire, ce qui serait très fâcheux dans le cas du branchement de l'ampèremètre en shunt sur le secteur...

Un revenant, tout au moins dans le domaine des appareils portatifs et solides : l'électromètre statique. C'est le détecteur de charges statiques de **A.O.I.P.**, issu d'une sorte de



Festival stéréotronique : la nouvelle et sensationnelle photodiode à jonction de **La Radiotechnique**, en compagnie des transistors OC 15, OC 72 et OC 71 de la même fabrication.

petite antenne, terminée par un minuscule balai fait de fils métalliques, cet appareil est destiné à contrôler les charges statiques susceptibles de s'accumuler sur vos courroies transporteuses, sur les pièces isolées frottées au passage par des gaz ou des liquides. Quand on sait de combien d'incendies et de combien d'accidents mortels les charges statiques sont responsables, on mesure l'utilité de cet appareil, du volume d'un posemètre de photographe.

Les appareils à cadre sont en général équipés de quelques contacteurs, de résistances et d'un redresseur : ils deviennent alors des contrôleurs universels.

Le modèle le plus intéressant de ce Salon était le 430 de **Metrix**, maintenant disponible. Cet appareil a une résistance interne de 20 000 Ω /V en continu et de 10 000 en alternatif ; il est muni d'un disjoncteur de sécurité pour protéger son cadre mobile contre toute surcharge accidentelle ; il permet de mesurer les résistances jusqu'à 20 M Ω , les tensions jusqu'à 3 000 V, et toutes les échelles sont en lecture directe (à une puissance de 10 près).

Le « Néo Super » de **Chauvin et Arnoux** est aussi intéressant par sa petite taille, mais il nécessite sur la moitié au moins de ses échelles la multiplication des chiffres lus par 2 ou 5.

Toujours chez **Chauvin et Arnoux**, nous avons admiré le nouvel ohmmètre de petites dimensions, ainsi que les luxmètres, appareils destinés à la mesure des éclairagements. Ces engins sont indispensables à ceux qui étudient ou installent des appareils de projection ou d'éclairage.

Si l'on veut mesurer des courants H.F., le redresseur habituel ne convient plus. D'ailleurs on préfère ne pas faire passer les courants en question dans l'appareil. Aussi utilise-t-on des couples thermo-électriques. On en trouvait chez **Guerpillon**, depuis cette année on en trouve aussi chez **Le Bœuf**.

Les semi-conducteurs

Les corps qui ne sont ni des conducteurs ni des isolants sont en quelque sorte une « erreur de la nature ». On peut se féliciter de l'existence de la dite « erreur », car les applications des semi-conducteurs vont chaque jour en se multipliant.

D'abord il y a les corps qui ne suivent pas la loi d'Ohm, autrement dit les résistances variables avec la tension fabriquées à la **Radiotechnique** sous le nom de « V.D.R. » (Voltage Dependent Resistor).

Elles présentent l'immense intérêt de laisser passer un courant qui varie non pas comme

la tension appliquée, mais comme une puissance 4 ou 5 de cette tension. Par exemple, pour le modèle VD 1175 P 100/A : sous 24 V, courant 3 mA ; sous 85 V, courant 1 A. Si nous plaçons une telle résistance aux bornes d'un enroulement excité sous une tension de 24 V, lorsque nous couperons brusquement le courant qui passe dans cet enroulement, la surtension aux bornes n'atteindra que des valeurs très faibles, et il n'y aura pas d'étincelle de rupture.

Très applicables aussi en parafoudre, ces résistances permettent une sorte de régulation de la tension : en effet, la tension à leurs bornes ne varie que peu avec le courant qui les traverse.

Mais le semi-conducteur vedette de l'actualité est le germanium. Les transistors sont en plein développement. La **Radiotechnique** vient de présenter le modèle de puissance appelé OC 15 dont un push-pull permet d'obtenir une puissance de sortie de 3 W.

Nous trouvons aussi des transistors de puissance chez **C.S.F.** A ce dernier stand nous avons admiré plusieurs démonstrations spectaculaires des possibilités des transistors, en particulier le « Parlophone ». Il s'agit d'un récepteur contenant trois minuscules transistors, deux piles subminiatures de 1,5 V et un bobinage sur Ferroxcube, destiné à recevoir la basse fréquence émise par un cadre entourant le stand (il s'agit d'un système analogue au dispositif de traduction simultanée qui équipe l'O.N.U.).

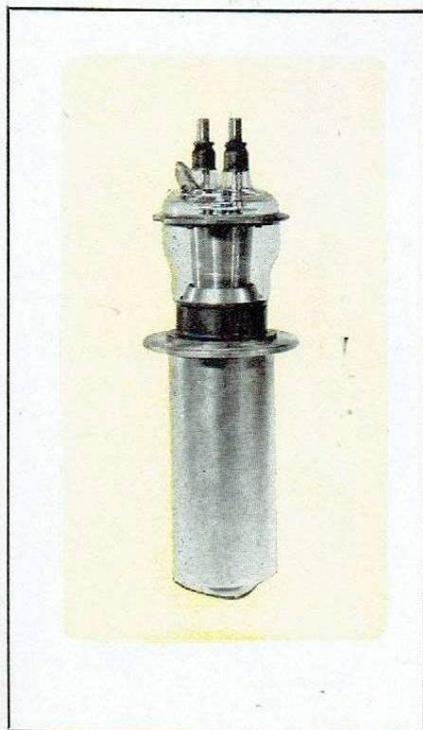
A côté de cet instrument, nous avons pu apprécier un oscillateur B.F. à transistors alimenté par une simple cellule photo-électrique au sélénium.

Le transistor est connu depuis près de six ans : la grande nouveauté de cette année est la photo-diode.

Le modèle présenté par la **Radiotechnique** constitue à notre avis le « clou » du Salon. Ce minuscule cylindre, de 6 mm de diamètre et de 8 mm de long, contient une jonction P-N, autrement dit une diode de jonction au germanium.

Si on applique à cette diode une tension inverse, le courant qui la traverse est très faible, mais il se met à croître si on éclaire la jonction.

La sensibilité de cette diode est très élevée : 30 mA par lumen, soit plus de 300 fois celle des meilleures cellules à gaz (qui vont être condamnées à la disparition rapide à partir de cette année). La sensibilité est très élevée dans la zone du rouge et de l'infrarouge ; elle est localisée dans la zone de la jonction, et cette cellule n'a aucune inertie, contrairement aux cellules à gaz qui en ont beaucoup. Ses caractéristiques sont analogues



La triode **S.F.R. E 1567**, alimentée sous 8 000 V, peut fournir 15 kW H.F. pour le chauffage industriel.

comme aspect à celles d'une penthode ; autrement dit, le courant ne dépend pratiquement que de l'éclairement et pas de la tension d'alimentation.

Le produit du courant par la tension appliquée aux bornes de la photodiode ne doit pas dépasser 10 mW (on peut donc y faire passer 2,5 mA sous 4 V, ce qui correspond à un flux lumineux de 0,08 lumen).

Nous avons entendu fonctionner un lecteur de cinéma sonore comportant une telle diode actionnant directement la grille d'un tube de puissance du type EL 84, et les résultats étaient excellents. Nous avons vu également cette cellule actionner directement un relais, sous un éclairage insignifiant. Bref, voilà une pièce prodigieusement intéressante pour l'industrie : robuste, simple, à haut niveau de sortie, à basse tension d'alimentation, la photo-diode est appelée à un avenir considérable.

Comme les céramiques sont les cousines germanes des semi-conducteurs, nous dirons quelques mots du développement des ferrites diverses.

D'abord les produits à haute perméabilité. Connus à la Radiotechnique sous le nom de Ferroxcube, et à la Cie Industrielle des Céramiques Electroniques sous le nom de Ferrinox, ils connaissent une grande extension. De nouveaux modèles sont apparus cette année, en particulier le modèle à haut point de saturation, ou Ferroxcube FXC 3 D 2, qui se sature à 5100 gauss, et le modèle à très haute perméabilité, ou Ferroxcube FXC 3 E dont la perméabilité est de 2000.

Les céramiques aimantées sont très intéressantes en raison de leur faible perméabilité : le Ferroxdure (Radiotechnique) a une perméabilité de l'ordre de celle de l'air, aussi les phénomènes de répulsion entre deux pôles de même nom de deux aimants en Ferroxdure sont-ils plus marqués qu'avec n'importe quel autre type d'aimant. Une très belle démonstration en était donnée au stand de la Radiotechnique où l'on voyait une petite hélice tourner sous l'influence de l'air chaud montant au-dessus d'une ampoule d'éclairage, sans que cette hélice soit suspendue matériellement. Ce sont en effet des actions répulsives d'aimants en ferroxdure qui la maintenaient en l'air sur des paliers immatériels.

Les appareils électroniques de mesure

Les oscilloscopes divers sont légion actuellement : les principaux chez Philips Industrie, Ribet-Desjardins, Leres, CRC, et Rochar.

Certains appareils semblent se développer de plus en plus : les fréquencemètres et tachymètres à comptage. Dans ce domaine, le spécialiste est Rochar, au stand duquel nous avons admiré quelques démonstrations. Rappelons le principe de base de ces appareils : ils comprennent tous un oscillateur à fréquence très stable (à quartz), des diviseurs de fréquence, un interrupteur à commande électronique et un ensemble de décades électroniques permettant de compter des impulsions.

Supposons que nous utilisions les signaux de l'oscillateur étalon, convenablement démultipliés, pour ouvrir l'interrupteur électronique à un moment donné et le refermer exactement une seconde après. Si nous avons appliqué à l'entrée de l'interrupteur une fréquence inconnue, notre compteur à décades aura totalisé le nombre de périodes par seconde, autrement dit il nous indiquera la fréquence.

Ceci s'emploie pour connaître, avec une grande précision, la vitesse de rotation d'un arbre (surtout pour les turbo-réacteurs) : on munit l'arbre tournant d'un « capteur » n, c'est-à-dire d'un dispositif qui donne un

nombre connu d'impulsions électriques par tour, et l'on compte ces impulsions.

C'est ainsi que l'on peut mesurer des débits de fluides. Le fluide en question passe dans un Venturi (ajustage convergent-divergent) où se trouve une petite hélice. Celle-ci est munie d'un petit barreau magnétique, et, cachée dans la paroi (non magnétique) du Venturi, une bobine est le siège d'une force électromotrice d'induction à chaque tour de rotation de l'hélice. En mesurant la fréquence de cette tension, nous déterminerons la vitesse de rotation de l'hélice, donc la vitesse du fluide.

Nous pouvons également utiliser notre ensemble de compteurs d'une façon différente : nous appliquerons à l'entrée de l'interrupteur à commande électronique notre fréquence étalon, et nous provoquerons l'ouverture de l'interrupteur par un phénomène, sa fermeture par un second. Nous aurons ainsi une mesure du temps qui s'est écoulé entre ces deux phénomènes.

Il nous sera possible, de cette façon, de mesurer tous les temps de fonctionnement

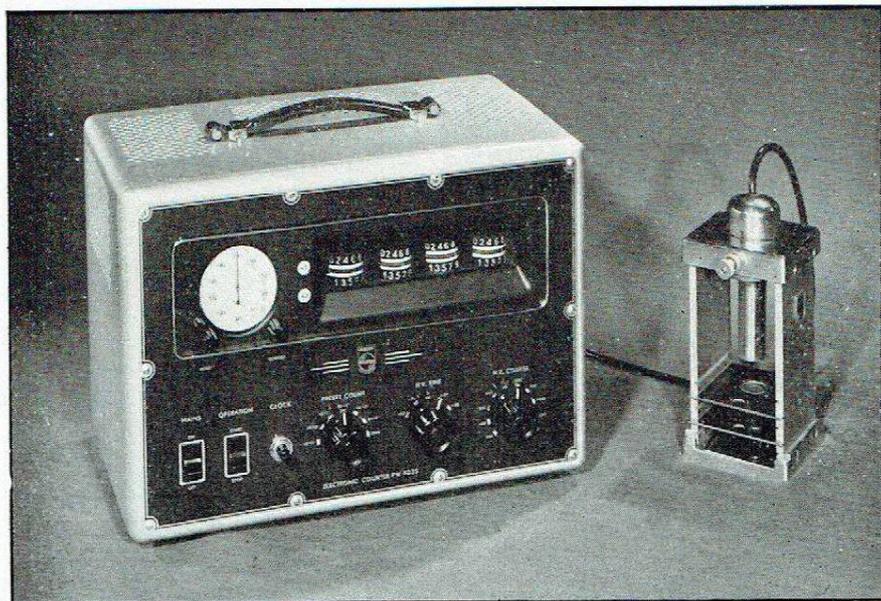
mozy. Rappelons que cet appareil, utilisant un montage du type Scroggie, modifié par M. Poullain, permet de faire des mesures de tensions presque sans consommation (courant de fuite inférieur à 10^{-12} A) avec toutes les applications imaginables d'un tel engin (mesure de pH, de courants très faibles, de résistances très élevées, etc...).

Les générateurs divers sont aussi très nombreux ; citons le modèle T.B.F. de C.R.C. qui délivre les tensions en créneaux, en dents de scie symétriques et en sinusôides à des fréquences allant de 1 période en 200 secondes à 500 périodes par seconde.

Les générateurs T.B.F. se trouvent aussi chez Férisol (ainsi que le générateur allant de 6 Hz à 600 kHz) et chez Philips Industrie.

Si l'on s'intéresse aux fréquences plus élevées, on a également un grand choix : chez Férisol il existe un modèle de 800 à 2000 MHz et un autre de 1800 à 4000 MHz, tous les deux équipés de klystrons.

Le spécialiste des hyperfréquences est Derveaux, qui présentait une série d'appareils de



Echelle de comptage prédéterminée à tubes décimaux (Philips-Industrie type PW 4035) pour dénombrement de radiations.

d'un relais (temps d'établissement et de coupure des contacts travail et repos au collage et au décollage).

D'ailleurs, un ensemble a été spécialement prévu pour effectuer ces mesures avec le chronomètre-tachymètre Rochar.

Il existe plusieurs modèles de ces fréquencemètres, le plus remarquable comme performances était celui qui monte à une fréquence de comptage de 1 MHz ; et le plus étonnant est que le modèle subminiature, d'un volume de 4dm³, contenant 70 tubes, l'alimentation, les décades, la base de temps, les diviseurs de fréquence, l'interrupteur électronique, pèse moins de 4 kg.

Parmi les autres appareils électroniques de mesure, nous citerons le Fluctuomètre de L.E.A. ; destiné au contrôle des systèmes d'enregistrement et de reproduction sonore, il permet la mesure de la variation d'une fréquence B.F. au moyen d'un discriminateur, en repère la périodicité au moyen d'un tube cathodique, déterminant ainsi la cause de cette variation.

La série des voltmètres électroniques s'accroît chaque année. Nous avons vu de nouvelles applications, du polymesureur de Le-

mesure, en plus d'un générateur de 10 000 MHz (3 cm) et des lignes de mesure ainsi que des systèmes pour la détermination du taux d'ondes stationnaires dans les guides.

Les tubes

Du côté tubes à applications industrielles, la récolte est bonne cette année.

D'abord parlons des tubes classiques ou presque : nous avons salué avec satisfaction l'apparition de la QQE 03 12 chez Philips : voilà un tube V.H.F. (jusqu'à 200 MHz) qui est indiqué pour exciter une 829 B. Etant une double tétrode Noval, ce tube fournit à 200 MHz une puissance de 12 à 15 W, et nous pourrions voir des émetteurs V.H.F. dans lesquels on ne retrouvera plus ce système assez choquant d'une 832 A utilisée pour attaquer une 829 B, car la 829 B est une lampe très sensible, et la 832 A est presque aussi puissante que la 829 B.

De très intéressantes amplificatrices de puissance sont présentées par la Compagnie Fran-

caise Thomson-Houston : il s'agit de triodes de petites dimensions permettant d'obtenir une quinzaine de kW à 200 MHz.

Chez Sadir-Carpentier on voit des tubes intéressants, en particulier le E 400 A (connu aux U.S.A. sous le nom de 4 400 A) qui amplifie de 100 à 1 000 MHz avec une dissipation anodique de 400 W.

Les tubes de sécurité présentés par S.F.R. visent la suppression des pannes. Les différents modèles de miniatures renforcées permettent de satisfaire aux fonctions les plus variées. A titre d'exemple, le constructeur énumérait les perfectionnements apportés à la 6 J 6 pour la transformer en 6101 (qui est sa version renforcée). Ces tubes sont maintenant utilisés sur des servomécanismes destinés à l'usage militaire et industriel ainsi que sur les machines comptables et les calculateurs électroniques.

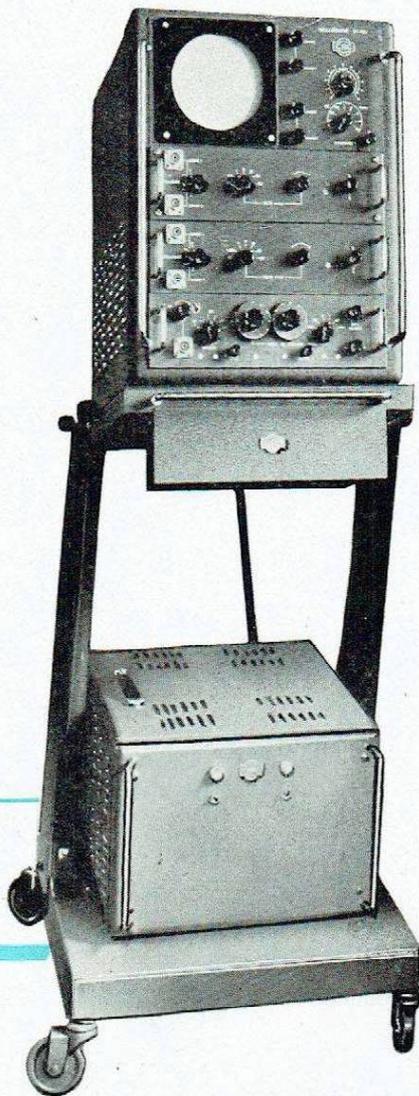
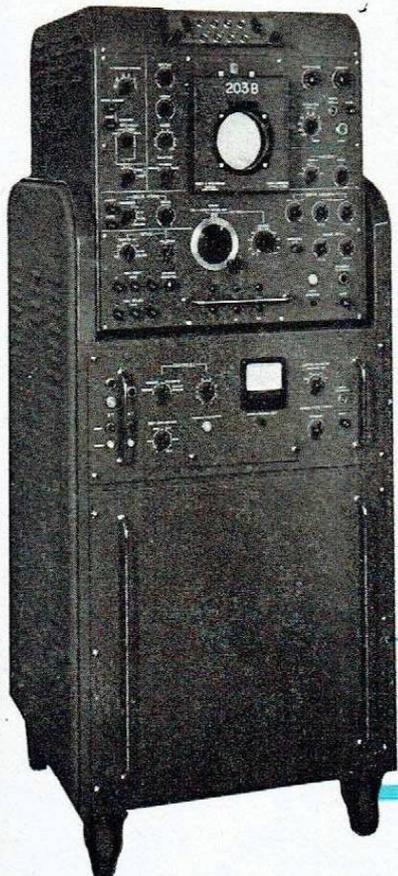
Signalons, parmi les tubes de sécurité non miniatures, la 5933 qui est une 807 W de faible encombrement ainsi que la double triode à faible résistance interne 6080 destinée à la régulation de tension.

Parmi les tubes redresseurs à gaz, le VX 550 A (3 B 28) et le VX 7400 (4 B 32) satisfont aux exigences « Sécurité ».

Aux deux tubes relais thermiques de temporisation (45 et 90 secondes) est venu s'ajouter un relais thermique à rupture brusque qui associe d'une manière très intéressante la dilatation d'un fil chaud au fonctionnement d'un micro-interrupteur.

Un oscilloscope bien commode, avec son tube à deux faisceaux et ses « tiroirs fonctionnels » interchangeables : le modèle OC 450 de C.R.C.

Pour couvrir toute la gamme des puissances utilisées en haute fréquence industrielle S.F.R. propose deux triodes à filament thorié. Ces tubes ont été développés spécialement pour l'usage industriel.



Les variations de charges, l'application brutale de la tension, l'entretien quasi inexistant des postes HF ont obligé le constructeur à créer des tubes de conception dépouillée caractérisés par une maintenance simplifiée à l'extrême et une très grande robustesse.

Un tube à anode en graphite et enveloppe de verre à refroidissement entièrement naturel permet de fournir 3 kW en montage simple et 6 kW en symétrique (E 1300). La E 1567, dont l'anode est en cuivre, n'exige qu'un très faible débit d'eau de refroidissement. Les éléments du C.O. fonctionnant à telles puissances devant être de toute manière parcourus par un liquide réfrigérant, le refroidissement du tube sera assuré de façon élégante et économique par simple mise en série des deux circulations d'eau. Sous une tension anodique de 8 000 V, cette triode fournit 15 kW de puissance utile (30 kW en symétrique).

Enfin, pour la première fois semble-t-il, les magnétrons franchissent le seuil du domaine des applications industrielles. Nous avons pu voir le magnétron réglable MCV 85 (150 W en régime permanent) qui, outre le téléguidage, trouve son emploi dans l'industrie chimique : un gaz à analyser passe dans un guide UHF ; les impuretés sont mises en évidence par l'examen du spectre de décharge.

Une autre très belle pièce : le 203 B de Ribet-Desjardins, qui présentait également une nouveauté intéressante : le Synchroscope 252 A.

Dans les tubes spéciaux, nous avons remarqué la série des tétrodes à gaz de L.M.T.-L.C.T., parfaites pour actionner un moteur en vitesse commandée. De bons thyatron à gaz rare sont également disponibles à la Radiotechnique.

Le tube à comptage décimal E 1 T continue à se généraliser. Rappelons que c'est un tube à faisceau laminaire qui a dix positions d'équilibre, repérées par l'apparition d'un spot lumineux devant dix chiffres ; ce tube est susceptible, quand il est associé avec une double triode, de passer de l'une de ces positions à la suivante.

Dans l'utilisation des tubes à faisceau laminaire, une nouveauté également à la Radiotechnique : le tube à coïncidence 911 du S.R.C.T. Un faisceau plat, dévié par deux déflectrices, peut atteindre une anode s'il passe par une fente dans un écran ; suivant que la déflexion est convenable ou non, il atteint l'anode ou est arrêté par l'écran.

Nous avons noté avec beaucoup de plaisir l'apparition du tube amplificateur de brillance, construit par Massiot et la Radio Industrie. On l'utilise pour examiner en plein jour des détails sur une visée radioscopique, il permet une augmentation de brillance de près de 900, optique comprise.

Puisque nous en sommes à l'optique électronique, signalons les progrès des tubes analyseurs de télévision, qui ont permis la réalisation d'ensembles de télévision industriels parfaitement au point et d'emploi très facile.

C'est ainsi que nous avons vu la fameuse caméra de T.V. spirale de Derveaux, et que nous avons admiré des démonstrations de T.V. industrielle chez Visseaux, Philips Industrie et C.F.T.H. Chez ce dernier, nous avons assisté à une expérience très intéressante. Il était 18 h. 30, le Salon n'était éclairé que par la lumière du jour, qui était très parcimonieusement distribuée ce jour-là (c'était un dimanche, par conséquent il pleuvait). La caméra, munie d'un téléobjectif (qui faisait que le pouvoir séparateur de l'ensemble était de l'ordre de celui de l'œil) a été braquée sur un stand voisin. Nous avons vu nettement mieux les détails de celui-ci sur le tube cathodique qu'à l'œil nu. Nous sommes loin du temps où l'on craignait l'inflammation des acteurs sous le feu des projecteurs.

Comme tubes sensibles à la lumière, nous avons remarqué, outre la sortie en France de la 929 (Mazda, Visseaux), la première cellule à multiplication d'électrons de la Radiotechnique sous le nom de 50 AVP.

Pèle-mêle...

Des circuits imprimés sont réalisés par Visseaux et Sadir-Carpentier... La céramique pour la H.F. industrielle se trouve chez National... Une remarquable machine à calculer analogique était présentée par Derveaux... Des moteurs diphasés pour les servomécanismes se trouvaient chez Sadir-Carpentier et chez Cameca (chez ce dernier nous avons admiré une démonstration de sa faible inertie : l'inversion du sens de marche était si brusque qu'il était presque impossible de l'apercevoir)... Un embrayage magnétique était présenté par la Céramique Ferro-Electrique... Des tubes compteurs de Geiger se trouvaient au stand de la C.S.F. et à celui de L.M.T... Un ohmmètre automatique ainsi qu'un pont à transistors étaient présentés par R.C.T. Filtrosphère.

Et tout cela sans compter les « Appareils que nous avons oubliés » présentés par un nombre considérable d'exposants...

J.-P. CEHMICHEN.

A travers la

MACHINE COUPANT LES FILS A UNE LONGUEUR PREDETERMINEE

Electronics
Vol. 26, N° 2, pp. 252, 254, 256 et 258
New-York, février 1955

Le câblage en série de plusieurs instruments, en particulier des engins spéciaux, nécessite l'emploi de longueurs de fils déterminées, connues à l'avance.

La machine que décrit **Electronics** fonctionne de la façon suivante : le fil est introduit entre deux rouleaux qui le font avancer, un de ces rouleaux entraînant un disque rupteur qui module la lumière reçue par une cellule photo-électrique. Les impulsions reçues par cette cellule, à raison de 1 par seizième de pouce de fil (environ 1,5 mm) sont comptées par trois décades électroniques, précédées d'un compteur binaire à base 16.

Le nombre de pouces et de seizièmes de pouces de fil désiré est noté sur ces compteurs, qui sont du type « prédéterminé ». Lorsque la longueur notée est atteinte, un couteau entre en jeu et coupe le fil.

Un totalisateur compte le nombre de fils d'une longueur déterminée coupés par la machine, et fait entendre un signal sonore quand le nombre voulu est atteint.

Le principe de cette machine semble applicable à d'autres matériaux que le fil, ce qui lui donnerait plus d'emplois en France où nous n'en sommes pas à câbler des systèmes en série telle que semblable machine soit rentable (hélas !). — P.J.

IGNITRON A ELECTRODE D'ARC VIBRANTE

Yosisuke Hatta et Shoji Hiraga
Electronics
Vol. 26, N° 2, pp. 249, 250, 252, 254 et 256
New-York, février 1955

Nos lecteurs connaissent certainement les ignitrons, ces gros redresseurs à vapeur de mercure dans lesquels la vaporisation du mercure et l'amorçage de l'ionisation sont produits par un arc que l'on fait jaillir entre le mercure et une électrode appelée « igniteur ».

L'inconvénient de tels tubes est la difficulté de réaliser un arc convenable sans consommer beaucoup de puissance, et sans avoir de grandes dispersions de caractéristiques d'un tube à l'autre.

La méthode indiquée par les auteurs permet de s'affranchir des difficultés en question : on utilise comme électrode d'arc une tige d'acier dont on provoque l'oscillation depuis l'extérieur de l'ampoule par un champ magnétique alternatif (la tige est surmontée d'un aimant permanent, et on peut ainsi parfaitement commander sa vibration. En particulier, on peut donner à celle-ci la phase que l'on désire par rapport à la phase de la tension anodique du tube).

L'arc s'amorce au moment où le contact entre la tige et le mercure est rompu. En modifiant la phase de la tension qui provoque la vibration de la tige par rapport à la tension

anodique du tube, on fait varier la proportion du temps pendant laquelle le tube est conducteur, donc le courant redressé.

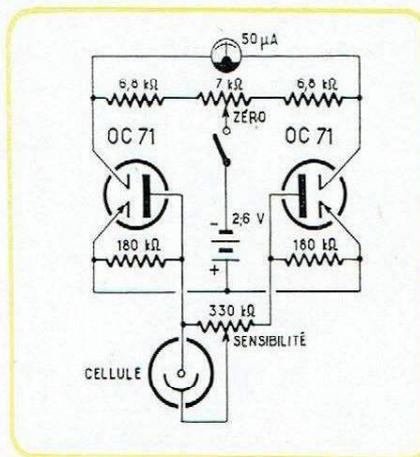
Ces ignitrons sont employés dans la soudure électrique, et il est très intéressant d'avoir un système producteur d'arc qui ne consomme pas trop de puissance en dehors des moments de pleine utilisation, et surtout qui soit susceptible de durer aussi longtemps que possible. Le système à igniteur vibrant semble beaucoup plus robuste à l'usage que le modèle classique. — J.-P. CE.

UN AMPLIFICATEUR A COURANT CONTINU A TRANSISTORS

G. Johnson
Wireless World
Vol. 61, N° 2, pp. 31 et 32
Londres, janvier 1955

L'amplificateur dont nous reproduisons le schéma est destiné à équiper un photomètre utilisant une cellule à couche d'arrêt au sélénium. L'utilisation de deux transistors en push-pull a permis de s'affranchir complètement de la sensibilité à la température qui est l'inconvénient habituel de ce type d'amplificateur.

L'amplificateur utilise deux transistors de jonction type OC 71, dont on égalise les températures en les plaçant dans deux trous



Symétrique, cet amplificateur pour cellule est protégé de l'action de la température sur les transistors.

voisins percés dans un bloc d'aluminium. La pile utilisée est une 2,6 V qui peut assurer un service de 3 000 heures avec une consommation moyenne de 200 μ A. Le gain de l'ensemble est d'environ 30, permettant de faire dévier l'appareil de 50 μ A (dont l'échelle a 18 cm de long) pour un courant d'entrée de 2 μ A.

Le bruit de fond est pratiquement indécélable : cela est surtout dû au fait que ce bruit est à fréquence relativement élevée et que l'aiguille de l'appareil ne peut pas le suivre. — O.B.

CONDENSATEURS AJUSTABLES DE GRANDE VALEUR

Publicité dans
Electronics
New-York, février 1955

Réalisés par la firme **Film Capacitor Inc.**, 3400 Park Av., New York, ces condensateurs sont ajustables dans les limites de $\pm 1\%$ de leur valeur nominale, vraisemblablement par compression de l'empilement électrodes-diélectrique.

Ils utilisent un enroulement non-inductif d'armatures conductrices et de diélectrique en Teflon ou polystyrène et existent pour la tension de service de 200 V depuis 0,01 μ F jusqu'à 1 μ F (ce dernier condensateur est donc réglable de 0,99 à 1,01 μ F, ce qui peut rendre de notable services dans la réalisation d'oscillateurs B.F. précis et de filtres). — B.O.

POSITIONNEMENT ELECTRONIQUE D'UNE MACHINE PAR COMPTAGE

Compte rendu d'exposition
Wireless World
Vol. 61, N° 2, pp. 25 à 27
Londres, janvier 1955

Le système décrit ci-après, et utilisé par Ferranti, a pour but de faire occuper à une machine une série de positions correspondant à un programme établi à l'avance.

Pour cela, le programme est enregistré sur ruban magnétique sous forme d'impulsions, chaque impulsion correspondant à un déplacement de 2,5 microns (un dix-millième de pouce). Lorsque la partie mobile de la machine se déplace, une grille finement gravée l'accompagne dans son mouvement, passant entre une lampe et une cellule photo-électrique, de telle sorte qu'à chaque déplacement de 2,5 microns, une impulsion soit envoyée à un compteur. Ce compteur est équipé de tubes « Décatrons » très couramment utilisés en Angleterre pour le comptage et qui sont des tubes contenant du néon dans lesquels la décharge peut se faire en dix positions différentes, sautant de l'une à l'autre par application d'une impulsion à une électrode auxiliaire.

Une fois que le nombre d'impulsions correspondant au déplacement prévu dans le programme a été compté, le déplacement de la machine s'arrête de lui-même : la partie mobile est alors en position correcte.

Ce résultat a été obtenu d'une façon originale en utilisant les Décatrons ; dans ces tubes, l'ionisation tourne dans un certain sens, mais, en inversant les connexions, on peut la faire tourner dans l'autre sens, et le compteur retranche alors les impulsions qu'il reçoit de celles qu'il avait reçues alors qu'il tournait dans le premier sens. Quand on a envoyé autant d'impulsions après le changement de connexion qu'avant, le compteur est revenu au zéro et délivre une impulsion qui arrête le mouvement de la machine.

La plus grande difficulté était de disposer d'un système optique qui permette de compter

Presse Mondiale

les déplacements élémentaires de 2,5 microns. Le système utilisé est le suivant : un fin réseau est lié à la partie mobile de la machine, et il passe très près d'un réseau identique fixe, provoquant alternativement des éclaircissements et des assombrissements de l'ensemble, facilement détectables par la cellule photo-électrique. Chaque réseau a 200 lignes par mm, et le réseau fixe est très légèrement incliné par rapport au réseau mobile, de telle sorte que des moirures se déplacent parallèlement aux lignes des réseaux, celles-ci étant perpendiculaires au déplacement de la machine. — J.P.L.

DEPHASEUR A GRAND ANGLE POUR APPLICATIONS INDUSTRIELLES

Electronics

W. J. Brown

Vol. 28, N° 3, p. 188 à 193.

New York, mars 1955

Dans de nombreux montages industriels, on rencontre des déphaseurs, en général destinés à commander le courant moyen d'un thyatron en appliquant à sa grille une tension plus ou moins déphasée par rapport à sa tension anodique. Le montage le plus couramment utilisé est celui de la figure 1a ; il comporte un élément purement réactif (L) et une résistance pure (R).

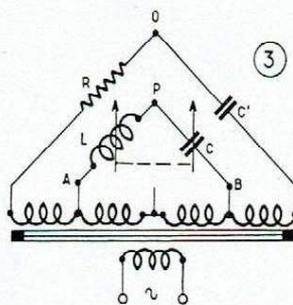
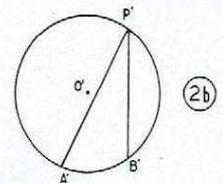
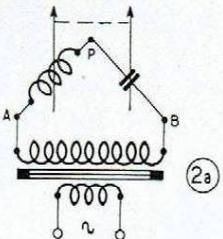
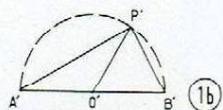
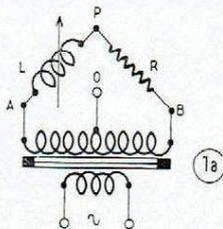
Etant donné que le même courant traverse ces deux éléments, la tension aux bornes de l'élément réactif est déphasé de 90° par rapport à la tension aux bornes de la résistance pure. Comme la somme vectorielle de ces deux tensions est égale à la tension aux bornes du secondaire du transformateur T, on peut en déduire que, sur le diagramme vectoriel des tensions, le point P' (fig. 2b) représentant la phase de la tension en P dans le montage de la figure 1a se trouve sur un demi-cercle dont A'B' est le diamètre.

Si nous faisons varier la self-induction de L, P' va se déplacer sur ce cercle. En prenant comme tension de référence celle du point O (O' sur le diagramme vectoriel), on voit que la différence de potentiel entre O et P va, tout en gardant une amplitude constante, avoir une phase susceptible de varier de 180° .

Mais, pour qu'il en soit vraiment ainsi, il est nécessaire que L varie de 0 à l'infini, ce qui est pour le moins difficile... Aussi le montage de la figure 2a est-il intéressant. Il comporte, à la place de R, un autre élément réactif, cette fois un condensateur.

Si l'on fait varier simultanément les valeurs de L et C de sorte que le coefficient de sur-tension du circuit oscillant ainsi constitué soit modifié, on peut démontrer que l'angle des deux vecteurs A'P' et B'P' qui, sur le diagramme vectoriel 2b, représentent les tensions aux bornes de AP et de BP, reste constant. Comme tout à l'heure, le point P se déplace donc sur un cercle passant par les points A' et B' ; mais ici, l'angle A'P'B' est aigu. Aussi le point P' tourne-t-il beaucoup plus.

Il faut maintenant matérialiser la tension de référence, qui correspond sur le diagramme vectoriel au point O'. Ceci se fait en utilisant un ensemble constitué d'une résistance et d'un



Comment on passe progressivement du montage classique (1a) capable de créer un déphasage inférieur à 180° à un schéma (3) permettant de dépasser largement cette valeur.

condensateur branché sur des prises du secondaire de T dont une partie alimente notre ensemble condensateur et bobine : sur la figure 3, la tension dont la phase tourne beaucoup est prélevée entre le point O et le point P ; elle est d'amplitude constante, mais sa phase varie aisément de 180° sans exiger aucun tour de force de la part des réactances variables.

Le bobinage L est en général une bobine à noyau saturable dont le coefficient de self-induction peut varier suivant la saturation magnétique. On peut ainsi employer ce système pour réaliser une alimentation stabilisée à thyatrons : les deux thyatrons servent de valves à redressement commandé, le taux de redressement étant proportionnel à la phase de la tension grille. Cette phase est déterminée par un système analogue à celui de la figure 3 dont la variation de self-induction de L est obtenue en saturant plus ou moins le noyau de bobinage, le courant qui le sature venant de la différence de potentiel entre la tension redressée et une tension de référence (celle d'un tube à gaz).

Le même montage (celui de la figure 3) peut s'adapter à la réalisation d'émetteurs modulés en phase, en remplaçant L et C par deux tubes à réactance, l'un capacitif, l'autre inductif.

J.-P. CE.

REGULATION AUTOMATIQUE DE LA TEMPERATURE D'UN APPARTEMENT

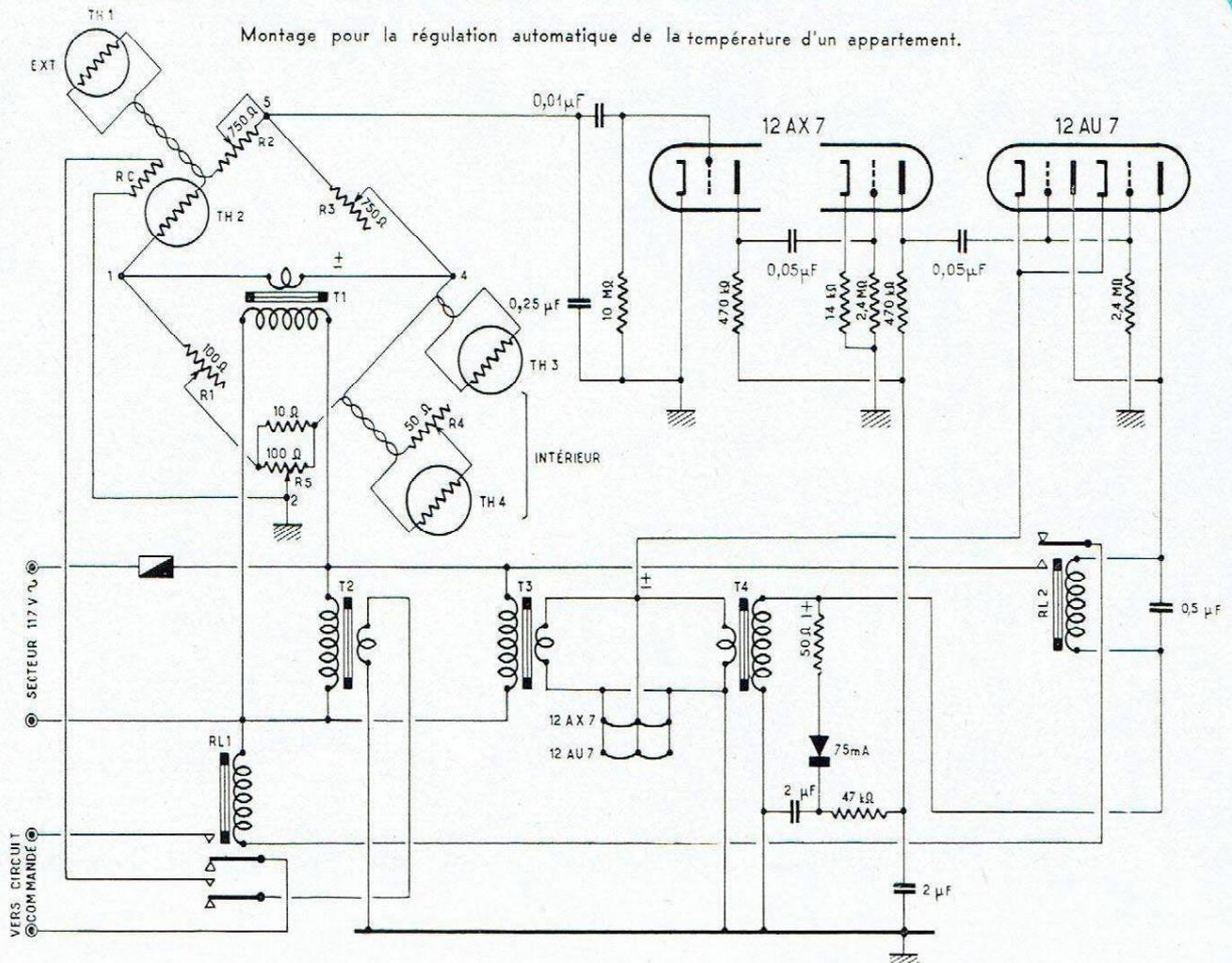
Harry W. Lawson
Radio and Television News
New York, novembre 1953
p. 130, 131 et 231.

Les appartements chauffés au mazout ou à l'électricité peuvent être facilement rendus plus confortables en remplaçant le thermostat par un montage à thermistors plus sensible et surtout capable de créer une sensation de chaleur plus uniforme en provoquant un relèvement de la température intérieure proportionnel au refroidissement extérieur.

On trouvera à la page suivante le schéma d'un dispositif éprouvé, dans lequel on reconnaîtra un montage en pont alimenté en alternatif et dont le déséquilibre dans le sens correspondant au refroidissement des thermistors produit une tension qui, amplifiée par deux étages, provoque la fermeture du relais sensible RL 2, monté de façon à ne fonctionner que pour un déphasage déterminé de la tension d'erreur.

Les thermistors requis, au nombre de 4, sont des modèles à faible résistance de façon à réduire les tensions parasites induites sur les conducteurs de raccordements, même longs et non blindés. Deux d'entre eux sont installés à l'intérieur du local, de préférence dans deux pièces différentes de façon à obtenir la régulation pour la moyenne des températures. Un rhéostat R 4, inséré dans le circuit, et placé à portée de commande, permettra de fixer à volonté la température d'équilibre.

Montage pour la régulation automatique de la température d'un appartement.



Les thermistances TH1 à TH4 sont des modèles identiques (Western Electric type 3 B), en forme de rondelles, et dont la résistance à 20° C est de l'ordre de 30 Ω et la variation de - 4 % par degré C. Les 4 transformateurs sont des modèles 110/6,3 V. Leur débit en 6,3 V peut ne pas dépasser 1 A, sauf pour T 3, qui doit pouvoir fournir 3 A. La résistance chauffante RC est un fil de nickel-chrome d'environ 6 Ω, disposé en forme de boudin au fond d'un boîtier cylin-

drique au sommet duquel se trouve, à 7 ou 8 cm de la résistance, la thermistance TH2. Le relais sensible RL 2 aura une résistance d'enroulement comprise entre 5 et 8 kΩ. Le relais principal RL 1 est alimenté directement par le secteur; ses contacts seront proportionnés à la puissance devant être coupée dans le circuit d'utilisation. Le contact en série dans la ligne chauffant RC aura à couper 1 A sous 6 V. Le redresseur sera prévu pour 120 à 150 V redressés et 75 mA.

Une troisième thermistance, TH1, est placée au dehors, contre un mur exposé au nord, par exemple. Un petit boîtier la protégera des intempéries. La quatrième est placée à proximité d'une résistance chauffante RC, mise sous tension par une des lames du relais final RL 1 commandant l'installation de chauffage. Cette thermistance TH 2 provoquera donc l'arrêt du chauffage au bout d'un certain temps de fonctionnement, pour le remettre en marche après refroidissement si la température de la pièce ne s'est pas relevée suffisamment entre temps. On obtient ainsi une marche cyclique du chauffage, la période active étant d'autant plus fréquente et prolongée que les températures des pièces-témoins et de l'air extérieur sont plus basses.

L'auteur a constaté qu'une excellente compensation était effectuée quand la température obtenue à l'intérieur se trouvait relevée de 0,2° C pour chaque abaissement de 5° C à l'extérieur, la base étant de 21° C à l'in-

térieur par temps doux (ce qui paraîtra un peu élevé à beaucoup de lecteurs...).

Voici maintenant quelques indications pour le montage et le réglage. Il est nécessaire de respecter un sens spécial de branchement en ce qui concerne les transformateurs T1, T3 et T4. Les signes ± repèrent les bornes de phases correspondantes; la vérification sera faite par une mise en série provisoire des 3 secondaires, qui devront procurer une déviation de 18 à 20 V sur un voltmètre alternatif.

Pour le réglage, on commence par installer les quatre thermistances à une température de l'ordre de 20°. Le rhéostat R4 sera réglé à 22 Ω environ, le potentiomètre R 5 étant à mi-course. Le rhéostat R 1 est alors ajusté jusqu'à ce qu'une tension alternative égale soit lue entre les bornes 1 et 2 du pont, d'une part, et 2 et 4, d'autre part. Le rhéostat R 2 est ensuite réglé à 680 Ω et R 3 est ajusté jusqu'à égalisation des tensions 1-5

et 5-4. Refroidir à ce moment TH 3 ou TH 4: les deux relais doivent coller.

Les thermistances sont alors installées à leurs emplacements définitifs. On profitera d'un jour où la température extérieure est voisine de 10° pour calibrer le cadran de R 4 en faisant prendre au bouton de commande différentes orientations et en notant les températures réelles lues après stabilisation à l'intérieur. Une plus forte compensation en fonction de la température extérieure pourra être obtenue en réduisant simultanément la valeur de R 2 et R 3.

L'ancien thermostat, réglé vers 25°, sera conservé à titre de sécurité. Un autre thermostat, réglé vers 18°, pourrait suppléer à une défaillance dans l'autre sens du dispositif de régulation. Mais l'emploi d'un matériel sérieux et le remplacement périodique des tubes devraient rendre ces précautions inutiles.

M. B.

Chauvin Arnoux

TOUS APPAREILS
ÉLECTRIQUES DE MESURE

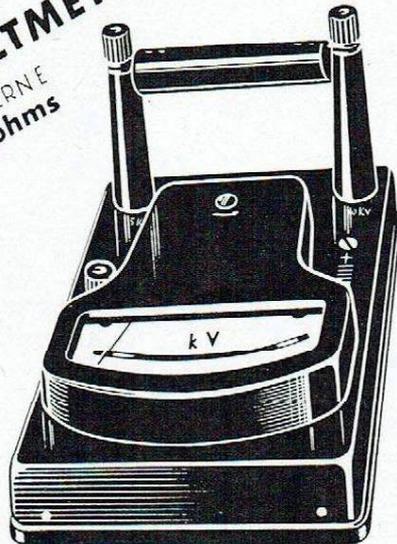
LE CONSTRUCTEUR

NATIONAL

D'APPAREILS

MONDIAUX

RADIO - TÉLÉVISION - ÉLECTRONIQUE
MESUREZ LA **H.T.** « AVEC UN
KILOVOLTÈMÈTRE
RÉSIST. INTERNE
4000 mégohms
15 et 30 KV



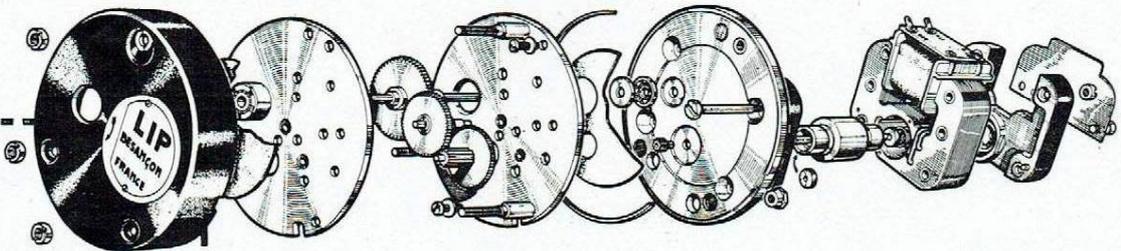
DEMANDEZ LA NOTICE M3-T1

190, RUE CHAMPIONNET, PARIS - TÉL : MAR. 41-40. 4 L ET 52-40. 3 L

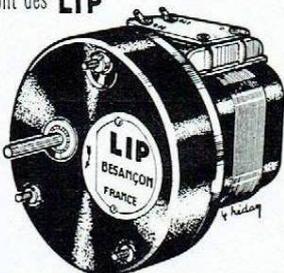
Les micromoteurs électriques

LIP

synchrones ou asynchrones, sont garantis par une
longue tradition de qualité et de précision horlogère.



Plus de 70% des petits moteurs actuellement
en service (soit plus de 300.000 moteurs)
sont des **LIP**



Avantages: robustesse - faible encombrement
- consommation nulle - gamme étendue de vitesses -
aucun parasite - sans entretien.

En 15 ans, 376 applications différentes

LIP
INDUSTRIE

Usines à BESANÇON - Téléphone : 59-31 (9 lignes)

Services de PARIS - 25, Bd Malesherbes - Tél.: ANJou 18-48 +

GRAINS D'ÉLECTRONIQUE

CYCLE DE CONFÉRENCES SUR L'ÉLECTRONIQUE

● A la Foire de Paris, qui aura lieu du 14 au 30 mai, on verra de nombreuses applications de l'électronique, notamment dans les grands halls de la mécanique.

● Les Journées Internationales de Calcul Analogique se tiendront du 27 septembre au 1^{er} octobre 1955 à Bruxelles. Pour tous renseignements, s'adresser à la Société Belge des Ingénieurs des Télécommunications, 50, av. Franklin-Roosevelt à Bruxelles.

● Il est incontestable que les dispositifs les plus intéressants d'électronique seront présentés à l'Exposition de Physique qui aura lieu à la Sorbonne du 25 mai au 1^{er} juin.

● Le Syndicat Américain des Fabricants de Radio nous informe que dans les deux premiers mois de 1955 il a été construit 1.357.096 téléviseurs et 2.157.870 récepteurs de radio. L'année dernière, on a fabriqué pendant la même période 847.504 téléviseurs et 1.641.213 postes de radio. L'industrie française est malheureusement loin de ces chiffres...

● Hugo Cohn, Directeur de la Radio Receptor Co à Brooklyn, Etat de New-York, annonce le lancement du plus petit et du moins cher des transistors au germanium dont cette maison compte fabriquer 2.000.000 pièces avant la fin de l'année.

Le Centre de Perfectionnement Technique (28, rue Saint-Dominique, Paris-6^e) organise un cycle de conférences sur l'électronique, selon le calendrier suivant :

23 mai 1955. — Aperçus sur l'évolution des procédés automatiques de calcul, par M. F.-H. Raymond, Directeur de la S.E.A.

6 juin 1955. — Détermination des structures moléculaires par les moyens électroniques et radioélectriques, par M. Freymann, Professeur à la Faculté de Sciences de Rennes.

13 juin 1955. — L'électronique et la connaissance de la matière, par M. J. Devaux, ingénieur en chef au C.N.E.T.

20 juin 1955. — L'état actuel de la technique de la télévision, par M. Deibord, chef du Service Infra-Rouge et Télévision au C.N.E.T.

Pour les invitations, s'adresser au Centre de Perfectionnement Technique.

La Foire de Lille célébrera son trentenaire du 23 avril au 8 mai

La Foire Commerciale et Internationale de Lille fêtera cette année le XXX^e anniversaire de sa fondation. La reconstruction des bâtiments qui avaient été détruits au cours de la seconde guerre mondiale, étant achevée, elle occupera une superficie totale de 200 000 m², dont 80 000 couverts de halls aux structures modernes et adaptées aux Sections qui y sont abritées. Les 10 000 m² du Grand Palais ne suffiront pas à accueillir les Sections Auto et Cycles, tandis que Mécanique, Matière Plastique, Bureau Moderne, etc., recevront un nombre d'exposants jamais atteint. La Radio, la Télévision et l'Électronique feront prime au sein de cette grande manifestation.

Les 25 autres sections de la Foire qui occupent 7 autres grands bâtiments sont pratiquement complètes à l'heure actuelle, et le Comité de Direction concentre principalement ses efforts sur l'organisation d'une propagande intense en France et à l'étranger dans le but d'attirer un nombre record de visiteurs. Cette propagande soulignant la coïncidence des dates entre les Floralies Gantoises, la Foire Internationale de Bruxelles et la manifestation lilloise, doit provoquer le déplacement d'une très importante clientèle étrangère qui assurera aux trois manifestations un retentissement international sans précédent.

Nous avons lu pour vous...

REPRODUCTION SONORE A HAUTE FIDÉLITÉ, par G.A. Briggs. — Un vol. de 368 p. (160x240), illustré de 315 fig. — Editions Radio, Paris. — Prix : 1 800 Fr ; par poste : 1 980 Fr.

La traduction du célèbre ouvrage anglais vient à son heure. La technique de la haute fidélité dont tout le monde parle n'était, en réalité, que l'apanage de rares spécialistes. Grâce au remarquable livre de Briggs, tous les techniciens pourront désormais respecter les règles qui permettent de reproduire fidèlement les sons.

Le livre débute par une étude détaillée des hauts-parleurs électrodynamiques, rédigée par R. Lafaurie, l'excellent traducteur du texte anglais. Puis, l'auteur examine successivement toutes les questions relatives aux baffles et enceintes acoustiques, en indiquant plusieurs réalisations pratiques, avec tous les détails de l'exécution. Ensuite, il examine les divers procédés d'enregistrement magnétique, sur disques et photoélectrique et s'appesantit en particulier sur les divers problèmes que suscite la reproduction correcte des microsillons : erreur de piste, influence de la poussière, pick-ups, points de lecture, etc... Cette dernière partie est remarquablement illustrée par de nombreuses microphotographies originales.

Ce qui confère une valeur particulière à l'ouvrage, ce sont les quelques 80 oscillogrammes relevés par l'auteur et qui constituent la plus éloquentes démonstration des principes qu'il parvient à formuler et qui découlent d'une expérience absolument unique dans ce domaine.

Que ceux qui se contentent d'une audition médiocre s'abstiennent de la lecture du livre de Briggs. Par contre, à ceux qui cherchent en tout la perfection, il donnera une quantité de conseils précieux, très souvent inédits et d'application aisée. Et, de surcroît, il leur procurera quelques heures de lecture agréable, puisque le traducteur a su rendre parfaitement l'humour très britannique de l'auteur, qui surprend dans un ouvrage technique, tout en facilitant son assimilation.

TECHNIQUE ET APPLICATION DES TRANSISTORS, par H. Schreiber. — Un vol. de 160 p. (160x240), illustré de 182 fig. — Editions Radio, Paris. — Prix : 720 Fr ; par poste : 792 Fr.

Si le transistor à pointes pouvait être considéré comme une curiosité de laboratoire, la naissance du transistor à jonctions marque l'avènement de l'ère des semi-conducteurs. L'avenir de l'Électricité n'est plus dans le vide, comme l'affirmait Maurice Leblanc, mais dans ces infimes impuretés qui confèrent au germanium ou au silicium les étonnantes propriétés que l'on connaît.

Paraissant le jour de l'ouverture du Salon de la Pièce Détachée qui consacrait l'entrée du transistor dans la pratique électronique, l'ouvrage de Schreiber permettra à tous les techniciens d'apprendre aisément mais sérieusement la nouvelle technique qui est sans doute quelque peu déroutante au début, mais qu'il faudra assimiler tôt ou tard. Et plus ce sera tôt, mieux cela vaudra, car en cette matière le progrès va vite et il est dangereux de se laisser distancer.

Avec beaucoup de méthode, le livre expose les questions suivantes : principes de base, nature physique des phénomènes mis en jeu, les trois montages fondamentaux, contrôles et mesures, expériences avec un transistor isolé, schémas des amplificateurs, oscillateurs, basscules, multivibrateurs, réalisation d'un pont de mesure des transistors et de plusieurs appareils utilisant les transistors.

En appendice, on trouve une étude mathématique des transistors considérés comme quadripôles, les équations de transformation permettant de passer d'un montage fondamental à l'autre et les caractéristiques des principaux modèles.

Il ne s'agit pas là d'un ouvrage de compilation. L'auteur possède une solide expérience pratique en la matière et cela transparaît à chaque page de cet excellent livre qui est principalement consacré aux transistors à jonctions, mais qui, cependant, n'oublie ni les photos-transistors ni les diodes à cristal.

PETITES ANNONCES La ligne de 44 signes ou espaces : 150 fr. (demandes d'emploi : 75 fr.). Domiciliation à la revue : 150 fr. PAIEMENT D'AVANCE. — Mettre la réponse aux annonces domiciliées, sous enveloppe affranchie ne portant que le numéro de l'annonce.

Ingénieur Conseil expérimenté cherche des relations pour développement de ses études concernant :

1. Amplificateur pour courant alternatif à forte puissance de sortie.
2. Système de téléguidage ni électrique, ni pneumatique.
3. Débitmètre à fort couple, même pour de très petits débits, purement mécanique.
4. Télémessure par photocellule, indépendant de la luminosité.
5. Totalisateur d'une allure général.
6. Télévision à bande réduite.

Ecrire Revue n° 766.

Représentant gr. chif. branches radio, TV, électronique, clientèle constructeurs et administrations, s'adj. carte mat. français ou import. intéressant cette clientèle. Ecr. n° 93, Perdriau, 77, av. de la République, Paris 11^e.

Si vous recherchez à bon compte un appareil de mesure impeccable ou une série de pièces pour une construction, tél. à BER. 18.38. Si nous pouvons vous satisfaire vous gagnerez du temps et de l'argent sans omettre la qualité. Stock actuel important. Labelex, 15, av. P.-V.-Couturier, Fresnes (Seine). Métro ligne de Sceaux.

TOUS les appareils de mesure sont réparés rapidement. Etalonnage des génér. H.F. et B.F.

SERMS 1. aven. du Belvédère. Le Pré-Saint-Gervais. Métro : Mairie-des-Lilas. — VIL. 09-93.

Le

UGON 2

BREVETÉ S.G.D.G.

RELAIS SUBMINIATURE



GRANDEUR REELLE

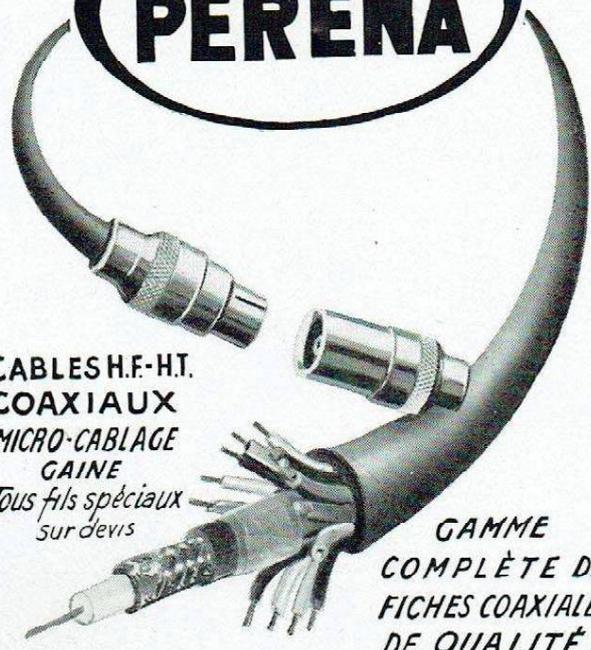
- SENSIBILITÉ 2 milliwats
- POUVOIR DE COUPURE 24 V. - 0,5 A
- TROPICALISÉ (soudures métal-verre)
- MONTAGE A VOLONTÉ sur support subminiature rond normal ou fils à souder
- H. F. 0,7 PF!



LE PROTOTYPE MÉCANIQUE
16 Bis RUE GEORGES-PITARD - PARIS (15^e) - VAU. 38-03

LE MATERIEL DE QUALITÉ

CABLES PERENA



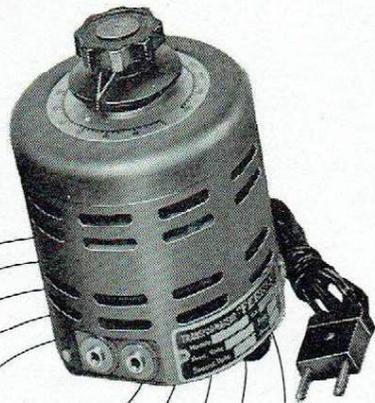
CABLES H.F.-HT.
COAXIAUX
MICRO-CABLAGE
GAINÉ
Tous fils spéciaux sur devis

GAMME COMPLÈTE DE FICHES COAXIALES DE QUALITÉ!

PERENA 48 B^{is} VOLTAIRE 48
PARIS 11^e - Tel. VOL 48-90+

ALTERNOSTAT

AUTO-TRANSFORMATEUR
A RAPPORT PROGRESSIVEMENT VARIABLE

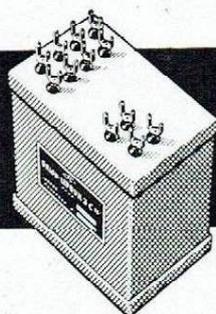


*dimensions réduites
précision du réglage:
0,3%*

NOUVELLE SÉRIE
"AVIATION"
MONOPHASE-TRIPHASE
50 Hertz - 400 Hertz
documentation sur demande

FERRIX S. A. F. A. R. E. Siège à NICE
98, avenue Saint-Lambert
Tél. 849-29
AGENCE DE PARIS : 172, rue Legendre (XVII^e) - Marcadet 99-21

AMPLIFICATEURS MAGNÉTIQUES TRANSDUCTEURS



- Pour signaux courant continu ou très basse fréquence.
- Fonctionnement entièrement statique, étudiés spécialement pour assurer une totale sécurité de service et une absolue stabilité
- Modèles standards, couvrant une gamme de puissance allant de 20 mW à 500 W et possédant plusieurs circuits de commande isolés permettant le mélange de signaux différents.

Applications : ● ASSERVISSEMENT,
● TÉLÉCOMMANDE,
● RÉGULATION, etc...

- Fascicule technique adressé sur demande.

BL

MESURES ÉLECTRIQUES
RELAIS • MICROMOTEURS
AMPLIFICATEURS MAGNÉTIQUES
CONTRÔLE THERMIQUE ET INDUSTRIEL

BRION, LEROUX & C^{ie}
40, QUAI DE JEMMAPES - PARIS (X^e)
TÉLÉPHONE : NORD 81-48 et 81-49 - BOTZARIS 85-88

LA MAÎTRISE PUBLICITAIRE - PARIS

1 seul APPAREIL

le
VOLTÈMÈTRE
A LAMPE
742
MEIRIX

TOUTES LES
mesures
DE TENSION

Permet grâce à ses sondes interchangeables la mesure des tensions continues, alternatives T.H.T. - V.H.F.

EXCELLENTE STABILITÉ
DIMENSIONS RÉDUITES
245 x 170 x 125
FAIBLE POIDS - 3 K. 500

C^{IE} GÉNÉRALE DE
MÉTROLOGIE
ANNECY FRANCE

LEADER DE LA MÉTROLOGIE INTERNATIONALE

Agence à **PARIS**, 16, RUE FONTAINE (9^e)
Tél. : TRI. 02-34

Etudiez aujourd'hui
la technique de demain



TECHNIQUE ET APPLICATIONS DES TRANSISTORS

par **H. SCHREIBER**

Ce livre fait le point de l'état actuel de la technique des diodes et des triodes à cristal. Il initie le lecteur aux notions tout à fait nouvelles qui changent l'aspect habituel de l'électronique classique utilisant les tubes à vide. Rédigé par un spécialiste qui a l'expérience pratique des mesures et des montages à transistors, cet ouvrage ouvre le domaine des applications à ceux qui l'étudient avec soin.

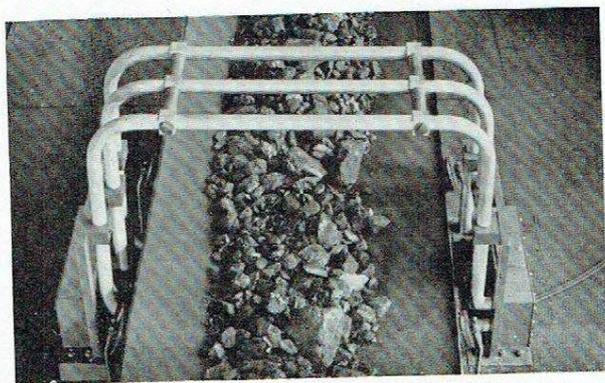
SOMMAIRE :

Propriétés générales. — Fonctionnement du transistor à pointes et à jonctions. — Physique et technique des semi-conducteurs. — Technologie des transistors à jonctions (triodes, tétrodes, phototransistors). — Les trois montages fondamentaux. — Contrôle. — Mesures et expériences sur un transistor isolé. — Amplification B.F. — Contre-réaction. — Etage final. — Compensation de l'effet de température. — Réalisation d'amplificateurs B.F. — Amplification H.F. — Oscillateurs. — La détection. — Récepteurs à transistors. — Circuits électroniques (bascules, multivibrateurs, intégrateurs, etc...). — Le transistor comme quadripôle. — Caractéristiques des transistors.

Un vol. de 160 pages (160 x 240) illustré de 182 figures.
PRIX : 720 F ☆ PAR POSTE : 792 F

PIC

FONTAINEBLEAU



DÉTECTEUR ÉLECTRONIQUE

SIGNALISATION • ASSERVISSEMENT
TÉLÉCOMMANDE
POUR SILOS, TRÉMIES, RÉSERVOIRS
DÉTECTION DE FERRAILLES
POMPAGE PNEUMATIQUE DE LIQUIDES CHARGÉS

La Technique la plus moderne



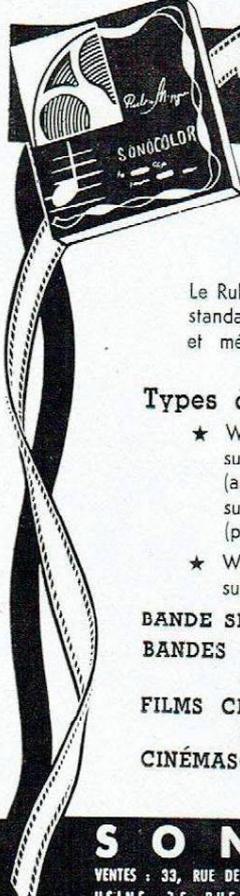

La plus ancienne expérience.

En
Pièces diverses
pour
RADIO & TÉLÉVISION
Supports de tubes
Œillets - Cosses
Rivets creux
QUALITÉ INÉGALÉE

**MANUFACTURE FRANÇAISE
D'ŒILLETS MÉTALLIQUES**
SOCIÉTÉ ANONYME AU CAPITAL 120.000.000 DE FR.

64, B^e DE STRASBOURG - PARIS - X - TEL. BOT. 72-76-

D.I.F.P.



**BANDES FILMS DISQUES
MAGNÉTIQUES**

LES SPÉCIALISTES
sont d'accord :

Le Ruban Magnétique **SONOCOLOR** sur Vinyl.,
standard 6,3 mm, offre des qualités électriques
et mécaniques

remarquables

Types à oxyde enduit

- ★ W.H.S. épaisseur 50 microns
sur bobine plastique = 45, 90, 180, 360 mètres
(amateurs)
sur plateaux = 800, 935, 1000 mètres
(professionnels)
- ★ W.S.M. épaisseur 40 microns (EXTRA MINCE)
sur bobine plastique = 60, 125, 250 et 500 m

BANDE SPÉCIALE SYNCHRO-CINÉ (250 mètres)
BANDES SPÉCIALES 17,8 mm
et multipistes toutes largeurs

FILMS CINÉ MAGNÉTIQUES
couchage sur films tous formats

CINÉMASCOPE - MACHINES A COUCHER

SONOCOLOR

VENTES : 33, RUE DE LA FOLIE-MÉRICOURT - PARIS XI^e - VOL. 23-20 et 23-21
USINE : 35, RUE VICTOR-HUGO - IVRY (SEINE) - I.T.A. 44-54

Asservissement total

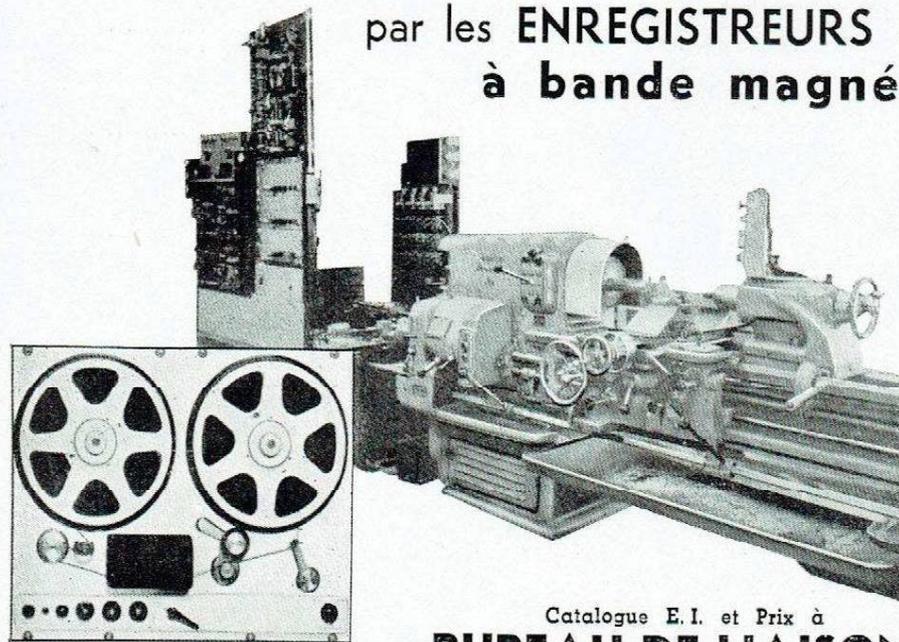
des machines-outils
par les **ENREGISTREURS** et **REPRODUCTEURS**
à bande magnétique

AMPEX

Savez-vous que la commande automatique et simultanée de plusieurs machines outils, assurée et contrôlée par ruban magnétique, vous permettra de reproduire en série une pièce prototype ?

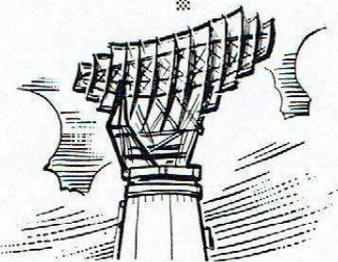
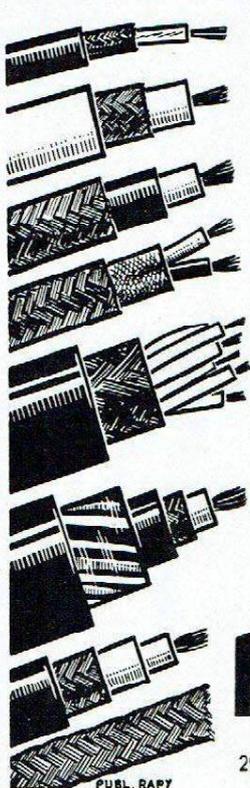
Les enregistreurs-reproducteurs Ampex, déjà utilisés aux U.S.A. par des sociétés telles que General Electric permettent cet asservissement total.

Les signaux enregistrés sur bande magnétique, d'après la pièce mère, sont transformés après lecture de la bande en courants électriques qui, amplifiés, agissent sur les organes de commande de la machine ; il devient possible par ce moyen de réguler des mouvements, de provoquer des déplacements de vitesse et d'amplitude déterminées, de temporiser une succession d'opérations.



Catalogue E. I. et Prix à
BUREAU DE LIAISON ROCKE INTERNATIONAL
113, RUE DE L'UNIVERSITÉ, PARIS-7^e - INV. 99-20

ÉLECTRONIQUE



TOUS FILS ET CÂBLES *Spéciaux*

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

FILOTEX

S.A.R.L. au capital de 50 millions
296, avenue Henri-Barbusse, DRAVEIL (S. & O.)
Téléph. : Belle-Épine 55-87+

PUBL. RAPY

électronique Industrielle

BULLETIN D'ABONNEMENT

à découper et à adresser à la

SOCIÉTÉ DES ÉDITIONS RADIO
9, Rue Jacob, PARIS-6^e

Pour être au courant de tous les progrès de l'Électronique, pour accroître leur valeur professionnelle, tous les techniciens doivent souscrire un abonnement à leur Revue.

Tous les chèques bancaires, mandats, virements doivent être libellés au nom de la SOCIÉTÉ DES ÉDITIONS RADIO, 9, Rue Jacob - PARIS-6^e

Pour la BELGIQUE et le Congo Belge, s'adresser à la Sté BELGE DES ÉDITIONS RADIO, 204a, chaussée de Waterloo, Bruxelles ou à votre librairie habituel.

NOM.....
(Lettres d'imprimerie S.V.P. !)

ADRESSE.....

souscrit un abonnement de 1 AN (6 numéros) à servir à partir du N°..... (ou du mois de.....) au prix de 1.500 fr. (Étranger 1.800 fr.)

MODE DE RÈGLEMENT (Biffer les mentions inutiles)

- MANDAT ci-joint ● CHÈQUE ci-joint ● VIREMENT POSTAL de ce jour
au C. C. P. Paris 1.164-34

DATE : SIGNATURE :

TECHNOS

LA LIBRAIRIE TECHNIQUE

5, Rue Mazet - PARIS-VI^e
(MÉTRO : ODÉON)

Ch. Postaux 5401-56 - Téléphone : DAN. 88-50

TOUS LES OUVRAGES FRANÇAIS ET ÉTRANGERS SUR LA RADIO - CONSEILS PAR SPÉCIALISTE

Librairie ouverte de 9 à 12 h. et de 14 h. à 18 h. 30

Envoi possible contre remboursement avec supplément de 60 fr. Frais d'expédition : 10 % avec maxim. de 150 fr. (étranger 20 %)

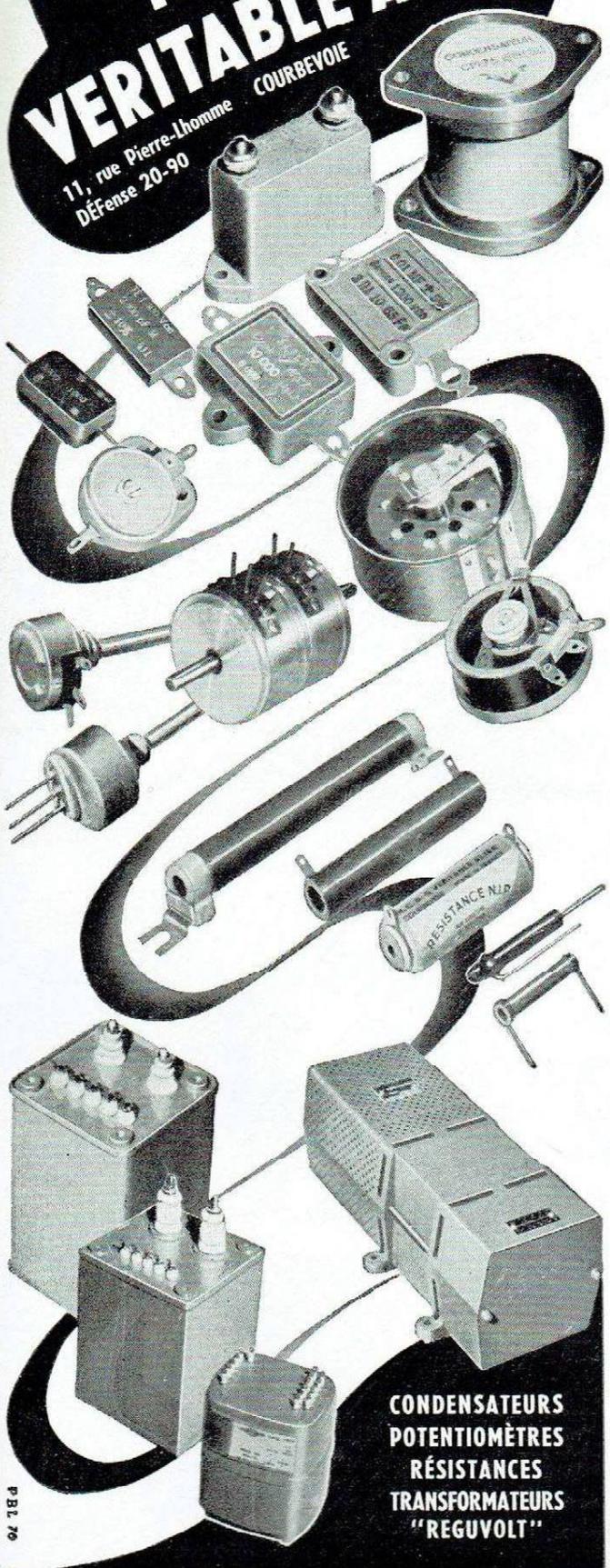
Librairie de détail, nous ne fournissons pas les libraires

EXTRAIT DU CATALOGUE

- ENGINEERING CYBERNETICS, par H.S. Tsien (en américain). — L'application pratique de la cybernétique aux servomécanismes. 290 pages 2.550 fr.
- MAGNETIC AMPLIFIER CIRCUITS, par W.A. Geyger (en américain). — Principes de base, caractéristiques et applications des amplificateurs magnétiques. 276 pages 2.350 »
- TRANSISTORS, par A. Coblenz et H.L. Owens. — Traité technique sur théorie, fabrication et applications des transistors. 313 pages (en américain) .. 2.375 »
- AUTOMATIC FEEDBACK CONTROL SYSTEM SYNTHESIS, par J.G. Truxal (en américain). — Etude très poussée sur la notion de la contre-réaction dans les servo-mécanismes. 676 pages 4.950 »
- TUBES D'ÉMISSION, par J.H. Heyboer et P. Zijlstra. — Ce volume VII de la collection Philips « Tubes électroniques » traite de l'emploi des tubes pentodes, tetrodes et triodes dans les montages d'émission 1.800 »
- TECHNIQUE ET APPLICATIONS DES TRANSISTORS, par H. Schreiber. — Cours détaillé et essentiellement pratique sur la technique des transistors à jonctions et à pointes et leurs applications dans les montages amplificateurs, récepteurs et électroniques. 160 pages 720 »
- HANDBUCH DER INDUSTRIELLEN ELEKTRONIK, par R. Kretzmann (en allemand). — Applications pratiques de l'électronique dans l'industrie moderne. 350 pages (1954) 1.600 »
- INTRODUCTION A L'ÉLECTRONIQUE, par P. Grau. — Exposé détaillé des circuits types de l'électronique ; leurs applications à la fabrication industrielle, aux servo-mécanismes et aux mesures. 212 pages (1954) 1.650 »
- LIGNES A RETARD ET LEUR UTILISATION (Les), par G. Potier. — Etude des filtres introduisant un temps de transmission ; applications aux télécommunications et au radar. 104 pages grand format (1953) 1.500 »
- PHOTOÉLECTRICITÉ ET SES APPLICATIONS (La), par Z. Zworykin et G. Ramberg. — Traduit de l'américain, ce livre traite en détail la photoélectricité et ses applications en électronique et télévision. 464 pages, relié (1953) 4.250 »
- PIÉZO-ÉLECTRICITÉ, par E. Palmans. — Etude des diverses matières piézo-électriques ; effets statiques et de résonance avec leurs applications. 162 pages. 375 »
- REDRESSEURS EN SIMPLE ALTERNANCE (Les), par J. Lecorguillier. — Etude théorique du redressement ; ses conditions de fonctionnement. 160 pages grand format (1953) 1.850 »
- RÉGIMES TRANSITOIRES DANS LES RESEAUX ÉLECTRIQUES (Les), par P. Poincelot. — Transformation des impulsions dans les circuits électriques, filtres, récepteurs, etc. 132 pages grand format (1953) 2.000 »

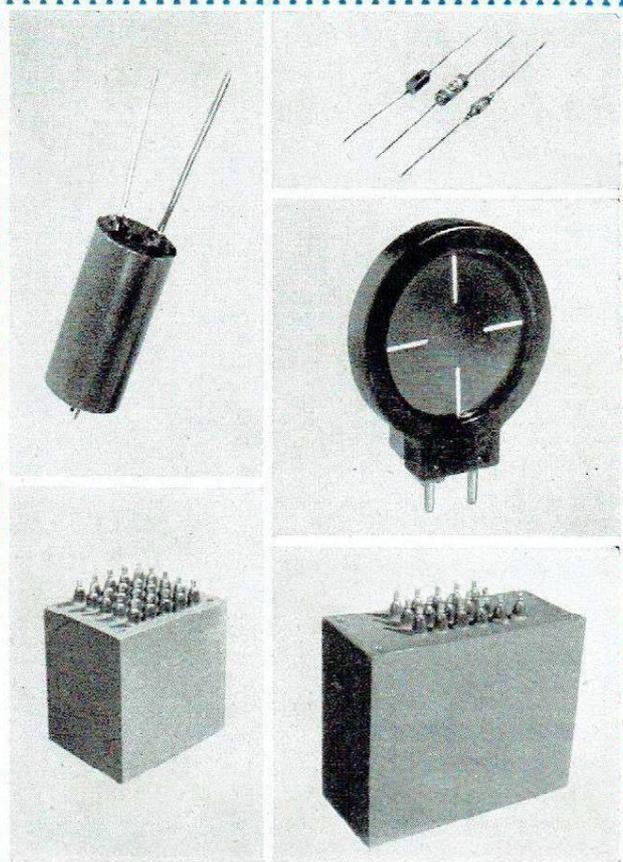
CATALOGUE COMPLET sur simple demande

ALTER
MCB ET
VERITABLE ALTER
 11, rue Pierre-l'homme
 DÉfense 20-90 COURBEVOIE



CONDENSATEURS
 POTENTIOMÈTRES
 RÉSTANCES
 TRANSFORMATEURS
 "REGUVOLT"

04 18 d



EN BOITIERS
 ÉTANCHES
 ÉLÉMENTS
 REDRESSEURS
 DE
 HAUTE QUALITÉ

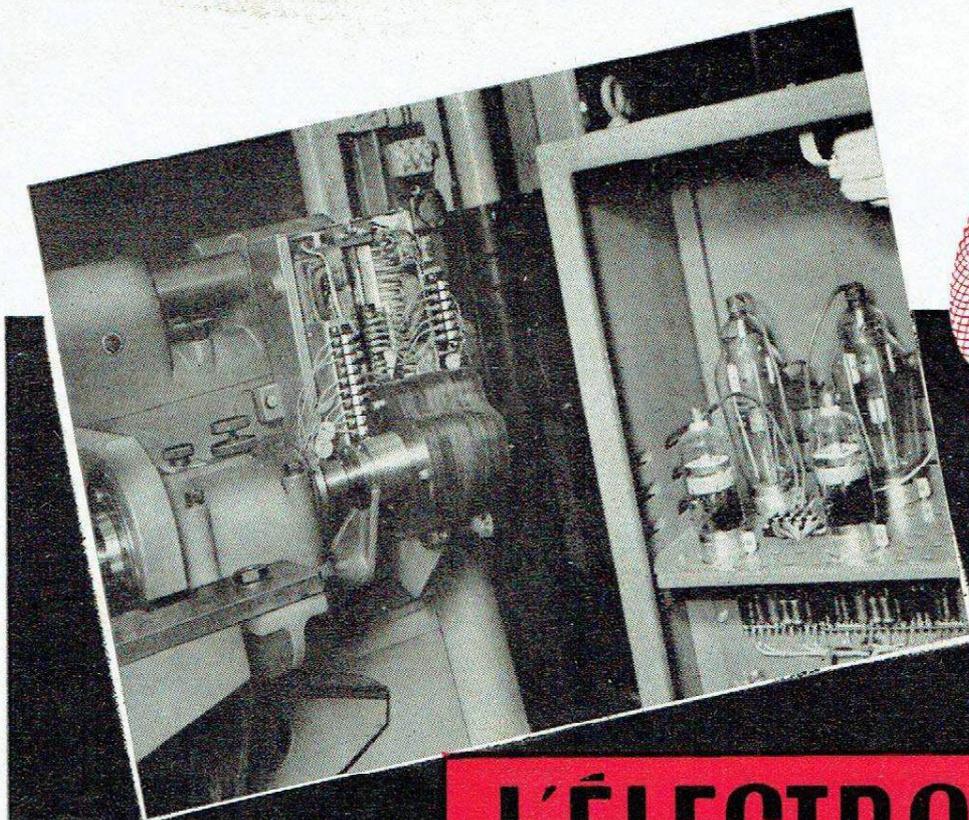
SIPER

- WESTALITE • OXYMÉTAL
- GERMANIUM
- CELLULES PHOTO-ÉLECTRIQUES WESTAPHOT

COMPAGNIE DES FREINS ET SIGNAUX
WESTINGHOUSE

DÉPARTEMENT REDRESSEURS

51, Rue Lacordaire - Paris-15° - LECourbe 46-20



Tour à recopier ERNAULT-BATIGNOLLES avec variateur électronique SCIAKI équipé de thyristors "DARIO"

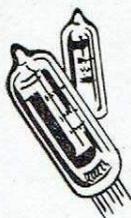


L'ÉLECTRONIQUE

est au service de

L'INDUSTRIE

LA RADIOTECHNIQUE met à la disposition des Constructeurs d'Équipements Électroniques :

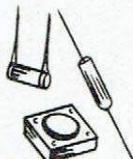


LES TUBES ÉLECTRONIQUES "DARIO" ET "MINIWATT-DARIO"

Thyristors, Cellules photoélectriques, Redresseurs, Tubes professionnels de la série "SÉCURITÉ" etc...



UN LABORATOIRE D'APPLICATIONS
pour études de circuits. Mise au point
de prototypes et recherches diverses.



LES PIÈCES DÉTACHÉES "TRANSCO" DE QUALITÉ

Condensateurs, Auto-transformateurs variables, Résistances, Ferroxcube, etc...



UNE DOCUMENTATION TECHNIQUE
très complète et en particulier le Bulletin d'Informations "ÉLECTRONIQUE & INDUSTRIE".