

1951AFES...21...196

Dispositif électronique pour la mesure industrielle des temps très courts (1/1000 de seconde)*

Par M. GOUTELLE,

Ingénieur à la Société Nouvelle
des Constructions Radiophoniques du Centre (Saint-Étienne)

Résumé. — L'Électronique offre de larges possibilités à la chronométrie. La Société Nouvelle des Constructions Radiophoniques du Centre présente deux appareils nouveaux dans ce domaine.

L'un permet les mesures ou la comparaison des temps très courts (millième de seconde) dans les études de relais, de protections, de lignes, d'alternateurs, etc...

Le second appareil compte, démultiplie, enregistre ou engendre des temps avec une précision d'un cent millième de seconde.

Ce sont des ensembles sûrs, robustes, peu encombrants et aisément transportables qui en font des instruments de laboratoire, mais aussi des appareils d'atelier ou d'entretien.

L'appareil construit par la Société Nouvelle des Constructions Radiophoniques du Centre de Saint-Étienne, sous le nom de « A.S.P. 40 », « Chronoscope électronique », est spécialement conçu pour effectuer les mesures des temps de collage et de décollage des relais de toutes natures. Il permet la mesure de temps très courts (jusqu'à la milliseconde) grâce à l'utilisation des tubes à vide dénués d'inertie. L'emploi de cet appareil n'est pourtant pas limité aux relais puisque, par un dispositif simple, on peut toujours produire un court circuit par les pièces dont on étudie le mouvement, de manière à se ramener au cas des contacts des relais; ou commander l'appareil par un dispositif photoélectrique utilisé comme source de polarisation pour la lampe du circuit de charge.

Le principe de l'appareil est basé sur la loi de la charge d'une capacité à travers une résistance, par une source de tension continue. Ce circuit de charge est commandé par une lampe pentode, dont la résistance interne varie de zéro à l'infini, suivant le potentiel auquel sa grille de commande est portée au moyen des contacts du relais ou du dispositif étudié ou de la cellule photoélectrique.

L'instant initial de la mesure est déterminé par un inverseur mécanique dont les contacts s'établissent rigoureusement en synchronisme et qui a deux fonctions :

— ramener à zéro la résistance interne de la pentode (donc permettre à partir de ce moment la charge de la capacité);

(*) Communication présentée à la Société Chronométrique de France en son Assemblée générale de 13-14-15 mai 1950, à Lyon.

— commander électriquement le dispositif à étudier, qu'il met en état de fonctionnement.

L'instant final de la mesure est déterminé par les contacts ou le dispositif auxiliaire, ou la cellule photoélectrique.



FIG. 1. — Appareil de mesures des constantes de temps. — Chronoscope électronique vue d'ensemble.

Entre ces deux instants, la capacité a pris une charge qui est fonction du temps écoulé et que l'on mesure par la différence de potentiel à ses bornes, à l'aide d'un montage en pont, dont deux bras sont constitués

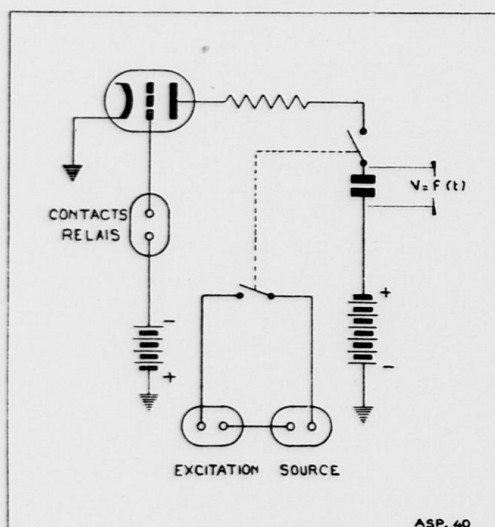
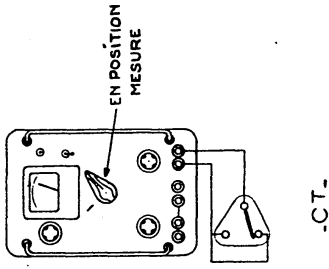


FIG. 2. — Schéma de principe.

par des lampes triodes. Il faut, en effet, prélever la tension aux bornes de la capacité absolument sans débit. On réalise cette condition en connectant la capacité chargée au circuit grille d'une des triodes, dont

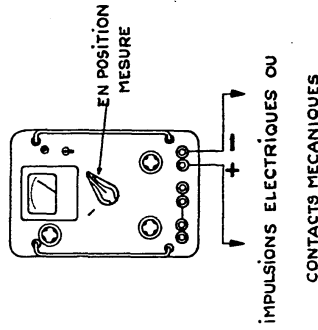
La résistance apparente devient fonction de la tension de la capacité, donc du temps. Le galvanomètre placé dans la diagonale du pont est gradué directement en temps.

MESURES SUR LES RELAIS MECANIQUES



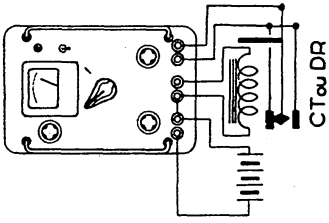
.C.T.

CAS DE LA COMMANDE EXTERIEURE



ASP 40

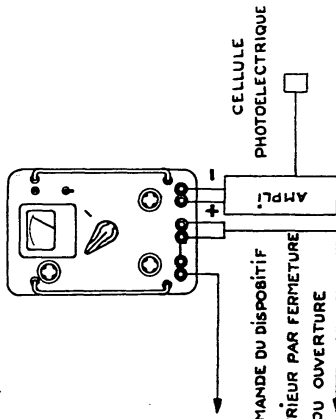
MESURES SUR LES RELAIS CAS DE CONTACTS INVERSEURS



C.T. ou DR

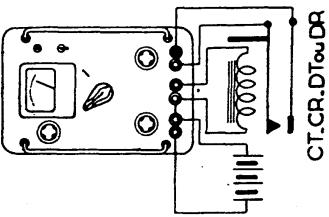
CHRONOMETRIE

POUR DISPOSITIF ELECTRIQUE



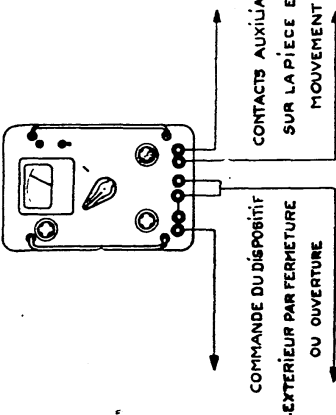
CT ou DR

MESURES SUR LES RELAIS CAS DE CONTACTS SIMPLES



C.T., C.R., D.T. ou DR

POUR DISPOSITIF MECANIQUE



CT, CR, DT ou DR

Fig. 3. — Tableau montrant les connexions de l'appareil avec le dispositif à l'étude suivant la nature du temps à mesurer.

L'appareil présente une autre caractéristique intéressante : il permet l'additionner des temps successivement, (par exemple, des temps d'enclenchement) et de calculer des moyennes. Avec la réalisation actuelle, on mesure les durées comprises entre 1 milliseconde et 10 secondes en

plusieurs sensibilités. On apprécie jusqu'à 0,2 millisecondes; la précision sur la lecture est meilleure que 10 %. Ce chiffre ne constitue d'ailleurs pas une limite et pourrait être facilement abaissé, mais il est suffisant pour l'emploi auquel cet appareil est destiné. L'appareil est très robuste, ne craint aucune surcharge, pèse 5 kg. environ et mesure 32×22×23 cm. Réalisé sous cette forme, l'A.S.P. 40 est un appareil d'atelier et de maintenance.

Voici quelques applications de cet appareil :

- mesures sur les relais des temps de fermeture et d'ouverture des contacts travail ou repos;
- mesure sur les inverseurs, dispositifs d'enclenchement, rupteurs, combinateurs, etc..., des temps de fonctionnement;
- enregistrement du fonctionnement des sécurités en cas d'incident;
- détermination des temps de fonctionnement des disjoncteurs, fusibles, etc...;
- études du démarrage, de l'inversion des moteurs;
- études sur les pièces mobiles;
- études des vitesses de projectiles;
- comparaison de deux temps de fonctionnement, etc...

La précision des mesures est un pourcentage de la lecture (10 % au plus).

L'électronique permet également, par un autre dispositif que l'on appelle « compteur d'impulsions », de mesurer des temps au cent millième de seconde près, ou de produire des étalons secondaires avec la même précision.

Cet appareil compte les impulsions qui lui sont appliquées à des fréquences allant à plus de 100.000 par seconde. On peut donc effectuer des mesures au 100.000^e près. Sans entrer dans des détails techniques, il est bon de savoir simplement qu'il se compose d'une partie qui compte les impulsions et les affiche, sur des galvanomètres pour les 4 premiers chiffres, et sur un compteur mécanique pour les 4 suivants, et d'une partie qui commande la partie compteur de telle manière que l'on puisse :

- compter en permanence les impulsions en commandant manuellement le début et la fin du compte;
- ou compter à partir d'un moment déterminé par un phénomène extérieur très bref;
- ou arrêter un compte par un signal extérieur très bref;
- ou commander un dispositif extérieur après un compte donné, pré-affiché;
- ou commander un enregistreur extérieur; les impulsions peuvent être engendrées par tout phénomène mécanique, thermique, acoustique, etc..., par l'intermédiaire d'un traducteur, tel que microphone, vibrosonde, cellule photoélectrique, thermocompte, etc...

Pour les besoins de la chronométrie, on doit disposer en plus d'un générateur de tops étalonnés en fréquence. On sait, toujours par des moyens électroniques, engendrer des tensions dont les fréquences sont connues à 10⁻⁵ près, ceci très facilement. On peut obtenir des précisions de beaucoup supérieures mais avec des appareillages plus soignés.

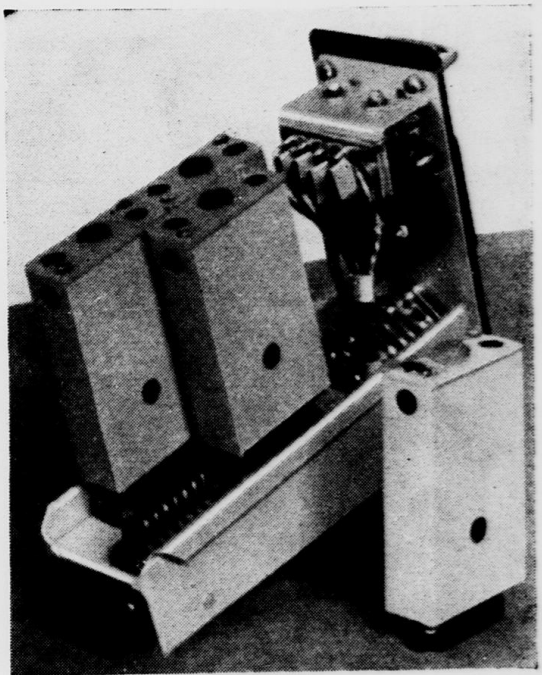
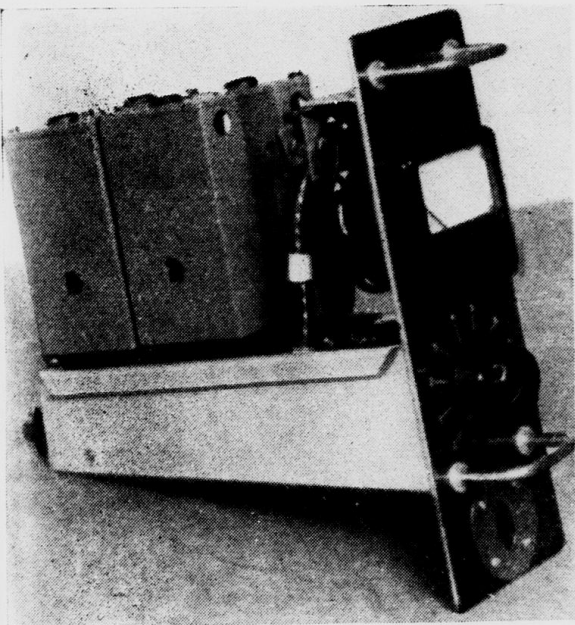
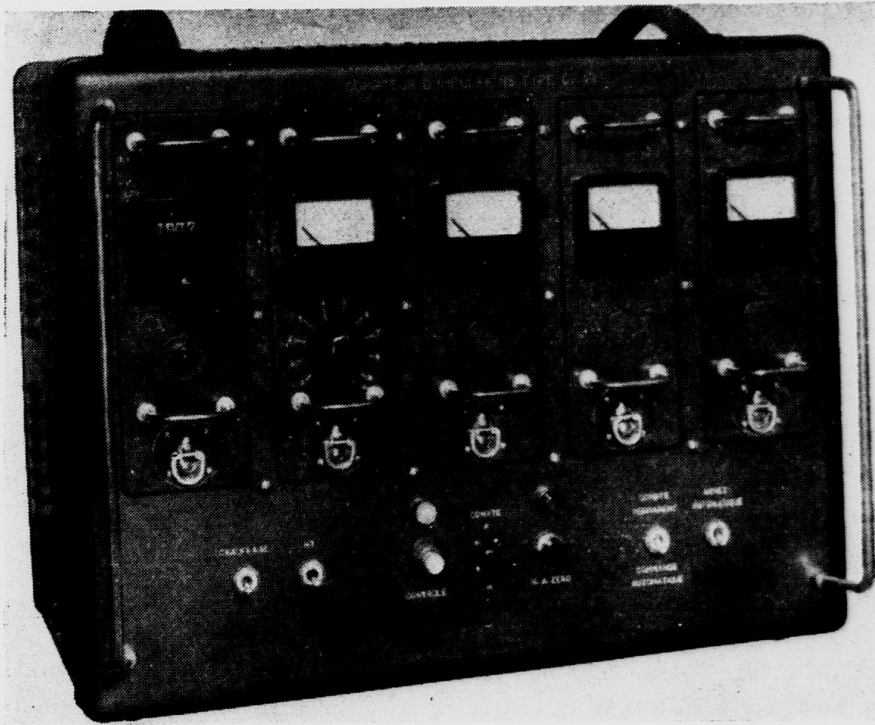


FIG. 4. — Compteur d'impulsions type C. I. 49.

La fréquence utilisée devra être supérieure ou égale à l'inverse de l'erreur absolue tolérée au début et à la fin du temps à mesurer.

Voici trois exemples typiques d'utilisation :

Mesure d'un temps, par exemple, pour déterminer les vitesses d'un projectile. — Par deux cellules photoélectriques distantes d'une longueur connue, on obtient les tops d'ouverture et de fermeture du compte. Dans le cas d'un projectile animé d'une vitesse de 500 m./sec., en utilisant un générateur à une fréquence de 100.000 sec., on connaîtra sa vitesse à 1 % près, en prenant une base de 1 mètre. Ce procédé permet ainsi de se rapprocher de la mesure d'une vitesse instantanée et non plus d'une vitesse moyenne, comme avec les autres procédés.

Étalons de temps. — Si l'on désire obtenir un battement à la seconde, on utilise un oscillateur étalonné à 10^{-6} et par démultiplication on obtient la seconde à 10^{-5} près sous forme d'une impulsion électrique, acoustique ou mécanique (relais), etc...

Comparaison-réglage. — A l'aide d'un oscillographe simple il est possible de comparer directement deux temps, en synchronisant le balayage par le phénomène étalon haute fréquence et en observant le déplacement du spot dû au phénomène à étudier. Le réglage est précis au 100.000^e près. La mesure se fait en plusieurs temps, en utilisant la démultiplication par 1, 10, 100, 1.000, du compteur d'impulsion.

Pour terminer, il faut signaler que cet appareil est robuste, facilement transportable, puisqu'il pèse environ 30 kgs et qu'il est d'une stabilité absolue dans le temps.
