Scan photos:

Le présent fichier PDF rassemble des photos issues d'un article scientifique **publié en 1950** ayant pour titre

Principe et réalisation d'une machine mathématique dite « opérateur mathématique électronique » (OME)

Article publié dans la Revue des *Annales des télécommunications*, Pages 143 à 159, 1950.
L'auteur de l'article est Boris Alexandre Sokoloff, un ingénieur EPCI (école de physique et de chimie industrielle). Il travaillait à la SEA (Société d'Electronique et d'Automatique) en 1950.

L'OME est un produit réalisé par la Société d'Electronique et d'Automatique (S.E.A.), société française créée par François-Henri Raymond, un scientifique et entrepreneur. . Il s'agit d'une ***machine électronique analogique*** et non d'ordinateur numérique. Cette machine analogique est cependant capable d'aider à résoudre (trouver des solutions à) des équations différentielles. Les *solutions* sont obtenues par l'observation de graphes des fonctions mathématiques réalisées analogiquement par la machine, et réalisées au moyen des circuits électriques et des amplificateurs. Ces courbes de fonctions sont représentées de manière analogique sur un oscilloscope.

L'électronique de cette machine est réalisée avec une technologie utilisant des lampes (ou *tubes électroniques*) de type triodes, pentodes ou autres.

Dans le sommaire de l'article on lit *« L'auteur décrit une machine électronique susceptible de résoudre un système canonique de neuf équations différentielles linéaires à une seule variable indépendante. Il montre d'abord que les principes mis en œuvre pour la réalisation de cette machine sont l'extension de ceux utilisés dans la technique des amplificateurs à réaction et des servomécanismes. Il fait ensuite une brève description de certains organes particuliers de cette machine, et en indique les principes fondamentaux. Il expose plus en détail la réalisation de deux appareils indispensables à son fonctionnement : l'enregistreur et la base de temps. Il étudie ensuite la précision et la stabilité de cette machine, et donne les résultats expérimentaux pour deux exemples particuliers. Il conclut en indiquant que les principes utilisés peuvent être étendus à des machines de type plus général.* »

-Lorsque dans le *résumé* l'auteur emploie le terme *amplificateurs à réaction*, il convient de comprendre qu'il s'agit d'amplificateurs opérationnels contre-réactionnés comme décrits dans la figure 4 ou comme théorisés par la référence n° 2 dans la bibliographie : Black (H.-S), *Les amplificateurs à réaction stabilisée*. Bell. System. Tech. Jour., U.S.A., jan. 1934, v. XIII, n° 1, pp. 1-18.

-Lorsque dans le {résumé} l'auteur emploie le terme d'un *enregistreur*, il convient de comprendre qu'il s'agit d'un oscilloscope (à rayons cathodiques) dont le texte du paragraphe IV indique qu'il s'agit d'un CDC MB 125. Cet oscilloscope sert à visualiser les courbes de fonctions, courbes qu'il s'agit de stabiliser avant de pouvoir les photographier pour conserver la trace des courbes avant de les analyser.

Une photocopie de l'article est disponible sous le numéro **AC-21130-08** dans l'inventaire de la collection de l'ACONIT, Association pour un conservatoire de l'informatique et de la télématique, Grenoble.

Pour utiliser ce document, mentionnez la Revue des *Annales des télécommunications*, ainsi que la Base de Données ACONIT n° 21130-08.

Il est rappelé que la loi sur les droits d'auteur n'autorise que les reproductions partielles de documents à titre individuel et pour des motifs de recherche.

Fiche rédigée le 13/11/2018 par Jean Ricodeau.

Annales des Télécommunications, 1950

BIBLIOTHÈQUE Postes et Télécommunications TC 145 P

PRINCIPE ET RÉALISATION D'UNE MACHINE MATHÉMATIQUE DITE "OPÉRATEUR MATHÉMATIQUE ÉLECTRONIQUE" (O.M.E.) *

par Boris Alexandre SOKOLOFF
Ingénieur E. P. C. I.

SOMMAIRE. — *L'auteur décrit une machine électronique susceptible de résoudre un système canonique de neuf équations différentielles linéaires à une seule variable indépendante. Il montre d'abord que les principes mis en œuvre pour la réalisation de cette machine sont l'extension de ceux utilisés dans la technique des amplificateurs à réaction et des servomécanismes (I). Il fait ensuite une brève description de certains organes particuliers de cette machine (II), et en indique les principes fondamentaux (III). Il expose plus en détail la réalisation de deux appareils indispensables à son fonctionnement : l'enregistreur et la base de temps (IV). Il étudie ensuite la précision et la stabilité de cette machine (V), et donne les résultats expérimentaux pour deux exemples particuliers. Il conclut en indiquant que les principes utilisés peuvent être étendus à des machines de type plus général.*

I. DÉFINITIONS DE BASE.

Un amplificateur à réaction mécanique ou électrique est un système dont le schéma est équivalent à celui de la figure 1.

On sait qu'en mécanique, on peut adopter, dans la plupart des cas, des définitions semblables à celles de l'électrotechnique, telles qu'impédances et

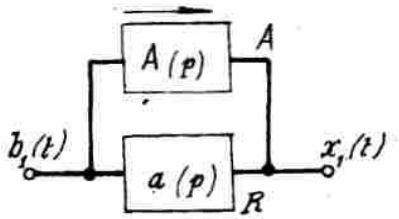

FIG. 1. — Schéma équivalent à celui d'un amplificateur à réaction.

coefficients de transfert et qu'il est également possible de définir des dipôles, des quadripôles. Tout ce qui est exposé plus loin, uniquement relatif à un système défini par des différences de potentiel électrique, des intensités et des impédances, s'applique donc à de nombreux asservissements mécaniques.

Nous plaçant dans le domaine des grandeurs électriques, nous explicitons la figure 1 en appelant $A(p)$ (p étant la pulsation complexe égale à $\alpha + j\omega$) le coefficient de transfert du quadripôle actif A. En général, le coefficient de transfert pour le sens de propagation inverse est nul.

$a(p)$ est le coefficient de transfert du quadripôle passif R.

Si l'on considère les images au sens du calcul de HEAVISIDE des signaux d'entrée et de sortie $b_1(p)$ et $x_1(p)$, qui sont en l'occurrence des différences de potentiel électrique (d. d. p.), on sait que

$$x_1(p) = \frac{A(p)}{1 - A(p)a(p)}\, b_1(p). \tag{1}$$

Dans la technique des télécommunications, par exemple, on veut généralement que le signal $x_1(t)$ soit aussi peu différent que possible de la réponse donnée à $b_1(t)$ par un quadripôle idéal de coefficient de transfert $-\frac{1}{a(p)}$.

Cela permet, en effet, de ne plus dépendre des variations de la quantité d'énergie fournie à l'ensemble du système. On aboutit aux conditions bien connues :

1° Module de $A(p)$ grand pour les valeurs de p annulant, si elles existent, $a(p)$.

2° La fonction complexe $A(j\omega)a(j\omega)$ ne doit pas entourer le point de coordonnées + 1, 0, lorsque ω varie de $-\infty$ à $+\infty$ [1] [2].

Nous allons montrer que des conditions analogues se retrouvent lorsqu'il s'agit de résoudre le système d'équations suivant :

$$\begin{aligned}
&\alpha_1^1 \frac{dx_1}{d\tau} + a_1^1 x_1 + a_1^2 x_2 + \ldots\ldots a_1^9 x_9 + b_1^1 U_1(\tau) = 0\\
&\alpha_2^1 \frac{dx_2}{d\tau} + a_2^1 x_1 + a_2^2 x_2 + \ldots\ldots a_2^9 x_9 + b_2^2 U_2(\tau) = 0\\
&\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\\
&\alpha_9^1 \frac{dx_9}{d\tau} + a_9^1 x_1 + a_9^2 x_2 + \ldots\ldots a_9^9 x_9 + b_9^9 U_9(\tau) = 0\\
&\qquad (x_1)_{t=0} = V_1\\
&\qquad \ldots\ldots\ldots\\
&\qquad (x_9)_{t=0} = V_9
\end{aligned} \tag{2}$$

τ est la variable indépendante, x_1, x_2, ... x_9 sont les fonctions inconnues, $U_1(\tau)$, $U_2(\tau)$... $U_9(\tau)$ sont des fonctions de la variable indépendante τ; V_1, V_2, ... V_9 sont les valeurs des fonctions inconnues lorsque $\tau = 0$.

$b_1(t)$ et $x_1(t)$ deviennent des ensembles de signaux $b_j^j U_j(t)$ et $x_k(t)$; $A(p)$ et $a(p)$ étant alors des coefficients de transfert matriciels, et que résoudre un problème de calcul numérique revient, dans la plupart des cas, à inverser une matrice donnée $a(p)$.

Nous adoptons les conventions suivantes :

$x_i(\tau)$ est la solution, au sens mathématique du mot, d'un système d'équations déterminé, complété par les données de CAUCHY $x_i(0) = V_i$, i étant un indice arbitraire affecté à une et à une seule des variables dépendantes.

* Réalisée par la Société d'Électronique et d'Automatisme (S. E. A.).

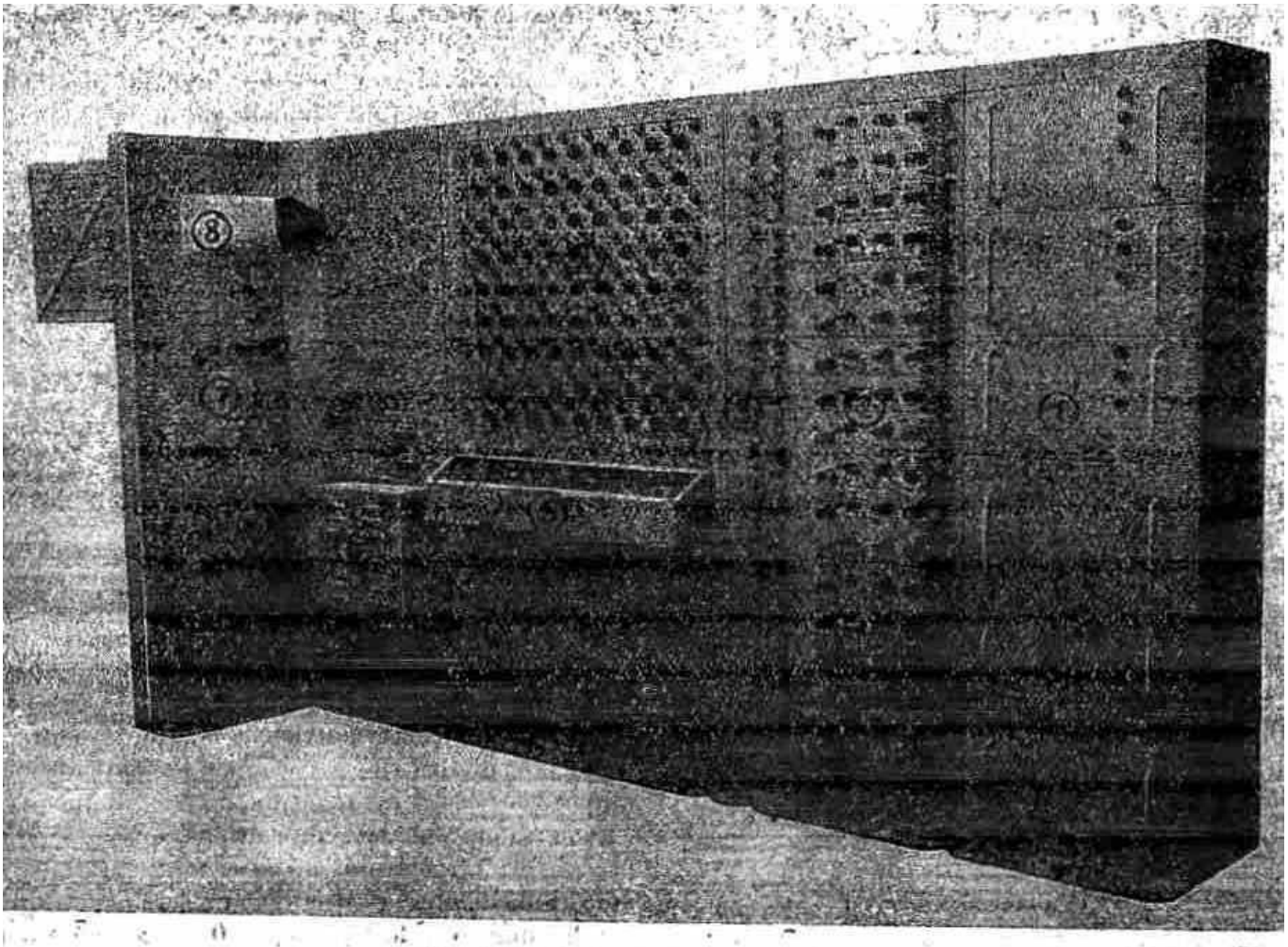

Fig. 3. — Vue générale de l'OME 111.

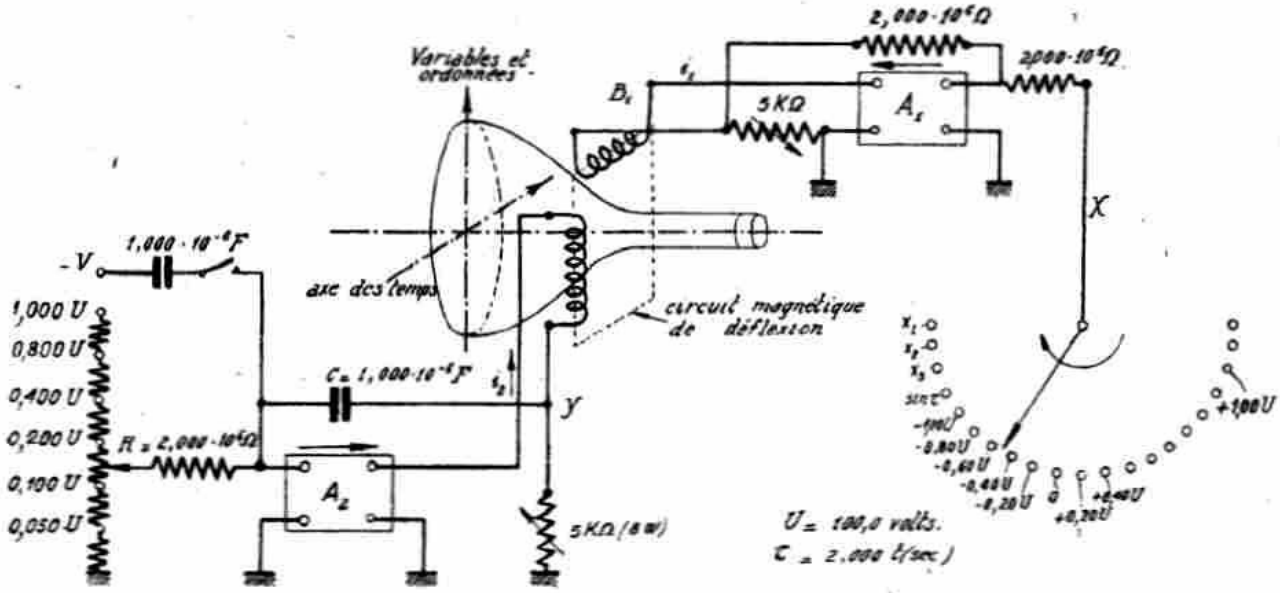

Fig. 7. — Oscilloscope et chercheur primaire à 51 contacts.

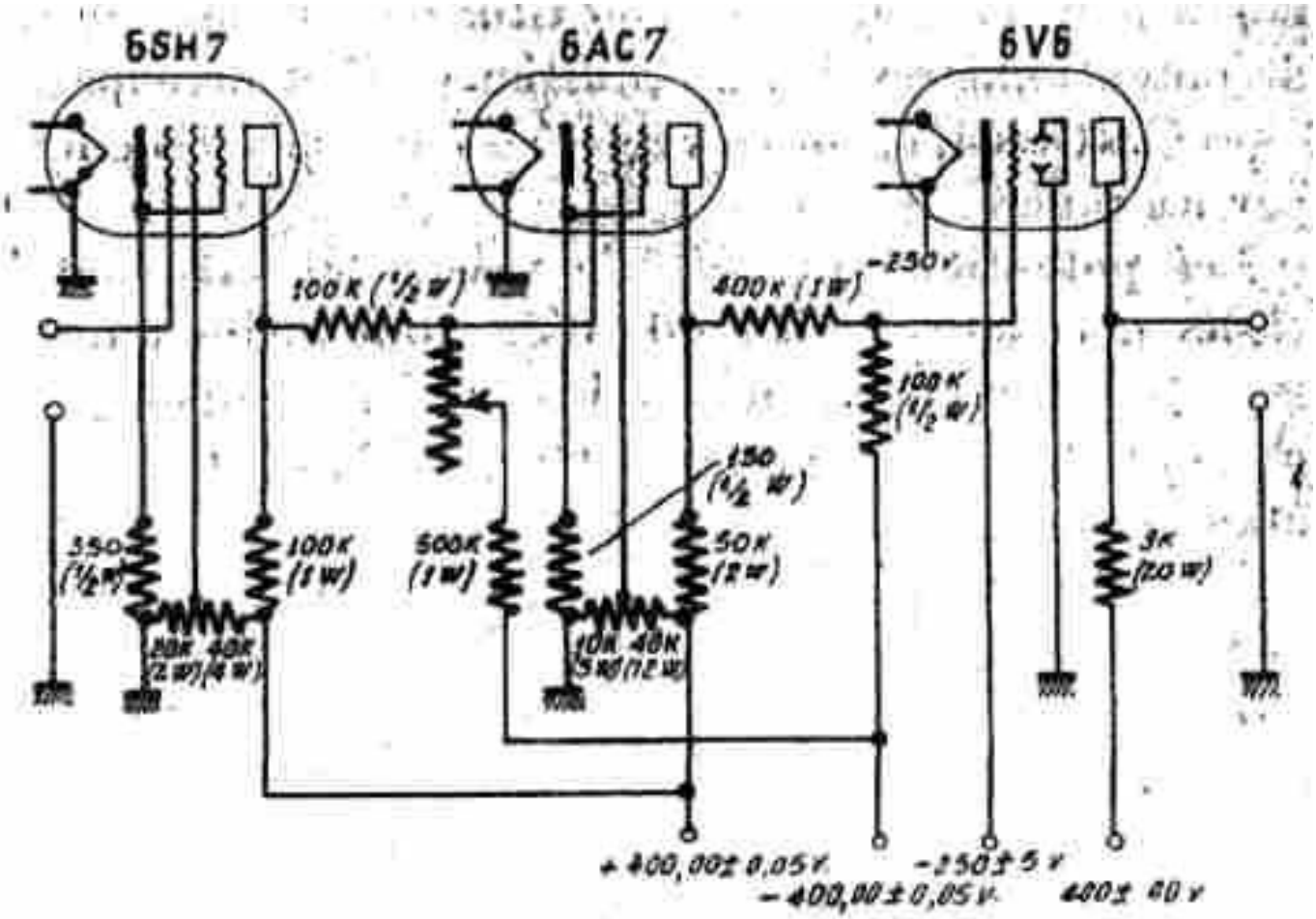

FIG. 4. — Amplificateur à courant continu.

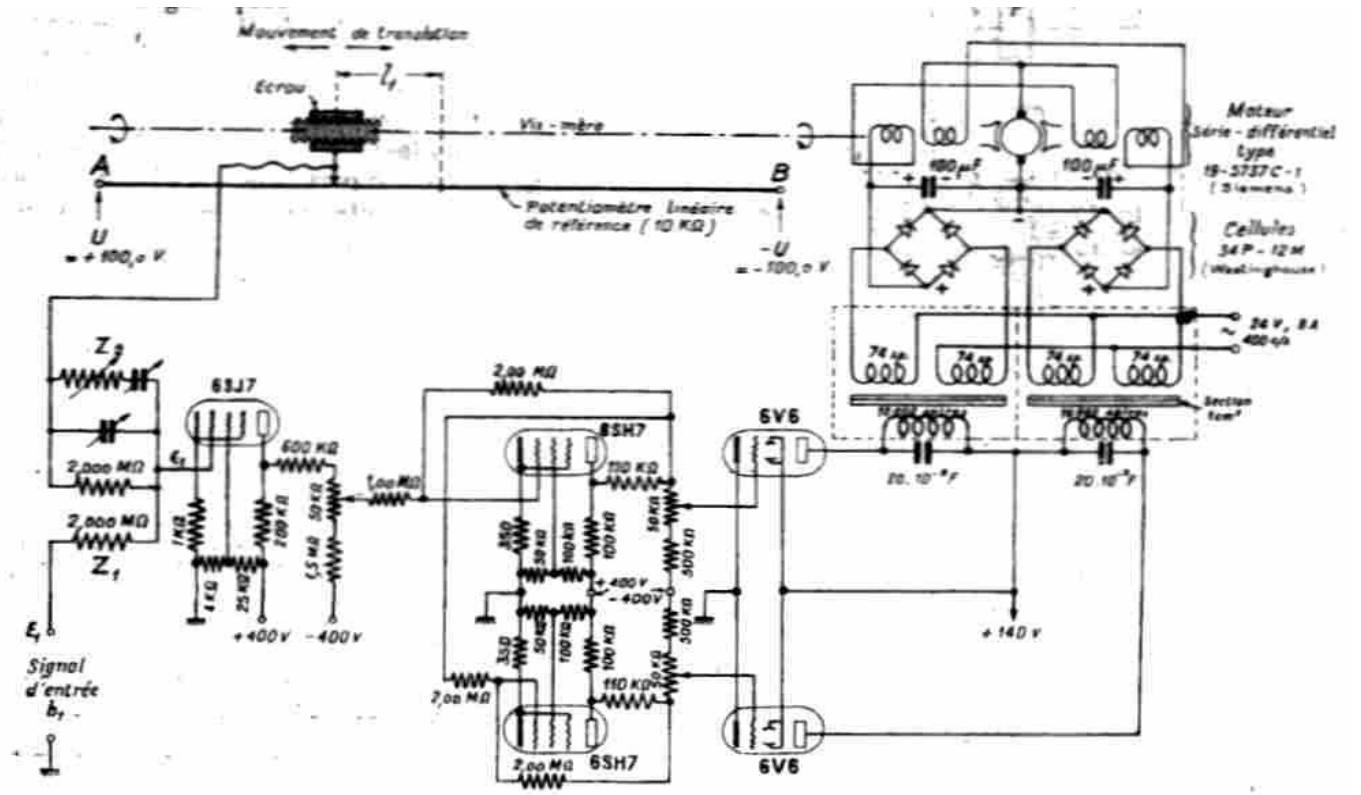

FIG. 11. — Schéma électrique du dispositif d'enregistrement.