BULLETIN

DU

LABORATOIRE D'ESSAIS

MÉCANIQUES, PHYSIQUES, CHIMIQUES ET DE MACHINES

DU

CONSERVATOIRE NATIONAL DES ARTS ET MÉTIERS

N° 7. -- Tome I (1905-1906).

MANIÈRE DE MESURER LES PERTES DE CHALEUR DES ENVELOPPES CALORIFUGES

Quelques résultats d'essais faits au Laboratoire

PAR

M. BOYER-GUILLON
Chef de la Section des Machines
et MM. AUCLAIR et LAEDLEIN
Assistants

REMARQUE SUR LA DYNAMO DYNAMOMÉTRIQUE PANHARD ET LEVASSOR

PAR

M. J. AUCLAIR

PARIS
LIBRAIRIE POLYTECHNIQUE CH. BÉRANGER, ÉDITEUR
Successeur de BAUDRY & Cie
15, RUE DES SAINTS-PÈRES, 15
MÊME MAISON A LIÈGE, 21, RUE DE LA RÉGENCE
1906

REMARQUE

SUR LA

DYNAMO DYNAMOMÉTRIQUE PANHARD ET LEVASSOR

EMPLOYÉE AU LABORATOIRE D'ESSAIS

PAR

J. AUCLAIR

I

La dynamo dynamométrique de Panhard et Levassor est une dynamo dans laquelle le bâti portant les inducteurs et les paliers est lui-même supporté par deux paliers à billes qui lui permettent d'osciller autour de l'axe de l'arbre de l'induit. Ce bâti est équilibré et porte un levier à l'extrémité duquel des poids peuvent être suspendus.

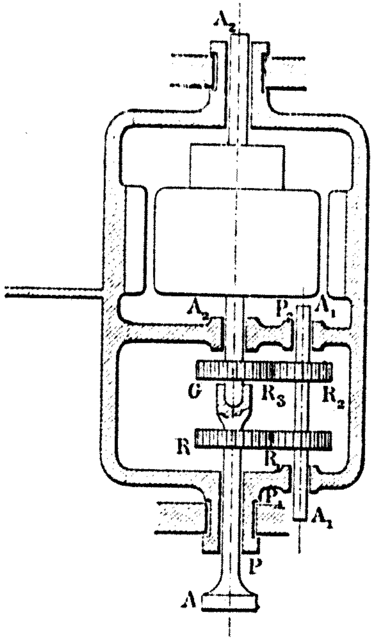

Fig. 1. — Schéma du changement de vitesse de la dynamo dynamométrique.

Le moteur à freiner actionne l'arbre de la dynamo directement, le bâti est entraîné dans le sens du mouvement de l'induit comme la bande d'un frein de Prony et la puissance du moteur est mesurée exactement comme avec ce dernier appareil. Le principe de cette méthode de mesure est dû à M. Marcel Deprez.

Dans le modèle de cet instrument qui fait partie du matériel du Laboratoire d'essais une modification a été introduite sur les indications de M. Perot. Le bâti porte un changement de vitesse : l'arbre de la dynamo A_2A_2 (voir le schéma, fig. 1) est coupé en C et prolongé par un bout d'arbre A. Un jeu de roues dentées R, R_1, R_2, R_3 clavetées sur les arbres A_2, A et sur l'arbre auxiliaire A_1, constituent ce changement de

vitesse. Le but de cette modification est d'augmenter le champ d'emploi de l'appareil en permettant d'utiliser la pleine puissance de la dynamo quand bien même le moteur à expérimenter tourne à un nombre de tours différent du nombre de tours normal de cette dynamo (1).

Dans quelles conditions devra être employé l'appareil ainsi modifié ? Une correction sera-t-elle nécessitée par l'interposition du changement de vitesse entre le moteur et l'induit ?

II

Dans un système matériel en mouvement l'ensemble des forces extérieures et des forces élémentaires d'inertie $- m\gamma$ (m étant la masse d'un élément infiniment petit du système, γ l'accélération du centre de gravité de cet élément), est un système de forces en équilibre.

Dans le cas particulier où le système matériel ne renferme que des corps de révolution tournant autour de leur axe de figure avec une vitesse angulaire constante, les forces d'inertie constituent un système en équilibre, par suite, les forces extérieures agissant sur le système se font par elles-mêmes équilibre.

C'est le cas du frein que nous venons de décrire. Les forces extérieures sont :

Le poids de l'appareil,

Les réactions des paliers qui supportent le bâti,

Le poids additionnel P suspendu à une distance l de l'axe d'oscillation.

Les forces provenant de l'action du moteur sur l'arbre récepteur A, soit $\mathfrak{M}$ le moment résultant de ces forces par rapport à l'axe de A.

Le sens des moments positifs est fixé de manière que $\mathfrak{M}$ soit positif.

Ces forces sont en équilibre, par suite la somme algébrique de leurs moments par rapport à l'axe d'oscillation est nulle, et cela donne, le bâti étant équilibré,

$$\mathfrak{M} - Pl = 0$$

Donc la puissance du moteur en chevaux doit être calculée par la formule :

$$\frac{2\pi n}{60.75} Pl,$$

dans laquelle n est le nombre de tours par minute de l'arbre du moteur.

On voit donc que peu importe la disposition et la place des organes, qui dans le frein transforment le travail mécanique en énergie électrique ou calorifique, pourvu qu'il n'y ait pas à tenir compte des forces extérieures autres que l'action du moteur et celle des poids suspendus au levier, les conditions de la mesure demeurent les mêmes qu'avec le frein simple.

(1) Voir *Génie civil*, 1904, 28 mai : Laboratoire d'essais du Conservatoire des Arts et Métiers, section des Machines.

Le sens de cette remarque peut être utilement précisé par une application. Un frein est constitué de la manière suivante : un bâti porté directement par l'arbre du moteur ou supporté par des appuis indépendants peut osciller librement autour de l'axe de l'arbre du moteur. Ce bâti renferme un renvoi de mouvement à angle droit par engrenage, qui actionne un arbre portant un moulinet du colonel Renard (1). Le bâti est équilibré et porte un levier auquel on peut suspendre des poids (fig. 2).

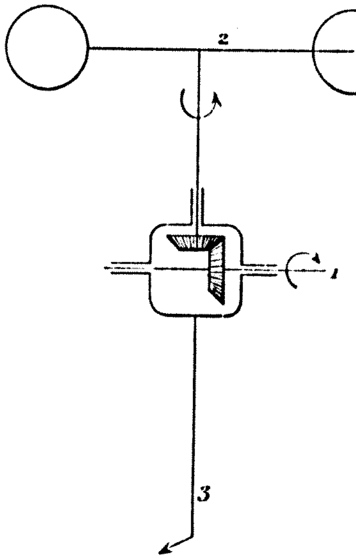

Fig. 2. — Schéma d'un frein.

1. Arbre du moteur.
2. Moulinet.
3. Levier sur lequel agit le poids ou le dynamomètre.

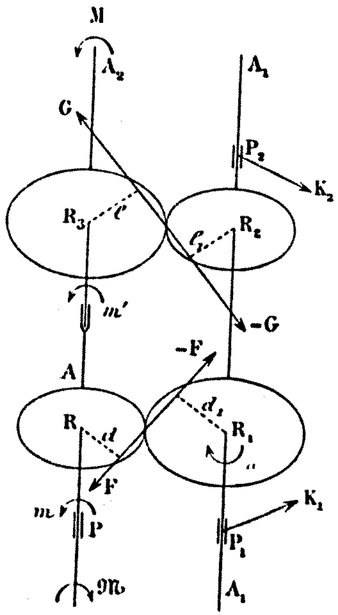

Fig. 3.

Si le moulinet est exactement symétrique de manière que la résistance que l'air oppose à son mouvement *se réduise rigoureusement à un couple*, cet appareil pourra être employé comme un frein de Prony ordinaire.

Il est vrai que des forces extérieures interviennent : la pression de l'air sur les palettes du moulinet ; mais la somme algébrique de leurs moments par rapport à l'axe d'oscillation est nulle, il n'y a pas à en tenir compte dans la condition d'équilibre du frein.

(1) Le moulinet du colonel Renard est constitué essentiellement par une barre fixée à angle droit sur l'arbre du moteur et portant deux surfaces planes parallèles à l'axe. Pendant le mouvement ces surfaces prennent appui sur l'air et opposent au mouvement du moteur une résistance déterminée par un tarage préalable.

III

Peut-être est-il intéressant de suivre dans tout le détail comment s'équilibrent les forces agissant sur chaque pièce de l'appareil.

L'arbre A (voir les figures 1 et 3) reçoit l'action du moteur. Le moment résultant de ces forces par rapport à l'axe de A a été désigné par $\mathfrak{M}$.

Agissent encore sur l'arbre A :

La réaction du pivot sur la crapaudine C. Cette réaction est motrice ou résistante suivant que l'arbre A_2 tourne plus vite ou moins vite que l'arbre A, soit m' la valeur algébrique de son moment par rapport à l'axe de A.

La réaction du palier P sur l'arbre A, soit m son moment.

La réaction de la roue dentée R_1 sur la roue dentée R. Cette force — F est la résultante des actions élémentaires des dents de la roue R_1 sur les dents de la roue R en contact avec elles ; elle est contenue par suite de la symétrie des pièces dans un plan perpendiculaire aux axes des arbres A et A_1.

Soient d et d_1 les plus courtes distances de sa ligne d'action aux axes A et A_1, son moment par rapport à l'axe de A est $-dF$ (1).

L'arbre A tourne autour de son axe avec une vitesse angulaire constante par suite la somme algébrique par rapport à cet axe de toutes les forces appliquées à l'arbre est nulle :

$$\mathfrak{M} + m' + m - dF = 0 \tag{1}$$

Les forces agissant sur l'arbre A_1 sont :

L'action F de la roue dentée R sur la roue dentée R_1.

La réaction — G de la roue dentée R_3 sur la roue dentée R_2, soient l_1 et l les plus courtes distances de la ligne d'action de cette force aux axes A_1 et A_2 (ou A).

Les réactions des paliers P_1 et P_2, qui peuvent être supposées dans des plans perpendiculaires à l'axe A_1. La réaction de P_1 peut être remplacée par un couple et par une force K_1 appliquée en un point de l'axe A_1, il en est de même de K_2, soit n la somme algébrique des moments des deux couples ainsi obtenus.

L'axe de l'arbre A_1 est immobile dans l'espace, par suite toutes les forces qui lui sont appliquées transportées, par exemple, au point d'application de la force K_1 ont une résultante nulle, d'où une équation permettant de déterminer la somme algébrique K des moments des forces K_1 et K_2 par rapport à l'axe A.

$$K + (d + d_1)F - (l + l_1)G = 0 \tag{2}$$

Une deuxième équation est, comme pour l'arbre A :

$$n - d_1F + l_1G = 0 \tag{3}$$

(1) Le rapport des vitesses angulaires ω et ω_1, des arbres A et A_1 n'est pas $\frac{d_1}{d}$. La puissance transmise par l'arbre A à un instant, car $\frac{d_1}{d}$ peut varier, est ωdF, celle reçue par l'arbre A_1 est $\omega_1 d_1 F$, la perte dans l'engrenage $(\omega d - \omega_1 d_1)F$.

Soit M la somme algébrique des moments par rapport à l'axe A_2 (ou A) de toutes les forces résultant de l'action du bâti portant les inducteurs sur les pièces fixées sur l'arbre A_2 : action électro-magnétique des inducteurs sur l'induit, frottement des balais sur le collecteur, frottement des paliers.

A ces actions viennent s'ajouter :

La force G résultant de l'action de la roue R_2 sur la roue R_3, son moment par rapport à l'axe de A_2 (ou de A) est lG.

L'action d'entraînement de la crapaudine C de moment $-m'$.

La somme algébrique de tous ces moments est nulle,

$$M + lG - m' = 0 \tag{4}$$

Restent à examiner les actions qui s'exercent sur le bâti portant les inducteurs, ce sont :

Les réactions des pièces portées par l'arbre A_2 de moment $-$ M.

Les actions résultant de l'entraînement par frottement des paliers P, P_1, P_2 de moment $-m-n$.

Les pressions de l'arbre A_1 sur les paliers P_1 et P_2 égales et opposées aux forces K_1 et K_2 et de moment $-$ K.

Enfin l'action du poids P suspendu au levier L, de moment $-lP$; donc :

$$-lP - M - m - n - K = 0 \tag{5}$$

Ajoutons membre à membre les équations (1), (2), (3), (4), (5), le résultat est :

$$\mathfrak{M} - lP = 0 \qquad \text{ou} \qquad \mathfrak{M} = lP$$

Le moment $\mathfrak{M}$ a donc bien pour valeur lP et la puissance du moteur en chevaux :

$$\frac{2\pi n}{60 \times 75} Pl,$$

n étant le nombre de tours par minute de l'arbre du moteur.

LAVAL. — IMPRIMERIE L. BARNÉOUD ET Cie.