

**LES MOTEURS ÉLECTRIQUES.
À CHAMP MAGNÉTIQUE
TOURNANT: A CHAMP
MAGNÉTIQUE TOURNANT**

Published @ 2017 Trieste Publishing Pty Ltd

ISBN 9780649779512

Les Moteurs Électriques. À Champ Magnétique Tournant: A Champ Magnétique Tournant by
R.-V. Picou

Except for use in any review, the reproduction or utilisation of this work in whole or in part in any form by any electronic, mechanical or other means, now known or hereafter invented, including xerography, photocopying and recording, or in any information storage or retrieval system, is forbidden without the permission of the publisher, Trieste Publishing Pty Ltd, PO Box 1576 Collingwood, Victoria 3066 Australia.

All rights reserved.

Edited by Trieste Publishing Pty Ltd.
Cover @ 2017

This book is sold subject to the condition that it shall not, by way of trade or otherwise, be lent, re-sold, hired out, or otherwise circulated without the publisher's prior consent in any form or binding or cover other than that in which it is published and without a similar condition including this condition being imposed on the subsequent purchaser.

www.triestepublishing.com

R.-V. PICOU

**LES MOTEURS ÉLECTRIQUES.
À CHAMP MAGNÉTIQUE
TOURNANT: A CHAMP
MAGNÉTIQUE TOURNANT**

LES
MOTEURS ÉLECTRIQUES

A CHAMP MAGNÉTIQUE TOURNANT

PAR

R.-V. PICOU

Ingénieur des Arts et Manufactures

Supplément au **TRAITÉ DES MACHINES DYNAMO-ÉLECTRIQUES**

DU MÊME AUTEUR

PARIS

LIBRAIRIE POLYTECHNIQUE, BAUDRY ET C^{ie}, ÉDITEURS

15, RUE DES SAINTS-PÈRES, 15

MÊME MAISON A LIÈGE, RUE DES DOMINICAINS, 7

1892

Tous droits réservés.

NOTATIONS EMPLOYÉES DANS CET OUVRAGE

i_1, i_2	valeurs instantanées du courant dans chacun des circuits induits.
I_0	leur valeur maxima commune.
I	leur valeur efficace commune.
i	courant dans l'un des circuits inducteurs.
I_1	sa valeur maxima.
I_1	sa valeur efficace.
e_1	force e. m. instantanée aux bornes du circuit inducteur.
E_1	sa valeur maxima.
f	valeur instantanée du flux de force.
F	sa valeur maxima.
T	temps périodique des courants inducteurs.
τ	même quantité pour les courants induits.
Ω	vitesse angulaire en tours par seconde, du champ inducteur.
ω	valeur de $\frac{1}{\tau}$.
φ et ψ	retards, en secondes, des courants sur les forces électromotrices.
\mathcal{M}	moment du couple moteur.
M_1 et M_2	valeurs instantanées, au même instant des coefficients d'induction mutuelle des circuits mobiles sur l'un des circuits fixes.
M_m	leur valeur maxima commune.
L	coefficient de self-induction de l'un des circuits induits.
L_1	même quantité pour l'un des circuits inducteurs.

41266
8 Mr'97

6977215

T0B
P58
M

LES

MOTEURS ÉLECTRIQUES

A CHAMP MAGNÉTIQUE TOURNANT

THÉORIE ET DÉTERMINATION DES ÉLÉMENTS DE CONSTRUCTION

La principe des moteurs à champ magnétique tournant date de trois années à peine, et déjà plusieurs applications remarquables en ont été réalisées. M. le professeur G. Ferraris par son mémoire à l'académie des sciences de Turin, et M. Tesla par ses études pratiques et ses brevets, ont ouvert la voie, dans laquelle nombre d'ingénieurs et de savants les ont suivis.

Le résultat de ces efforts a été la création de plusieurs modèles de ces moteurs, qui viennent, très à propos, relever le courant alternatif de l'état d'infériorité où il se trouvait sous le rapport de la conversion de l'énergie électrique en énergie mécanique. En outre, grâce à la facilité de conversion du courant alternatif, il a pu dépasser les distances auxquelles le courant continu avait dû être limité.

Selon toute apparence, ces moteurs vont se répandre rapidement à la suite des travaux de MM. Tesla, Hutin et Leblanc, von Dolivo-Dobrowolski, Brown. Aussi le moment semble-t-il propice de donner un exposé sommaire de leur théorie, et son application à la détermination de tous les éléments de construction. C'est ce que nous avons essayé de faire dans le présent travail, et nous espérons que les ingénieurs en apprécieront toute l'utilité.

I. — MACHINE ÉLÉMENTAIRE A CHAMP TOURNANT

1. — La machine élémentaire se compose de deux cadres fixes A et B (fig. 1), placés à angle droit l'un sur l'autre, et d'un autre

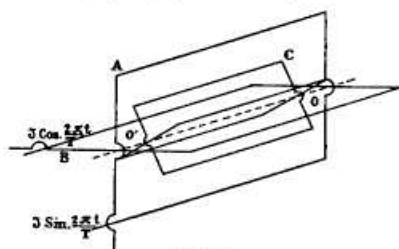


Fig. 1.

système de deux cadres *c*, semblablement placés, et susceptibles de tourner autour de la médiane comme *oo'* qui est l'axe de l'ensemble.

Le cadre A est parcouru par un courant de forme $i = J \sin \frac{2\pi}{T} t$, courant alternatif provenant d'une

source quelconque ; et le second cadre B, par un courant de même intensité, mais décalé d'un quart de phase par rapport au premier, c'est-à-dire, en somme par un courant

$$i_2 = J \cos \frac{2\pi}{T} t.$$

2. Inducteurs. — Considérons d'abord les cadres fixes, et voyons quel est le champ magnétique produit par les courants périodiques, en un point situé sur l'axe.

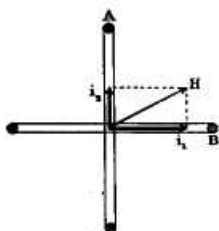


Fig. 2.

A un moment donné, le cadre A produit une composante i_2 , normale à son plan, et proportionnelle à $J \sin \frac{2\pi}{T} t$. De même, B produit i_1 , proportionnelle à $J \cos \frac{2\pi}{T} t$.

La résultante H a alors évidemment pour valeur :

$$H^2 = J^2 \left(\sin^2 \frac{2\pi}{T} t + \cos^2 \frac{2\pi}{T} t \right) = J^2$$

c'est-à-dire qu'elle est de grandeur constante, et qu'elle tourne autour de l'axe avec une périodicité égale à celle du courant alternatif qui l'engendre, et que nous appellerons courant inducteur.

Le système électrique fixe engendre donc un champ magnétique qui tourne tout d'une pièce autour de l'axe *oo'*.

Induit. — Il faut maintenant examiner ce qui se passe dans le système mobile; et pour cela envisager d'abord un seul des deux cadres.

Par suite de la variation du flux d'induction qui le traverse, il va être le siège de courants induits: par suite, il tend à prendre lui-même un mouvement de rotation dans le sens de celui du champ inducteur. Il est donc soumis à un couple dont nous calculerons la valeur.

Mais sa vitesse restera toujours inférieure à celle du champ: en effet, s'il pouvait atteindre cette dernière, la variation du flux dans son plan deviendrait nulle; tout courant induit cesserait et le couple devenant nul, le mouvement tendrait à s'arrêter par suite des résistances passives.

Si nous appelons Ω la vitesse angulaire du champ inducteur, celle du système mécanique induit sera donc $\omega < \Omega$. Les courants sont induits par suite du retard ou *glissement* relatif $\Omega - \omega$, et leur fréquence sera bien évidemment égale à cette différence; de telle sorte qu'en appelant τ la durée de leur période propre, on aura l'équation

$$\frac{1}{\tau} = \Omega - \omega. \quad (1)$$

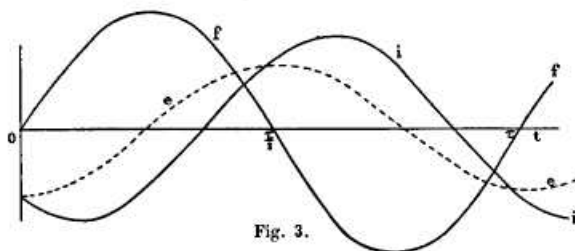


Fig. 3.

3. Expression du courant induit. — On prend comme origine du temps le moment où le flux est nul dans le plan du cadre induit que nous continuons à considérer seul (fig. 3). Ce flux f suivra alors la loi :

$$f = \mathfrak{F} \sin \frac{2\pi}{\tau} t$$

\mathfrak{F} étant sa valeur maxima. Posons pour abrégier $\frac{2\pi}{\tau} = m$.

On a alors

$$e = -\frac{df}{dt} = -m \mathfrak{F} \cos m t$$

et, avec

$$\operatorname{tg} m \varphi = \frac{m L}{R}$$

le courant est exprimé par

$$i = \mathfrak{J}_0 \cos m (t - \varphi) = \frac{\mathcal{E}}{R} \cos m \varphi \cos m (t - \varphi)$$

4. Expression du couple. — Le couple est égal au produit du flux qui traverse le cadre par l'intensité du courant qui le parcourt : c'est-à-dire

$$\mathfrak{F} \sin m t \times i = \mathfrak{F} \cdot \mathfrak{J}_0 \sin m t \cos m (t - \varphi)$$

D'autre part $\mathfrak{J}_0 = \frac{\mathcal{E}}{R} \cos m \varphi$ et, d'après ce qui précède, \mathcal{E} valeur maxima de e est égale à $m \mathfrak{F}$.

Le couple sur l'un des deux cadres est donc

$$\frac{m \mathfrak{F}^2}{R} \sin m t \cos m (t - \varphi) \cos m \varphi$$

Ce couple est lui-même périodique; positif pendant la plus grande partie du temps, il est négatif à certains moments; et, pour la machine ainsi réduite à un seul cadre induit, le mouvement serait pulsatoire.

Mais prenons le second cadre induit : tout s'y passe comme dans le premier, à un quart de phase d'intervalle, et l'expression du couple auquel il donne aussi naissance est

$$\frac{m \mathfrak{F}^2}{R} \sin \left(m t + \frac{\pi}{2} \right) \cos \left[m (t - \varphi) + \frac{\pi}{2} \right] \cos m \varphi$$

ou

$$-\frac{m \mathfrak{F}^2}{R} \cos m t \sin m (t - \varphi) \cos m \varphi$$

Le moment \mathcal{M} du couple total résultant de l'action combinée des deux cadres est donc

$$\mathcal{M} = \frac{m \mathfrak{F}^2}{R} (\sin m t \cos m (t - \varphi) - \sin m (t - \varphi) \cos m t) \cos m \varphi$$

c'est-à-dire, en somme

$$\begin{aligned} \mathcal{M} &= \frac{m \mathfrak{F}^2}{R} \sin m\varphi \cos m\varphi \\ &= \frac{m \mathfrak{F}^2}{R} \frac{\sin 2m\varphi}{2} \end{aligned} \quad (2)$$

On peut également exprimer cette valeur en fonction de L , en remarquant que, par définition $mL = R \operatorname{tang} m\varphi$ et en remplaçant R par la valeur ainsi définie dans l'équation précédente, on obtient aisément l'expression

$$\begin{aligned} \mathcal{M} &= \frac{\mathfrak{F}^2}{2L} 2 \sin^2 m\varphi \\ &= \frac{\mathfrak{F}^2}{2L} (1 - \cos 2m\varphi) \end{aligned} \quad (2')$$

Le couple exercé sur l'ensemble des deux cadres rectangulaires est donc indépendant du temps : il est continu et le mouvement a perdu le caractère pulsatoire qu'il possédait avec un seul cadre. On va en comprendre facilement la raison, et comment le moteur ainsi constitué a un grand nombre de propriétés analogues à celles des moteurs à courants continus.

Champ tournant induit. — Les cadres induits sont, d'après ce qui précède, parcourus par des courants égaux et à quart de phase. Ils sont donc sous le rapport du flux induit qui leur est propre, exactement analogues aux cadres inducteurs, et comme eux, donnent naissance à un champ magnétique tournant.

Si l'induit était fixe, son champ tournerait avec une vitesse $\frac{1}{\tau}$ dépendant uniquement de la fréquence des courants qui le parcourent. Mais comme lui-même est entraîné avec la vitesse ω , le champ induit tournera dans l'espace, avec une vitesse $\frac{1}{\tau} + \omega$. Or, d'après (1), c'est précisément la vitesse Ω du champ tournant inducteur.

En conséquence, les courants inducteurs et induits donnent naissance à deux champs qui tournent dans l'espace avec une vitesse égale, et, pour ainsi dire, courent constamment l'un après l'autre.

Dans les moteurs à courants continus, l'on a au contraire deux