Zeitschrift: Bulletin technique de la Suisse romande
Band: 36 (1910)
Heft: 24

Artikel: Alternateurs à arbre vertical à faible vitesse de rotation
Autor: Legros, L.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-81471

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 07.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Alternateurs à arbre vertical à faible vitesse de rotation.

Par L. LEGROS, ingénieur.

(Suite et fin[1]).

II. Propriétés électriques et résultats d'essais.

Le fonctionnement d'un alternateur est caractérisé par son réglage, son rendement et son échauffement.

Les qualités de réglage s'estiment par la chute de tension et par la variation du champ d'excitation du vide à la pleine charge, éventuellement la surcharge. A ce point de vue, les alternateurs décrits ci-dessus sont remarquables par leur chute de tension minime, la faible variation de leur courant d'excitation du vide à la pleine charge, et leur grande capacité de surcharge. Ces propriétés sont précieuses pour des alternateurs destinés à l'alimentation de réseaux de distribution : leur auto-régulation est grande et par suite le voltage de distribution peu influencé par les variations de débit ; le rhéostat d'excitation agit rapidement et sans à-coups ni oscillations pendulaires de la tension, enfin la grande capacité de surcharge permet d'utiliser la puissance maximum de la turbine, même si le facteur de puissance du réseau est plus faible qu'on ne l'avait prévu. La faible charge linéaire de l'induit de ces alternateurs, résultant de leur grand diamètre, agit favorablement sur leurs qualités de réglage.

Nous résumons ci-dessous, sous forme de tableau, les résultats des essais effectués sur les alternateurs décrits :

Alternateurs.	Chute de tension en % de la tension normale.		Augmentation du courant d'excitation du vide à la pleine charge, en % de l'excitation à vide.		Capacité de surcharge inductive en % de la puissance en KVA.	
	Charge non induc.	Charge inductive	Charge non induc.	Charge inductive	Surcharge durable	Surc. pendant ½ h.
Erlenholz[2] . .	2,5	12,5	6,5	41	30-35	50
Lauffen[3]. . .	6	16,7	12	34	30	50
Schaffhouse[4] .	6	18	10	40	40	50
Brême[5] . . .	4,8	17,2	9	35	35	50

[1] Voir N° du 10 novembre 1910, page 241.

[2] *Erlenholz.* Relevé de la caractéristique à vide, de la caractéristique en court-circuit et de la caractéristique en charge purement inductive, au stand d'essai, l'excitatrice tournant en moteur. Courants d'excitation sous cos $\phi = 1$ et cos $\phi = 0{,}7$ calculés en se basant sur les trois caractéristiques ci-dessus.

[3] *Lauffen.* Relevé de la caractéristique sous courant minimum (caractéristique à vide) en moteur synchrone, puis sous courant normal inductif, en moteur synchrone surexcité, au stand d'essai, par *M. le prof. Hermann,* de Stuttgart, expert-délégué. Courants d'excitation sous cos $\phi = 1$ et cos $\phi = 0{,}8$, calculés d'après les relevés ci-dessus.

Au point de vue du rendement, ces alternateurs sont comparables aux bons alternateurs à arbre horizontal; seule, la répartition des pertes est différente. La puissance d'excitation nécessaire est relativement plus grande dans les premiers, conséquence de la grandeur de l'entrefer par rapport au pas polaire nécessitée par les exigences de construction; par contre, les pertes par friction et ventilation sont moindres, grâce à la faible vitesse de rotation. Quant aux pertes magnétiques et électriques dans les parties actives du stator, elles sont déterminées dans les deux cas par les seules conditions d'économie imposées au constructeur. Disons toutefois que la faible vitesse circonférencielle des alternateurs qui nous occupent, favorise la réduction des pertes dites d'entrefer (pertes supplémentaires).

Ci-après un tableau des rendements des alternateurs décrits, déterminés expérimentalement lors des essais de réception. Ces valeurs tiennent compte des pertes d'excitation et de la puissance absorbée par les rhéostats de réglage.

Le dernier alternateur (Brême) étant le plus caractéristique de ceux que nous considérons ici, il peut être pris comme exemple pour donner une idée de la répartition des pertes dans les alternateurs de cette classe. A cette fin, nous rapportons l'extrait suivant du procès-verbal de réception rédigé à la suite des essais d'expertise en février 1910.

Les points relevés aux essais et les courbes moyennes sont reportées en diagrammes sur la fig. 8, et comprennent: I, la caractéristique de marche en moteur synchrone à vide, sous courant minimum ; II, les pertes à vide non compris l'excitation ; III, la caractéristique en charge inductive (40 amp., cos $\varphi = 0$) ; IV, les pertes en charge inductive (40 amp., cos $\varphi = 0$), non compris l'excitation ; V, une caractéristique relevée à 7500 volts sous courant variable (cos $\varphi = 0$).

Ces essais permettent de calculer les valeurs suivantes :

1. Pertes à vide.

a) Pertes par friction et ventilation.

On prolonge la courbe II et l'on obtient une puissance de 4 kw. (1 %) pour l'ensemble des pertes par friction et ventilation. On compte que 3 kw. proviennent du frottement dans les collets et la crapaudine provisoire, et 1 kw. de la ventilation.

b) Pertes magnétiques.

A 7250 volts, on trouve, au moyen de la courbe II, 11,5 kw. (2,9 %) pour les pertes magnétiques.

[4] *Schaffhouse.* Chute de tension et courant d'excitation sous cos $\phi = 1$ mesurés directement par une charge sur résistance artificielle, lors des essais de réception, à Schaffhouse, par *M. le Dr Denzler,* de Zurich, expert-réceptionnaire. Caractéristiques en charge inductive (cos $\phi = 0{,}7$) déduites d'un essai sur moteur synchrone sous-excité.

[5] *Brême.* Essais de réception provisoire, au stand d'essai, en présence de *M. Matthias,* ingénieur-délégué. Relevé des caractéristiques en moteur synchrone, sous courant minimum et sous courant normal inductif.

Alternateurs.	Rendement mesuré, en %.				Observations.
	Pleine charge		Demi-charge		
	non inductive.	inductive.	non inductive.	inductive.	
Erlenholz .	93	cos $\varphi = 0{,}7$ 90	89	cos $\varphi = 0{,}7$ 84	Y compris les pertes par ventilation et friction dans une crapaudine provisoire.
Lauffen . .	92,5	cos $\varphi = 0{,}8$ 90,5	89,5	cos $\varphi = 0{,}8$ 87	Y compris les pertes par ventilation.
Schaffhouse	94,4	cos $\varphi = 0{,}7$ 91,5	91,6	cos $\varphi = 0{,}7$ 87,5	Y compris les pertes par ventilation et friction dans une crapaudine provisoire.
Brême . .	92,7	cos $\varphi = 0{,}8$ 91,2	88,9	cos $\varphi = 0{,}8$ 87,9	Y compris les pertes par ventilation.

2. Pertes par effet Joule dans le cuivre induit.

Résistance mesurée, à 25° C.: 2,37 ohms par phase. L'essai de durée a donné 22,5° C. comme échauffement de l'enroulement induit; en admettant 22,5° C. comme température ambiante, on doit prévoir 45° C. pour la température de cet enroulement, par suite une résistance ohmique de

$$2{,}37\ (1 + 0{,}004.\ 20) = 2{,}56 \text{ ohms par phase.}$$

Les pertes par effet Joule dans l'induit seront donc aux différentes charges:

Charge.	Courant.	Pertes Joule 3. J². R.	En %.
400 kw. cos $\varphi = 1$	31,9 amp.	7,8 kw.	2
400 kw. cos $\varphi = 0{,}8$	39,9 amp.	12,25 kw.	3
200 kw. cos $\varphi = 1$	16 amp.	1,95 kw.	1
200 kw. cos $\varphi = 0{,}8$	20 amp.	3,06 kw.	1,5

3. Puissance d'excitation.

Les courants d'excitation aux différentes charges se déduisent des courbes I, III et V par un calcul vectoriel.

On obtient les valeurs suivantes:

Charge à 7250 volts.	Courant d'excitation en amp.	Puissance d'excitation à 220 volts	
		en kw.	en %.
400 kw. cos $\varphi = 1$	50,5	11,1	2,8
400 kw. cos $\varphi = 0{,}8$	63,5	13,9	3,5
200 kw. cos $\varphi = 1$	49	10,8	5,4
200 kw. cos $\varphi = 0{,}8$	55,5	12,2	6,1

4. Rendement.

Le rendement s'établit d'après la formule:

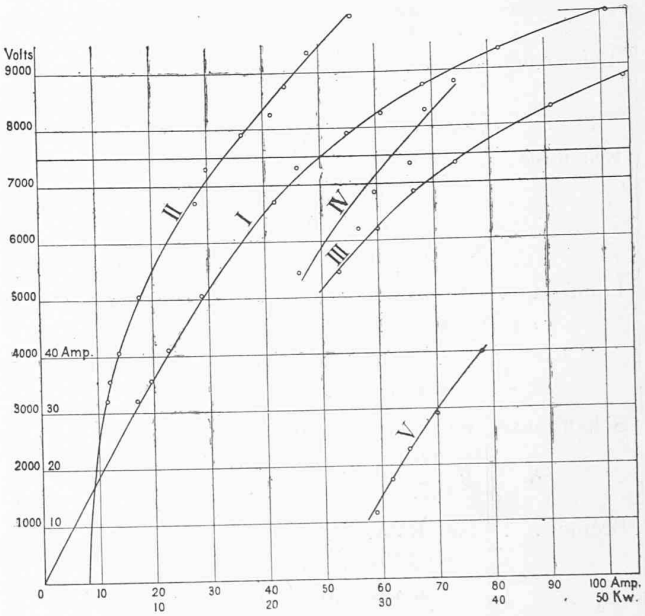

Fig. 8.

LÉGENDE:

I = Caractéristique de marche en moteur synchrone à vide sous courant minimum.
II = Pertes à vide, non compris l'excitation.
III = Caractéristique en charge inductive.
IV = Pertes en charge inductive, non compris l'excitation.
V = Caractéristique à 7500 volts (cos $\phi = 0$).
Excitation maximale: 220 volts.

$$\mu = \frac{\text{kw.}}{\text{kw.} + \text{pertes}}$$

et l'on obtient, à 7250 volts:

$$400 \text{ kw. } \cos\varphi = 1: \frac{400}{400 + 1 + 11{,}5 + 7{,}8 + 11{,}1} = 92{,}7\ \%$$

$$400 \text{ kw. } \cos\varphi = 0{,}8: \frac{400}{400 + 1 + 11{,}5 + 12{,}25 + 13{,}9} = 91{,}2\ \%$$

$$200 \text{ kw. } \cos\varphi = 1: \frac{200}{200 + 1 + 11{,}5 + 1{,}95 + 10{,}8} = 88{,}9\ \%$$

$$200 \text{ kw. } \cos\varphi = 0{,}8: \frac{200}{200 + 1 + 11{,}5 + 3{,}06 + 12{,}2} = 87{,}9\ \%$$

Les valeurs garanties étaient respectivement: 91 %, 90 %, 88 %, 87 %.

Il nous reste à parler de l'échauffement de ces alternateurs.

Leur grand développement périphérique est naturellement une circonstance favorable au refroidissement, qui compense amplement le peu d'importance de la ventilation. Leur faible charge linéaire et leur vitesse périphérique modérée suppriment les causes d'échauffement local de la région d'entrefer et notamment des cornes polaires. La disposition, décrite plus haut, des boulons et des flasques d'induit empêche également ces pièces d'être causes d'élévation locale de température. Dans les cas où la vitesse est suffisante (Erlenholz), les ailettes de ventilation ont donné de bons résultats sans augmenter notablement les pertes à vide.

Le tableau suivant résume les observations d'échauffement faites sur les alternateurs traités dans cette communication:

Alternateurs.	Essai de durée.	Echauffement en ° C.		
		Tôles d'induit	Enroulement induit.	Bobines inductrices.
Erlenholz .	315 KVA. cos φ = 0; 2200 V. pendant 3 heures (10 % de surcharge).	32	25	38 40[1]
Lauffen . .	365 KVA. cos φ = 0; 1600 V. pendant 6 heures (5 % de surcharge).	33	29	28 36[1]
Schaffhouse	en service, environ 500 KVA., cos φ = 0,7.	35	30	35
Brême . .	550 KVA. cos φ = 0; 7750 V. pendant 5 heures (10 % de surcharge).	28	22	29

[1] Mesuré par accroissement de la résistance ohmique.

Concours pour un bâtiment postal, à St-Blaise.

Rapport du jury.

Le jury désigné par le Conseil communal de St-Blaise pour examiner les plans présentés au concours pour un bâtiment postal, composé de MM. L. Perrier, architecte, conseiller d'Etat, à Neuchâtel; F. Fulpius, architecte, à Genève; E. Joos, architecte, à Berne; E. Colomb, architecte, à Neuchâtel; A. Clottu, président du Conseil communal, à St-Blaise, s'est réuni le jeudi 6 octobre 1910, à 10 ½ h., dans la grande salle du restaurant de la Gare des C. F. F., à St-Blaise.

M. Perrier a été désigné comme président, M. Fulpius comme rapporteur.

Le jury a constaté la présence de vingt projets, portant les numéros d'ordre et devises ci-après:

N° 1 « Jean-Louis ». — N° 2 « La Rive de l'Herbe ». — N° 3 « Postes A ». — N° 4 « Jean-Louis ». — N° 5 « St-B. ». — N° 6 « Postillon ». — N° 7 « Chavez ». — N° 8 « Un villageois ». — N° 9 « Ode ». — N° 10 « Rive de l'Herbe ». — N° 11 « Directe ». — N° 12 « Pomy ». — N° 13 « Mandat ». — N° 14 « P. F. S. C. C. ». — N° 15 « Deux solutions, A et B ». — N° 16 « Jean-Louis ». — N° 17 « Jn-Ls ». — N° 18 « Voilà ». — N° 19 « Vieux-Suisse ». — N° 20 « Consigne ».

M. Colomb s'était obligeamment chargé avant la séance de vérifier les cubes et devis; cette vérification montre que les concurrents ont dû, presque sans exception, adopter un prix d'unité par m³ trop faible et que la somme prévue par la Commune pour l'érection du bâtiment apparaît un peu insuffisante.

Le jury décide tout d'abord de considérer comme un seul projet les deux projets A et B du N° 15, qui ne constituent que deux variantes du même projet.

Après examen individuel des différents projets, le jury procède à un premier tour d'élimination des projets qui présentent soit des qualités architecturales insuffisantes, soit des défauts graves en face des conditions du programme.

Sont éliminés à ce premier tour les projets 2, 3, 8, 12 et 14.

Un second tour amène l'élimination des projets 1, 6, 13, 18, 19 et 20.

Restent donc les projets 4, 5, 7, 9, 10, 11, 15, 16 et 17, pour lesquels le jury, conformément aux clauses du programme, formule les critiques suivantes:

N° 4 « Jean-Louis ». — Excellent plan du rez-de-chaussée. Entrées du hall et des locataires ingénieusement disposées et bien distinctes. Solution insuffisante pour la remise. Boîtes aux lettres inutiles et mal placées dans l'escalier. Premier étage bien distribué. Second étage bien placé dans la toiture mais trop compliqué avec recoins et doublures inutiles. En façade, entrées bien accusées. Le caractère général des façades, trop compliquées, est celui d'une villa et non d'un bâtiment postal.

N° 5 « St-B. ». — Caractère général d'un bon projet, raisonnable et bien compris, sans qualité de premier ordre. Orientation générale critiquable, car si les entrées sont bien distinctes, il est fâcheux de voir l'escalier au sud dans la plus belle exposition. Annexe avec terrasse très discutable. Les plans d'étages sont bien étudiés. Les façades sont simples et pourraient s'étudier d'une façon satisfaisante. Dans son ensemble le projet principal est supérieur à la variante.

N° 7 « Chavez ». — Plan du rez-de-chaussée magistralement étudié. La remise dans un petit bâtiment isolé est inadmissible. Les plans d'étages sont également bons. Les façades, habilement traitées et accompagnées d'une jolie perspective, sont trop compliquées; la tour apparaît comme un hors-d'œuvre inutile et trop important. Elles sont harmonieuses, mais sans caractère bien accusé.

N° 9 « Ode ». — Bon plan de rez-de-chaussée, bien distribué, mais avec un développement excessif. Les plans d'étages sont défectueux. Quant aux façades, adroitement présentées, elles ne paraissent pas être à l'échelle. Les toitures ont une importance démesurée et le caractère général est plutôt celui d'une hôtellerie de montagne que d'un bâtiment postal.

N° 10 « Rive de l'Herbe ». — Projet remarquable et très bien présenté, avec de grandes qualités architecturales, mais une étude insuffisante: il y a de graves manques de concordance entre plans et façades. Le hall et les entrées sont très bien disposés, mais le développement des guichets dans le hall est étriqué. Il est fâcheux que tous les services soient