Zeitschrift: Bulletin technique de la Suisse romande
Band: 60 (1934)
Heft: 11

Artikel: Résonance de l'oscillation dans une chambre d'équilibre
Autor: Calame, Jules
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-46384

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: 13.07.2025

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

applicables à ce dessaisissement seront celles qui ont été édictées par le décret du 25 septembre 1926 relativement au dessaisissement des tribunaux supprimés par le décret du 3 septembre 1926. Pour l'application de ces règles, la date de la mise en vigueur du décret du 3 septembre 1926 sera remplacée par celle de la mise en vigueur de la présente loi, et le délai prévu à l'art. 5 du décret du 25 septembre 1926 sera censé expirer seulement un mois après la mise en vigueur de la présente loi.

Art. 3. — Le tribunal de première instance de Strasbourg remplira les fonctions de tribunal d'appel pour la navigation du Rhin.

Art. 4. — Sont abrogées toutes dispositions contraires aux dispositions ci-dessus, notamment l'art. 2 de la loi du 21 avril 1832 et l'art. 8 de la loi du 25 juillet 1923.

Date de la prochaine session.

La prochaine session de la Commission commencera le mardi, 6 novembre 1934, à 16 h. 30.

Résonance de l'oscillation dans une chambre d'équilibre,

par Jules CALAME, ingénieur-conseil, à Genève.

La résonance de l'oscillation dans une chambre d'équilibre, n'est-elle pas à craindre? C'est une question que se posent, à propos de chaque installation nouvelle, et le constructeur de la chambre et l'exploitant.

On se borne en général à envisager, lors du calcul ordinaire d'une chambre d'équilibre, deux manœuvres opposées : *l'ouverture* d'un ou de plusieurs groupes, à partir d'un niveau statique initial, qui est le niveau *le plus bas* de la retenue, et la *fermeture complète* de tous les groupes de l'usine en cas de court-circuit général, quand le niveau de l'eau dans la chambre est le niveau piézométrique de régime permanent correspondant à la retenue la plus haute. Mais on peut se demander si ces manœuvres *ordinaires*, conçues dans toute leur étendue et à partir des niveaux les plus défavorables, conduisent bien aux plus fortes amplitudes et donnent toute la sécurité d'exploitation nécessaire.

1. Augmentation artificielle de l'amplitude.

Il serait évidemment possible de concevoir théoriquement un programme de manœuvres des distributeurs de turbines tel que l'oscillation à laquelle ces manœuvres conduisent dépasse en amplitude la plus forte valeur calculée pour des manœuvres ordinaires.

Il suffirait, par exemple, de supposer qu'à la suite d'une manœuvre de fermeture complète d'une turbine, et au bout d'une demi-période d'oscillation, on rouvre à nouveau cette turbine en plein ; qu'une demi-période plus tard, on la referme ; qu'on la rouvre de nouveau dans un délai pareil, et ainsi de suite. On verrait alors l'oscillation gagner en amplitude et la première dénivellation être multipliée *2, 3,... n* fois par elle-même, sans qu'il soit possible d'obvier à ce phénomène avec la chambre d'équilibre même la plus largement dimensionnée. Il est juste d'ajouter qu'alors la perte de charge dans la galerie, qui croîtrait sensiblement en raison du carré de l'amplitude, opérerait un freinage d'autant plus intense que la dénivellation serait plus accentuée. Mais un déversement par le haut, un découvrement dans le bas ne seraient certes pas exclus.

Un tel programme de manœuvres ne saurait cependant d'aucune manière être envisagé comme *possible* sur un réseau ordinaire et il faudrait déjà, pour le réaliser, avoir affaire à des appareils d'utilisation particuliers, se chargeant et se déchargeant suivant un rythme de même période que celle de l'oscillation du niveau dans la chambre, ou alors s'imposer artificiellement une série de manœuvres que les enclenchements usuels rendent pratiquement impossible.

2. Augmentation naturelle de l'amplitude.

Il est pourtant deux cas, dans lesquels l'amplitude pourrait éventuellement, sans qu'on le veuille, être augmentée au delà des valeurs ordinairement calculées. Ces deux cas méritent de retenir l'attention. C'est d'abord celui qui se produirait à la suite d'un court-circuit général de l'usine, fonctionnant alors à pleine charge, si l'on se proposait de recharger les groupes sans aucune considération de délai. C'est aussi le cas d'un court-circuit qui se produirait inopinément, tôt après une mise en marche complète des groupes. Mais l'importance de ces cas fortuits dépend en grande partie de l'intervalle de temps qui sépare le début de deux manœuvres de sens inverse.

Pour le montrer, considérons ces deux cas en détail, en supposant que l'usine ne comporte que deux groupes, identiques, et en négligeant l'effet amortisseur des pertes de charge.

Premier cas : Court-circuit général, suivi d'une ouverture complète.

Nous supposerons le pire : un court-circuit survenant peu après la pleine charge de l'usine ; arrêt complet du débit qui donne lieu, théoriquement, à l'oscillation dessinée en trait fin continu sur les figures 1 à 4 et dont l'équation peut s'écrire, si l'on choisit l'instant du court-circuit comme origine des temps :

$$Z_1 = W_0 k \sin \frac{2\pi t}{T} \qquad \text{où} \qquad k = \sqrt{\frac{Lf}{gF}}$$

A l'instant t_a compté à partir de la même origine, si l'on provoque la nouvelle mise en charge complète de l'usine, on crée une seconde oscillation

$$Z_2 = -W_0 k \sin \left(\frac{2\pi t}{T} - \alpha\right)$$

dessinée en trait fin, discontinu, sur les figures 1, 3 et 4 (sur la fig. 2, elle se confond avec le trait continu), de même période

$$T = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{LF}{gf}}$$

que la première, dans laquelle α désigne l'angle de retard, celui qui correspond précisément au temps d'attente t_a

entre les manœuvres de signe contraire, c'est-à-dire qu'on a :

$$t_a = \frac{\alpha}{2\pi} T$$

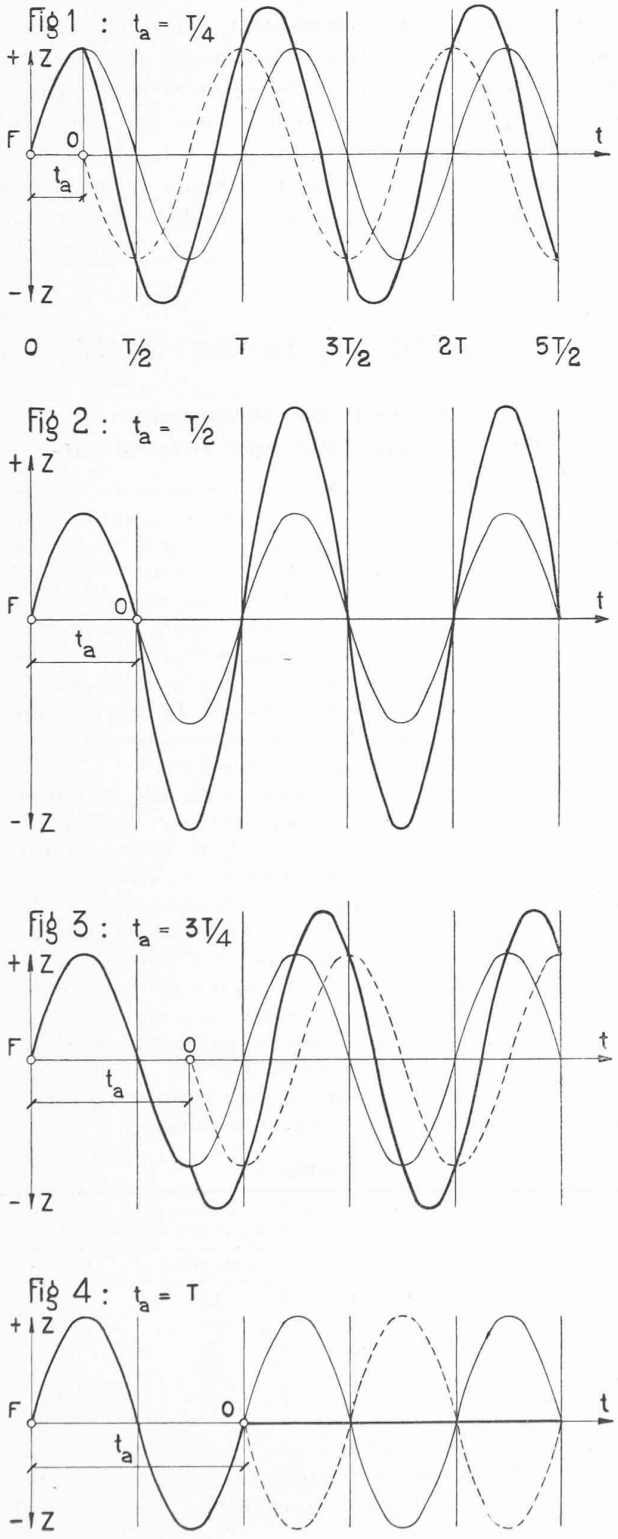


Fig. 1 à 4. — Court-circuit suivi d'une ouverture complète.

t_a = temps d'attente jusqu'à la reprise de l'ouverture.
F = instant de la fermeture de court-circuit.
O = instant de la reprise d'ouverture complète.

L'oscillation résultante, représentée par un trait fort dans les figures 1, 2, 3 et 4 pour $t_a = T:4, T:2, 3T:4$ et T, a pour équation générale :

$$Z = \mu W_0 k \sin\left(\frac{2\pi t}{T} - \rho\right)$$

Elle est de même période que les oscillations composantes, mais son amplitude varie, suivant la valeur de t_a, entre 0 et $\pm 2 W_0 k$.

Il est intéressant, enfin, de se demander sur quelle courbe se meut cette amplitude maximum *en fonction du temps d'attente* t_a et il suffit pour l'établir d'appliquer la règle de Fresnel qui conduit, dans ce cas, aux deux relations :

$$\rho = \frac{1}{2}(\pi + \alpha)$$

$$\mu = -2 \sin \frac{\alpha}{2}$$

c'est-à-dire que μ varie bien alternativement entre -2 et $+2$.

Les minima et maxima de cette courbe, reproduite en trait fort sur la figure 5, ont lieu pour

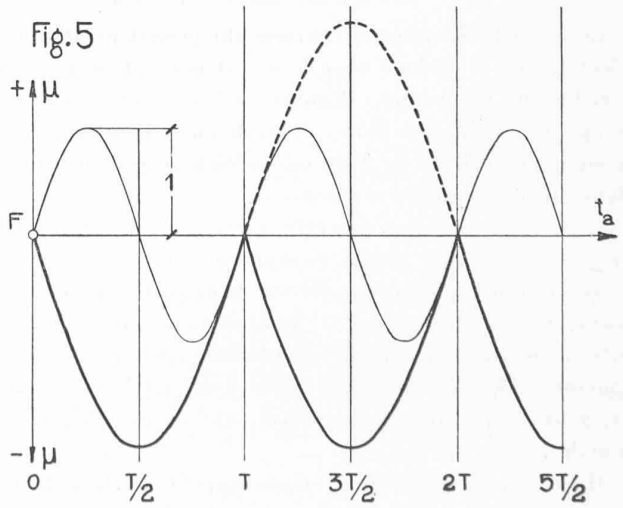
$$\frac{d\mu}{d\alpha} = -\cos\frac{\alpha}{2} \cdots = 0 \qquad \text{soit :}$$

quand

$$t_a = \frac{T}{2} + nT \text{ ; alors } \mu = -2$$

$$t_a = \frac{3T}{2} + nT \text{ ; alors } \mu = +2$$

On en conclut qu'*il existe des valeurs* du temps d'attente t_a *pour lesquelles l'amplitude maximum* de l'oscillation, résultant des deux manœuvres combinées, peut ne pas dépasser *l'amplitude calculée soit pour la fermeture complète, soit pour l'ouverture complète* et que, si l'on veut s'assurer absolument contre tout risque d'augmentation de l'amplitude calculée, on se donnera pour *règle* : de *n'opérer la réouverture complète après un court-circuit général*



Lieu des minima et maxima de μ, en fonction de l'intervalle t_a

qu'après une période d'attente définie par le temps $T + nT$ (compté à partir du court-circuit) *et dans un délai qui ne devrait pas excéder* $\pm \frac{T}{6}$.

Si, par exemple, on avait affaire à une période d'oscillation T voisine de 3 minutes, il faudrait que l'enclenchement s'opérât dans un délai d'une minute, compris entre *30 secondes avant et 30 secondes après le temps fixé à 3, 6, 9, 12 minutes, etc.*, à compter du court-circuit.

Il y a lieu de remarquer, cependant, pour tempérer ces résultats théoriques qui ne tiennent d'ailleurs compte ni du débit de marche à vide des turbines, ni de l'amortissement provoqué par les pertes de charge :

que, sauf pour des essais, la mise en parallèle et l'enclenchement des groupes ne se feront jamais immédiatement à la suite d'un court-circuit, et en tous cas pas avant que la raison du court-circuit soit élucidée, ce qui permettra à la première oscillation de s'amortir déjà partiellement ;

qu'il est probable aussi que les différents appareils d'utilisation branchés sur le réseau ne seront pas prêts, une fois le courant rétabli, à prendre tous la charge au même instant ; la succession des réenclenchements des uns et des autres à des temps différents est le plus sûr moyen d'amortir le reste d'oscillation qui subsisterait encore de la manœuvre de fermeture provoquée par le court-circuit ;

qu'il est toujours possible de choisir le délai de mise en marche du second groupe après le premier, ce qui, comme on le montrera sous chiffre *3*, peut diminuer considérablement aussi l'oscillation résultante ;

qu'enfin, si l'usine fonctionne seule sur le réseau, on aura affaire seulement à des charges partielles, de sorte que le cas extrême envisagé ici ne se produira à la rigueur que considérablement atténué.

C'est ce qui permet d'expliquer que le maximum théorique entrevu plus haut ne se réalise pratiquement jamais.

Second cas : Ouverture complète, suivie d'un court-circuit général.

Ce cas est exactement l'inverse du précédent et point n'est besoin de refaire tout le calcul pour aboutir à des conclusions identiques. Il suffit, si l'on veut avoir une image de l'oscillation dans ce cas, de changer simplement le signe des valeurs de Z du cas précédent qui correspondent au même temps d'attente t_a.

Il ne peut toutefois pas être question, dans ce second cas, d'établir une règle, puisque le court-circuit, qui se produit maintenant en second lieu, survient inopinément. On ne voit donc, à première vue, aucun autre moyen de parer à cet effet déplorable que de *munir la chambre d'équilibre d'un déversoir à sa partie supérieure* et, à vrai dire, un tel dispositif est toujours à recommander.

Il est bon de remarquer encore que l'hypothèse d'une mise en charge complète instantanée de toute l'usine est bien difficile à justifier. Dans la réalité, en effet, les groupes ne seront pas mis en parallèle simultanément ; l'un le sera après l'autre et l'on pourra toujours, si on l'estime utile, imposer un délai pour la mise en marche consécutive des groupes. Si ce délai est bien choisi, l'oscillation provenant de l'ouverture de la première turbine peut être partiellement et même complètement supprimée par l'oscillation provenant de l'ouverture de la seconde, ainsi qu'on le montrera sous chiffre *3*. On voit qu'il est ainsi possible de prévenir, dans toute la mesure désirable, l'effet extrême qui fait l'objet de ce second cas : c'est de se fixer certaines règles précises pour le délai de mise en marche de deux unités consécutives.

(A suivre).

TECHNOLOGIE DU BÂTIMENT

Les conditions techniques d'un éclairage électrique économique.

Ces conditions sont trop souvent méconnues des usagers et même des professionnels, tels les architectes, à qui il appartient de conseiller le public sur la façon la plus rationnelle et, par suite, la plus économique, de s'éclairer. En cette matière, il règne pas mal de préjugés et d'idées préconçues dont il convient de faire justice. « Une bonne lampe, dit M.R. de Valbreuze, est celle qui permet d'obtenir le lumen-heure (le lumen-heure est l'unité de *quantité de lumière*) au prix minimum : or, le prix de revient du lumen-heure dépend du prix de l'énergie électrique, du prix de la lampe et, éventuellement, de la dépense de mise en place d'une nouvelle lampe [1]. »

Voyons un peu à préciser cela et, pour nous conformer au caractère de notre revue, transposons toutes choses sur le plan technique. Cette transposition, le Dr E. Bausenwein, de Vienne l'a faite, le 26 octobre dernier, au cours d'une conférence sur « Die technischen Voraussetzungen wirtschaftlicher Beleuchtung », reproduite dans « Die Lichttechnik », de décembre 1933. C'est donc à M. Bausenwein, par l'intermédiaire de « Die Lichttechnik », que nous empruntons notre documentation, visant exclusivement les lampes *à incandescence*, qui sont d'ailleurs les sources de lumière les plus usuelles [2].

Importance de l'entretien des lampes. Elle est mise en évidence par le tableau suivant où sont évaluées les pertes de flux lumineux dues au salissement des lampes.

Tableau I.

Temps écoulé sans nettoyage des lampes	Diminution du flux lumineux, en %, pour les trois principaux systèmes d'éclairage		
	Direct	Semi-indirect	Indirect
1 mois	4	14	18
2 »	8	23	33
3 »	10	32	41
4 »	12	36	48
5 »	14	40	50

Quote-part du prix d'achat des ampoules dans le prix de revient de l'éclairage. Contrairement à un préjugé très répandu, cette quote-part est quasi insignifiante. Preuve en soit le

[1] Quelques remarques sur l'éclairage. *Bulletin de la Société française des Electriciens*, No 27.

[2] Les valeurs numériques invoquées par M. Bausenwein et visant les conditions particulières à l'Autriche ont été adaptées aux conditions régnant en Suisse.