

MÉTHODE EMPLOYÉE POUR LA RÉOLUTION GRAPHIQUE DE L'ÉQUATION

Considérons, par exemple, l'intervalle limité aux points b_2, b_3 . Supposons que nous ayons obtenu le point b_2 et calculons la variation relative de vitesse ϵ_3 dans cet intervalle.

Fixons une valeur k du rapport $\frac{\tau}{T}$, nous raisonnerons comme suit :

En b_2 (fig. 6), le couple moteur est b_2d , le couple résistant est ed , l'écart des couples est b_2e , le couple maximum étant représenté par \overline{BD} , l'écart des couples sera :

$$C_m - C_r = C_{\max} \times \frac{b_2e}{\overline{BD}}$$

et nous aurons :

$$C_{\max} \frac{b_2e}{\overline{BD}} = I \frac{d\omega}{dt}$$

Admettons tout d'abord que cette accélération $\frac{d\omega}{dt}$ se maintienne constante pendant l'intervalle $\frac{T}{20}$ secondes ; il en résultera une variation de vitesse

$$\Delta\omega = \frac{d\omega}{dt} \times \frac{T}{20} = \frac{C_{\max}}{I} \frac{b_2e}{\overline{BD}} \times \frac{T}{20} = \frac{b_2e}{\overline{BD}} \times \frac{T C_{\max} \omega_0}{40 \frac{I \omega_0^2}{2}}$$

Si nous considérons la variation relative de vitesse ϵ mesurée en %, nous aurons :

$$\epsilon_3 = 100 \frac{\Delta\omega}{\omega_0} = 100 \times \frac{b_2e}{\overline{BD}} \times \frac{T \times P_{\max}}{40 \frac{I \omega_0^2}{2}} = 100 \times \frac{b_2e}{\overline{BD}} \times \frac{T}{40k}$$

d'où :

$$\epsilon_3 = \frac{100 \times b_2e}{40k \times \overline{BD}}$$

formule fondamentale de notre résolution graphique.

Cette première valeur de ϵ_3 nous donne une position approchée de b_3 ; la valeur trouvée pour ϵ_3 est évidemment trop forte puisque l'écart des couples qui, au début de l'intervalle, est b_2e , diminue pendant tout l'intervalle, en raison du fonctionnement du régulateur. La position approchée de b_3 nous donne en b_{3f} une valeur approchée de l'écart final des couples. Nous pouvons alors calculer l'écart moyen des couples pendant l'intervalle qui nous occupe, écart moyen égal à $\frac{1}{2}(b_2e + b_{3f})$, et calculer, à l'aide de cet écart moyen, une valeur de ϵ_3 plus approchée que la première.

Pratiquement, on peut s'en tenir à cette première approximation, car une approximation supplémentaire ne donne que des différences insignifiantes.

TRACÉ DES COURBES DE ϵ EN RÉGIME TROUBLÉ

En appliquant la méthode ci-dessus, nous avons étudié pour quatre valeurs de $\frac{\tau}{T}$; 0,25 ; 0,5 ; 1 ; 2, une série de perturbations correspondant à des variations de charge de 100 %, 75 %, 50 % et 25 % aboutissant ou commençant, les unes à la pleine charge, les autres à la marche à vide.

Ce calcul sans être compliqué, est long et fastidieux, nous nous contenterons d'en reproduire les résultats résumés par les figures 7, 8, 9 et 10.

(A suivre.)

P. CAYÈRE

SUR L'ÉTUDE

DEN

PERTURBATIONS DE VITESSE DES GROUPES ELECTROGÈNES PAR LA MÉTHODE DES CARACTÉRISTIQUES

Il nous a été demandé de fixer en quelques traits une méthode nouvelle, dont nous avons fait usage depuis plusieurs années, méthode concernant l'étude d'une perturbation provenant d'une variation de charge d'un groupe électrogène, et aussi touchant l'action du régulateur mécanique associé à ce groupe. On sait que toute régulation mécanique, qui suppose en somme un organe destiné surtout à proportionner l'admission aux besoins, de manière à ce que le couple moteur soit égal, à la fin de la perturbation, au couple résistant, comporte des organes assez complexes. Nous supposerons connus le fonctionnement des régulateurs directs, plus spécialement applicables aux groupes électrogènes à moteurs thermiques, et aussi le fonctionnement des régulateurs indirects, sous leur forme la plus générale, à savoir : celle d'un tachymètre qui met en branle un moteur de vannage, la commande de ce moteur de vannage pouvant être effectuée soit par voie électrique, soit par voie hydraulique, ou par l'intermédiaire d'une application d'huile sous pression. Les deux schémas ci-contre, qui figurent dans tous les traités classiques, sont suffisamment nets à cet égard pour ne pas nécessiter d'explication (fig. 1 et 2).

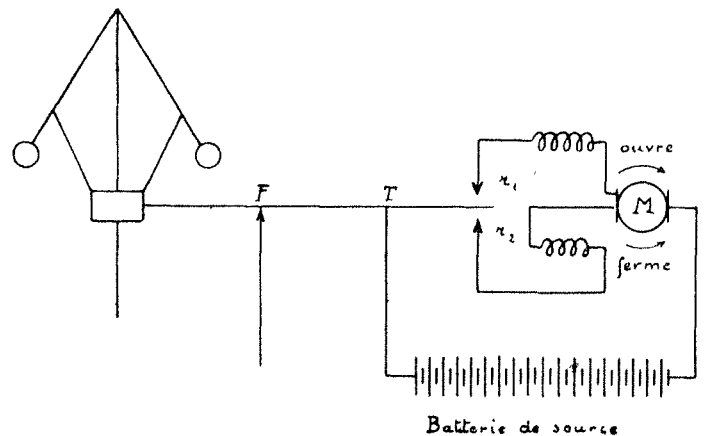


FIG. 1

On sait que le régulateur indirect, considéré comme contrôlé par un tachymètre supposé infiniment sensible, introduit au cours du réglage des oscillations de vitesse symétriques et inéteignibles, mais qui ne s'amplifient pas. Ceci est vrai, au moins dans le cas où le couple résistant varie par sauts brusques et indépendamment de la vitesse du groupe. On démontre que cette hypothèse correspond aux conditions en somme les plus dures, car les couples résistants de génératrices dynamos croissent toujours avec la vitesse, au moins proportionnellement à celle-ci, d'où il résulte que les effets antagonistes qu'ils opposent au couple moteur au cours d'une perturbation, sont toujours plus importants que ceux déduits de l'existence d'un couple résistant, qui aurait tout de suite sa valeur définitive.

Si l'on suppose aussi, pour simplifier, que le moteur qui conduit la vanne est à vitesse constante, ce qui ne s'écarte

moteurs, vitesses) est représenté par une courbe z qui se détachera d'autant plus vite de la caractéristique mécanique primitive C_0 que le régulateur sera plus rapide. En tout état de cause, la vitesse passera par un maximum (tangente perpendiculaire aux abscisses) quand surviendra l'égalité des couples moteur et résistant. Si l'asservissement fonctionnait juste pour cette égalité des couples, c'est-à-dire si le moteur de vannage était coupé à cet instant, en μ'_1 , la vitesse étant trop grande, on se déplacerait sur la caractéristique mécanique C'_1 passant par ce point et le déséquilibre des couples se produirait à nouveau. Au point d'intersection de cette caractéristique C'_1 avec la courbe Γ , il y aurait mise en action nouvelle du régulateur qui continuerait à fonctionner et amorcerait une nouvelle oscillation, de même sens que la précédente (Réglage par coups de vanne successifs de même sens).

Si, au contraire, le réglage a lieu plus bas que la caractéristique C_1 , on atteint la caractéristique Γ en un point M''_1 , situé au-dessous de celui qui est nécessaire et l'on peut avoir, si l'écart est relativement grand par rapport à celui que laisse subsister la sensibilité, une nouvelle oscillation moins importante que la précédente, mais de sens contraire (fig. 4).

Enfin, si l'on coupe le moteur juste au point d'intersection de la courbe de perturbation z avec la caractéristique C_1 , on obtient, en se déplaçant sur ladite caractéristique, et sans intervention d'oscillations supplémentaires, le régime définitif que l'on désirait réaliser.

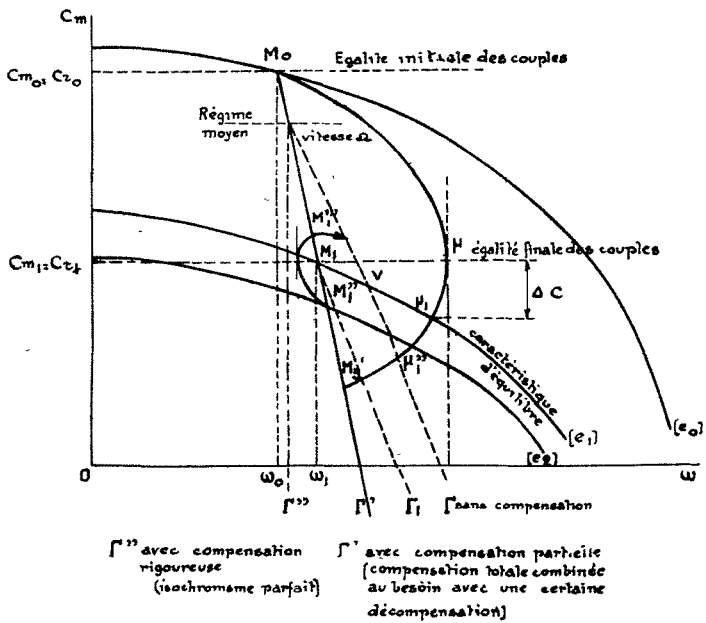


FIG. 5

Ces conceptions sont modifiées très simplement dans le cas où intervient la compensation. Supposons, pour alléger la figure, que nous ayons réalisé le réglage correct dans le cas de l'asservissement et de la non compensation. Compenser le régulateur revient à déplacer sa caractéristique Γ dans le plan d'une quantité telle que la caractéristique définitive Γ' tende à devenir beaucoup plus parallèle aux ordonnées. Dans la figure 5, pour faciliter sa compréhension, on a incliné à l'excès la caractéristique Γ du régulateur, asservi, mais non compensé.

De deux choses l'une : ou la compensation est très rapide,

ce qui est rare, et alors la nouvelle caractéristique Γ du régulateur peut être considérée comme ayant déjà sa position Γ_1 , prise quand le point figuratif arrive aux environs de l'ordonnée d'équilibre des couples. Dans ce cas, le régime définitif peut être atteint sans grande difficulté. Ou bien la compensation, ce qui est généralement le cas, est lente et le réglage peut se faire sur la caractéristique primitive Γ , en γ , donc, en raison de l'inégalité des couples, donner encore matière à une oscillation complémentaire que l'on devrait éviter. Aussi, la vitesse de compensation étant toujours lente, prévoit-on souvent une procompensation, c'est-à-dire que la caractéristique Γ est déjà déplacée, dès le début de la perturbation, par des moyens mécaniques du reste assez complexes, de manière à occuper la position approximative Γ correspondant à l'équilibre final (fig. 6)

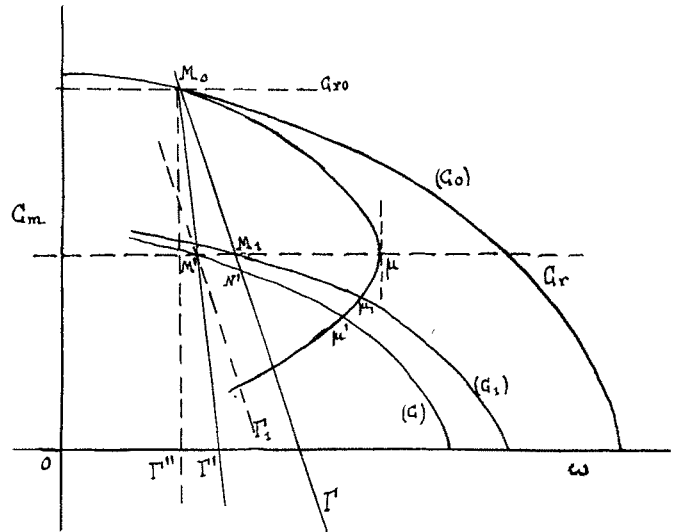


FIG. 6

Influence de la vitesse de compensation sur la forme de la perturbation. Pro compensation.

$\mu_1 M_1$. — Asservissement correct, sans compensation.

$\mu' M'$. — Asservissement correct, avec compensation rapide ou pro compensation.

Comme on le voit, cette méthode graphique d'étude du phénomène, est extrêmement simple. Elle est aussi des plus intuitives, mais elle suppose essentiellement qu'on soit capable de tracer la courbe de perturbation $\omega (C_m)$, c'est-à-dire celle des couples moteurs en fonction des vitesses, à partir du moment où le régulateur, l'équilibre étant rompu, commence à agir. C'est le tracé de cette courbe de perturbation qui nous préoccupera maintenant.

Méthode graphique générale de construction de la courbe caractérisant la perturbation.

Appliquons d'abord cette méthode au cas très général d'une dynamo à allure shunt, c'est-à-dire ayant un couple de la forme ci-contre $C_g = C_r = \frac{A\omega}{R}$, le flux Φ étant supposé maintenu constant, et R étant la résistance du réseau.

On a, comme on sait, au cours de la perturbation, l'équation classique :

$$C_m - C_r = K \frac{d\omega}{dt}$$

Nous opérerons ainsi : nous choisirons d'abord une première valeur ΔCm , ce qui fixera l'abscisse $(\Delta t)_1$ correspondant à une admission relative $\frac{e_1}{E}$ en valeur approchée correspondante (fig. 8).

Nous formerons l'angle β tel que

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{PQ}{K} \quad (PQ = r - \Delta Cm)$$

Nous formerons ensuite

$$\Delta \omega = \Delta t \frac{PQ}{K}$$

ce qui nous donnera $(\Delta \omega)_1$ en valeur approchée.

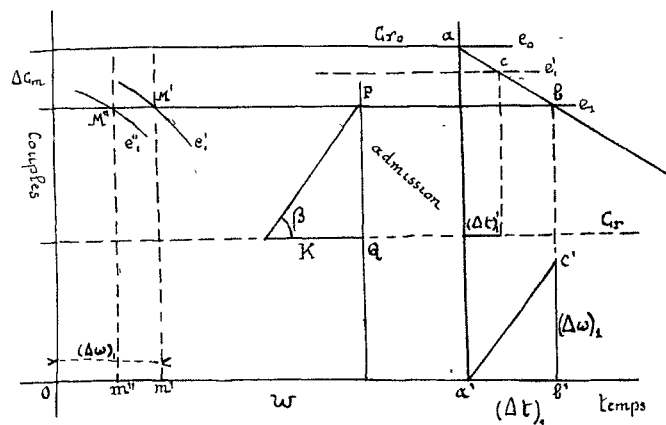


Fig. 8

L'ordonnée $\overline{mM'}$ menée à partir de n' avec $(\Delta \omega)_1 = \overline{Om}$ nous donne sur la caractéristique C_1 le point M' . Généralement la caractéristique passant par M' n'est pas celle correspondant à e_1 , mais bien celle correspondant à une admission e'_1 . On prendra donc le nouveau point e'_1 sur la courbe $e(t)$, auquel correspond une nouvelle valeur $(\Delta t)'_1$ et un nouvel accroissement de vitesse $(\Delta \omega)'_1$ déduit de

$$\frac{(\Delta \omega)'_1}{(\Delta t)'_1} = \frac{A_1 B}{K}$$

En général, un très petit nombre d'approximations suffira.

Nous aurons enfin la courbe $Cm(\omega)$ des couples moteurs en fonction des vitesses au cours de la perturbation.

L'emploi pratique de cette méthode suppose des précautions assez importantes dans l'étude de détail desquelles nous ne voulons pas entrer, sous peine d'accroître à l'excès l'importance de cette étude. Cependant, il nous sera permis de dire que la dite méthode, dont le principe seul, au cours de notre exposé, est à retenir, est très souple et qu'elle nous a rendu, ainsi qu'à certains de nos collaborateurs spécialisés dans la question du réglage des turbines, de grands services. Elle est particulièrement précieuse dans la prédétermination des effets d'un régulateur de principe nouveau à associer à une turbine de type déjà connu

(A suivre.)

BARBILLION,

Directeur de l'Institut Polytechnique de Grenoble.

LÉGISLATION

LA PART DE L'ÉTAT DANS LES CHUTES CONCÉDÉES

Les redevances en argent à prévoir

Différents types à adopter

Il est nécessaire aujourd'hui de donner à l'Etat des redevances sur toutes les chutes concédées : mais dans quelle mesure et dans quels cas ? Telle est la question que les candidats à la concession nous présentent souvent, et nous avons pu nous apercevoir, même par le libellé de l'interrogation, que les principes ne sont pas toujours d'une absolue clarté dans leur esprit ; notre collaborateur Paul Bougault expose les règles fondamentales et descend ensuite dans l'examen de certains cas particuliers.

i.

Si l'on veut avoir une idée générale, sur les redevances pécuniaires auxquelles peut être astreint un concessionnaire de force motrice, il est nécessaire d'envisager deux grandes hypothèses : celle qui est exclusivement prévue par la loi du 16 octobre 1919, et celle qui, au contraire, relève seulement du cahier des charges type donné dans le décret du 5 septembre 1920 (*Journal Officiel* du 12 septembre 1920) qu'annonçait déjà implicitement la loi du 16 octobre 1919 (article 10). Voir ces divers textes dans mon livre : *Législation Nouvelle des Chutes d'Eau*.

Le législateur a prévu un cas exceptionnel : celui où l'Etat interviendrait, au point de vue financier, dans la constitution de la chute ; au moment où le texte a été discuté (soit dans les Commissions qui l'ont élaboré, soit au Parlement), les esprits étaient surexcités par la difficulté de trouver du charbon, par le prix colossal auquel on le payait, par l'idée patriotique et excellente d'exploiter en France les sources de force motrice que réclame notre industrie nationale. On pensait donc à faire de l'Etat un pourvoyeur d'énergie, au besoin en intéressant le Trésor public à la constitution, non pas tant de la chute directement, que de la Société chargée de l'établir. Voilà pourquoi l'article 10 de la loi stipule que le cahier des charges pourra prévoir : *le montant des actions d'apport entièrement libérées qui pourront être attribuées à l'Etat en quantité variable, notamment selon la classification du cours d'eau dont dépend la chute concédée, la puissance et la destination de l'usine.*

Cette rémunération de l'Etat ne doit intervenir que dans le cas de chutes vraiment importantes, et nous serions bien étonné si les rédacteurs du projet de loi, notamment les rapporteurs à la Chambre et au Sénat, n'avaient pas eu en vue un cas particulier, tel que l'aménagement immédiat de tout un cours d'eau, qu'ils avaient généralisé, comme il est d'usage. Il est donc fixé en principe que si l'Etat apporte son