

# L'ESSAI EN PUISSANCE DES INTERRUPTEURS PAR TENSION DE RÉTABLISSEMENT AMPLIFIÉE

par M. LATOUR

Ingénieur en Chef des Etablissements Merlin et Gérin

Ce n'est un secret pour personne que, depuis quelques années, les constructeurs de gros matériel électrique, je veux dire les constructeurs de disjoncteurs, sont capables de réaliser des appareils dont le pouvoir de coupure dépasse considérablement les moyens d'essais. Pour ne prendre qu'un exemple qui me touche de très près, dans le cadre de notre Etablissement, 3.000.000 de kva, c'est-à-dire 100.000 ampères à 17 kv, ce n'est plus un projet, mais bien une réalité, et pour les tensions plus élevées, de l'ordre de 100, 200 kv, il est maintenant assez normal sinon fréquent d'entendre parler d'appareils de 4.000.000, de 5.000.000 de kva.

Or, ceci pose évidemment un problème épineux, étant donné que les plus puissantes stations d'essais pour interrupteurs ne dépassent guère en Europe 1.500 mva pour des tensions moyennes, c'est-à-dire des tensions de l'ordre de 11 à 15 kv. Sans doute peut-on trouver aux Etats-Unis des stations qui permettent pour ces mêmes tensions des puissances de l'ordre de 2.000.000 de kva, mais nous sommes encore loin des 4 à 5 millions que peuvent revendiquer les appareils à très haute tension. Encore, quand je dis 2.000.000 de kva pour ces stations d'essais, cela s'entend pour un essai direct effectué en branchant les interrupteurs à essayer directement sur les alternateurs, mais lorsqu'il s'agit de passer par des transformateurs-élévateurs pour utiliser des tensions de l'ordre de 100 ou 200 kv, il faut compter avec les chutes de tension dans les transformateurs eux-mêmes et, à ce moment-là, les puissances d'essai sont considérablement réduites.

On est donc amené à envisager d'autres moyens que l'essai direct.

Tout d'abord, il y a évidemment le calcul. Ces derniers temps, dans la presse technique, nous avons vu pas mal d'exemples de calcul de disjoncteurs et notamment de disjoncteurs à air comprimé.

Je ne dis pas de mal de cette méthode ; il m'arrive parfois de l'employer. Mais enfin, et j'en demande pardon aux mathématiciens, on ne peut pas accorder une confiance complète au calcul et les plus belles équations ne se tirent généralement d'affaire qu'à coups de coefficients expérimentaux. Et nous voici ramenés bon gré mal gré à l'expérience.

On pourrait aussi envisager de faire des essais directs, grâce à la collaboration des exploitants et des constructeurs : les constructeurs pourraient dire aux exploitants : « Eh bien, Messieurs, puisque vous n'avez pas confiance dans nos calculs, voulez-vous avoir l'obligeance de mettre à notre disposition, pour faire nos essais, un de vos super-réseaux ou une de vos super-centrales ? » On monterait alors tous les alternateurs en parallèle et on ferait là-dessus des courts-circuits impressionnants.

Je ne sais pas si cette proposition aurait beaucoup de succès auprès des exploitants car ceux-ci ont autre chose à faire que des essais. Ce n'est pas non plus de gaieté de cœur que l'on envisage les risques qu'entraîne un tel essai. Les Américains l'ont fait quelquefois. Il faut le reconnaître, nous-mêmes, dans des cas particuliers, il peut nous arriver de bénéficier d'une telle aubaine ; mais cela n'est pas quelque chose de courant et surtout il faut bien se dire que le constructeur a besoin de faire des essais à tous moments qui lui conviennent pour mettre au point un appareil et ce n'est pas en exploitation que cette condition peut se rencontrer.

On en vient donc à étudier d'autres moyens. Il en est un qui donne de bons résultats et qui a été employé par la plupart des constructeurs français ou étrangers. Il consiste à réaliser l'interrupteur par la mise en série de plusieurs interrupteurs élémentaires. Cela convient surtout pour les très hautes tensions et il est vraisemblable, à condition de prendre des dispositions particulières pour assurer une égale répartition du potentiel sur chacun des éléments de l'appareil.

reil, que chaque élément travaille dans des conditions de tension normale et que la puissance de l'interrupteur ainsi constitué est effectivement la somme des puissances élémentaires des interrupteurs qui le constituent.

Ce dispositif paraît donner de bons résultats et il ne semble pas que l'on s'en plaigne. Cependant, il n'est pas à l'abri de tous reproches. En particulier, on peut se demander si cette répartition de potentiel va bien se conserver en charge. On arrive, en effet, à faire une répartition de potentiel correcte à vide au moyen de condensateurs ou de résistances branchées en parallèle avec les éléments de l'interrupteur, mais, en charge, je veux dire au moment où l'arc de rupture s'éteint, est-ce que tous les arcs élémentaires présentent exactement la même caractéristique ?

Vous savez qu'au moment de l'extinction de l'arc, la résistance de celui-ci croît et tend vers l'infini pour laisser apparaître la tension de rétablissement ; est-il bien certain que cette loi de variation de résistance est identiquement la même pour tous les arcs élémentaires de l'interrupteur ? Cela devrait être démontré car ce n'est pas évident a priori.

On peut également se demander si chacun des éléments de l'interrupteur est, au point de vue de l'agent déionisant qui l'alimente, alimenté de la même façon que tous les autres. En particulier, dans le disjoncteur pneumatique, la source déionisante, c'est-à-dire le conduit d'amenée d'air comprimé, ne peut pas être disposé symétriquement par rapport à tous les éléments. Il se trouve évidemment des éléments de coupure qui sont plus loin de la source que d'autres. Et rien ne dit que l'alimentation en agent déionisant soit la même pour tous. Il peut donc en résulter une certaine différence pour chaque élément et, dans ces conditions, il n'est pas certain que la puissance de l'interrupteur soit bien la somme des puissances élémentaires.

D'autre part, il faut bien se dire que, lors d'une coupure, l'ensemble de tous ces éléments va être plus ou moins environné de gaz d'échappement ionisés ; qui nous dit que l'ensemble tiendra effectivement à la tension d'exploitation ?

Enfin, le plus grand reproche que l'on peut faire à cette méthode, c'est qu'elle n'est pas applicable aux disjoncteurs de moyenne tension. Quand les difficultés de coupure proviennent d'une tension trop élevée, il est très logique de diviser ces difficultés en divisant la tension et en la répartissant sur les éléments de l'interrupteur ; mais, lorsque les difficultés proviennent de l'intensité, lorsqu'il s'agit d'appareils à très grosse intensité de coupure, cette méthode ne servirait à rien. Il serait extrêmement dispen-

dieux de vouloir construire un interrupteur, à 15 kv par exemple, au moyen d'une mise en série d'interrupteurs élémentaires. Là on est bien obligé de construire l'interrupteur avec un seul élément. A ce moment, le problème de son essai se pose en entier.

On a donc cherché des moyens d'essai qui permettent d'augmenter la puissance des stations de recherches.

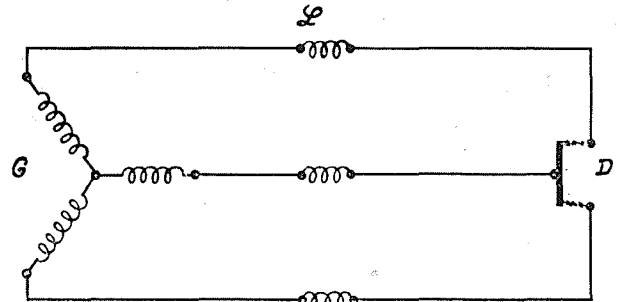


Fig. 1

Un premier moyen qui a été proposé et que nous avons nous-mêmes utilisé (fig. 1), consiste à se servir des trois phases de l'alternateur : Prenons par exemple un interrupteur monophasé à double coupure D qui est alimenté par un alternateur G. Des inductances L limitent le courant. Supposons que la phase médiane n'existe pas, ce qui est le cas habituel d'un essai monophasé. On voit, dans ces conditions, que les deux arcs de rupture de l'interrupteur, lors de leur extinction, ne sont soumis qu'à la tension composée donnée par l'alternateur. Chaque arc ne reçoit donc que la moitié de la tension. Si, au contraire, comme le représente la figure 1, on connecte la phase médiane au point commun de l'interrupteur, chaque arc travaille pour son propre compte et chaque arc sera ainsi soumis à la pleine tension composée. A priori, on peut dire ainsi que l'on a doublé la puissance d'essai disponible.

Ce n'est pas tout à fait vrai car, dans la phase médiane, circule un courant qui est la composition de deux vecteurs à  $60^\circ$ . Par conséquent, le courant dans la phase médiane est plus intense que dans les deux phases extrêmes. Il en résulte une chute de tension plus importante et, par conséquent, on ne peut pas espérer avoir le double de puissance, mais on aura une valeur quelque peu inférieure causée par les chutes supplémentaires dans l'alternateur.

Cette méthode ne va donc pas très loin, elle ne permet même pas de doubler la puissance. En outre, elle n'est pas applicable à tous les appareils et elle ne convient que dans le cas où l'interrupteur possède une prise médiane ou, tout au moins, deux arcs en série dans le même récipient. C'est le cas, par exemple, des inter-

rupteurs à cuves séparées dans lesquelles il y a deux arcs en série. Mais, alors, on peut faire encore le reproche que chaque arc ne travaille pas exactement dans les conditions normales de l'essai monophasé, de l'essai normal auquel serait soumis l'interrupteur en exploitation. En effet, le courant dans chaque arc est décalé par rapport à l'autre et les contraintes mécaniques qui résultent de la décomposition de l'huile ne sont pas synchrones. Il en résulte que l'essai est quelque peu différent du fonctionnement en exploitation.

Une autre solution (fig. 2) consiste à faire l'essai de l'interrupteur sous tension réduite ; on applique à l'interrupteur le courant qu'il est appelé à subir en exploitation, mais ce courant n'est engendré qu'avec une tension plus faible que la tension normale, par exemple le tiers de la tension normale.

Cette méthode a été proposée notamment pour les disjoncteurs pneumatiques à coupure shuntée par une résistance, mais j'avoue que je ne peux pas lui accorder beaucoup de crédit.

Voici en quoi elle consiste :

L'interrupteur est alimenté par un alternateur ; le courant est limité à la valeur convenable par une inductance de réglage et, aux bornes de l'interrupteur, se trouve montée une résistance convenable. On dit ceci :

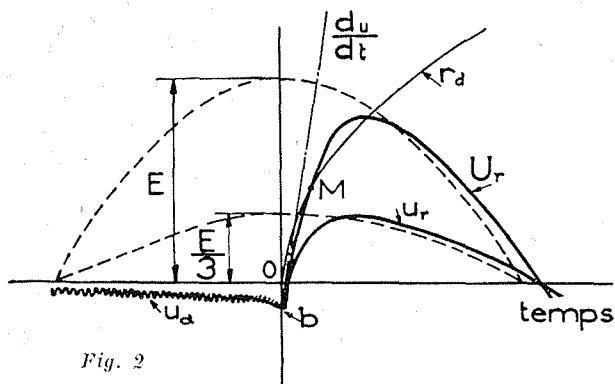
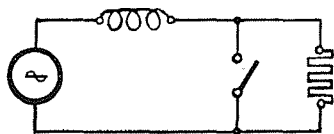


Fig. 2

Puisque c'est essentiellement la vitesse de rétablissement de la tension qui conditionne le pouvoir de coupure de l'interrupteur, faisons en sorte que l'alternateur à basse tension qui va alimenter l'interrupteur présente dans son circuit la même vitesse de rétablissement de tension que celle que l'on trouverait dans l'essai direct de l'interrupteur.

nous pouvons être certains que l'essai est probant.

Ce n'est pas si certain que cela.

Sur le graphique, nous avons représenté par la courbe  $u_d$  la tension d'arc aux bornes de l'interrupteur. Au moment où l'arc s'éteint, cette tension disparaît et elle fait place à la courbe  $u_r$ , qui se confond au bout d'un certain temps avec la tension réduite donnée par l'alternateur. Cette tension réduite est, par exemple, le tiers de la tension réelle qui existerait en exploitation. Toutes précautions ont été prises dans le circuit d'essai pour que la vitesse de rétablissement de la tension  $u_r$  à son origine, c'est-à-dire la tangente à l'origine de cette courbe, ait un coefficient angulaire  $\frac{du}{dt}$  égal à celui qu'on trouverait au

même endroit sur la courbe  $U_r$  correspondant à la tension d'exploitation. Nous faisons l'essai et nous constatons que l'interrupteur coupe. On pourrait alors penser que l'interrupteur est capable de couper la puissance désirée. En réalité, il n'en est rien car le fait d'avoir une tension dont la vitesse de rétablissement est identique à celle que l'on trouverait en exploitation ne prouve pas que l'interrupteur soit capable de fournir le résultat attendu.

En effet, si nous considérons la courbe de régénération diélectrique  $r_d$  de cet interrupteur, c'est-à-dire la rigidité diélectrique qui existe à chaque instant entre ses contacts après l'extinction de l'arc, nous voyons que cette courbe ne rencontre pas la courbe de rétablissement  $u_r$  tracée à la tension réduite  $\frac{E}{3}$ . Mais si on

applique la pleine tension à l'interrupteur, la courbe  $u_r$  se transforme en une autre courbe semblable  $U_r$  qui a, bien entendu, le même coefficient angulaire à l'origine, la même tangente à l'origine que la courbe à basse tension, mais qui peut fort bien couper au point M la courbe de régénération diélectrique de l'interrupteur. Cela veut dire que la tension qui est appliquée aux bornes de l'interrupteur est plus élevée que ne peut le supporter la rigidité diélectrique du milieu compris entre les contacts. A ce moment-là l'interrupteur est défaillant.

Cela montre que bien que nous ayons une vitesse de rétablissement de tension identique, il peut très bien se faire que l'essai à tension réduite indique que l'interrupteur est convenable et fonctionne bien. Mais, en réalité, il peut être défaillant sous la pleine tension ; on ne peut donc pas, du moins pour le disjoncteur pneumatique, accorder un plein crédit à cette méthode d'essai.

Je sais fort bien qu'elle a été utilisée pour les disjoncteurs à volume d'huile réduit et, là, je suis bien d'avis qu'elle peut donner au constructeur des enseignements précieux parce que, dans ce cas particulier, la courbe  $r_d$  est une fonction du courant imposé à l'interrupteur. Autrement dit, cette courbe est d'autant plus inclinée, d'autant plus proche de la verticale que le courant est plus élevé. Dans ces conditions, l'essai à tension réduite permet de tirer certaines conclusions, mais cela n'empêche pas, cependant, que cet essai est critiquable en ce sens que l'on ne peut dire qu'il impose à l'interrupteur des contraintes diélectriques identiques à celles qu'il serait appelé à subir en exploitation.

On a donc recherché d'autres solutions tendant à imposer à l'interrupteur des contraintes électriques semblables à celles de l'essai direct.

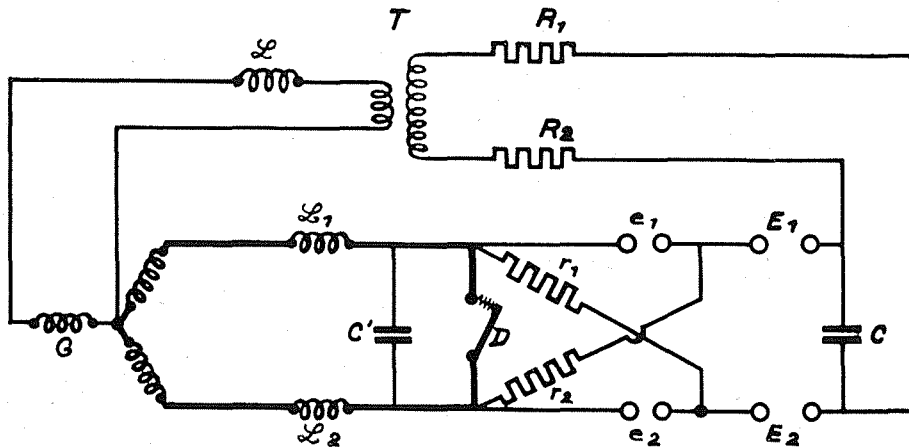


Fig. 3

Je prends ici un exemple (fig. 3) qui a été proposé par le professeur BIERMANN et qui consiste à imposer à l'interrupteur, au moment de l'extinction de l'arc, une tension de choc. Voici en quoi consiste ce dispositif :

L'interrupteur à essayer D est alimenté par un alternateur G à travers les bobines d'inductance habituelles. Nous avons donc ici un circuit à courant fort qui comprend le générateur G, les inductances  $L_1$  et  $L_2$  et l'interrupteur D. La tension réduite donnée par le générateur G sert ainsi à alimenter l'arc de rupture aux bornes de l'interrupteur. Nous disposons en plus d'un circuit à haute tension. Celui-ci est alimenté par la phase laissée libre sur le générateur. La tension de celle-ci est élevée à la valeur convenable par un transformateur-élévateur T. Au moyen de résistances et d'inductances on parvient à alimenter le condensateur C sous une tension alternative en phase avec la tension appliquée à l'interrupteur. Par conséquent, aux bornes de ce condensateur, nous allons trouver une tension, élevée par le transformateur T,

tension qui sera prévue de valeur convenable, correspondant à celle que l'appareil supporterait dans un essai en exploitation.

Vous voyez également la présence entre les bornes du condensateur C et les bornes du disjoncteur D d'un dispositif ingénieux, une sorte d'éclateur inversé.

Au moment où l'arc s'éteint dans l'interrupteur D, la tension se rétablit entre ses bornes et cette tension est celle du générateur G.

Nous avons dit qu'elle est en phase avec la haute tension qui existe aux bornes du condensateur C ; mais, par ce dispositif ingénieux d'inversion, il se trouve que l'éclateur  $E_1$  et  $E_2$  est soumis à la différence de potentiel qui résulte de l'opposition de ces deux tensions. Par conséquent, dès que l'arc s'éteint et que la tension de rétablissement apparaît, l'éclateur  $E_1$  et  $E_2$

s'amorce par l'intermédiaire des résistances  $r_1$  et  $r_2$ .

Dans ces conditions, il se produit dans les résistances  $r_1$  et  $r_2$  une chute de tension ohmique qui sera suffisante pour déclencher l'amorçage de l'éclateur  $e_1$  et  $e_2$ . A ce moment-là, les deux éclateurs sont en court-circuit et la tension du condensateur est pratiquement appliquée au disjoncteur D.

Dans le cas où le disjoncteur tient la tension qui lui est appliquée par le condensateur C, cette tension de choc ne risque pas de faire retour dans le générateur grâce à la capacité C' placée en dérivation devant les inductances  $L_1$  et  $L_2$ .

Ce montage est ingénieux. Il a comme avantage de renouveler à chaque extinction de l'arc l'application à l'interrupteur de la haute tension du condensateur C ; mais cette haute tension n'est appliquée d'abord qu'avec un certain retard, du fait de la présence des éclateurs, et, en second lieu, elle n'est pas comparable à une onde sinusoïdale telle qu'elle se présenterait dans le cas d'un essai direct.

C'est pourquoi d'autres montages ont été proposés. Le montage que vous voyez sur la figure 4 a été utilisé aux Etats-Unis d'Amérique par SKEATS.

Il consiste en ceci :

Comme toujours nous avons un circuit à courant fort qui est alimenté par un générateur G (alternateur ou secondaire de transformateur) et qui comporte une inductance de réglage  $\mathcal{L}$  et l'interrupteur à essayer  $D_E$ . Le circuit fait ensuite retour au générateur.

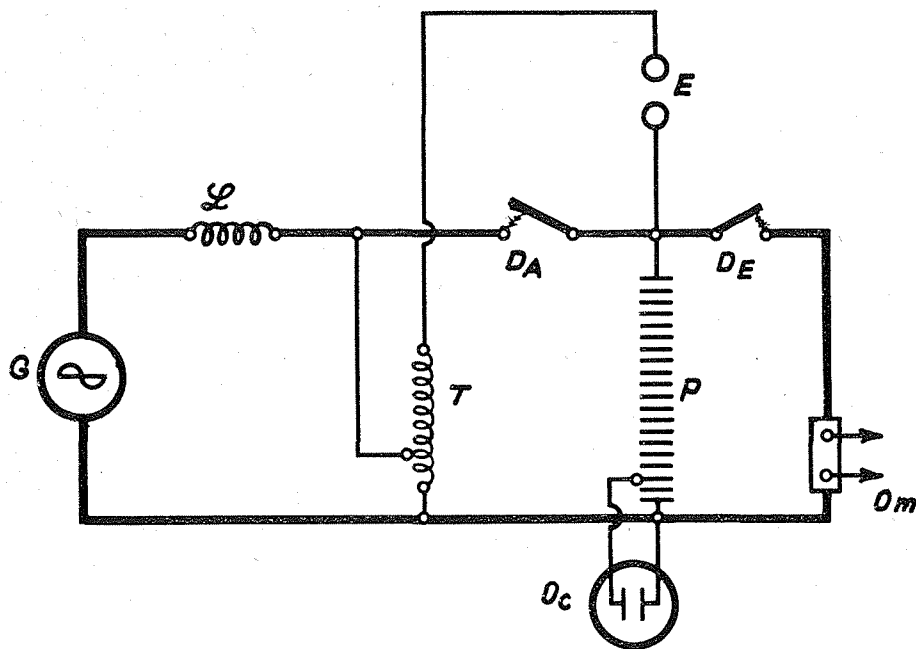


Fig. 4

En outre, on dispose en série avec le disjoncteur à essayer, un disjoncteur d'arrêt ou disjoncteur de blocage  $D_A$  dont nous allons voir le rôle tout à l'heure. Comme ces deux appareils sont montés en série il existe un point commun.

Aux bornes du circuit à courant fort, on monte le primaire d'un auto-transformateur T; le secondaire de l'auto-transformateur sert à élever la tension et cette tension peut être appliquée au point commun des deux appareils de coupure par l'intermédiaire d'un éclateur E. Aux bornes de l'interrupteur à essayer, un dispositif potentiométrique P nous permettra de relever à l'oscillographe cathodique la tension qui sera appliquée aux bornes de l'interrupteur. On s'arrange, bien entendu, pour que les deux interrupteurs fonctionnent synchroniquement et pour que le disjoncteur d'arrêt ait un pouvoir de coupure au moins égal à celui du disjoncteur à essayer.

Dans ces conditions, le fonctionnement est le suivant :

Lorsque les deux appareils déclenchent, le

courant à basse tension fourni par le générateur est évidemment interrompu ; au moment où les deux arcs, qui sont synchrones puisqu'ils sont parcourus par le même courant, s'éteignent, il n'existe plus de conductibilité et le circuit à basse tension se trouve ouvert. Donc, la tension aux bornes de ce circuit monte suivant une certaine loi qui est celle du rétablissement de tension du circuit à courant fort et, par conséquent, le primaire du transformateur se trouve soumis à ce rétablissement de tension. Il en

résulte que le secondaire traduit en l'amplifiant cette tension de rétablissement qui, par l'intermédiaire de l'éclateur E, est appliquée au point commun des deux interrupteurs, c'est-à-dire en définitive, au disjoncteur à essayer  $D_E$ .

Cette méthode est très intéressante parce qu'elle permet, avec une installation à tension moyenne capable de produire un courant important, de faire l'essai de l'interrupteur sous une tension très élevée : par exemple 4 ou 5 fois celle du générateur.

Elle n'est, cependant, pas à l'abri de toutes critiques : on peut lui reprocher de n'appliquer la tension élevée qu'avec un certain retard du fait de la présence de l'éclateur. Et, dans ces conditions, on peut prétendre que l'essai n'est pas absolument identique à celui qui se présenterait en exploitation.

En fait, si l'on veut accorder un entier crédit à l'essai indirect d'un interrupteur, il faut que celui-ci soit soumis aux mêmes contraintes que celles qu'il sera appelé à subir en exploitation. Or, ces contraintes, ce sont d'abord celles qui

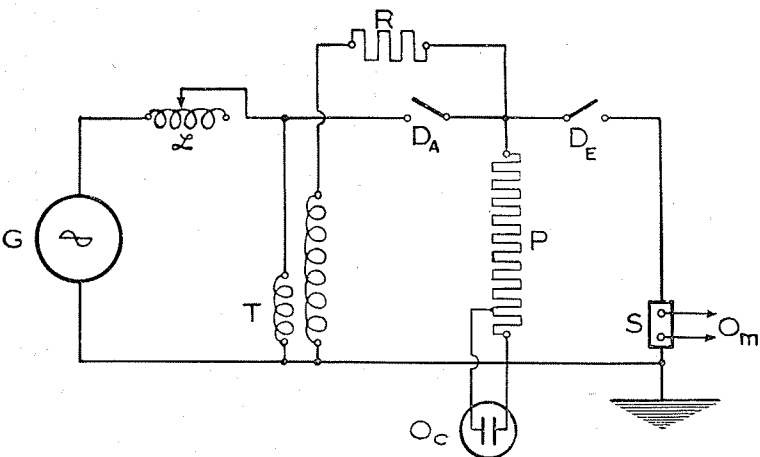


Fig. 5

sont déclenchées par le courant, c'est-à-dire par l'intensité, et ensuite la tension qui se développe aux bornes de l'interrupteur avec une vitesse de rétablissement bien définie.

Ce n'est pas tout à fait le cas du dispositif de la fig. 4 puisqu'il y a un retard provoqué par l'éclateur et on peut prétendre que le petit temps mort qui existe entre l'extinction de l'arc et l'amorçage de l'éclateur, peut être mis à profit par l'interrupteur pour réaliser la coupure. C'est pourquoi nous avons préféré utiliser la disposition que représente la fig. 5.

contraintes électriques absolument identiques à celles que l'on trouve dans un essai direct, à tel point que l'oscillogramme cathodique direct n'est pas discernable de l'oscillogramme cathodique que l'on obtient en essai indirect.

Cependant, il faut bien remarquer que ce schéma n'est pas universel. En particulier, vous voyez que le courant à basse tension est automatiquement coupé dès le premier passage à zéro. Cela n'a pas beaucoup d'importance dans le cas des disjoncteurs capables de couper le courant en une demi-période. Mais il existe des disjoncteurs qui exigent plus d'une demi-période pour obtenir leur pouvoir de coupure maximum. A ce moment-là, le dispositif représenté donnerait toujours un résultat négatif puisque l'interrupteur ne pourrait pas soutenir la haute tension qui lui est appliquée. Il est vrai que l'on peut se tirer de cette difficulté, en particulier lorsqu'il s'agit de certains disjoncteurs pneumatiques qui, pour de très hautes tensions, mettent plus d'une demi-période à acquérir leur plein pouvoir de coupure. On peut, en effet, dans ce cas, utiliser l'artifice suivant : On bloque les contacts de l'interrupteur dans la position qui correspond au maximum de pouvoir de coupure et on amorce l'arc artificiellement au moyen d'un fil fusible. Cela est admissible pour les disjoncteurs à air comprimé parce qu'en raison de la très grande vitesse avec laquelle les gaz ionisants sont

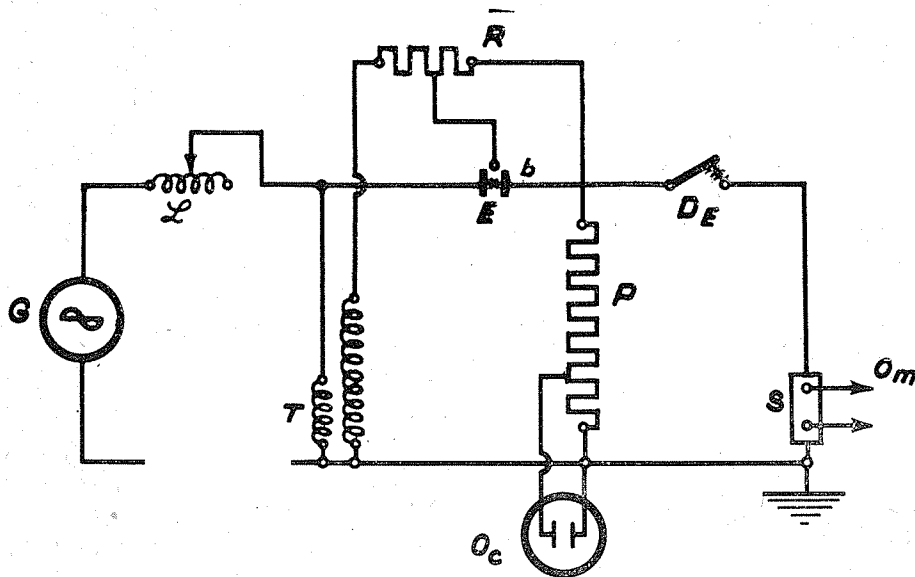


Fig. 6

Ce montage est, en somme, semblable à celui de la figure précédente, mais l'éclateur est remplacé par une résistance R de forte valeur ohmique. Il en résulte qu'à l'extinction de l'arc de rupture, la tension produite par le transformateur-élevateur se trouve appliquée sans retard aux bornes de l'interrupteur D\_E. Dans ces conditions, il devient possible de réaliser des

évacués, on peut admettre que les conditions extraordinaires données par le fusible ont complètement disparu au moment où la tension de rétablissement apparaît. Tout se passe comme si la vapeur dégagée par le fusible était évacuée depuis longtemps au moment où l'arc va faire son extinction. Ceci n'est peut-être pas vrai pour d'autres interrupteurs, comme pour les disjon-

teurs à eau ou à volume d'huile réduit ; pour des cas de ce genre où l'allumage par fusible n'est pas praticable, on voit effectivement que la méthode présente un point faible puisqu'il faudrait pour bien faire que l'arc à courant fort soit rallumé chaque fois que le disjoncteur à essayer est défaillant.

Je dois vous dire qu'un tel essai, contrairement à l'essai direct, exige absolument la présence de l'oscillographe cathodique pour contrôler la valeur de l'interrupteur. Dans un essai direct, on s'aperçoit tout de suite que l'interrupteur est défaillant, car, généralement, il y a des manifestations extérieures importantes et souvent même l'appareil est détruit. Mais, dans le montage représenté sur la figure, l'appareil coupe toujours puisque le courant principal n'est entretenu que par une basse tension et qu'un second interrupteur en série apporte son effet. Ici, ce qui fait distinguer que l'interrupteur est bon ou mauvais, c'est l'apparition de la haute tension à ses bornes. Après le premier passage du courant par zéro, la haute tension se développe aux bornes de l'interrupteur et s'il est capable de tenir cette tension, ce qui sera contrôlé par l'oscillographe cathodique, on peut dire qu'il est bon. S'il n'est pas capable de la tenir, l'arc va se rallumer mais seulement par l'intermédiaire du transformateur-élévateur et de la résistance  $R$ . Autrement dit, ce sera un arc de très faible intensité, automatiquement coupé à la demi-période suivante.

Dans le cas où l'essai est satisfaisant (fig. 7 a), on voit, au moment de l'extinction du courant  $I$ ,

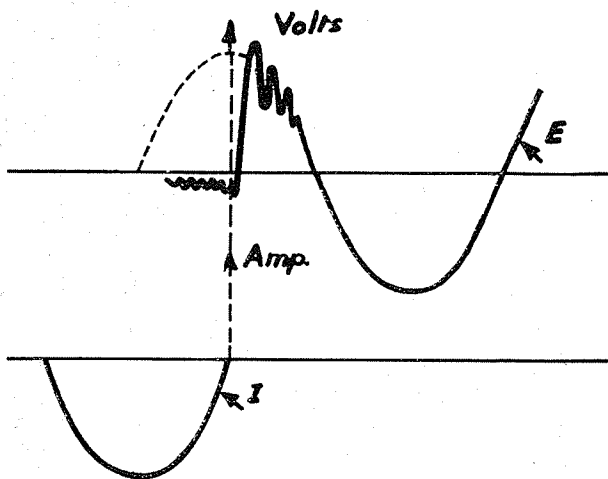


Fig. 7 a

la tension d'arc monter légèrement puis faire place à la tension de rétablissement, au phénomène transitoire et à la pleine tension  $E$  du transformateur-élévateur. Comme cette tension enregistrée par l'oscillographe cathodique est d'aspect normal, on peut dire que l'interrupteur

est capable d'effectuer la coupure sur un circuit de l'exploitation.

Si, au contraire, l'essai est négatif (fig. 7 b),

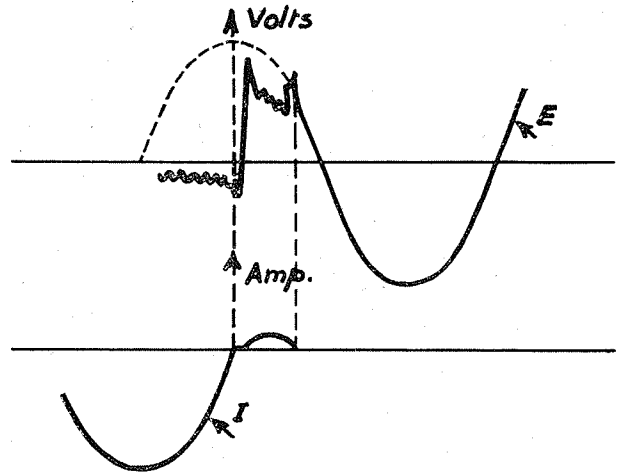


Fig. 7 b

nous voyons toujours le même courant  $I$  qui s'éteint, la tension d'arc qui a la même forme que précédemment et la tension de rétablissement qui cherche à monter mais qui, à certain moment, se trouve plus ou moins tronquée quoique présentant tout de même une certaine valeur. On constate également la présence d'un petit courant en sens inverse, petit courant qui se trouve naturellement coupé parce qu'il est très faible par rapport à la puissance de l'interrupteur. Mais cela montre qu'à la suite du courant principal, l'interrupteur n'était pas capable de tenir la tension imposée et, par conséquent, qu'en exploitation il aurait été défaillant.

Comme nous l'avons vu plus haut, ce dispositif n'est pas applicable à tous les types d'interrupteurs et c'est pourquoi nous l'avons quelque peu modifié comme le montre la figure 6.

Au lieu d'utiliser un interrupteur de blocage pour éviter que la haute tension ne fasse retour dans l'alternateur, nous avons prévu un appareil un peu particulier, une sorte d'éclateur capable d'être amorcé par une électrode auxiliaire et muni entre ses électrodes principales d'un dispositif énergétique de régénération diélectrique.

Dans ces conditions, que va-t-il se passer ?

Lorsque l'interrupteur à essayer est fermé, un courant alimenté par le secondaire du transformateur  $T$  circule dans la résistance  $R$  et provoque le fonctionnement de l'électrode d'allumage  $b$ . Il en résulte l'amorçage de l'éclateur  $E$  et le courant de forte intensité engendré par le générateur  $G$  circule dans le circuit.

Au moment où l'interrupteur à essayer s'ouvre, l'arc prend naissance et, au premier passage du

courant par zéro, la tension de rétablissement commence à apparaître aux bornes du transformateur T qui l'amplifie et l'applique aux bornes de l'interrupteur à essayer. A ce moment-là, si l'interrupteur est bon, aucun courant ne circule dans la résistance R et tout se passe comme dans le dispositif précédent ; mais, si l'interrupteur est défaillant, il en résulte un certain courant provoqué par le secondaire du transformateur à haute tension à travers la résistance R. Ce courant produit une chute ohmique dans cette résistance et, par conséquent, excite l'électrode d'amorçage. L'éclateur se rallume donc et, de nouveau, le courant principal se trouve déclenché dans le circuit à fort courant. L'arc prend naissance dans l'interrupteur à essayer et dès lors, au prochain passage du courant par zéro, ou bien il tiendra la tension et il aura coupé définitivement le courant, ou bien, il ne la tiendra pas et, dans ce cas, le même phénomène recommencera indéfiniment.

Ce schéma est évidemment avantageux parce qu'il permet d'appliquer la méthode d'essai par rétablissement de tension amplifiée à tous les types d'interrupteurs, même à ceux qui exigent plusieurs demi-périodes pour atteindre leur plein pouvoir de coupure.

Ce schéma est intéressant car il permet, contrairement aux précédents, d'exécuter non seulement des essais d'ouverture, mais encore des essais de fermeture. En effet, supposons que les contacts de l'interrupteur  $D_e$  soient ouverts ; le circuit à basse tension est coupé et aucun courant ne peut circuler. Mais, cependant, il existe aux bornes du disjoncteur à essayer, la pleine tension développée par le transformateur-élévateur. Par conséquent, il existe entre ses contacts la même tension que celle qu'il serait

voquons la fermeture de l'interrupteur, à un moment donné l'arc à haute tension, alimenté par le transformateur T, va éclater. Cet arc évidemment ne donne lieu qu'à un courant très faible puisque l'impédance du transformateur ne permet pas un gros débit ; mais il provoque une chute de tension dans la résistance, donc l'allumage de l'électrode auxiliaire et le déclenchement du courant total.

Ainsi, on peut dire que l'appareil ferme avec la pleine tension à ses bornes et le plein courant qui résulte de l'amorçage de l'arc.

Messieurs, je m'aperçois que l'heure avance et je sais que les organisateurs sont un peu pressés. Aussi bien ai-je terminé. Il me reste à vous remercier de l'attention que vous avez bien voulu me porter et, pour finir, je me permettrai de vous faire une confidence :

En choisissant parmi d'autres le sujet de cette conférence, j'ai non seulement voulu montrer qu'il existe une solution satisfaisante au problème si préoccupant de l'essai en puissance des interrupteurs à grand pouvoir de coupure, mais encore, comme je ne prétends nullement que les solutions que nous avons mises au point soient les seules possibles, j'ai pensé qu'en revanche, un jour prochain, d'autres constructeurs qui travaillent la même question voudront bien, à leur tour, nous faire part des résultats de leurs recherches.

J'espère ainsi avoir fait œuvre utile car, à défaut d'une collaboration véritable — que l'intérêt général souhaiterait, mais que d'autres raisons repoussent malheureusement trop souvent — la simple compétition, voire même la loyale concurrence, sont à la base du progrès dont nous sommes tous, exploitants et constructeurs,