

**M.B.L.E**

Informations

électroniques

**N° 10**

BULLETIN ÉDITÉ PAR LE BUREAU DE DOCUMENTATION TECHNIQUE
DU DÉPARTEMENT COMMERCIAL "ÉLECTRONIQUE", DE LA
MANUFACTURE BELGE DE LAMPES ET DE MATÉRIEL ÉLECTRONIQUE S. A.

1956

LES RÉGULATEURS ÉLECTRONIQUES POUR COURANTS ALTERNATIFS

Il est difficile de comparer dans l'absolu les différents dispositifs actuellement construits pour la régulation électronique des tensions alternatives. Les exigences de stabilité et de rapidité de régulation justifient entièrement le recours à des mécanismes plus complexes, mais infiniment plus souples, que ceux qui interviennent dans les stabilisateurs électriques connus depuis de nombreuses années.

Le problème de la stabilisation électronique d'une distribution trouve ses solutions les plus complètes lorsqu'on peut agir sur l'excitation de l'alternateur et l'on examinera, d'abord, ce type de régulateur (1^{re} partie de ce bulletin).

Mais la plupart du temps, les industriels ne sont pas des producteurs de courant alternatif; ils le reçoivent souvent en haute tension de leur transformateur, ou encore, leurs usines sont reliées à des lignes de distribution en triphasé. Les régulateurs correspondants doivent donc corriger les écarts de la tension distribuée et ont à fournir des puissances parfois fort importantes (2^e partie de ce bulletin).

Département Commercial « Électronique »

I. — RÉGULATEURS ÉLECTRONIQUES D'ALTERNATEURS

Ces appareils sont destinés à servir de commande et à réguler la tension alternative de groupes convertisseurs comprenant un groupe moteur (électrique ou Diesel) et un alternateur. Chaque régulateur est alors alimenté par le stator de l'alternateur qu'il commande et il fournit directement à la roue polaire son courant d'excitation. L'alternateur fonctionne alors avec auto-excitation. Ce procédé supprime l'utilisation de la machine excitatrice et diminue considérablement le retard du réglage. On n'a plus à tenir compte en effet de la constante de temps due au bobinage de l'inducteur de l'excitatrice. Par ailleurs, le rapport L/R de la roue polaire diminue et la résistance totale R du circuit d'excitation peut même prendre une valeur apparente fort élevée lorsque le retard d'amorçage (des thyatron) se produit au moment où l'on fait le déléstage de l'alternateur.

Le régulateur, dans le régime transitoire, correspondant à un accroissement de la charge, peut fournir une tension continue beaucoup plus élevée que celle du régime établi. Cela contribue également à augmenter la rapidité du rétablissement de la tension. Ces conditions particulières de fonctionnement correspondent, en fait, à un surréglage qui donne un temps de réponse du système asservi inférieur à la constante de temps propre du circuit d'excitation.

Nous prendrons pour exemple les régulateurs de tension ELMAG, comportant une alimentation primaire sous 127 V, 50 Hz entre une ligne de phase et la ligne neutre et fournissant un courant continu de 7 A max. sous 150 V. Le retard de l'amplificateur est de 0,1 seconde, le temps de réponse de l'alternateur à commander étant de 0,2 seconde environ.

CARACTÉRISTIQUES DES GROUPES CONVERTISSEURS

Pour indiquer plus complètement le mode de fonctionnement, il ne paraît pas inutile de spécifier également les caractéristiques des groupes convertisseurs :

Moteur shunt — 115 V \pm 7,5 % — 1 500 tr/mn — 15,6 CV.

Alternateur — Triphasé — 127V/220V — 50 Hz — 12,5 kVA. Excitation à vide : 50 V — Excitation en charge : 100 V — 5,55 A — Résistance de la roue polaire : 18 Ω

DESCRIPTION DU RÉGULATEUR D'ALTERNATEUR EL 53

La figure 1 donne le schéma général du régulateur et de ses liaisons avec l'alter-

nateur et avec le circuit auxiliaire d'excitation. Le régulateur proprement dit est dessiné à l'intérieur du cadre en traits mixtes. L'amplificateur type AV 16-A est du type à courant continu.

Le redresseur à grilles commandées (Th1, Th2) fournit un courant d'excitation, pour toutes les charges de l'alternateur, tel que la tension de sortie soit de 127 V (entre phase et neutre). Le courant d'excitation doit être maximum pour [127 V (- 1 %)] et nul pour [127 V (+ 1 %)].

Si l'on élimine du montage le circuit de compensation (bornes a et b) on observe une chute de tension de 7 V en charge. Ce circuit agit donc dans le sens d'un accroissement de la tension de l'alternateur, destiné à compenser le statisme du régulateur. S'il n'en est pas ainsi, il y a lieu d'inverser, en pratique, les connexions a et b.

Les grilles des thyatron ADZAMPL 5544 (EL 53) ou PL5545 (Th1 et Th2) sont commandées par l'amplificateur AV 16 A à partir de sa fiche de sortie. Le courant maximum fourni par le régulateur peut donc atteindre 6,4 A. Les filaments des thyatron et l'amplificateur se trouvent alimentés dès la mise sous tension de l'alternateur. La tension anodique (fournie par Tr 1) n'est appliquée qu'au bout d'un délai d'une minute, grâce au tube relais temporisateur ADZAM 4152 actionnant le contacteur Ca. La bobine de ce contacteur est alimentée sous 220 V par un enroulement primaire additionnel sur Tr₂.

Durant le temps de préchauffage, on règle manuellement la tension d'excitation de l'alternateur à partir du réseau continu local à 120 V et à l'aide d'un rhéostat de champ.

L'AMPLIFICATEUR ET LES RÉGLAGES PRÉLIMINAIRES

Dans le boîtier de l'amplificateur à courant continu AV 16 A, un circuit de mesure réglé par un potentiomètre « TENSION » alimente un redresseur sec. La tension redressée et filtrée est alors comparée à la tension de référence d'un tube stabilisateur étalon 85 A2. L'écart entre les deux tensions est amplifié en tension et en puissance par deux tubes E 80 L fonctionnant en triodes. Un tube redresseur EZ 80 fournit la tension anodique.

L'anode du tube de puissance E 80 L alimente l'enroulement à courant continu d'un transducteur dont la réactance varie selon le niveau du signal amplifié et détermine la « phase » de la tension primaire d'un transformateur d'impulsions ADZAM 84590.

On dispose de différents organes de

réglage préliminaire sur le panneau de l'amplificateur :

Le potentiomètre RV « TENSION » règle la tension de sortie de l'alternateur entre 115 et 140 V et permet de déplacer le point de fonctionnement exigé du régulateur.

Le potentiomètre RC « COMPOUNDAGE » permet de compenser ou d'hypercompenser le statisme du régulateur.

Le potentiomètre RP « POLARISATION » permet d'ajuster la polarisation des thyatron. On la règle pour que l'amorçage des thyatron soit bien progressif lorsqu'on fait passer RV de l'une à l'autre de ses positions extrêmes.

MARCHE EN PARALLÈLE

On peut faire marcher en parallèle plusieurs régulateurs. Dans ce cas, les circuits de mesure de chaque régulateur sont alimentés sous la même tension. S'ils ont un très faible statisme (1 % par exemple) un écart de cet ordre entre les deux caractéristiques aurait pour conséquence de faire débiter au maximum le régulateur présentant le plus fort niveau et d'annuler le débit du régulateur de niveau inférieur sur leurs roues polaires respectives. Il faut que ce mode de fonctionnement soit **impossible** car il produirait un échange de courant réactif important entre les deux alternateurs.

Par contre, un faible écart entre deux caractéristiques plongeantes n'a pas d'influence notable et les régulateurs en question ont donc été doués d'un statisme de 6 % environ, caractérisé par la différence des chutes de tension à charge nulle et à pleine charge.

Ce statisme est compensé dans ces régulateurs par une tension soustractive. On la prend aux bornes du circuit de compoundage, cela diminue la tension de mesure aux bornes du régulateur, proportionnellement au débit exigé de l'alternateur. La pente des caractéristiques reste constante, le statisme est compensé et ainsi les puissances réactives fournies par les alternateurs s'équilibrent sensiblement.

Le transformateur T1 alimente, à partir de son secondaire, les bornes 3 et 4 du circuit de compoundage de l'amplificateur.

SÉCURITÉS

Sur l'alimentation alternative du régulateur, on trouve les fusibles DIAZED F₁ et F₂, sur l'excitation continue les DIAZED F₃ et F₄, tous du calibre 15A. Si l'on enlève les fusibles, le régulateur correspondant est complètement isolé des circuits alternatif et continu de l'alternateur.

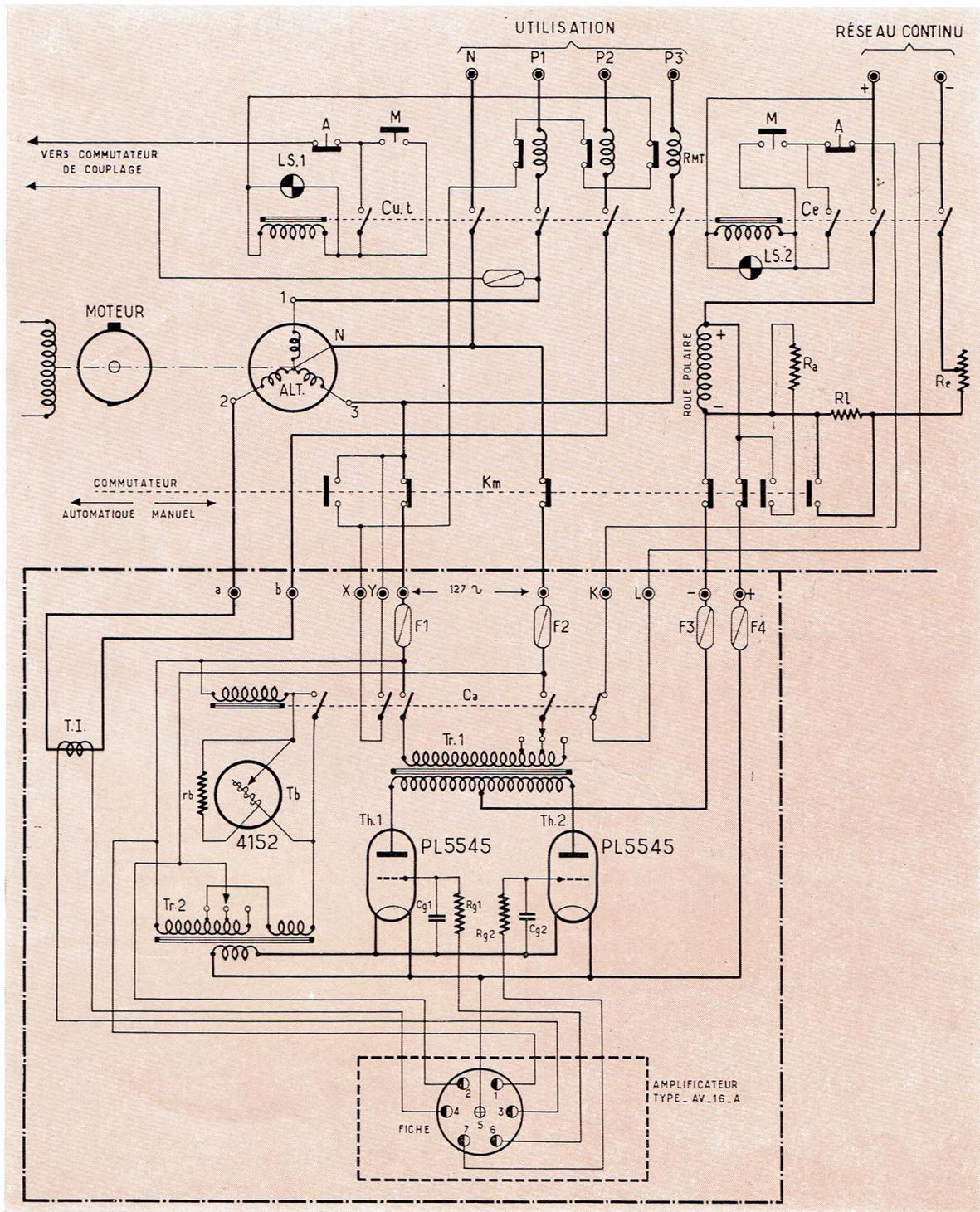


Fig. 1. — Régulateur électronique de tension type EL 53 pour alternateur (Sté ELMAG. Paris).

Cela permet de vérifier, éventuellement, le régulateur en toute sécurité pendant le fonctionnement de l'alternateur, tout en procédant à un contrôle manuel de sa tension par Re. L'inverseur Km devra,

dans ce mode de fonctionnement occuper la position droite, "manuelle" (fig. 1). On voit que l'alimentation alternative et le circuit continu de débit sont séparés des circuits de l'alternateur; par ailleurs, le contact

auxiliaire de travail du contacteur d'anodes Ca est shunté, autorisant l'enclenchement du contacteur de charge C. ut. Enfin, une résistance d'absorption (Ra) shunte la roue polaire limitant ainsi

la surtension aux bornes de l'excitation lorsqu'on relâche Ce.

Sur marche automatique, les contacts Km sont vers la gauche, comme cela est représenté sur la fig. 1. On voit que l'alimentation alternative et le circuit de débit continu sont raccordés à leurs circuits respectifs; par ailleurs, le contacteur de charge Cut ne peut s'enclencher qu'après préchauffage, c'est-à-dire, fermeture du contacteur d'anode Ca. Enfin, la résistance d'absorption Ra est éliminée, son

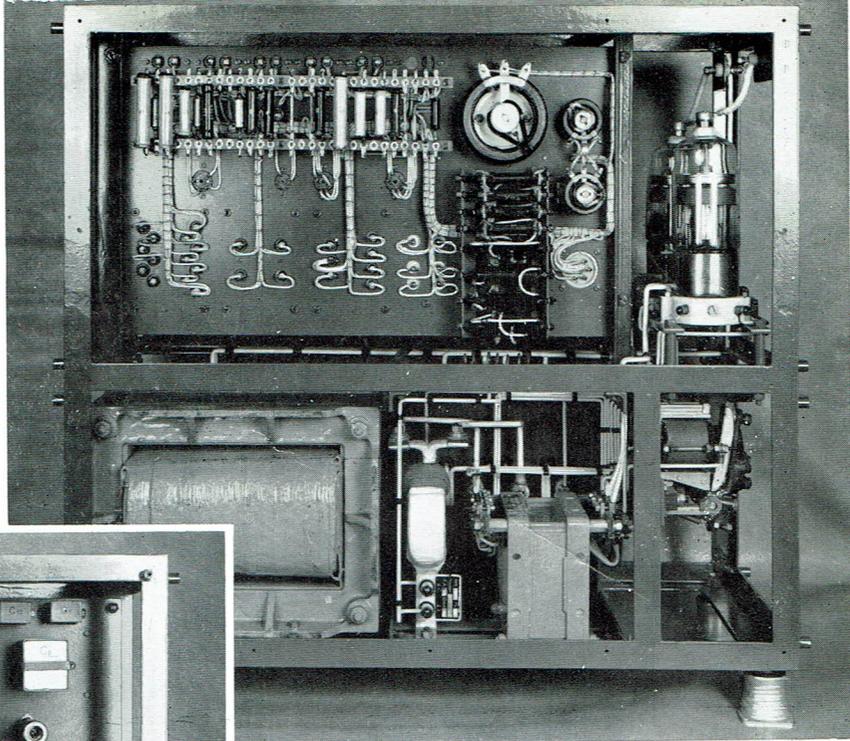
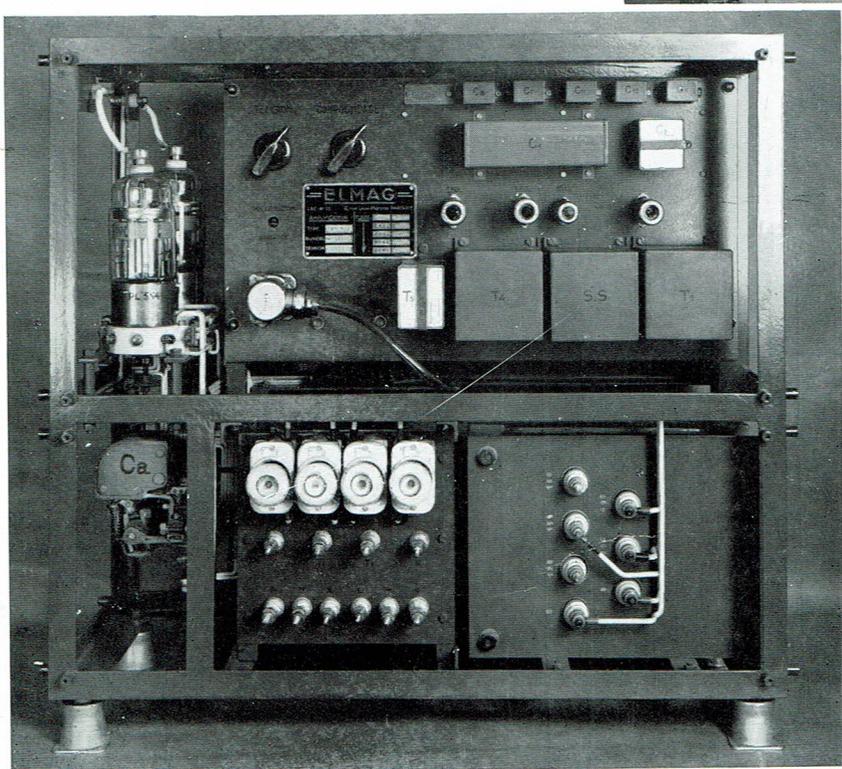


Fig. 2. — Deux aspects du régulateur électronique EL 53 pour alternateur 12,5 kVA (Sté ELMAG, Paris).



rôle devenant inutile. En effet, l'étouffement est déjà obtenu par les thyatronns au moment du déclenchement automatique du contacteur d'excitation auxiliaire Ce.

Un régulateur électronique pour alternateur est représenté à la fig. 2.

On remarquera la très bonne accessibilité aux différents organes du régulateur, le mode de câblage particulièrement étudié des connexions en peignes. Par ailleurs, on voit que toutes les précautions sont prises pour assurer une ventilation régulière du compartiment contenant les tubes. Les transformateurs et les bobinages sont imprégnés et recouverts ensuite d'un vernis protecteur de très bonne tenue thermique.

II. — RÉGULATEURS DE SECTEURS

STABILISATION DE LA TENSION

DES DISTRIBUTIONS ET DES SECTEURS ALTERNATIFS

PRINCIPE

Certains régulateurs électroniques de tension alternative correspondent à l'application d'un principe relativement simple. Ils comportent essentiellement un organe de réglage de tension survolteur et dévol-

teur que l'on peut servo-commander. On peut ainsi ajouter une certaine tension à celle du secteur ou encore la retrancher afin de compenser très exactement les variations ou les fluctuations qui en affectent la constance dans le temps.

CIRCUIT DE COMPENSATION

Les variations de la tension du réseau peuvent être compensées à l'aide d'un transformateur statique dont le primaire est alimenté sous une tension sensiblement

constante mais avec un déphasage variable et réglable.

On intercale le secondaire de ce transformateur entre le secteur et les circuits d'utilisation de telle manière que la tension aux bornes d'utilisation corresponde à la valeur de la somme **vectorielle** de la tension du secteur et de la tension engendrée au secondaire du transformateur (fig. 3). Le secondaire du transformateur doit être étudié pour être capable à tout moment de fournir une tension qui représente très exactement les écarts positifs et négatifs par rapport à la tension nominale du réseau que l'on veut compenser.

Or, la variation de phase totale peut s'approcher de limites aussi larges que celles qui sont comprises entre le voisinage du zéro et le voisinage de 180°. En conséquence, la tension secondaire que l'on ajoute vectoriellement à celle du secteur donne à ces dispositifs de régulateurs électroniques un mode de fonctionnement très comparable à celui d'autres dispositifs plus connus qui comportent un régulateur d'induction à rotor décalable. Le point le plus intéressant à considérer, si l'on compare ce régulateur à ceux fonctionnant suivant d'autres principes, est que le transformateur ainsi que le dispositif de déphasage à commande électronique qui sert à l'alimenter forment un ensemble **tantôt survolteur tantôt dévolteur** dont l'action se produit d'une manière **pratiquement instantanée**.

Sur le schéma général de la fig. 3 on a représenté en trait fort le circuit de compensation (circuit de commande du régulateur).

COMMANDE ÉLECTRONIQUE DE DÉPHASAGE

Cette partie du montage appelée « déphaseur » est constituée par le montage en tête-bêche de deux thyristors, lesquels sont disposés en série avec un dispositif de réactance. Chacun des thyristors considérés livre passage à une alternance du courant.

Grâce à cette disposition particulière, la bobine primaire L_p ainsi que le primaire du transformateur Tr_2 ne sont parcourus par aucune composante continue. Pour commander l'amorçage sur les deux thyristors, symétriquement, on se sert d'un amplificateur assurant la commande correspondante. La phase du courant va se trouver déterminée par l'angle électrique d'amorçage qui est variable entre zéro et 180°, environ.

La réactance de la bobine primaire L_p permet d'obtenir l'établissement du courant dans le montage suivant une loi

exponentielle, très sensiblement assimilable à l'amorce d'une courbe sinusoïdale. La bobine L_p accumule de l'énergie sous la forme électromagnétique au cours d'une certaine fraction de la période et la restitue par la suite. Il en résulte la formation d'une onde de courant alternatif dont la phase relative est commandée par les grilles des thyristors Th_1 Th_2 . Le dispositif « déphaseur » peut donc alimenter, à phase variable, et sous tension constante, le primaire du transformateur Tr_2 .

est d'une valeur toujours assez faible relativement aux exigences d'une alimentation par le secteur. Afin d'utiliser les thyristors d'une manière tout à fait rationnelle, il est donc toujours préférable, pour obtenir une puissance de conversion donnée, d'augmenter, par un procédé quelconque, leur tension d'anode. Dans le dispositif étudié actuellement, cette élévation est obtenue à l'aide de l'auto-transformateur Tr_1 . Il comporte de part et d'autre de son enroulement primaire :

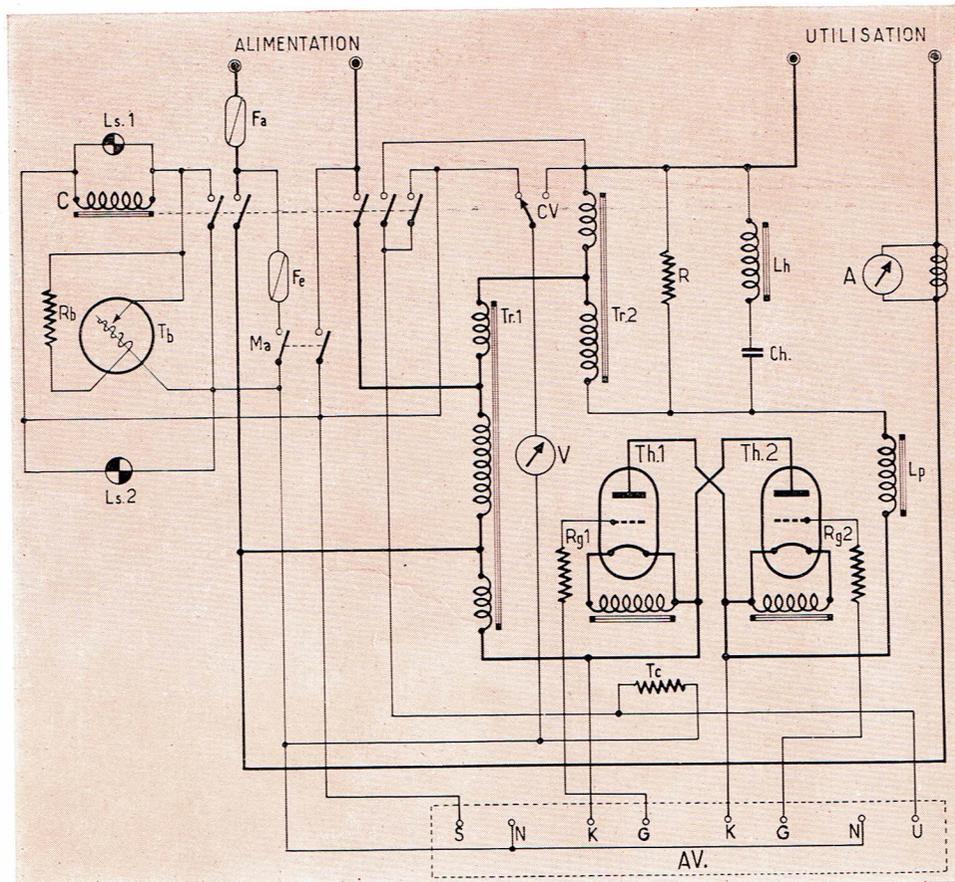


Fig. 3. — Régulateur électronique EL 42 pour secteur monophasé (Sté ELMAG. Paris).

L'AUTO-TRANSFORMATEUR D'ADAPTATION Tr_1

Le problème de l'adaptation est avant tout un problème de conversion de puissance. En effet, pour obtenir un bon rendement les tensions et les intensités du dispositif de régulation doivent être choisies pour répondre aux caractéristiques des thyristors industriels utilisés. Or, on peut admettre, dans une certaine mesure, que ces thyristors exigent l'utilisation de tensions anodiques relativement élevées par rapport à celles des secteurs monophasés alors que leur courant moyen

1° un premier enroulement destiné à augmenter la tension dans le circuit primaire de Tr_2 . Cet enroulement se trouve disposé en série dans le circuit des deux thyristors en tête-bêche, qui sont montés avec opposition de polarité par rapport à la ligne.

2° un second enroulement qui sert à survolter d'une façon fixe la tension du secteur avant que celle-ci soit compensée par les variations de phase de la tension du secondaire de Tr_2 , c'est-à-dire aux bornes mêmes du circuit d'utilisation. Le second enroulement de Tr_1 (enroulement de survoltage systématique) joue un rôle

très important dans l'installation. En effet, la compensation apportée par le transformateur Tr_2 n'est jamais symétrique dans la pratique. Du point de vue statistique de fonctionnement, on observe que l'effet dévolteur est toujours plus fréquent que l'effet survolteur, et plus important.

AFFAIBLISSEMENT DE L'HARMONIQUE 3

Une composante de troisième harmonique de la fréquence du secteur se trouve engendrée aux bornes de l'auto-transformateur Tr_2 . Pour affaiblir cette composante, on a ajouté dans le régulateur un filtre électrique constitué par une bobine réglable L_h disposée en série avec un condensateur Ch . Ces éléments forment un circuit résonnant, accordé sur 150 Hz. L'atténuation obtenue est tout à fait remarquable, même lorsque le régulateur fournit des puissances importantes. On notera ici la présence de la résistance R_b en parallèle sur le transformateur Tr_1 . Cette résistance est nécessaire car elle assure le fonctionnement correct du transformateur Tr_2 .

AMPLIFICATION DE LA TENSION D'ERREUR

La servo-commande de ces régulateurs électroniques ELMAG comporte une amplification de la tension d'erreur (amplificateur d'écart, type AV 14). L'amplificateur considéré comporte deux circuits d'alimentation et deux circuits d'utilisation lesquels commandent symétriquement, et en opposition de phase, les grilles des thyratrons. L'amplificateur est équipé de tubes « ADZAM » conformément au tableau ci-dessous.

Sur le circuit d'alimentation de l'amplificateur proprement dit dont la sortie est repérée par l'indication « réglé » sur la fig. 5, le circuit de mesure se trouve également branché par l'intermédiaire du transformateur T_2 . Par ailleurs, sur le circuit repéré par l'indication « secteur » se trouve branché un transformateur T_4 . Le secondaire de ce transformateur alimente un redresseur sec (Red 6) lequel est destiné à fournir une tension négative de blocage

aux thyratrons Th_1 et Th_2 . Cette tension peut être réglée à l'aide du potentiomètre R_p .

Le primaire du transformateur T_4 est muni d'un point milieu. Il sert à alimenter à phase variable le transformateur d'impulsions T_5 , à l'aide de l'enroulement pour courant alternatif du transducteur SS, de la résistance R_3 et des condensateurs C_9 et C_{10} . Il était nécessaire de séparer les deux circuits d'alimentation (régulé et secteur). En effet, le circuit réglé doit comprendre le circuit de mesure, mais il est favorable de l'utiliser également pour l'alimentation de l'amplificateur lequel bénéficie de cette façon de la bonne constance des tensions de chauffage et des tensions anodiques. Dans le circuit « secteur », la commande de la variation de phase doit se produire à partir d'une phase

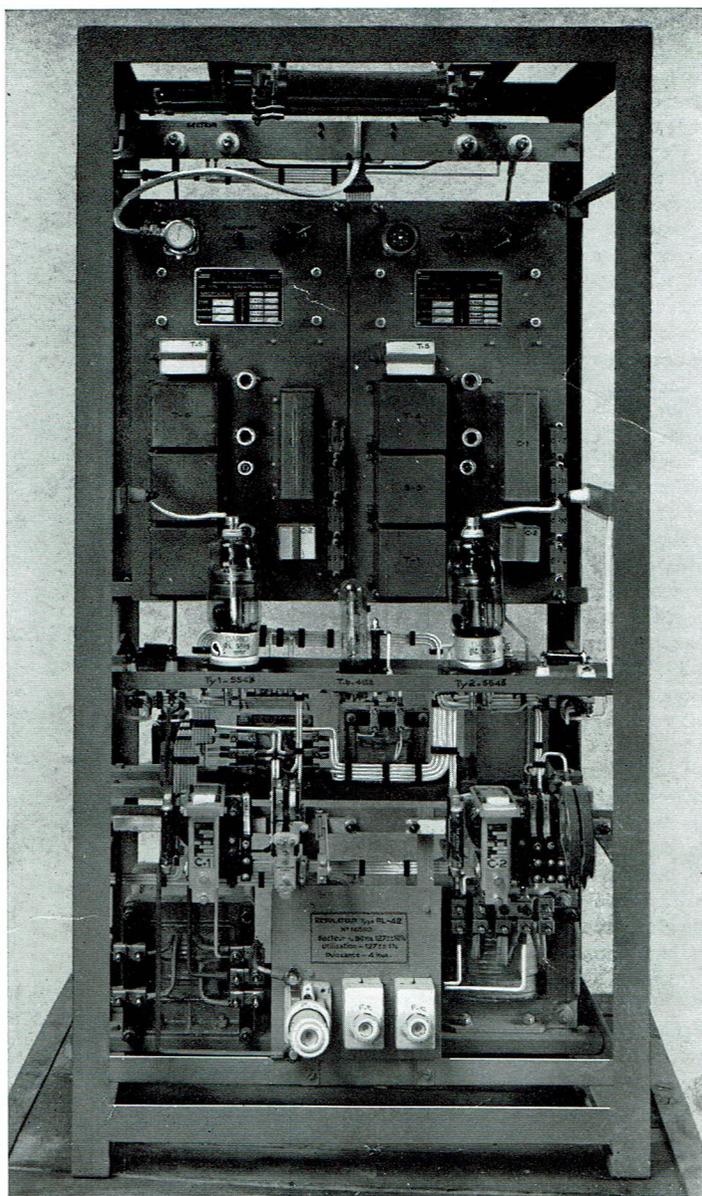


Fig. 4. — Stabilisateur de tension alternative monophasée. Puissance apparente : 6 kVA. Alimentation de relais de télévision C.S.F. (Sté ELMAG. Paris). Photo Mourette & Cie.

TUBES D'ÉQUIPEMENT

Symbole du plan (Fig. 3)	Tubes ADZAM	Fonction
L_1	EZ 80	Tube redresseur.
L_2	85 A2	Tube stabilisateur, étalon de tension, donnant la référence nécessaire.
L_3	E 80 L	Pentode de puissance. Amplification des écarts de la tension.
L_4	E 80 L	Pentode de puissance. Alimentation d'un déphaseur par un transducteur.

de référence fixe. Or, cette phase de référence ne peut être donnée que par le secteur et non par le circuit réglé.

On voit qu'il est nécessaire de prendre la référence sur le secteur car l'amplificateur provoque un déphasage de la tension pulsée appliquée aux thyratrons et le circuit « réglé » n'a pas une phase constante puisqu'elle varie sensiblement en accord avec la compensation effectuée par le régulateur. Le tube 85A2 (L₂) fournit la tension de référence. Il est alimenté par un redresseur sec sur un côté du secondaire du transformateur d'alimentation de L₁. Par ce procédé, et grâce à l'opposition avec la tension de cellule de mesure Red₂, tout accroissement de la tension réglée provoque une diminution du courant anodique du tube L₄ et une augmentation du déphasage de grille entre les bornes GK d'où l'on attaque les grilles des thyratrons. La grille du tube L₄, excitée par l'anode du tube L₃ est polarisée convenablement

grâce à l'élément redresseur Red₃. Pour éviter toute oscillation de tension, on a prévu différents condensateurs dans le montage (voir par exemple C₅, C₆ et C₈). Avec ou sans résistance en série ils constituent des circuits assurant la contre-réaction sélective indispensable. Les deux thyratrons Th₁ et Th₂ étant disposés en opposition de polarité, cela rend nécessaire l'utilisation de deux redresseurs (Red₄ et Red₅). Les cathodes des thyratrons sont soumises à des tensions opposées, ce qui oblige à commuter les impulsions de grille entre les deux tubes à chaque alternance. L'amplificateur d'erreur AV 14 est du type à courant continu. Pour l'entretien de l'appareil, les caractéristiques des tubes doivent être vérifiées de temps à autre à l'aide d'un lampemètre. Des appareils de mesure, facultatifs, permettent de surveiller les tensions de sortie et d'entrée du régulateur ainsi que le débit qu'il assure.

COMMANDES, SIGNALISATIONS ET SÉCURITÉS

Pour la mise en marche de l'appareil on alimente le primaire du transformateur de chauffage, l'amplificateur et la résistance de chauffage d'un tube relais bilame en manœuvrant l'interrupteur « marche - arrêt ». Un témoin facultatif disposé sur le panneau (LS-1) sert d'indicateur de position. Après le temps de préchauffage un dispositif de bilame ou une minuterie suivant le type de thyatron utilisé enclenche le contacteur C du circuit principal d'alimentation de l'ensemble du régulateur ainsi que le chauffage des thyratrons et des tubes de l'amplificateur. L'indicateur de panneau (LS-2), facultatif, sert éventuellement à indiquer la fermeture de ces circuits.

Après cet enclenchement, les contacts inverseurs du contacteur C font passer l'alimentation des chauffages des thyr-

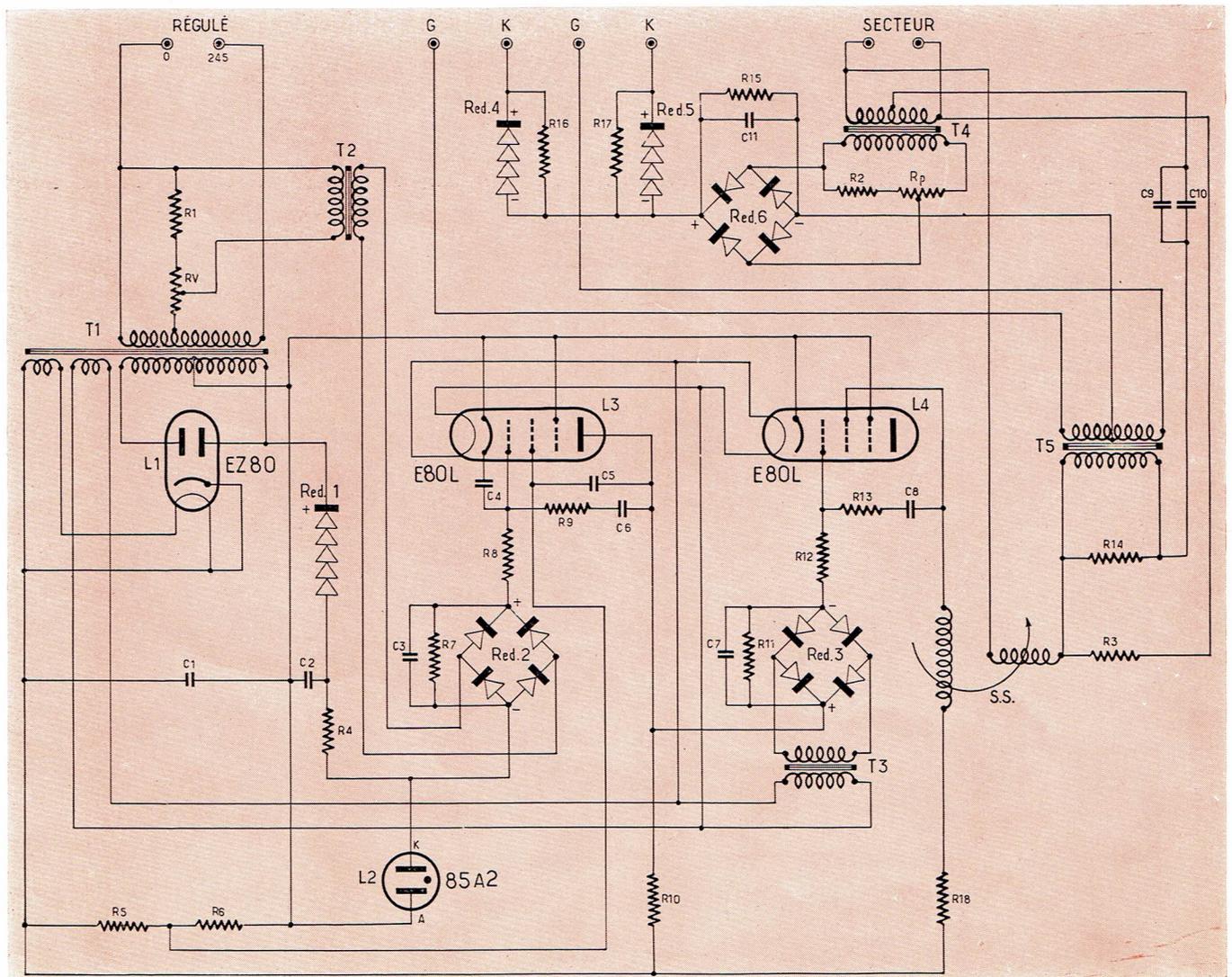


Fig. 5. — Amplificateur de commande, type AV 14 pour régulateur EL 42 (Sté ELMAG. Paris).

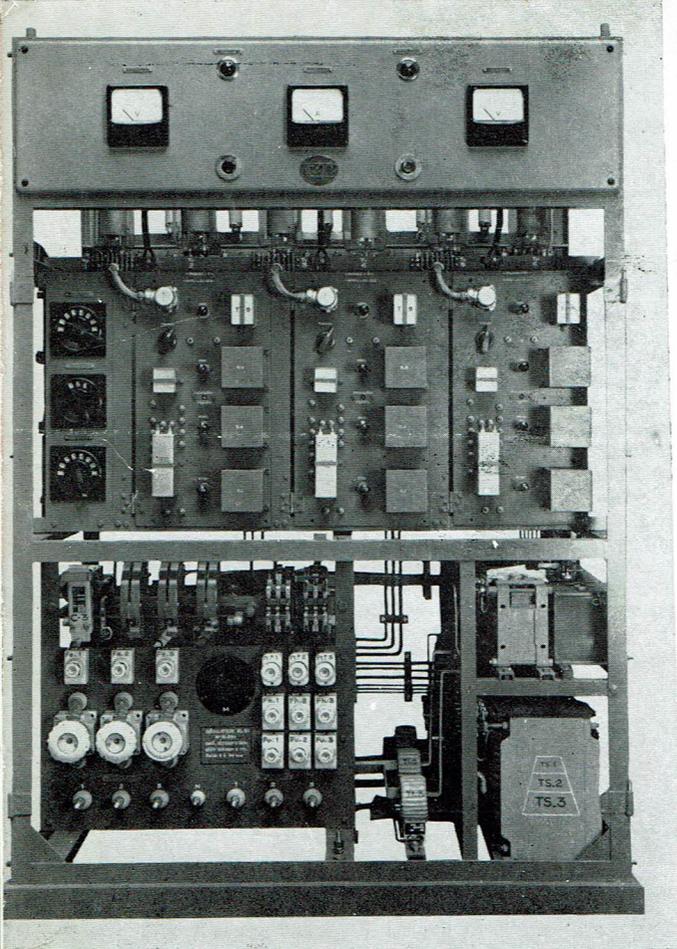


Fig. 6. — Régulateur de courant alternatif triphasé/triphasé, équipé de thyratrons ADZAM PL 260. Puissance 80 kVA (Sté ELMAG. Paris).

trons et des tubes de l'amplificateur sur le réseau stabilisé (sur la partie utilisation). Au contraire, durant la période de préchauffage tout cet ensemble se trouvait alimenté à partir du secteur direct non régulé.

MISE EN SERVICE DU RÉGULATEUR

1° On place l'interrupteur Ma sur la position « marche », la lampe de panneau LS-1 s'allume et tous les chauffages sont branchés;

2° Après un retard d'une minute le relais bilame enclenche le contacteur C et l'on trouve la tension stabilisée aux bornes « utilisation »;

3° Le commutateur de voltmètre CV est alors placé sur la position « utilisation » et l'on règle la tension de sortie grâce à l'index rouge situé sur l'amplificateur. Il permet de déplacer légèrement la tension régulée autour de sa valeur nominale. Pour obtenir le meilleur fonctionnement, on doit obtenir la coïncidence exacte avec la tension exigée (220 V pour les régulateurs usuels);

4° Le commutateur CV du voltmètre doit être alors tourné sur la position « secteur » ce qui permet de contrôler que la tension d'entrée est bien située dans la plage de compensation sur laquelle le régulateur peut agir.

Les régulateurs décrits dans cet article sont construits par la Société ELMAG, 6, rue Léon Morane, PARIS XV°. Les puissances de ces régulateurs électroniques pour secteur alternatif sont comprises entre 2 kVA et 50 kVA en monophasé et entre 6 et 150 kVA en triphasé.

Pour les régulations d'alternateur, les éléments d'installation établis par cette société sont prévus pour des puissances d'excitation de 10 kW, correspondant à des alternateurs de plusieurs centaines de kVA pour les appareils agissant sur la roue polaire et à plusieurs milliers de kVA lorsqu'ils agissent sur l'inducteur d'une excitatrice.

Les schémas et principes de réglage sont couverts par des brevets et leur reproduction est interdite.

UN OUVRAGE UNIQUE SUR L'ÉLECTRONIQUE INDUSTRIELLE

Le tome I d'« Encyclopédie des tubes industriels ADZAM » comporte 110 pages de textes et d'illustrations documentaires sur tous les types de tubes électroniques utilisables dans l'industrie :

- Redresseurs à grand débit.
- Thyratrons.
- Cellules photoélectriques.
- Stabilisateurs de tension.

- Électromètres.
- Thermocouples.
- Compteurs de radiations.

Il est obtainable par versement anticipatif au C.C.P. n° 126-19, de la somme de Frs 75, en mentionnant sur le bulletin « Publication électronique n° 545 ».

Un second tome — qui paraîtra sous peu — sera exclusivement consacré aux applications des THYRATRONS (n° 645).

Notre bureau de Documentation technique peut également vous procurer un volume consacré aux IGNITRONS (92 pages, en langue anglaise, n° 590. Frs 60.).

M. B. L. E

MANUFACTURE BELGE DE LAMPES ET DE MATÉRIEL ÉLECTRONIQUE, S.A.

ELECTRONIQUE ★ TÉLÉCOMMUNICATIONS ★ PHYSIQUE NUCLÉAIRE ★ APPLICATIONS ÉLECTRIQUES

80, RUE DES DEUX GARES, BRUXELLES ● TÉL. : 21.82.00 (15 LIGNES)
M.B.L.E - CONGO ● BOITE POSTALE 673 ● LÉOPOLDVILLE ● TÉL. : 4002