

INTRODUCTION

I. PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

- tensions d'alimentation
- tensions de sortie
- compatibilité

II. CARACTERISTIQUES ELECTRIQUES

- alimentation
- circuits de sortie
- caractéristiques d'entrée
- circuit auxiliaire

III. CARACTERISTIQUES MECANIQUES

IV. MISE EN SERVICE ET CONTROLE

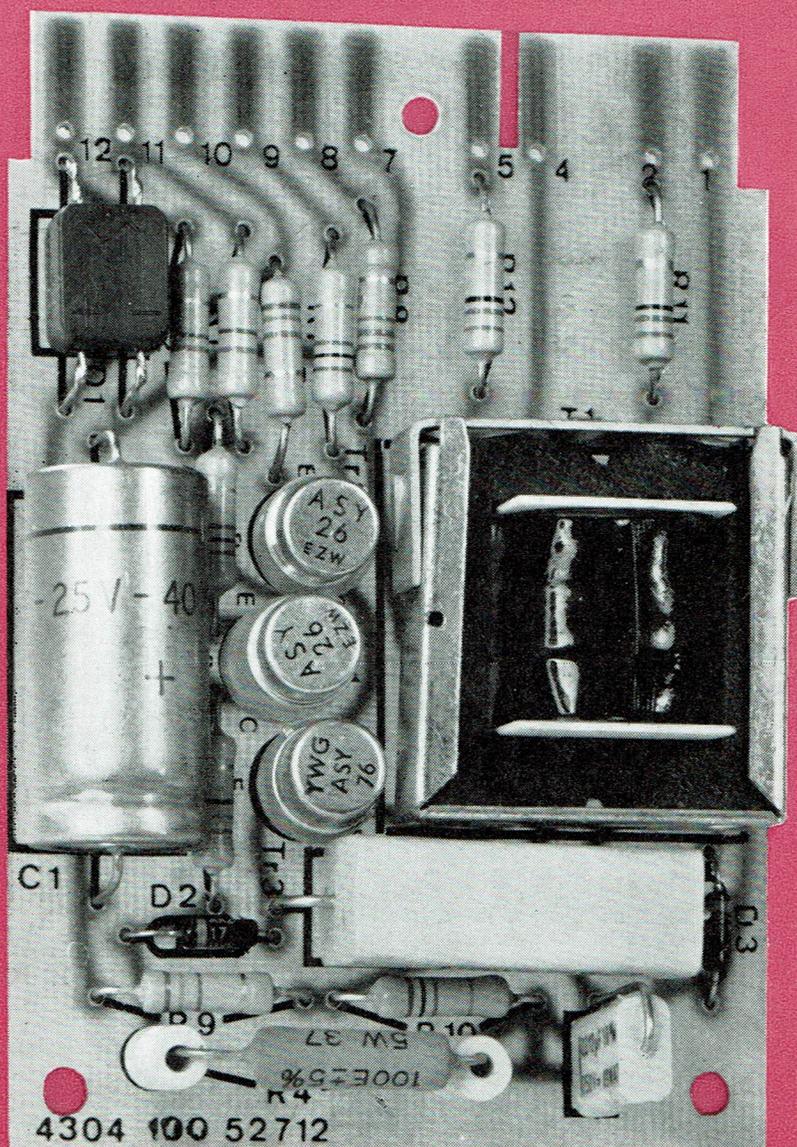
V. POSSIBILITES D'UTILISATION

1. Fonctionnement ON/OFF
2. Commande de phase manuelle ou automatique
3. Commande de phase asservie

VI. EXEMPLES DE CIRCUITS

1. Alimentation en alternatif
2. Redressement simple alternance
3. Redressement double alternance
4. Circuits triphasés

VII. PROTECTION DES THYRISTORS



AEM 015

INTRODUCTION

Au cours de ces dernières années, les thyristors ont amélioré les possibilités de contrôle des circuits électriques de puissance. Le thyristor possède en effet un gain important en puissance, ce qui rend possible le contrôle à haut voltage, à partir d'un circuit de commande de faible puissance et à bas voltage. Le thyristor a de plus une grande vitesse de commutation, une faible chute de tension directe, un faible encombrement, un rendement élevé et une longue durée de vie. *

L'un des points essentiels, dans l'utilisation des thyristors, est le circuit de commande, qui doit fonctionner dans toutes les conditions d'ambiance rencontrées dans les installations industrielles.

Il est relativement aisé de réaliser un tel circuit à partir des caractéristiques publiées pour un type donné de thyristor, en tenant compte de la dispersion normale des caractéristiques.

Il est beaucoup plus difficile de réaliser un circuit, reproductible en fabrication, qui amorcera tous les thyristors d'une façon sûre, compte tenu des tolérances sur les valeurs des composants, sur la tension d'alimentation et sur les températures de fonctionnement.

C'est la raison pour laquelle la **mble** présente le module industriel de commande type AEM 015.

Le module AEM 015 produit les impulsions nécessaires à la commande de phase des thyristors.

La commande de l'angle de conduction peut s'effectuer au moyen d'un potentiomètre ou à partir d'une tension continue variable.

Deux sorties, isolées galvaniquement, permettent d'utiliser l'AEM 015 avec un seul ou avec deux thyristors.

Trois modules AEM 015 permettent la variation des tensions triphasées.

I. PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

La figure 1 donne le schéma électrique. Le transistor Tr1 est bloqué, pendant une milliseconde environ, à chaque passage par zéro de la tension alternative d'alimentation (11 et 12). En effet, la tension sinusoïdale du réseau apparaît redressée en double alternance aux bornes de R3; cette tension polarise la base de Tr1 (voir figure 2).

* Voir publication technique n° 1224/651 « Application des semi-conducteurs » Les thyristors (25.— F).

• pour alimentation en 110/220 V $\overline{\sim}$ utiliser le transformateur DY 715 20.
• voor voeding op 110/220 V $\overline{\sim}$ de DY 715 20 transformator gebruiken.

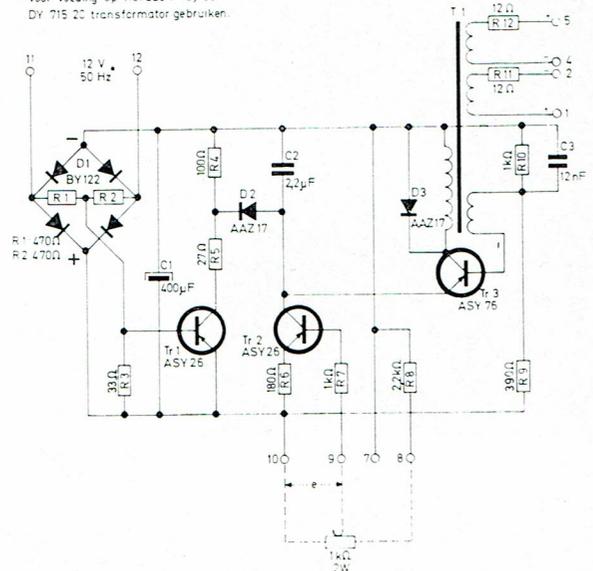


Fig. 1 — Schéma électrique du module AEM 015

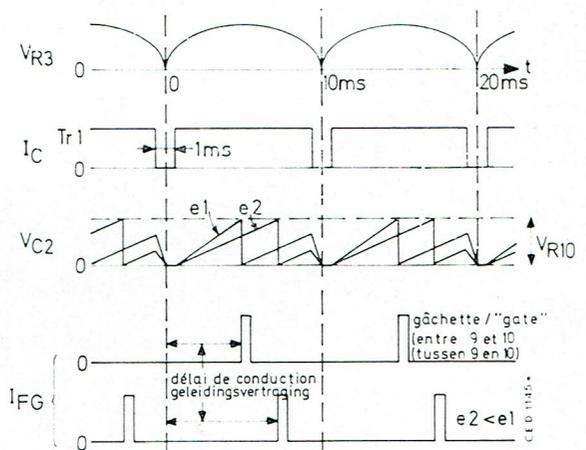


Fig. 2 — Principales formes de signaux

Tr1 étant bloqué, la capacité C2 se décharge via D2, conductrice, et R4. C2 a par conséquent une tension nulle entre ses bornes à la fin du temps de blocage de Tr1, ou au début de chaque alternance.

Lorsque Tr1 devient conducteur, D2 se bloque. Le transistor Tr2 forme avec R6 et la tension e, appliquée entre 9 et 10, un générateur de courant qui charge C2. La croissance linéaire de la tension aux bornes de C2 est d'autant plus rapide que la tension de commande e (9 et 10) est grande.

Le transistor Tr3 reste bloqué aussi longtemps que la tension sur C2 est inférieure à celle qui existe entre les bornes de R10 (du diviseur R9-R10).

Lorsque l'émetteur de Tr3, finalement, devient plus positif que la base, l'entrée en conduction de Tr3 et la réaction positive causée par l'enroulement de base de T1 amènent ce transistor à la saturation. La capacité C2 se décharge dans l'enroulement collecteur de T1. L'impulsion de tension est recueillie par deux enroule-

ments secondaires isolés pouvant alimenter le circuit de gâchette, via R11 et R12, d'un seul ou de deux thyristors. Par conséquent, le délai des impulsions de gâchette qui suit le passage par zéro de la tension du réseau, ou le délai de conduction du thyristor, est d'autant plus court que la vitesse de croissance de la tension sur C2 est grande, ou que la tension de commande e (9 et 10) est élevée.

La figure 2 illustre clairement l'explication ci-dessus.

Tensions d'alimentation

Le module AEM 015 est alimenté entre les bornes 11 et 12 en tension alternative par $12 V_{eff}$ (+ 10 % — 15 %).

Pour un secteur de 110 ou 220 V, nous recommandons l'emploi du transformateur DY 715.20 (ou 4304.021.24450)

La consommation nominale du module est de $120 mA_{eff}$.

Température de fonctionnement : $-20^{\circ}C$ à $+50^{\circ}C$.

Remarque importante :

Il importe que la connexion au réseau soit faite sur la même phase que celle qui alimente les thyristors commandés.

Tensions de sortie

Chaque module AEM 015 possède 2 sorties, isolées l'une de l'autre, et capables chacune d'alimenter la gâchette d'un thyristor.

L'isolement électrique de chaque circuit permet la commande de 2 thyristors en « tête-bêche » dans un

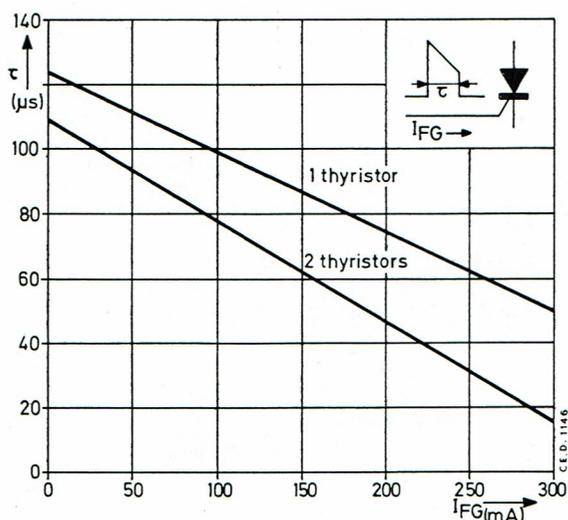


Fig. 3a — Durée τ d'une impulsion de sortie

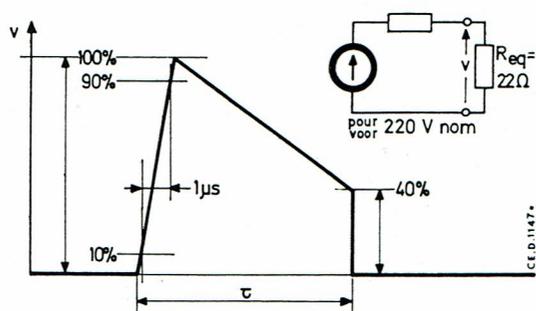


Fig. 3b — Forme de l'impulsion de sortie

réseau de $440 V_{eff}$. L'isolement entre enroulements et par rapport à la masse est essayé à $2000 V_{eff}$.

Chaque sortie fournit une (ou plusieurs) impulsion qui amorce le thyristor avec le déphasage correspondant à la tension du circuit de commande du module. L'impulsion est répétée à chaque alternance du secteur.

Ses grandeurs caractéristiques sont :

temps de montée typique : $1 \mu s$
 durée : voir fig. 3a
 amplitude : dépend de la valeur de la charge — voir paragraphe « compatibilité » et fig. 3b
 possibilité de contrôle : angle de commande : 0 à 145°
 puissance contrôlée : 0 à $98,3 \%$

Sortie auxiliaire : On dispose entre les bornes 7 et 10 d'une tension continue de $14 V$ ($I_{max} = 500 mA$). On peut l'utiliser pour des circuits auxiliaires tels que circuit de limitation de courant, programmation de la tension de commande, etc...

Compatibilité

Le problème de la compatibilité entre un thyristor donné et le module AEM 015 peut trouver une solution graphique extrêmement simple :

Le module AEM 015 peut amorcer n'importe quel thyristor, dont les caractéristiques de gâchette se situent dans une zone donnée.

Il y a alors compatibilité entre module et thyristor.

Les caractéristiques des thyristors reprennent toujours des courbes telles que celles des figures 4a et 4b, cette dernière étant un agrandissement d'une partie de 4a.

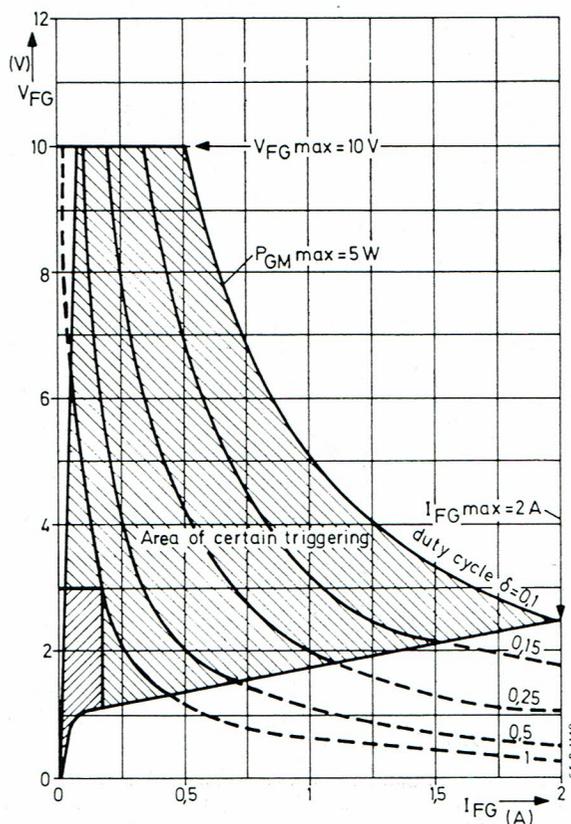


Fig. 4a — Caractéristiques d'amorçage d'un thyristor courant

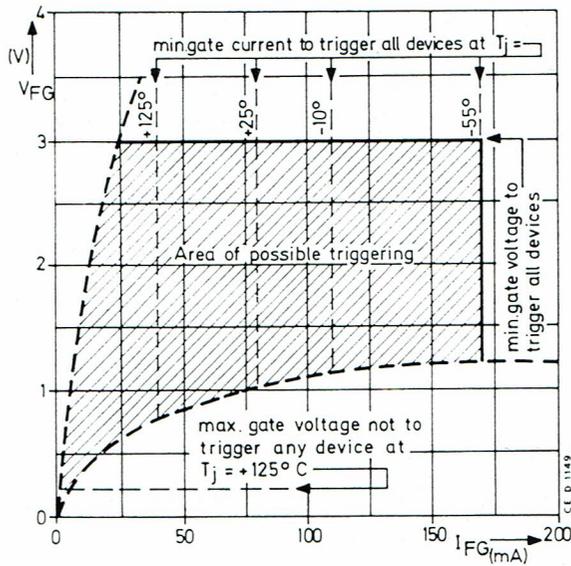


Fig. 4b — Agrandissement de la figure 4a

On remarque à la figure 4b une série de surfaces limitées notamment par des verticales qui correspondent à des températures comprises entre +125°C et -55°C. Ces surfaces sont dites « d'amorçage possible » (possible triggering). Sur un graphique aux coordonnées identiques (fig. 5) on a porté deux droites de charge qui

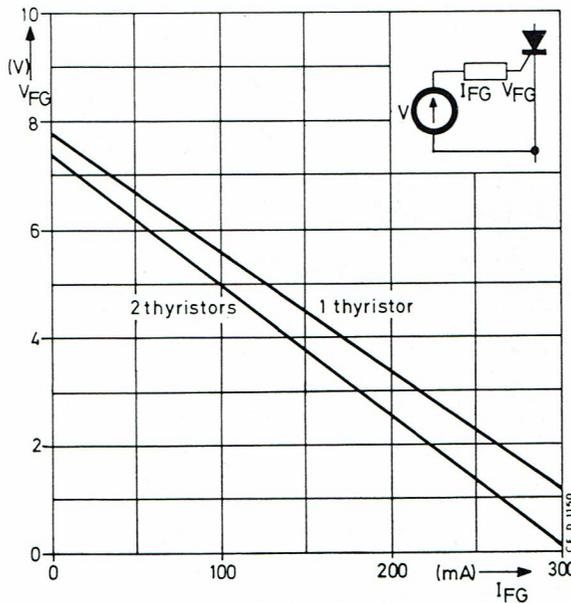


Fig. 5 — Caractéristiques de sortie de l'AEM 015

correspondent au module AEM 015 commandant soit 1 thyristor, soit 2 thyristors.

La comptabilité entre l'AEM 015 et un ou 2 thyristors est assurée si la droite de charge de l'AEM 015 ne coupe pas la surface hachurée à la fig. 4b. Les figures 6a et 6b illustrent l'emploi de cette méthode.

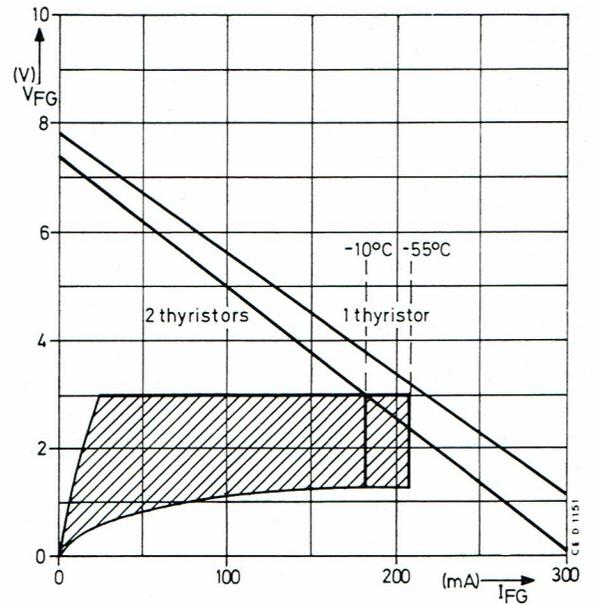


Fig. 6a — Exemple : amorçage certain d'un thyristor jusqu'à -55°C et de deux thyristors jusqu'à -10°C
amorçage incertain de deux thyristors pour une température égale ou inférieure à -10°C

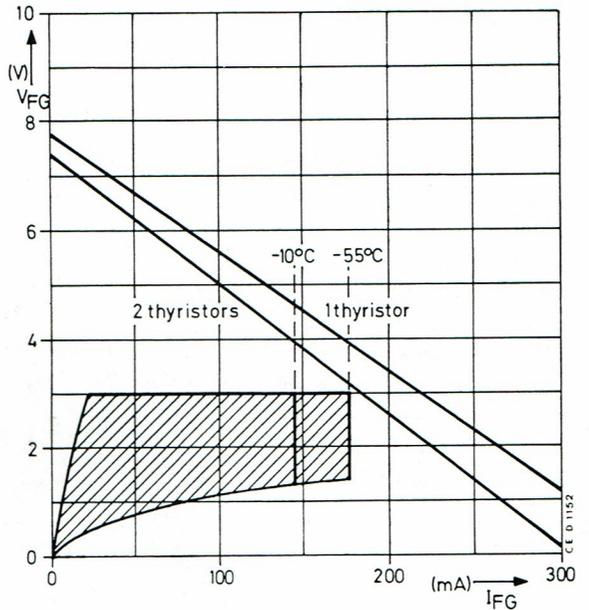


Fig. 6b — Exemple : amorçage certain d'un ou de deux thyristors jusqu'à -55°C

II. CARACTERISTIQUES ELECTRIQUES

Alimentation

- par le secteur alternatif, sur la même phase que celle alimentant les thyristors ;
- tension : $12 V_{eff} + 10\%$ à -15% ;
- courant consommé : 120 mA efficaces, compte non tenu du courant prélevé pour le circuit auxiliaire.

NB. Un transformateur spécial, portant le numéro DY 715.20 (ou 4304.021.24450), peut être fourni sur demande. Ce transformateur permet d'alimenter le module AEM 015, ainsi que son circuit auxiliaire, à partir du réseau à 110 ou 220 V_{eff}.

— température de fonctionnement : de -20 à +50°C.

Circuit de sortie

— Isolation : 2000 V_{eff} entre circuits et par rapport à la masse.

— Tension de service des thyristors : 440 V_{eff}.

— Récurrence des impulsions de sortie : de 50 Hz à 1 kHz, soit une variation de l'angle de conduction, pour 50 Hz, de 0 à 145°.

— Amplitude des impulsions : voir caractéristiques d'amorçage, et figure 3b.

— Largeur des impulsions : voir figures 3a et 3b.

— Temps de montée : 1 μs.

Caractéristiques d'entrée : voir chapitre « commande »

Circuit auxiliaire

Un courant maximal de 500 mA peut être prélevé entre les bornes 7 et 10, lorsque le module est alimenté par 12 V alternatifs.

III. CARACTERISTIQUES MECANIQUES

Le module AEM 015 est monté sur un circuit imprimé en résine époxy.

Les dimensions en sont données à la figure 7.

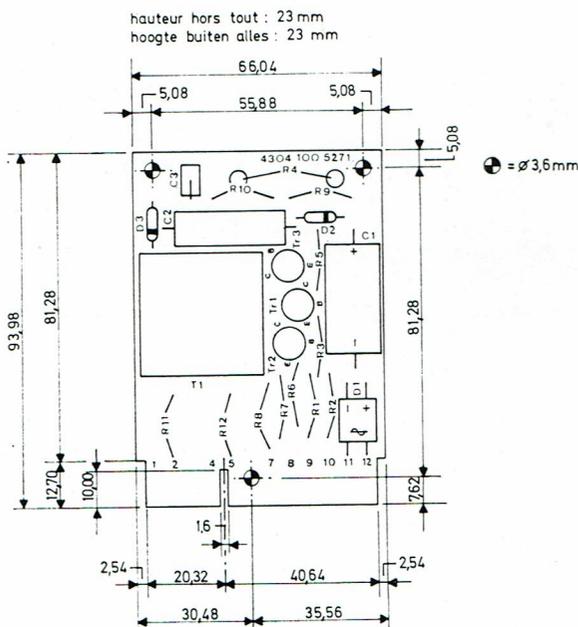


Fig. 7 — Dimensions de la plaquette montée
hauteur hors tout : 23 mm

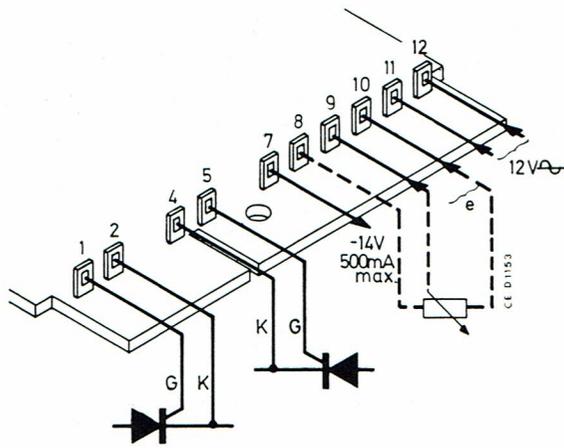


Fig. 8 — Raccordement par cosses à souder, à placer par l'utilisateur. Ces cosses sont fournies avec la plaquette.

Le raccordement est donné à la figure 8.

Deux modes de fixation sont possibles :

1) La plaquette est maintenue sur un châssis à l'aide des vis, écrous et entretoises fournis avec l'ensemble. (figure n° 9)

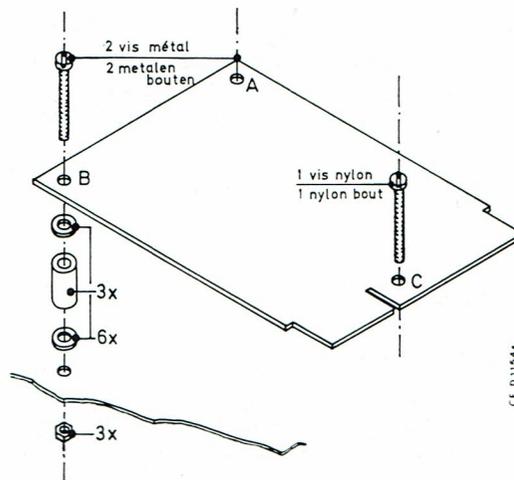


Fig. 9 — Fixation par vis, rondelles isolantes, entretoises et écrous, fournis avec la plaquette

Les points de fixation sont A, B et C.

En C, il est indispensable d'utiliser une vis en nylon et une rondelle isolante, par suite de la proximité des contacts.

Le raccordement se fait alors directement par soudeure aux cosses à souder enfichées près des bandes de contact, voir la figure 8.

Ces cosses sont également fournies avec l'ensemble, et doivent être soudées au cuivre du circuit.

2) La plaquette est enfichée sur un connecteur F 045, et ce dernier est fixé soit sur un châssis, soit sur des cornières, au moyen de deux attaches.

Le sens d'enfichage de la plaquette est déterminé par la position d'un détrompeur (fig. 10).

L'ouverture à pratiquer dans le châssis est cotée à la figure n° 10.

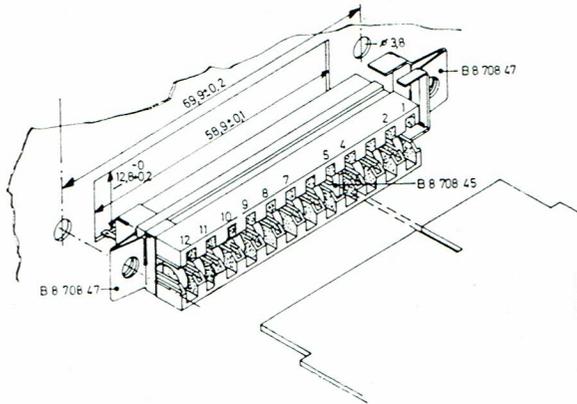


Fig. 10 — Raccordement par connecteur à commander séparément. Fixation du connecteur sur un châssis

Les accessoires à commander dans ce cas sont :

- un connecteur F 045 AC/012 (ou 2422 020 51202) ;
- deux attaches B 8 708 47 (ou 4332 026 04760) ;
- un détrompeur B 8 708 45 (ou 4332 026 04740).

La figure n° 11 donne les dimensions et le raccordement du transformateur DY 715 20 (ou 4304.021.24450).

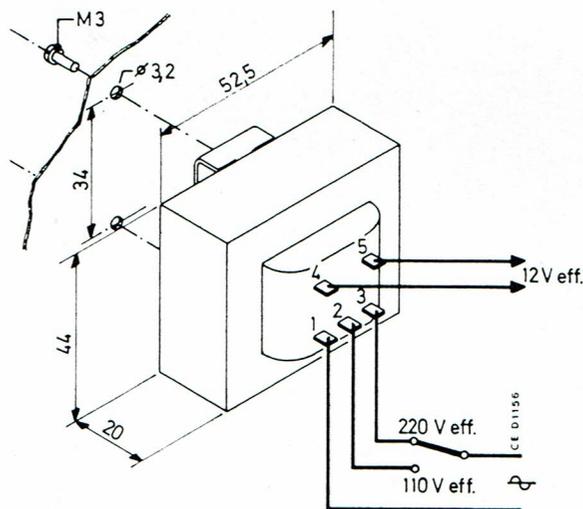


Fig. 11 — Dimensions du transformateur DY 715 20 (ou 4304 021 24450) à commander séparément

Note importante

Le numéro à 12 chiffres est 4304 021 24450
Cependant, le numéro apparaissant sur le transformateur se termine par 1, ou 2, ou 3, etc...
Ce dernier chiffre indique uniquement la série de fabrication et n'a donc pas d'importance : il faut le remplacer par 0 lors de la commande.

IV. MISE EN SERVICE ET CONTROLE

Le fonctionnement dynamique du module ne peut être contrôlé que par l'intermédiaire d'un oscilloscope.

La figure 2 donne l'allure des oscillogrammes obtenus dans ce cas.

V. POSSIBILITES D'UTILISATION

Trois types de fonctionnement peuvent être envisagés pour le module AEM 015.

Le fonctionnement ON-OFF, la commande manuelle ou automatique de phase et la commande asservie de phase.

1. Fonctionnement ON-OFF (par tout ou rien) (figure 12)

Le module, alimenté par une tension continue de 12 volts, fonctionne en générateur d'impulsion non synchronisées, dont la fréquence de récurrence varie de 50 Hz à 1 kHz.

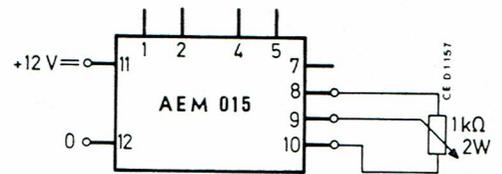


Fig. 12 — Fonctionnement ON-OFF (par tout ou rien)

Le module est alimenté en continu.

Numéro de commande du potentiomètre : 2322 033 51102

Un potentiomètre de 1 kΩ (2 W), raccordé entre les bornes 8 et 10, fait varier cette récurrence par la tension injectée au point 9.

Ainsi utilisé, le module AEM 015 peut aussi servir au déclenchement de thyristors par trains d'impulsions, mais seul un fonctionnement par tout ou rien est possible.

En effet, les impulsions n'étant plus synchronisées par le secteur, on ne peut plus contrôler leur phase et, par conséquent, l'angle de conduction des thyristors.

Sous 4,5 V, le courant de commande maximal est de 250 μA.

La durée d'une impulsion, sur une charge de 22 Ω est de 80 μs.

N.B. — Comme le module est alimenté par 12 volts continus, il n'est bien entendu plus possible d'obtenir 14 volts entre les bornes 7 et 10.

2. Commande de phase manuelle ou automatique — figures 13 et 14.

Le module est alimenté par 12 V efficaces, éventuellement par l'intermédiaire du transformateur DY 715 20 (ou 4304.021.24450), mais toujours à partir de la même phase que celle alimentant les thyristors. Le potentiomètre est le même qu'à la figure 12 (1 kΩ, 2 W).

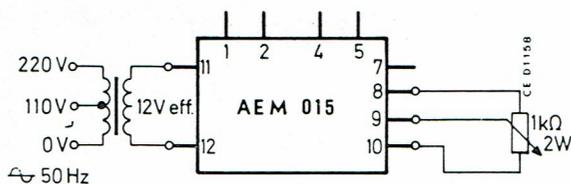


Fig. 13 — Commande de phase manuelle

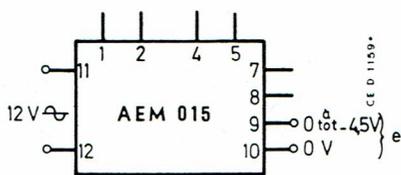


Fig. 14 — Commande automatique ou commande asservie

Dans ce cas, la plage de variation de l'angle de conduction (0—145°) définit une variation de la tension efficace sur la charge de 0 à 99,2 % ; traduite en puissance, la variation est de 0 à 98,3 %.

En tension moyenne, la variation est de 0 à 97 %.

En fonctionnement automatique, la tension de commande peut provenir d'un programmeur ou d'un capteur réagissant à une variable indépendante du système.

3. Commande de phase asservie — figure 14

Le module est alimenté en alternatif.

Une variation de la tension de commande e de 0 à 4,5 V entre les bornes 9 et 10 provoque une variation de l'angle de conduction de 0 à 145°.

Cette tension peut provenir de n'importe quel capteur réagissant à une variable propre au système.

Les figures 15 à 18 illustrent quelques exemples.

La figure 15 représente un capteur photoélectrique utilisant une LDR, une résistance et une diode de référence.

Lorsque la LDR n'est pas éclairée, sa résistance est grande.

Le courant prélevé à la borne 7 est minime et la tension à la borne 9 est pratiquement nulle.

L'angle de conduction est voisin de 0°. On se trouve dans les conditions de la figure 15a.

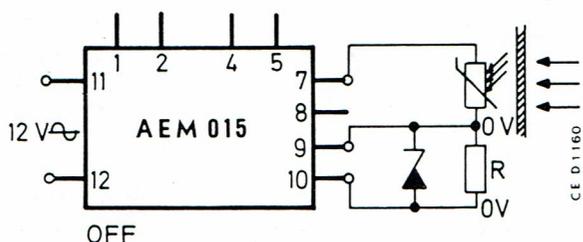


Fig. 15a — Commande par LDR

La LDR n'est pas éclairée : état OFF

Numéros de commande :

LDR : 2322 600 93002 } au choix
2322 600 94001 }
2322 600 95001 }

Diode de référence : BZY 88/C 4V7

Résistance 470 Ω 0,25 W : 2322 101 33471

Si la lumière atteint la LDR, sa résistance diminue et le courant croît dans l'ensemble R—LDR. La tension à la borne 9 croît aussi, jusqu'à ce que la diode de référence commence à conduire ; la tension est ainsi limitée à celle aux bornes de la diode, soit 4,5 V.

A ce moment, l'angle de conduction du ou des thyristors atteint 145°.

On se trouve alors dans les conditions de la figure 15b.

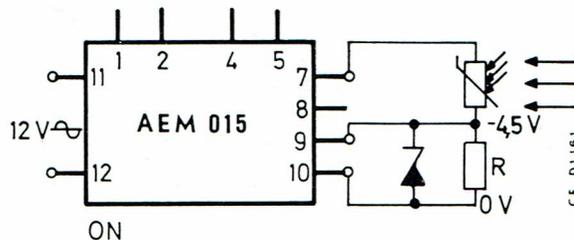


Fig. 15b — La LDR est éclairée : état ON

A la figure 16, on applique le même principe à la commande de la température d'un séchoir, lorsque la précision demandée est moyenne, et que la température ne dépasse pas 150° C.

On choisit un élément C.T.P., caractérisé par une variation brutale de la valeur de sa résistance au voisinage de la température désirée pour le séchoir.

Lorsque l'élément C.T.P. est soumis à une température plus basse que sa température critique, il présente une résistance faible et, si R est bien choisie, la tension entre 9 et 10 vaut 4,5 V.

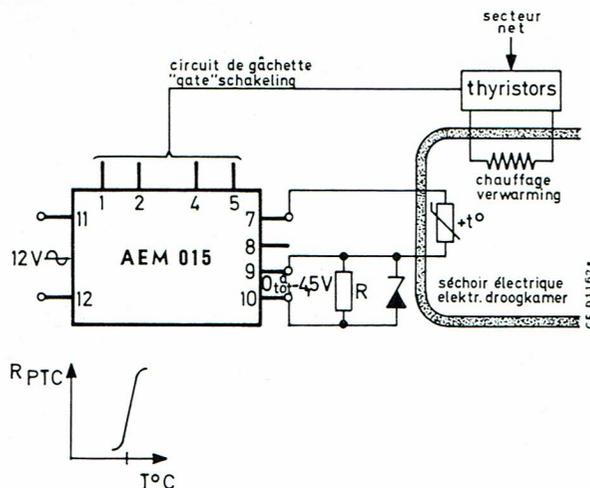


Fig. 16 — Régulation de la température d'un séchoir électrique

Numéro de commande :

C T P : E 220 ZZ 113

autres éléments : voir figure 15

De ce fait, les thyristors conduisent, et la température du séchoir augmente.

Lorsque cette température atteint et dépasse la température critique de la C.T.P., la résistance de celle-ci

augmente considérablement et amène vers 0 la tension de commande (entre 9 et 10).

L'alimentation du séchoir est ainsi arrêtée et la température peut décroître.

Le passage, malgré tout progressif, de la conduction à la non-conduction des thyristors, est favorable, et suffit à éviter toute surintensité due à un extra-courant de démagnétisation, lorsque les éléments chauffants sont alimentés par l'intermédiaire d'un transformateur.

Ces deux montages peuvent être perfectionnés, de façon à réagir à des variations de lumière ou de température bien plus faibles.

Les figures 17 et 18 font appel au principe du pont de Wheatstone.

Un des éléments du pont est soit une LDR, soit une CTN.

La variation de la résistance d'une CTN est plus progressive que pour une CTP. Un dépassement du point d'équilibre du pont, dû à un éclairage de la LDR ou à un refroidissement de la CTN fait conduire le transistor.

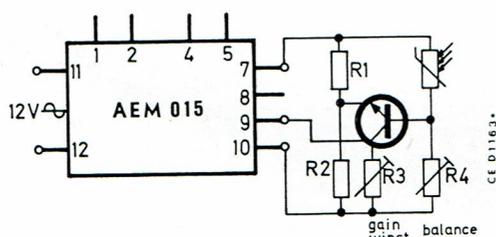


Fig. 17 — Régulation par pont de Wheatstone et LDR

Valeurs typiques :

Transistor : BC 107, BC 108 ou BC 109

LDR : 2322 600 93002
2322 600 94001 } au choix
2322 600 95001

R 1 : 220 Ω 0,25 W : 2322 101 33221

R 2 : 470 Ω 0,25 W : 2322 101 33471

R 3 : 4,7 k Ω au carbone : 2322 350 70706

R 4 : 10 k Ω au carbone : 2322 350 70707

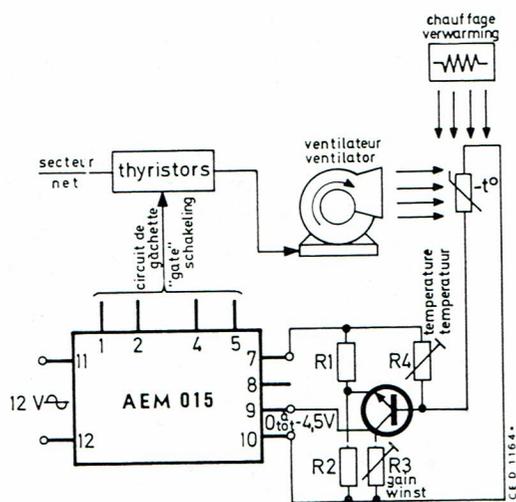


Fig. 18 — Régulation de la vitesse de rotation d'un ventilateur par pont de Wheatstone et CTN

Valeurs typiques :

CTN : 2322 620 90001

R 1 et R 2 voir figure 17

R 3 et R 4 : 4,7 k Ω au carbone : 2322 350 70706

Transistor : BC 107, BC 108, BC 109

Le courant au collecteur fait naître une tension à la borne 9, et le module entre en action.

La variation nécessaire de lumière ou de température, pour un passage des thyristors de la conduction complète à l'extinction totale, et vice-versa, est fixée par la valeur de la résistance au collecteur, soit R3.

Cette variation est d'autant plus faible que R3 est élevée.

Le seuil de commutation des thyristors est ajustable par modification du point d'équilibre du pont, donc en modifiant la valeur d'un des éléments qui le constituent.

VI. EXEMPLES DE CIRCUITS

Nous allons étudier différents schémas permettant d'utiliser l'AEM 015 pour l'alimentation de charges en alternatif, ainsi qu'en redressement simple alternance, double alternance ou triphasé.

1. Alimentation en alternatif (figures 19 à 22)

Un premier schéma de principe utilise deux thyristors en tête-bêche, selon la figure 19. Un deuxième schéma utilise deux thyristors et deux diodes, selon la figure 20. Une variante de ce schéma, la figure 20b, utilise un seul thyristor et quatre diodes.

Ces deux schémas permettent d'alimenter des charges résistives ou inductives.

A titre d'exemple, la figure 21 montre comment deux thyristors en tête-bêche peuvent alimenter une charge,

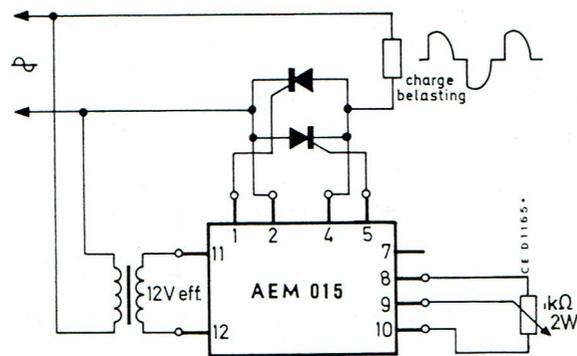


Fig. 19 — Alimentation alternative régulée par deux thyristors en tête-bêche

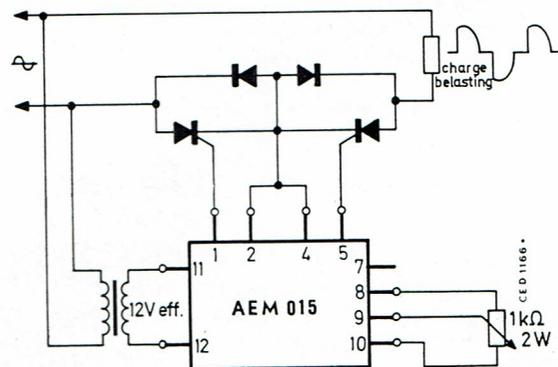


Fig. 20a — Alimentation alternative régulée par un pont de 2 thyristors et 2 diodes

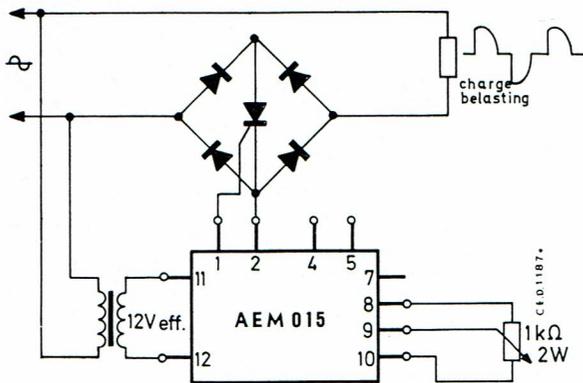


Fig. 20b — Variante de la figure 20a utilisant 1 thyristor et 4 diodes

par l'intermédiaire d'un transformateur T, soit en basse tension et fort courant, soit en haute tension et faible courant.

Ce schéma peut être appliqué respectivement au chauffage électrique ou au dépoussiérage électrostatique.

Le secondaire du transformateur peut alimenter la charge soit directement en alternatif, soit en continu après redressement et, au besoin, filtrage.

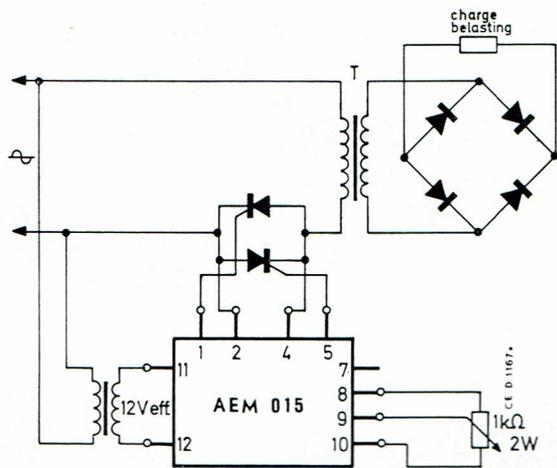


Fig. 21 — Le montage de la figure 19 alimente la charge au travers d'un transformateur

Un autre exemple est donné à la figure 22.

La vitesse de certains groupes moteur asynchrone-ventilateur peut être commandée en variant la tension alternative appliquée au stator du moteur.

Le diagramme montre les caractéristiques couple-vitesse du moteur asynchrone (rotor à résistance élevée) pour des tensions décroissantes au stator :

$$V_1 > V_2 > V_3$$

Le même diagramme contient en trait interrompu la caractéristique couple-vitesse d'un ventilateur.

Aux tensions décroissantes mentionnées plus haut correspondent les vitesses de rotation $N_1 > N_2 > N_3$, également décroissantes.

L'enroulement du moteur qui est raccordé en série avec le condensateur de déphasage est alimenté directement par le réseau. Il n'est donc pas soumis aux impulsions de courant provenant des thyristors. Cette disposition diminue de façon appréciable le niveau des parasites.

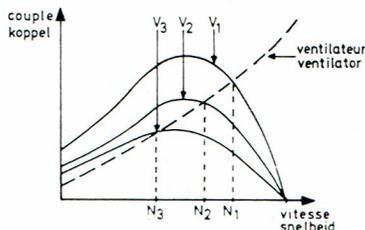
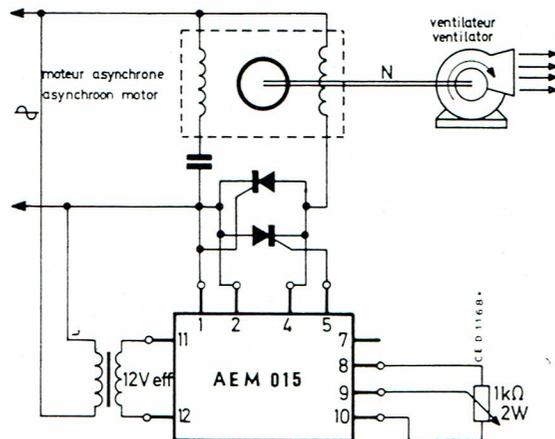


Fig. 22 — Groupe moteur asynchrone-ventilateur commandé par le montage de la figure 19. $V_1 > V_2 > V_3$; $N_1 > N_2 > N_3$

2. Redressement simple alternance

Le schéma de principe est celui de la figure 23. La diode de récupération est utilisée lorsque la charge est inductive. La commande de l'angle de conduction du thyristor peut s'effectuer soit manuellement, au moyen du potentiomètre P aux bornes 8, 9 et 10, soit par asservissement en tension entre les bornes 9 (négatif) et 10 (positif), selon ce qui a été expliqué plus haut au paragraphe V.

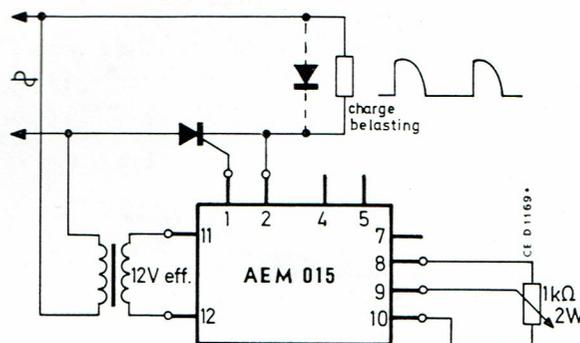


Fig. 23 — Redressement d'une alternance, avec diode de récupération pour les charges inductives

3. Redressement double alternance

La figure 24 montre un circuit comprenant un thyristor et quatre diodes, et permettant l'alimentation de charges résistives.

La figure 25 montre un circuit à deux thyristors et deux diodes alimentant un moteur shunt.

Une diode de récupération est utilisée et l'enroulement inducteur est alimenté en continu.

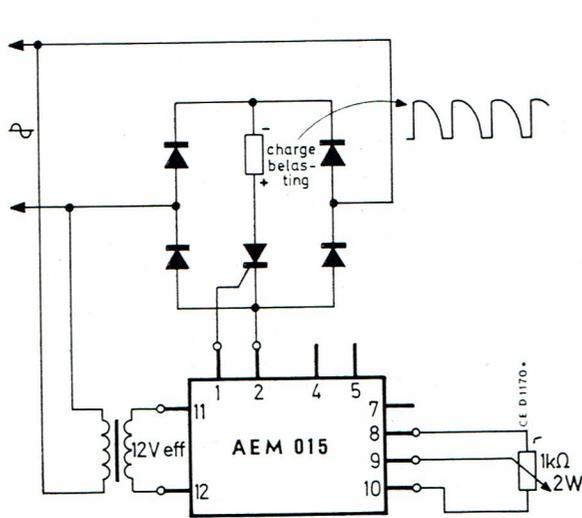


Fig. 24 — Redressement des deux alternances pour des charges résistives

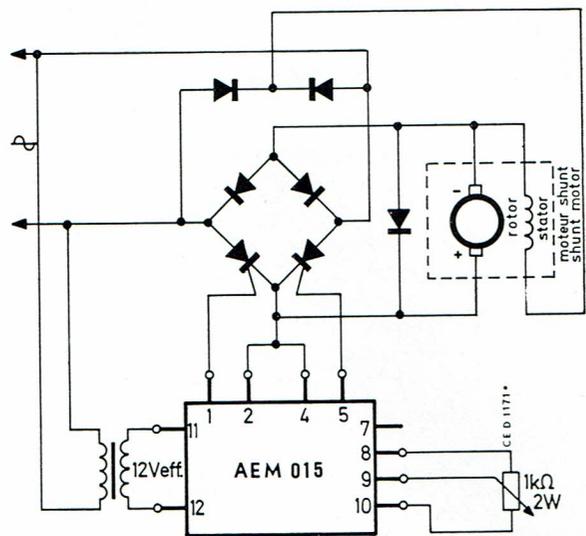


Fig. 25 — Redressement des deux alternances pour des charges inductives : par exemple un moteur shunt

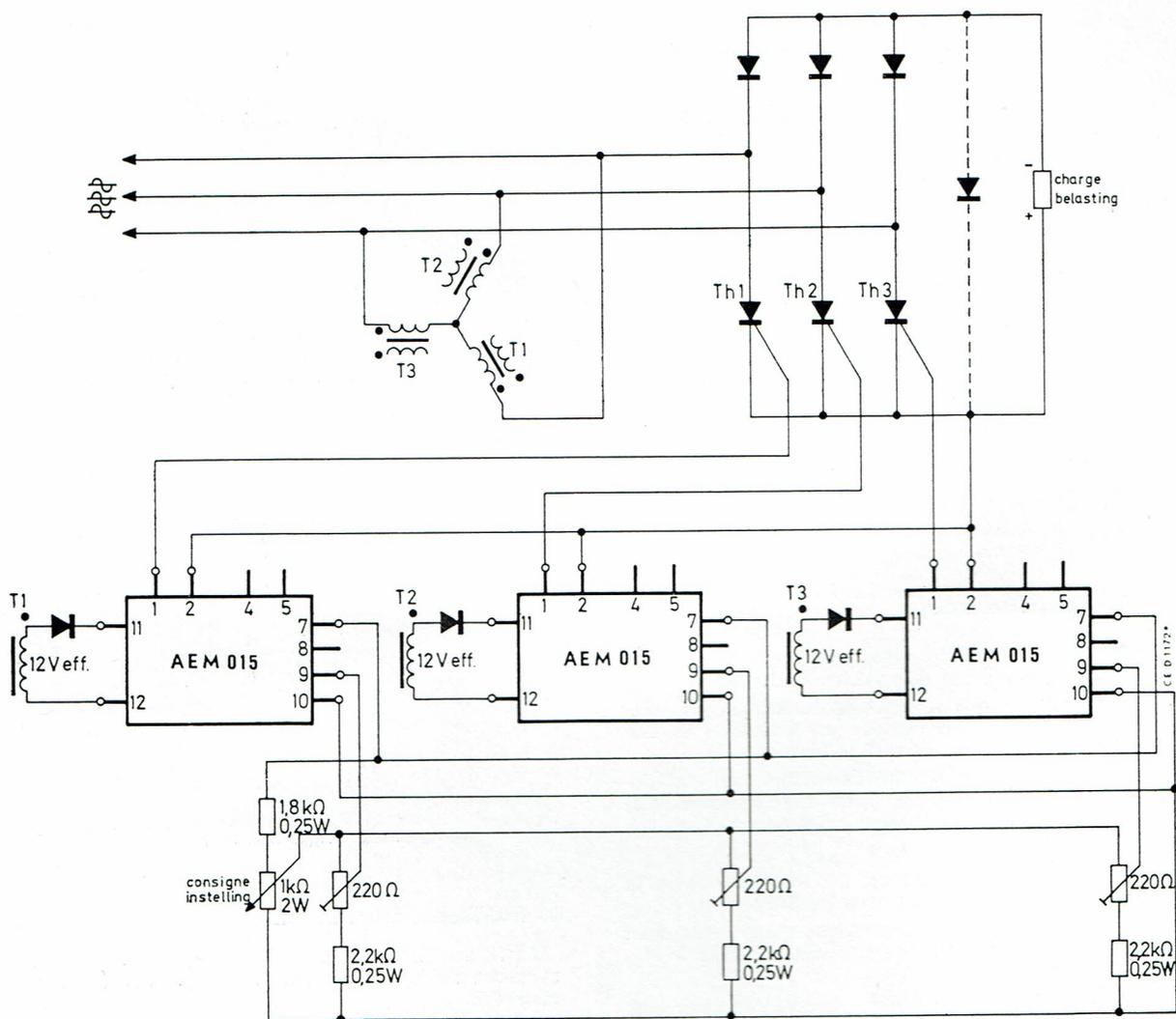


Fig. 26 — Redressement triphasé pour charges résistives ou inductives
 Numéros de commande : 1,8 kΩ 0,25 W : 2322 101 33182
 2,2 kΩ 0,25 W : 2322 101 33222
 1 kΩ 2 W : 2322 003 51102
 220 Ω, ajustable au carbone : 2322 411 04402

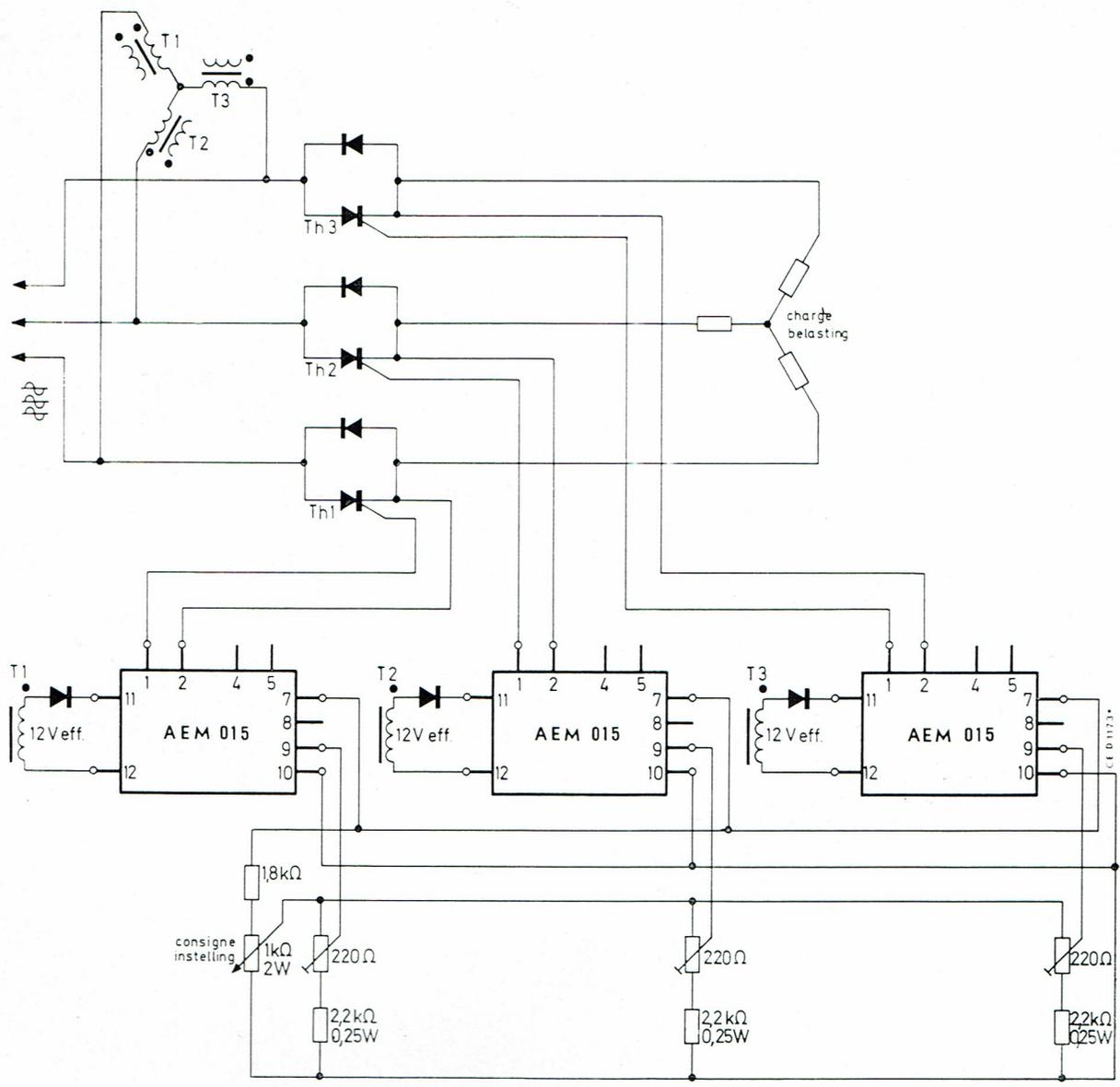


Fig. 27 — Régulation en alternatif triphasé

4. Circuits triphasés

Les figures 26 et 27 montrent deux circuits qui sont la transposition au réseau triphasé des circuits des figures 25 et 21, respectivement.

Les quelques pour cent de dispersion, dans les caractéristiques des éléments qui constituent le module AEM 015, doivent être compensés par un équilibrage, pour que l'action soit rigoureusement symétrique dans les trois phases.

Cet équilibrage s'effectue par trois potentiomètres d'ajustage de 220 Ω ; il peut être contrôlé à l'aide d'un oscilloscope branché aux bornes de la charge ou à l'aide d'un voltmètre détectant l'arrivée simultanée des pre-

mières impulsions aux circuits de gâchette des trois thyristors.

Il est important que chacun des trois transformateurs soit raccordé dans la phase qui le concerne, comme indiqué aux figures 26 et 27.

VII. PROTECTION DES THYRISTORS

Le réseau d'alimentation alternatif peut, dans certains cas, véhiculer des impulsions d'amplitude élevée et à flancs raides, qui peuvent provoquer une conduction indésirable des thyristors, lorsqu'ils sont normalement non-conducteurs ou bloqués.

Il convient donc de limiter l'amplitude et la raideur des flancs de ces impulsions. Un circuit de filtrage typique est donné à la figure 28a. Il est raccordé en parallèle sur le réseau et du côté « circuit » de l'interrupteur général de l'alimentation.

D'autre part, dans certains cas où l'on interrompt les deux pôles du réseau d'alimentation, et pour certains schémas, il convient, pour parfaire cette protection, de

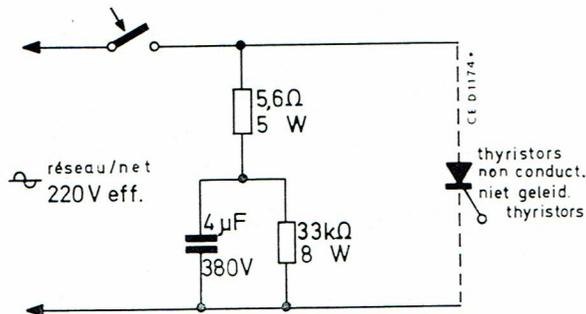


Fig. 28a — Protection des thyristors

Numéros de commande, pour 220 V eff.

5,6 Ω 5 W : 2322 325 31568

33 k Ω 8 W : 2322 320 22333

4 μ F 380 V : 2222 240 70034

Pour 440 V_{eff} la tension d'isolement du condensateur doit être de 600 V

raccorder un circuit série RC en parallèle sur le thyristor.

Ce circuit a comme effet secondaire et salutaire d'assurer, lors de l'application d'une impulsion de commande au circuit de gâchette, une entrée en conduction du thyristor lorsque la charge est fortement inductive.

Ce circuit est présenté à la figure 28 avec des valeurs typiques.

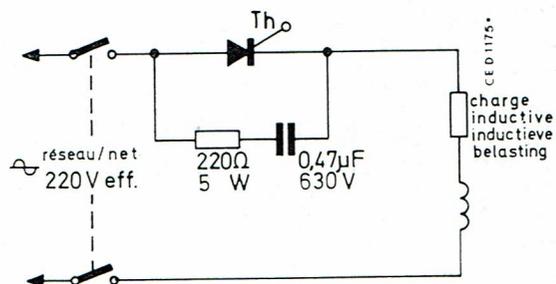


Fig. 28b — Protection des thyristors, pour un interrupteur bipolaire

Numéros de commande :

220 Ω 5 W : 2322 325 31221

0,47 μ F 630 V : 2222 341 61474