



Z 803 U

THYRATRON A CATHODE FROIDE A GRANDE STABILITÉ

Le thyatron à cathode froide Z 803 U comporte non seulement une anode auxiliaire (1), mais aussi une électrode de pré-ionisation reliée au pôle positif de la source de haute tension à travers une résistance de $10\text{ M}\Omega$. Le courant de décharge de cette électrode, de $10\text{ }\mu\text{A}$ environ, assure l'ionisation préalable du tube et un fonctionnement régulier dans l'obscurité ou dans des conditions quelconques de l'éclairage ambiant. Si la tension d'anode tombe de 290 V

à 170 V , un thyatron de ce type ne présente pas une élévation de la tension d'amorçage plus grande que 1% .

On peut déclencher le tube (fig. 1) grâce à la décharge d'un condensateur dans l'espace anode auxiliaire-cathode du tube ou encore à l'aide d'une tension continue. Dans le montage de la figure 1, ces deux procédés sont simultanément employés.

1 - AMORÇAGE PAR CONDENSATEUR

Il s'agit de déterminer d'abord la valeur des éléments du montage pour obtenir la tension de "starter" exigée

pour l'amorçage dans les caractéristiques publiées à la page 11.

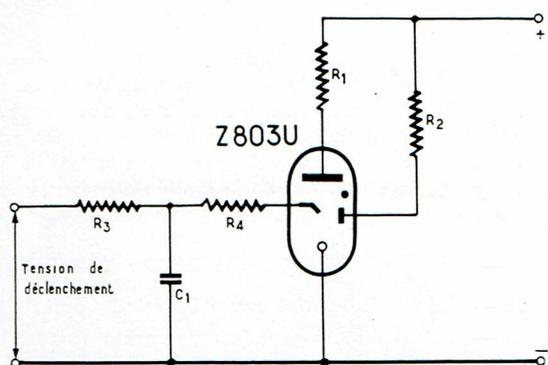


Fig. 1.

(1) Souvent appelée « starter ».

Pour amorcer le thyatron Z 803 U par un condensateur C_1 (fig. 1), les données correspondantes des valeurs du condensateur d'amorçage C_1 et de la résistance R_1 servant à limiter la décharge sont :

avec $V_{ii} = 170\text{ V}$, la valeur minimale de C_1 est de $2\,700\text{ pF}$.

avec $V_{ii} = 200\text{ V}$, la valeur minimale de C_1 est de $1\,000\text{ pF}$.

Si l'on utilise une valeur de C_1 de $4\,700\text{ pF}$, on doit adopter : $R_1 = 0$.

Si $4\,700\text{ pF} \leq C_1 \leq 15\,000\text{ pF}$, on doit adopter : $R_1 = 2,2\text{ k}\Omega \pm 20\%$.

Si $C_1 > 15\,000\text{ pF}$, on doit adopter : $R_1 = 5,6\text{ k}\Omega \pm 20\%$.

La valeur maximale de R_3 , de l'ordre de $10^6\Omega$, est déterminée par le courant de l'électrode de pré-ionisation.

2 - AMORÇAGE A L'AIDE D'UNE TENSION CONTINUE

Si l'on amorce le thyatron à l'aide d'une tension continue, on peut supprimer C_1 et R_4 (de la fig. 1) mais il faut alors donner à R_3 une valeur telle que le courant de l'anode auxiliaire soit au moins égal au courant de transfert de cette électrode ($50 \mu\text{A}$ à $V_a = 240 \text{ V}$).

Pendant la durée de la conduction, les différentes électrodes tendent à se maintenir à une tension qui est de 105 V plus élevée que le potentiel de la cathode.

Un thyatron ayant été amorcé puis éteint, la tension remonte en un temps assez court jusqu'à la valeur statique

normale de la décharge de l'anode auxiliaire. Ainsi, au bout de 20 ms après l'extinction, à la suite d'une impulsion de 60 mA et d'une durée de 10 ms , la tension de décharge de l'anode auxiliaire peut être de 2 V au-dessous de sa valeur normale. Cet effet présente seulement une importance pratique si l'on envisage des fonctionnements intermittents à des fréquences élevées. Il est possible de le diminuer si l'on réduit, soit le courant de l'anode auxiliaire, soit le temps de circulation de ce courant. Ce retard est, par contre, tout à fait négligeable dans les montages à auto-extinction que nous décrivons dans la suite de cet exposé.

3 - MINUTERIE, RELAIS TEMPORISÉ

3-1 — GÉNÉRALITÉS

La figure 2 indique le montage complet d'une minuterie dont le circuit de temporisation est alimenté sous une tension stable à l'aide de deux tubes 85 A 2. Le temps d'ouverture ou de fermeture est ici de 8 s , mais il peut être modifié puisqu'il est déterminé par une résistance à haute stabilité à forte

3-2 — FONCTIONNEMENT DU SYSTÈME

A la position « repos », I_1 est fermé et le potentiel du point A est très voisin de celui de la masse (division de la tension entre 250 V et la masse par $100 \text{ k}\Omega$, $5 \text{ M}\Omega$ et $100 \text{ k}\Omega$). Dès que l'on ouvre I_1 , C_1 commence à se charger exponentiellement jusqu'au déclenchement de l'anode auxiliaire et le

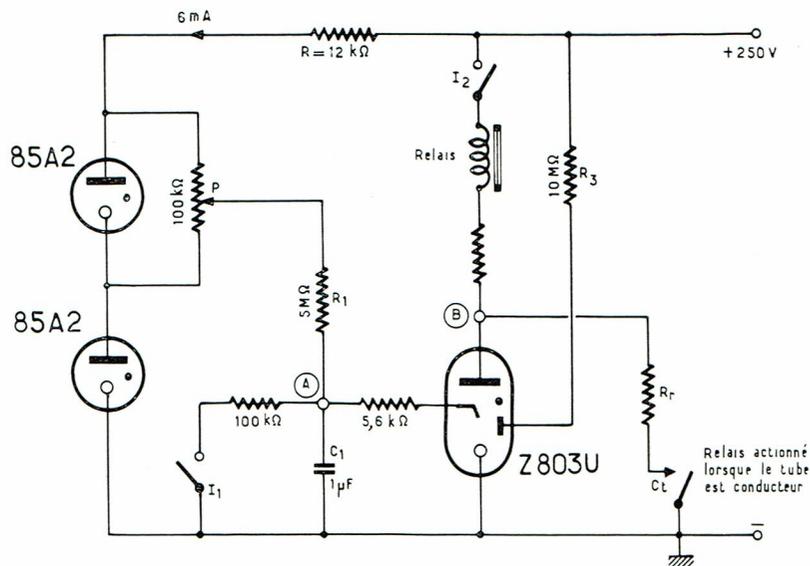


Fig. 2.

valeur ohmique ($R_1 = 5 \text{ M}\Omega$) et par la capacité d'un condensateur à faibles pertes ($C_1 = 1 \mu\text{F}$). La constante de temps peut être calculée approximativement selon les valeurs réelles de R_1 et de C_1 d'après la formule $T = 1,6 R_1 \cdot C_1$. Le courant moyen de chacun des tubes 85 A 2 est de 6 mA ,

$$\text{d'où } R = \frac{V_{HT} - 2(V_{arc} 85 A_2)}{6 \cdot 10^{-3}}$$

$$R = \frac{250 - 170}{6 \cdot 10^{-3}} = 13 \times 10^3$$

Nous négligeons le courant de l'anode auxiliaire qui est infime (2 à $25 \mu\text{A}$). Le potentiomètre P joue deux rôles :

- 1° Il facilite l'amorçage du second tube 85 A 2;
- 2° Il règle le seuil de déclenchement de l'anode auxiliaire.

tube Z 803 U devient conducteur. A ce moment, le relais est excité (25 mA) et met en contact C_1 , qui vient se brancher en parallèle sur le thyatron Z 803 U. Il suffit, à ce moment, que la résistance R_r ait une valeur telle que la tension au point B descende au-dessous de la tension d'amorçage du tube; le tube s'éteint alors et il est hors-circuit.

3-3 — CALCUL DES DIFFÉRENTS ÉLÉMENTS

3-31 — Calcul de la résistance R (voir 3-1).

3-32 — Calcul du temps θ (temps compris entre la fermeture de I_1 et l'ionisation du tube Z 803 U). — Ce temps dépend, évidemment, de la charge du condensateur C_1 de $1 \mu\text{F}$ à travers la résistance R_1 de $5 \text{ M}\Omega$, et de la tension d'alimentation à la base de cette même résistance.

En principe : $\theta = CR$ à 63 % de la valeur nominale de la tension d'alimentation.

Pratiquement, il suffira de multiplier $\theta = C \times R$ par 100/63, soit : $CR \times 1,58$, pour obtenir le temps en secondes.

3-3 — Choix du relais et calcul de la résistance.

La résistance du relais n'est pas critique. Elle dépend aussi de la tension du générateur d'alimentation et de la tension d'arc du tube Z 803 U.

Sa valeur est donnée par la formule :

$$R_{\text{relais}} = \frac{V_{\text{aliment.}} - V_{\text{arc du tube}}}{I_{\text{du tube}}}$$

Pratiquement, dans ce cas, nous aurions :

$$R_{\text{relais}} = \frac{250 - 105}{25 \times 10^{-3}} = 5\,800 \, \Omega \text{ pour } I = 25 \text{ mA.}$$

NOTE. — Au-dessus d'une valeur de résistance de 5 800 Ω , nous risquons de ne plus avoir l'intensité suffisante pour actionner le relais et, à l'amorçage par l'anode auxiliaire du thyatron, la chute de tension sur l'anode serait alors telle qu'il pourrait se désamorcer immédiatement.

3-4 — CALCUL DE R_r .

Le calcul de R_r se fait aussi très facilement. En effet, pour que le tube Z 803 U se désamorce, il suffit de ramener, par exemple, le potentiel du point B au-dessous de la tension d'arc, soit à 90 V.

Connaissant le courant moyen devant circuler dans le relais (25 mA), une simple application de la loi d'Ohm nous donne :

$$R_r = \frac{90}{25 \times 10^{-3}} = 3\,600 \, \Omega$$

Il convient de noter que le courant augmentera légèrement dans la branche (relais + R_r) et que le courant total sera de :

$$\frac{V_{\text{alimentation}}}{R_{\text{relais}} + R_r} = \frac{250}{5\,800 + 3\,600} = \frac{250}{9\,400} = 28 \text{ mA}$$

La remise en fonctionnement initial s'obtiendra en ouvrant la branche (relais + tube et R_r) par l'interrupteur I_2 .

3-5 — PRÉCISIONS SUR LE CALCUL DU TEMPS

Avec un condensateur C_1 à faibles pertes et $R_1 = 5 \text{ M}\Omega$, à haute stabilité (tolérance 1 %), il est possible d'obtenir, avec ce montage, des temps à tolérance d'erreur faible ($\geq 1 \%$).

Pour des marges d'erreur plus larges ou dans le cas d'un secteur très stable, il est possible de ne pas stabiliser la tension de charge de C_1 , à l'aide des tubes 85 A 2. L'alimentation de cette charge sur une tension filtrée donne également de très bons résultats.

4 - PROTECTION CONTRE LES SURTENSIONS

4-1 — FONCTIONNEMENT

Le système de commande ou de signalisation de la figure 3 a fonctionne très simplement. La tension V varie et, pour signaler extérieurement si cette variation est trop

4-2 — CALCUL DES ÉLÉMENTS DES CIRCUITS

— Le potentiel du point A déterminant le seuil d'amorçage du thyatron, la position du curseur sur P_1 tendra vers la masse en proportion de la grandeur de V .

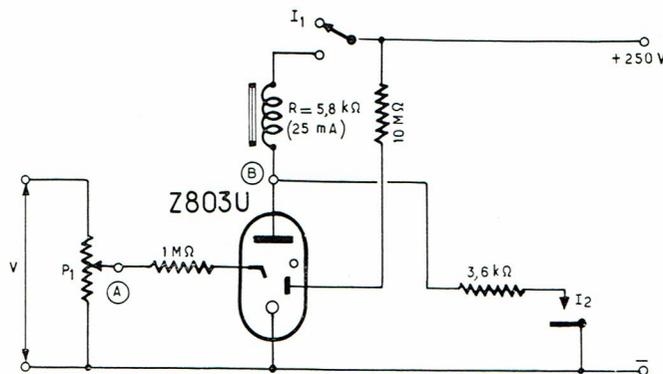


Fig. 3 a.

importante, le potentiomètre P_1 réglera le seuil de déclenchement du tube Z 803 U. Lorsque ce tube est alimenté, il actionne le relais dans son circuit anodique.

1° Pour déclencher un système de protection (insertion de résistance ou d'inductance) ou d'alarme;

2° Pour relier en parallèle sur le thyatron la résistance de 3 600 Ω qui, par la chute de tension au point B, élimine le thyatron du montage.

— La résistance du relais se calcule de la même façon que dans l'exemple précédent :

$$R_{\text{du relais}} = \frac{\text{tension d'alimentation} - \text{tension arc}}{\text{courant anodique du tube Z 803 U}}$$

soit, dans le cas qui nous intéresse :

$$R = \frac{250 - 105}{25 \times 10^{-3}} = 5\,800 \, \Omega$$

NOTE. — Les inconvénients cités dans le fonctionnement du montage précédent existent également dans le cas présent.

La valeur de R_r se calcule comme dans l'autre exemple :

$$R_r = \frac{V_{atc} \text{ du tube Z803U — margesécurité pour non-amorçage}}{\text{Courant anodique}}$$

$$R_r = \frac{95}{25 \times 10^{-3}} = 3\,800 \, \Omega$$

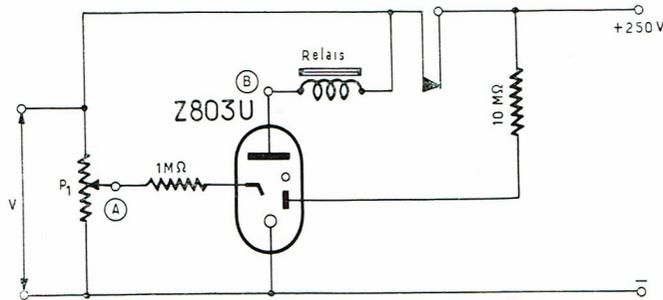


Fig. 3 b.

Si nous relient le tube suivant le montage de la figure 3 b, nous obtiendrons un système commandant **constamment** la tension V. Au point B existeront des impulsions de $250 - 105 = 145 \text{ V}$, tant que la tension V sera au-dessus

de la valeur désirée. Pour des tensions plus basses le thyatron ne s'amorce plus.

4-3 — FONCTIONNEMENT

Le potentiel du point A est voisin du seuil d'amorçage. Le potentiel du point B sera de la valeur de V, soit de 250 V, donc le tube Z 803 U ne s'amorce pas. Si V augmente, la tension en A croît également et le tube Z 803 U s'amorce. Le relais est actionné et coupe l'alimentation de l'anode,

les contacts reprendront ensuite leur position initiale et V est de nouveau reliée à l'anode. Le relais est actionné jusqu'au moment où V descend à une valeur telle que la tension en A retombe à la valeur qui précède l'amorçage.

5 - MONTAGES A RELAXATION, AUTO-EXTINCTEURS

Tant que la tension d'amorçage est appliquée à l'anode auxiliaire (fig. 4 et 5), le thyatron s'amorcera à intervalles réguliers, déterminés par la constante de temps de l'anode auxiliaire $\theta = 1 \text{ M}\Omega \times 2\,700 \text{ pF}$. Pour une bonne stabilité la charge d'anode doit toujours avoir une valeur supérieure

5-1 — FONCTIONNEMENT DU PREMIER MONTAGE

La tension au point A de la figure 4 croît, exponentiellement, avec la constante de temps

$$\theta = (1 \text{ M}\Omega + 1 \text{ k}\Omega) \times 2\,700 \text{ pF}$$

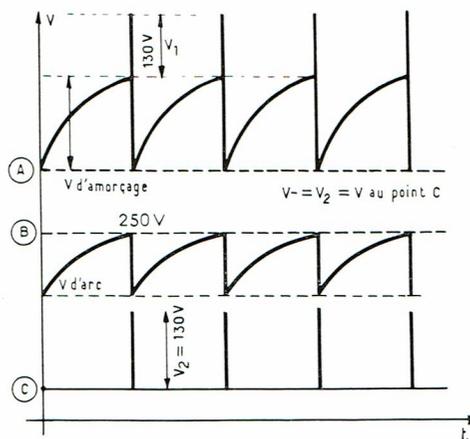
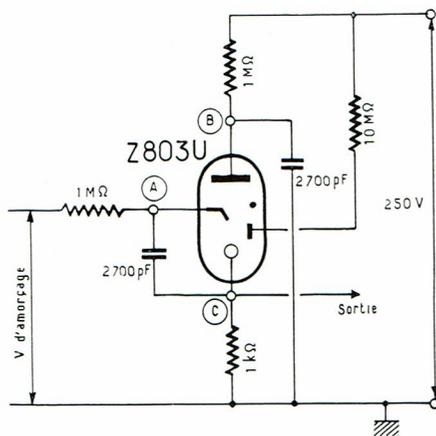


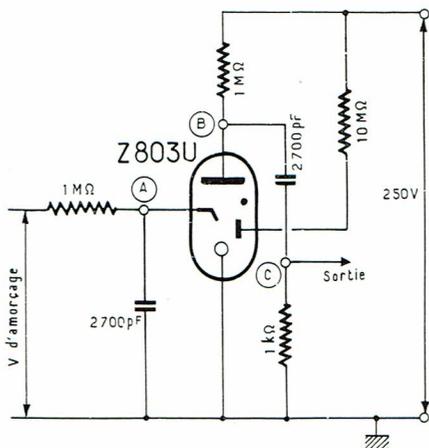
Fig. 4.

à $1 \text{ M}\Omega$ et la capacité du condensateur entre l'anode et la terre doit donner, avec cette charge, une constante de temps dépassant 2 ms.

et atteint la pleine charge du condensateur (ou plutôt les 63 %) qui correspond à la tension d'amorçage du thyatron. Instantanément, la conduction partielle anode auxi-

liaire-cathode a lieu, et la tension au point A croît de la valeur de la tension aux bornes de la résistance de cathode (point C). Puis le tube Z 803 U s'ionise totalement et l'espace anode auxiliaire-cathode devient, pratiquement, un court-circuit : le condensateur se décharge donc très rapidement.

Au moment de l'ionisation totale du thyatron, la tension de l'anode, initialement de 250 V, baisse brusquement et comme, à cet instant précis, le potentiel de cathode revient



5-2 — FONCTIONNEMENT DU SECOND MONTAGE

Le potentiel en A (fig. 5) croît avec une constante de temps $\theta = 1 \text{ M}\Omega \times 2700 \text{ pF}$, donc très légèrement inférieure à celle de l'exemple précédent, et la tension de l'anode diminue, à l'amorçage du tube.

Les impulsions recueillies au point C seront cependant plus larges qu'à la figure 4 et négatives par rapport à la masse.

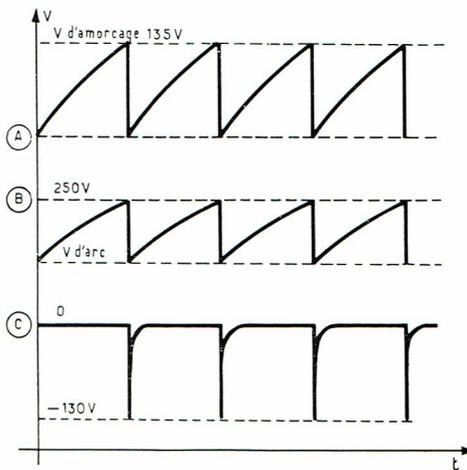


Fig. 5.

à sa valeur moyenne, le tube ne reçoit même plus sa tension d'arc et il s'éteint.

Le condensateur anode-masse se recharge alors à la valeur de la HT, suivant la constante $\theta = 2700 \text{ pF} \times 1 \text{ M}\Omega$.

NOTE. — Il est à remarquer que les constantes θ étant identiques dans les deux cas, les deux exponentielles seront à peu près équivalentes.

Les deux montages peuvent être appliqués à des relais clignoteurs.

Remarques. — Sur la résistance, de $1 \text{ k}\Omega$ environ, du circuit de cathode (fig. 4), on obtient de brèves impulsions positives. Sur la résistance de $1 \text{ k}\Omega$ environ qui charge le circuit de l'anode de la figure 5 on peut prélever, par contre, de longues impulsions négatives.

6 - CONTROLE DE FLAMME DES BRULEURS A MAZOUT OU A GAZ NATUREL

6-1 — GÉNÉRALITÉS

Dans les fours à huile lourde ou les fours chauffés par des brûleurs à gaz, un dispositif de sécurité doit être installé pour interrompre l'alimentation en combustible lorsque la flamme s'éteint pour une raison quelconque. Autrefois, un thermostat à bilame détectait facilement, par l'extension d'une spirale bimétallique, la température des gaz de la cheminée d'aspiration. Mais, par suite du progrès de la technique des fours, la température des gaz perdus est devenue très réduite, de sorte que le fonctionnement du thermostat à contact ne convient plus; il est trop lent et trop peu sûr.

L'utilisation d'une cellule photoélectrique assure une réponse rapide à la lumière émise par la flamme. Mais, on doit alors utiliser un amplificateur et il doit être prêt à actionner l'électro-vanne à tout moment, ce qui exige une alimentation continuellement maintenue.

Il était donc intéressant de songer à employer le thyatron à cathode froide Z 803 U dont les caractéristiques d'amorçage sont très stables et la consommation permanente

vraiment réduite. La plus grande variation de la tension d'amorçage de l'anode auxiliaire qui puisse se produire en 1 000 h de fonctionnement à partir d'un moment quelconque est de $\pm 2 \%$ autour de la tension nominale.

Selon les installations, la cellule, montée à l'extérieur, reçoit les radiations à travers une ouverture dans la paroi du four ou, dans les usines plus récentes, elle est placée dans la tuyauterie d'admission d'air. Dans le premier cas, l'amplificateur est directement logé contre le boîtier de la cellule, mais dans le second cas il est relié à la cellule par un câble blindé. Or, la surveillance de flamme doit être sûre et elle est d'autant mieux garantie, au voisinage de 100 %, en dépit de toutes les pannes de l'installation, que le montage est plus simple. Les montages que nous présentons assurent une sécurité complète, même en cas d'incident affectant les principaux éléments de l'équipement.

La cellule photoélectrique doit recevoir un éclairage compris entre 50 et 1 000 lux. Si les fluctuations de la tension du secteur peuvent dépasser $\pm 10 \%$ de la valeur nominale, la tension alternative d'alimentation de l'appareil peut être stabilisée à l'aide d'un transformateur à saturation partielle

de faible puissance. Pour l'application actuelle, les cellules à gaz sont bien préférables aux cellules à vide poussé, en raison de leur plus grande sensibilité.

Une autre question, également importante, est la sensibilité de déclenchement du thyatron à cathode froide utilisé **sans amplificateur**. Or, cette sensibilité ne dépend, dans ces montages, que de la capacité de l'anode auxiliaire qui est une grandeur fixe et de la tension de l'anode auxiliaire que l'on a étroitement contrôlée au cours de la fabrication du tube. Or, nous verrons qu'il est malgré cela possible d'étendre artificiellement la gamme des intensités lumineuses admissibles si l'on adjoint au montage de commande de relais, un circuit de contre-réaction.

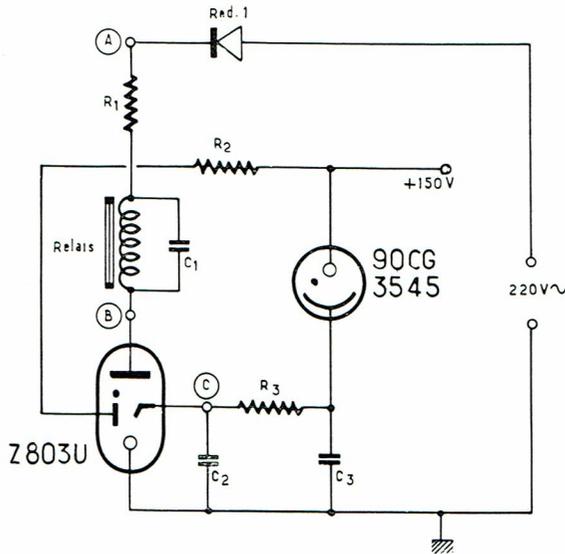


Fig. 6.

Nous allons, toutefois, décrire d'abord le montage le plus simple de surveillance de flamme qui peut être utilisé dans de très nombreuses installations (fig. 6).

6-2 — ROLE DES DIFFÉRENTS ÉLÉMENTS DE LA FIGURE 6

- C₁ — Empêche le relais de battre à la fréquence de la tension redressée.
- C₂ — Détermine le seuil de déclenchement du thyatron, grâce à sa charge à travers R₃ et la cellule (90 CG ou 3545).
- C₃ — Régularise les variations rapides de tension existant aux bornes de la cellule exposée à la flamme.
- R₁ — Résistance de sécurité en fonction de la valeur moyenne de la tension redressée (une alternance) et de la tension de fonctionnement du relais.
- R₂ — Résistance de pré-ionisation : 10 MΩ.
- R₃ — Résistance de charge de la cellule 90 CG ou 3545, placée dans la cathode et non dans l'anode (1 MΩ, d'après les caractéristiques) limitant le courant de la cellule en fonctionnement avec le tube Z 803 U.

6-3 — VALEURS APPROXIMATIVES DES DIFFÉRENTS ÉLÉMENTS DE LA FIGURE 6

— Rappels : $V_{\text{max secteur}} = E_{\text{eff}} \times \sqrt{2}$

$$V_{\text{moyen}} = \frac{2}{\pi} E_0 = 0,637 \times E_{\text{max}}$$

$$I_{\text{eff}} = \frac{I_{\text{max}}}{\sqrt{2}} = 0,707 \times I_{\text{max}}$$

— Dans ce montage :

V moyen au point A sera de :

$$V_{\text{moy}} = \frac{220 \times 2 \sqrt{2}}{\pi} = \frac{220 \times 1,414 \times 2}{3,14}$$

$$= \frac{220 \times 2,82}{3,14} = 197 \text{ V}$$

pour 2 alternances redressées

et pour 1 alternance : $\frac{220 \sqrt{2}}{\pi} = 97 \text{ V environ.}$

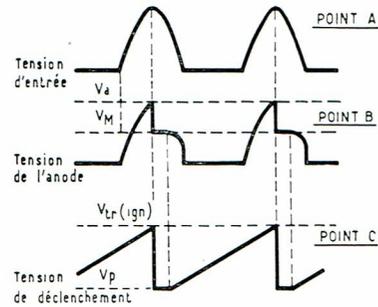


Fig. 7.

Si la flamme s'éteint, le courant dans la cellule tombe au niveau du courant d'obscurité et le taux de charge de C₂ se trouve très réduit. La résistance d'isolement du support de la cellule ne doit pas être inférieure à 100 MΩ, afin que le courant de fuite soit toujours négligeable. Le taux de charge peut être tellement bas que le thyatron ne soit déclenché que toutes les dix périodes, par exemple. Mais si le courant de la cellule est très faible, le courant de pré-ionisation du tube peut souvent suffire à empêcher que la charge de C₂ atteigne la tension d'amorçage et le tube n'est pas déclenché du tout. Dans les deux cas, si la flamme s'éteint, le courant moyen du tube est inférieur au courant de maintien du relais et il retombe, mettant en circuit la sonnerie d'alarme.

Le montage fondamental de la figure 6 fonctionne sur une gamme limitée d'éclairements. La valeur minimale est

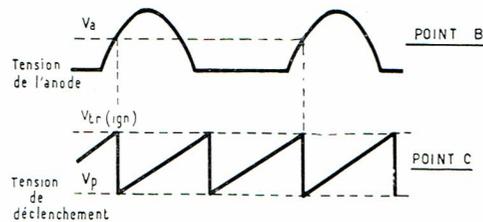


Fig. 8.

déterminée par la sensibilité de la cellule et par la valeur de C₂. La valeur maximale est fixée par le taux de croissance de la tension de l'anode auxiliaire, entre chaque amorçage. Si ce taux est trop élevé, l'amorçage de l'anode auxiliaire se produit **avant** que la tension instantanée de l'anode soit dans la gamme de fonctionnement et le tube n'est pas amorcé. La figure 7 représente les formes d'onde obtenues aux points A, B et C du montage de la figure 6 pour une intensité lumineuse correcte.

La figure 8 indique les formes d'onde relevées aux points B et C lorsque l'intensité lumineuse est forte.

6-4 — CALCUL DE LA CHARGE D'ANODE

La tension maximale sur l'anode (fig. 9) est de

$$220 \text{ V} \times \sqrt{2} = 308 \text{ V.}$$

Si l'anode auxiliaire n'atteint pas la tension d'amorçage du tube Z 803 U rien ne se produit, mais par contre, toute la tension supérieure à 105 V (V_{arc}) sera susceptible d'ioniser le tube (avec $V_{\text{auxiliaire}} = 132 \text{ V}$). En tenant compte des tolérances, nous admettrons que le tube s'amorcera à 110 V.

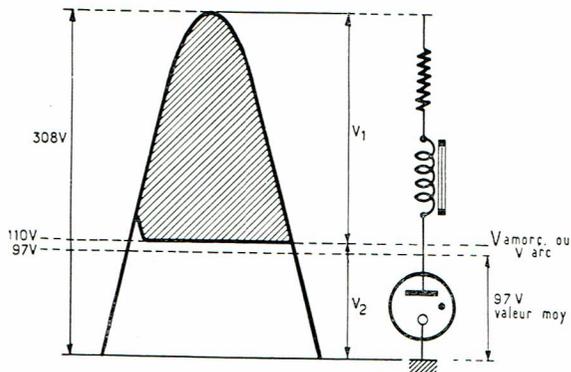


Fig. 9.

Nous aurons, au-dessus de cette tension $308 - 110 = 198 \text{ V}$ crête à crête, soit en tension moyenne : $V_{\text{moy}} = \frac{198}{\pi} = 63 \text{ V}$ environ. Le courant moyen circulant dans le tube étant de 25 mA, la loi d'Ohm nous donne la valeur de la charge, soit

$$\frac{63}{25 \cdot 10^{-3}} = 2520 \Omega$$

ou en crête à crête

$$\frac{198}{100 \cdot 10^{-3}} = 1980 \Omega$$

Ce sera la valeur maximale au-dessous de laquelle nous ne devons pas descendre, mais pour obtenir le rendement optimum, il sera nécessaire de s'en rapprocher suffisamment.

Comme une résistance en série est souhaitable, il est aisé de fractionner la charge et de choisir, par exemple, un relais de 1500Ω et une résistance de 1000Ω .

NOTE. — Ce raisonnement est valable, à condition bien entendu que le thyatron soit ouvert au moment où la tension de l'anode est légèrement supérieure à la tension d'arc, c'est-à-dire que la tension sur l'anode auxiliaire doit alors avoir la valeur requise (fig. 10 a et 10 b).

Nous pouvons ainsi commander la sensibilité en agissant sur la constante de temps de charge de C_2 et ce procédé sera applicable seulement si le relais est encore sensible à une intensité plus faible. Nous voyons donc que la constante de temps de charge de C_2 devra être $\leq 0,04 \text{ s}$. La résistance R_3 est déterminée d'avance ($1 \text{ M}\Omega$). Quand la cellule 90 CG est éclairée, sa résistance devient faible devant R_3 et nous pourrions écrire :

$$C_2 = 0,04 \mu\text{F} = 40\,000 \text{ pF (valeur maximale)}$$

La tension de charge atteindra la valeur d'amorçage (135 V) en un temps $\theta = CR$ et la tension de la source devra donc être de :

$$\frac{135 \times 100}{63} \approx 215 \text{ V}$$

L'intensité lumineuse minimale à prévoir dans ces installations est, nous l'avons déjà indiqué, de 50 lux. On peut en déduire, aux tolérances près, le courant dans le condensateur d'amorçage C_2 de la figure 11, courant sensiblement constant. Nous avons :

$$C_2 \cdot \Delta V = I \cdot t$$

La variation de la tension aux bornes de C_2 est ΔV et t est le temps écoulé entre l'extinction du thyatron et la crête de l'alternance suivante du secteur.

Avec une intensité lumineuse de 50 lux, la valeur de C_2 est de l'ordre de 260 pF. Cette valeur de capacité trop faible, restreint trop la gamme de la tension d'anode pour un bon fonctionnement. Si l'on déclenche le thyatron, non plus à chaque période mais à une période sur deux, on peut adopter $C_2 = 500 \text{ pF}$, mais la gamme des tensions d'anode est encore trop étroite.

Pour fonctionner dans la gamme que nous avons indiquée en présentant les montages, il faut élever le niveau d'intensité lumineuse de 50 à 150 lux. Nous pouvons alors adopter une valeur de $C_2 = 1\,500 \text{ pF}$ et une valeur minimale de la tension de l'anode de $V_{\text{ik}} = 170 \text{ V}$. Cette tension est plus faible que celle indiquée dans les caractéristiques pour $C_2 = 1\,500 \text{ pF}$, mais il est admissible d'utiliser cette variante dans les applications où le thyatron est amorcé à **intervalles réguliers**.

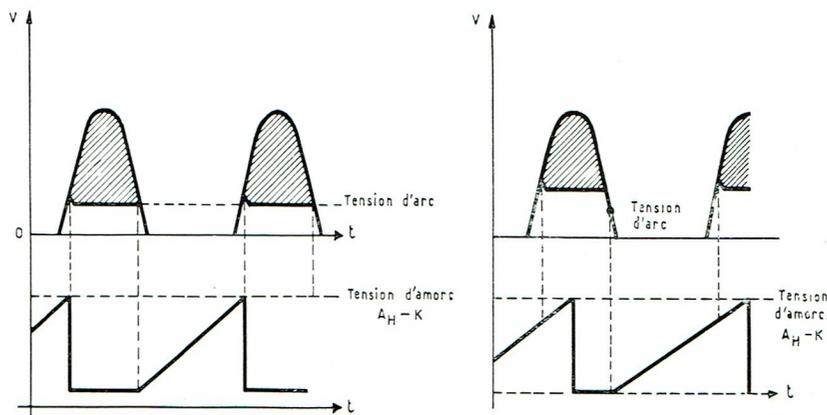


Fig. 19 a et 10 b.

7 - CONTROLE DE FLAMME GAMME D'INTENSITÉS LUMINEUSES AUGMENTÉE

7-1 — PROCÉDÉS D'EXTENSION DE LA GAMME

On peut augmenter la gamme des intensités lumineuses admissibles si l'on modifie le montage de la figure 6 par l'adjonction d'un circuit de contre-réaction.

Dans l'obscurité (fig. 12) les formes d'onde au point C sont les mêmes qu'au point F. Tout comme pour le montage fondamental (fig. 6) le niveau continu en C augmente graduellement, par suite de l'existence du courant d'obscurité de la cellule. Les formes d'onde pour l'éclaircissement minimal

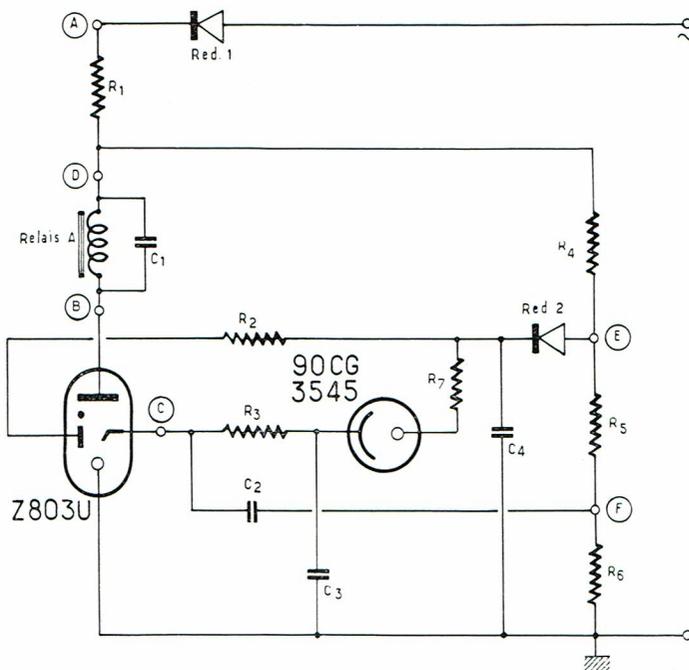


Fig. 11.

Le montage de la figure 11 fonctionne sensiblement comme celui de la figure 6, mais la tension de l'anode du thyatron et de l'anode de la cellule est prélevée sur une alimentation commune au moyen d'un diviseur de tension fixe (R_1 , R_4 , R_5 et R_6). La tension de crête au point D est réglée pour qu'elle soit dans la gamme de fonctionnement du thyatron et la tension en E est réglée pour avoir une tension correcte pour la cellule.

Il est nécessaire, maintenant, pour des raisons exposées dans la suite, d'assurer une synchronisation bien exacte entre l'amorçage de l'anode auxiliaire et la forme d'onde de la tension du secteur. Pour cela, on peut relier le condensateur C_2 au point F du diviseur de tension au lieu de le faire au point neutre, comme c'était le cas à la figure 6.

On obtient l'alimentation de la cellule en courant continu par redressement de la tension au point E et, la charge étant faible, la tension redressée est égale à la tension de crête du point E. Si l'on utilise une cellule à gaz, dans l'obscurité, la tension à l'anode doit être de 180 V et si l'on utilise une cellule à vide cette tension doit être de 150 V. Une cellule à gaz sera adoptée, dans la suite, car elle est beaucoup plus sensible qu'une cellule à vide poussé. Les formes d'onde aux points A, B, C sont celles des figures 12, 13 et 14 pour trois éclaircissements différents : obscurité parfaite, intensité lumineuse minimale pour un déclenchement régulier et forte intensité lumineuse.

de seuil (fig. 13) se comprennent sans explication. Elles diffèrent seulement de celles de la figure 7 par la superposition de la forme d'onde synchronisante. Nous voyons à la figure 14 que, pour les forts éclaircissements, le tube est déclenché à un angle plus petit que 90° . Donc, la tension de crête en E sera au-dessous de la valeur d'obscurité, la différence avec cette valeur étant un certain ΔV . L'alimentation de la

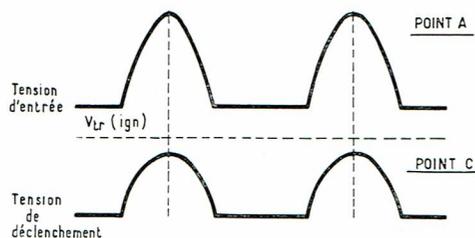


Fig. 12.

cellule sera donc réduite de cette même différence de tension et il en est de même de la sensibilité correspondante de la cellule. L'angle d'amorçage du thyatron varie donc moins en présence des variations de l'éclaircissement.

Cet effet de contre-réaction peut être également expliqué d'après les caractéristiques de la cellule (voir la fig. 15).

La tension V_{eff} est la tension alternative qui alimente la cellule et la droite de charge XY représente la charge réelle R_{tot} . La valeur exacte de ces grandeurs dépend des caractéristiques du thyatron, des valeurs de R_3 et de C_2 ainsi

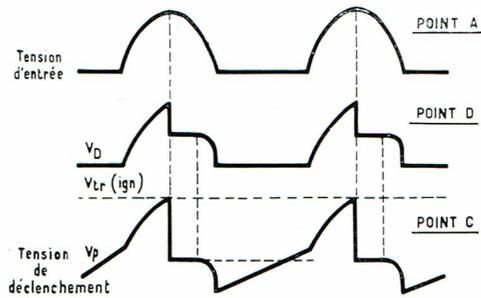


Fig. 13.

que de la fréquence de fonctionnement, dans le cas présent celle du secteur alternatif d'éclairage.

Supposons que le flux lumineux incident appliqué à la cellule, pour l'intensité lumineuse minimale, soit de L_1 (lumens nouveaux). La cellule fonctionne alors au point X de la caractéristique. Si le flux augmente et devient L_2 (lumens nouveaux), le point de fonctionnement ne vient pas jusqu'en Y, comme il le ferait s'il n'y avait pas de contre-réaction. Il se déplace et se trouve alors en Z. Or, le point Z est sur une autre droite de charge, tracée pour une charge

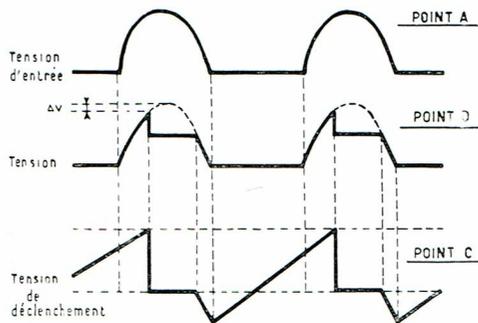


Fig. 14.

R_{tot} de même valeur que la première mais passant par une tension d'alimentation V'_{eff} plus petite que V_{eff} puisque :

$$V'_{eff} = V_{eff} - \Delta V$$

En raison de cette contre-réaction, le courant photoélectrique croît **seulement** de i_1 à i_3 (fig. 15) au lieu de croître de i_1 à i_2 . En d'autres termes, la contre-réaction **réduit la sensibilité de la cellule aux fortes intensités lumineuses**.

L'intensité **minimale** nécessaire pour le déclenchement régulier reste, toutefois, sensiblement la même que celle qui existait en l'absence de la contre-réaction. A l'intensité lumineuse minimale, le thyatron s'amorce à la crête de la forme d'onde d'anode (fig. 13). Il n'y a plus alors de réduction (ΔV) de la tension en E et l'alimentation de la cellule reste à la valeur « sans éclairage » V_{eff} . Une gamme de fonctionnement assez large peut être ainsi assurée.

Il est nécessaire de synchroniser l'amorçage de l'anode auxiliaire sur la forme d'onde de la tension du secteur et nous expliquons maintenant quelle en est la raison.

Si l'intensité lumineuse croît brusquement, la contre-réaction est retardée par le condensateur d'égalisation C_4 et, sans la synchronisation en question, les conditions de la figure 16 peuvent être réunies à ce moment. L'amorçage de l'anode auxiliaire intervient alors **deux fois à chaque période** : à l'alternance négative du secteur, une première fois et une seconde fois encore après la crête de l'alternance positive, lorsque le tube est amorcé à l'anode auxiliaire. Dans ce cas, la tension de crête totale est observée au point E du montage et il n'y a pas de réduction (ΔV) de la tension d'alimentation de la cellule. Il ne se produit pas de contre-réaction.

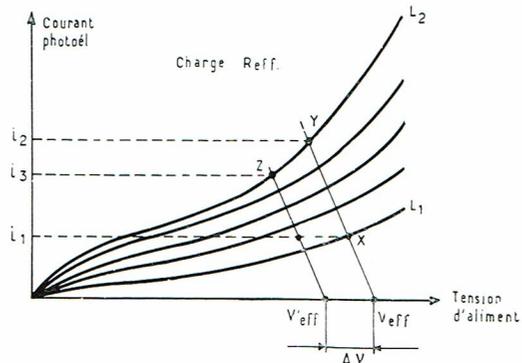


Fig. 15.

Nous pouvons éviter que ces conditions s'établissent si nous empêchons l'amorçage de se produire dès que la tension du secteur, à l'entrée, vient de dépasser sa valeur de crête. Le procédé consiste à superposer la tension de synchronisation à la forme d'onde qui déclenche l'anode auxiliaire. La tension de synchronisation doit être **en phase** avec la tension de l'anode afin que la sensibilité initiale du montage soit conservée.

Si nous utilisons une cellule à vide, au lieu d'une cellule à gaz, nous pouvons encore obtenir un effet similaire de contre-réaction en faisant fonctionner la cellule à vide

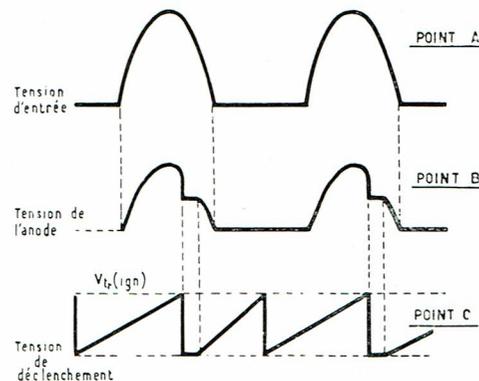


Fig. 16.

au coude de sa caractéristique. Le principe du fonctionnement est, ensuite, le même que celui que nous avons décrit au sujet de la cellule à gaz.

CARACTÉRISTIQUES*
DU THYRATRON Z 803 U
A CATHODE FROIDE

Tension nominale d'amorçage de l'anode auxiliaire	132	V
Gamme de fonctionnement de la tension de l'anode	170 à 290	V
Tension d'arc V_{arc} (A _{II} à K ou A à K)	105	V
Gamme du courant de pré-ionisation I_{PR}	2 à 25	μ A
Temps de désionisation :		
i_{KP} de 0 à 20 mA	$T_{dion} = 3,5$	ms
i_{KP} de 20 à 60 mA	$T_{dion} = 16$	ms
Temps d'ionisation :		
Tension $V_{aII} = V_{aII}$ critique + 0,5 V	$T_{ion} = 1,5$ à 2	ms
Tension $V_{aII} = V_{aII}$ critique + 4 V	$T_{ion} = 100$	μ s
Courant de transfert à $V_a = 240$ V	50	μ A
Résistance du circuit de pré-ionisation	$R_{PR} = 10$ M Ω (± 20 %)	

VALEURS A NE PAS DÉPASSER
(Limites absolues)

Tension maximale de l'anode	290	V
Courant maximale de crête de l'anode auxiliaire	8	mA (1)
Valeurs initiales de la tension d'amorçage de l'anode auxiliaire	128 à 137	V
Augmentation maximale de la tension d'amorçage de l'anode auxiliaire (si la tension d'anode passe de 290 à 170 V)	1	%
Tension minimale de l'anode de pré-ionisation (V_{PR})	150	V
Coefficient de température de la tension critique de l'anode auxiliaire (de 10 à 40 °C)	± 10	mV/°C env.

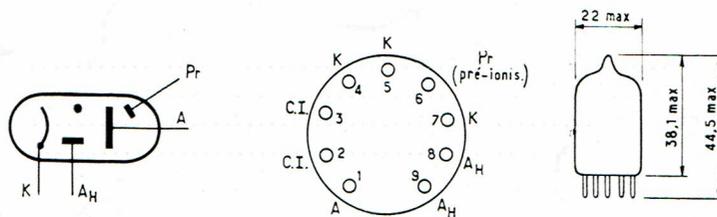
Courant cathodique maximale	Mode de fonctionnement pour usages généraux		Montage auto-extincteur	Relais auto-maintenu	Unités
	50	60			
Courant de crête	50	60	200	60	mA
Courant moyen	8	15	0,5	5	mA
Temps maximum d'intégration de la moyenne	15	15	0,5	1	s
Variation maximale de la tension d'amorçage de l'anode auxiliaire (sur un temps de 1 000 h)	± 1	+ 3 - 5	± 1	± 1	% (2)
Variation possible de la tension d'amorçage de l'anode auxiliaire (sur un temps de 10 000 h)	± 2	—	± 2	—	% (2)

(*) Caractéristiques provisoires.

(1) On ne doit pas admettre un courant négatif d'anode auxiliaire dans le cas du thyatron Z 803 U. Un tel courant circulerait si la tension de l'anode auxiliaire était réduite au-dessous de 90 V pendant la durée de conduction.

(2) Donné seulement à titre indicatif et révisable.

DISPOSITION DES ÉLECTRODES ET ENCOMBREMENT



Embase miniature 9 broches (Noval) 9 C 12.
Ampoule A 22-1.



“INFORMATIONS ÉLECTRONIQUES”