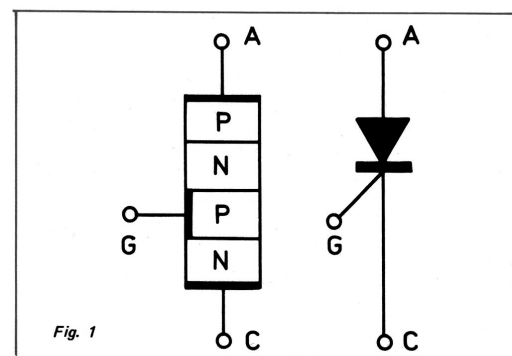


initiation au thyristor

Généralités

Le thyristor est un élément semi-conducteur bistable c'est à dire qu'il ne présente que deux états possibles : bloqué ou saturé.

Ce résultat est obtenu grâce à l'association de quatre couches de semi-conducteur de conductibilité alternée PNP (Fig. 1).



L'extrémité P est l'anode (A).

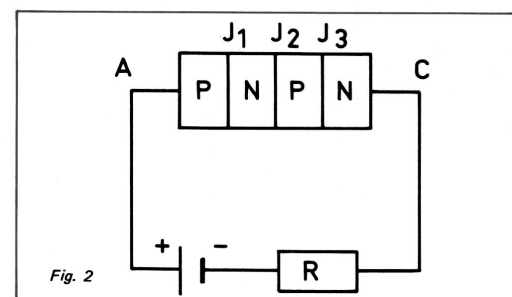
L'extrémité N est la cathode (C).

La région P centrale est l'électrode de commande appelée gâchette ou porte (G). Étant donné sa position près de la cathode, nous la nommerons gâchette de cathode.

Fonctionnement

La saturation du thyristor peut être obtenue de deux façons différentes.

1°— Appliquons une tension aux bornes du thyristor suivant le schéma (Fig. 2), les jonctions J1 et J3 sont polarisées dans le sens direct alors que la jonction J2 est polarisée en inverse.

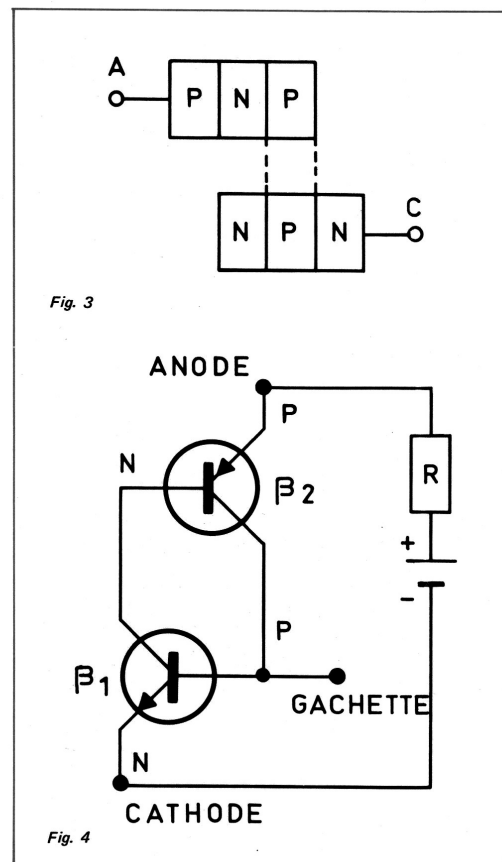


Le seul courant pouvant circuler est très faible et de l'ordre du courant inverse I_{co} de la jonction J2.

Si maintenant nous augmentons la différence de potentiel entre anode et cathode, nous allons augmenter la valeur du champ électrique interne au niveau de J2, si l'on dépasse la valeur maximum du champ provoquant l'effet d'avalanche (effet ZENER) la jonction devient passante et l'ensemble ne représente plus qu'une très faible résistance, d'où augmentation rapide du courant qui ne sera limité que par la résistance R du circuit.

Le retour au blocage ne pourra être obtenu que par passage de la tension anode-cathode par une valeur nulle, ou par une diminution du courant à une valeur inférieure à une limite appelée "courant d'entretien" (par augmentation de R par exemple).

2°— Le thyristor peut être assimilé à un ensemble constitué de deux transistors PNP et NPN. L'association technologique (Fig. 3) peut également être représentée comme sur le schéma de principe (Fig. 4) avec β_1 et β_2 les gains en courant respectifs des deux transistors.



Cette représentation nous permet d'établir que si la résistance R a une valeur telle qu'elle permette d'obtenir dans le circuit un courant supérieur au courant d'entretien, le phénomène d'avalanche pourra être produit par une tension inférieure au seuil de Zener de la jonction J2.

En effet, si nous appliquons sur la gâchette une tension suffisamment positive par rapport à la cathode, de manière à établir un courant dans la jonction Base-Émetteur du transistor NPN, le courant β_1 fois plus grand dans le collecteur deviendra le courant base du transistor PNP, puis à son tour multiplié par β_2 deviendra le nouveau courant base du transistor NPN.

Nous avons à faire à un phénomène cumulatif qui entraîne dans un temps très court la saturation de l'ensemble.

Comme dans la première possibilité de saturation vue précédemment, le thyristor ne pourra être ramené dans son état bloqué que par passage au Zéro de la tension d'alimentation. En résumé, nous pouvons assimiler le thyristor à un interrupteur commandé.

Un dérivé du thyristor : le binistor, possède deux gâchettes de commande, une gâchette d'anode (région N près de l'anode) et une gâchette de cathode similaire à celle du thyristor. Cet élément sera utilisé comme générateur de dents de scie dans les bases de temps trame et ligne du téléviseur couleur 110°. Nous en reparlerons plus en détail dans l'étude des circuits correspondants.

SCHNEIDER "Impérial 110°"

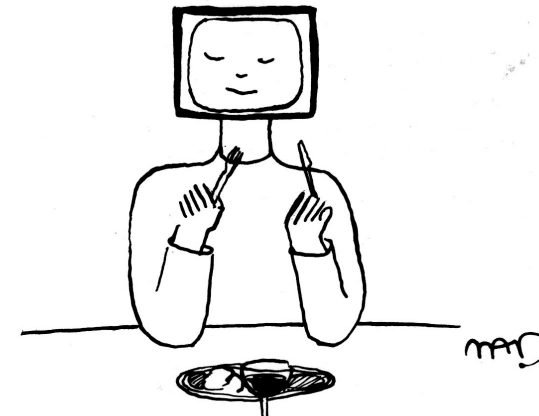
l'alimentation HT2 du chassis 110°

But

L'énergie nécessaire à l'ensemble balayage horizontal et très Haute-tension doit être d'une excellente stabilité, en premier lieu pour obtenir une constance de la largeur horizontale et aussi pour assurer une bonne fiabilité des transistors de puissance BU 108 utilisés dans cet ensemble.

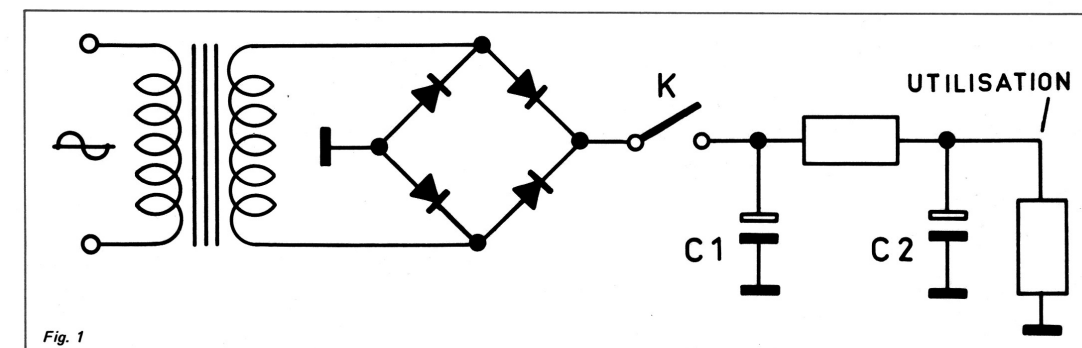
Principe

Les valeurs élevées de Haute-tension nécessaires (210 Volts en 625 lignes et 290 Volts en 819 lignes) ont nécessité l'étude d'un type nouveau d'alimentation régulée. Le principe, maintenant bien maîtrisé, de l'utilisation d'un transistor ballast commandé par une tension d'erreur, ne



de l'énergie emmagasinée. C'est ici qu'intervient notre interrupteur qui déterminera, par le rapport des temps fermeture-ouverture, la quantité d'énergie à transmettre pour obtenir la valeur désirée de tension aux bornes de l'utilisation.

En pratique, nous remplacerons notre interrupteur par un thyristor. Sur l'anode, seront appliquées les demi-alternances redressées par le pont ; nous devrons commander la conduction du thyristor en appliquant sur sa gâchette une impulsion de courant à un instant bien précis de chaque demi-alternance, de façon que le temps de saturation corresponde au besoin d'énergie nécessaire pour obtenir la tension désirée (Fig. 2).

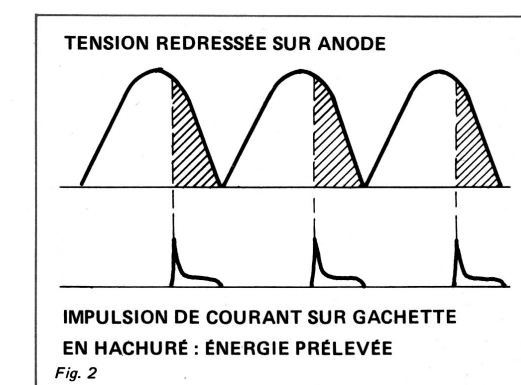


pouvait être retenu étant donné la puissance perdue dans cet élément pour assurer la régulation. Il a donc fallu faire appel à une nouvelle technique qui utilise le thyristor.

Voyons le principe de fonctionnement.

La figure 1 fait apparaître un interrupteur K en série dans un circuit classique redressement filtrage.

Son rôle sera de déterminer la quantité d'énergie Q qui chargera les condensateurs C1 et C2. En effet, une formule classique $Q = CV$ nous indique que la quantité d'énergie en coulombs, emmagasinée par un condensateur, est proportionnelle à sa valeur en farads et à la tension en volts à ses bornes. On peut donc poser en conséquence $V = \frac{Q}{C}$ qui nous souligne que la tension aux bornes du condensateur est proportionnelle à la quantité d'énergie emmagasinée et inversement proportionnelle à sa capacité. Celle-ci étant fixée, la tension à ses bornes ne dépendra que



La fabrication de l'impulsion de commande devra être soumise à une synchronisation précise pour que l'énergie prélevée sur chaque demi-alternance soit constante. Toutefois, si une variation de tension intervenait, (due à une variation du réseau par exemple) le positionnement de l'impulsion de commande doit pouvoir se modifier automatiquement pour que la compensation d'énergie en plus ou en moins se fasse dans le même temps et que la tension d'utilisation reste constante. Nous obtiendrons ce résultat grâce à un comparateur référencé agissant sur la position de l'impulsion de commande.

Ces principes étant posés, nous pouvons maintenant commencer notre étude par un schéma synoptique (Fig. 3) simplifié dans lequel nous trouverons les éléments principaux déterminés ci-dessus, mais aussi une commutation, au niveau du comparateur, permettant de modifier le positionnement de l'impulsion en 625 et 819 lignes afin d'obtenir les deux valeurs de haute-tension désirées.

Fonctionnement

Le pont de diodes délivre une tension redressée double alternance de 400 Volts crête, un pont diviseur R 1656 — R 1644 prélève environ le quart de cette tension. Une tension de + 12 Volts obtenue par R 1640 et D 1642 (Zener 12 Volts) alimentera les différents étages et servira de tension de référence pour le comparateur. Une diode D 1643 a son anode réunie au point commun des résistances du diviseur R 1656 — R 1644 tandis que sa cathode est au + 12 Volts. Elle conduit donc pour tout ce qui est supérieur à 12,7 Volts et limite ainsi la tension positive maximum sur la base de T 116 à cette valeur (Fig. 4a).

L'émetteur de T 113 est réuni au + 12 Volts ; comme il s'agit d'un P.N.P., il conduit et se sature pour les valeurs de tension sur sa base inférieure à 11,3 Volts. L'oscillogramme du signal présent sur la base de T 113 est donné par la figure 4a, c'est un créneau négatif de 1,4 Volt d'amplitude.

T 113 est chargé par une résistance de 5,6 K ohms R 1666. Lorsqu'il est bloqué, la d.d.p. aux bornes de R 1666 est nulle, elle est de 12 Volts lorsque T 113 est saturé. Un condensateur de 2,2 µF C 1641 est en parallèle sur T 113, il se chargera pendant le temps de blocage de T 113 et se déchargera rapidement pendant le temps de saturation,

déterminant aux bornes de R 1666 l'oscillogramme en pointillé de la figure 4b. Mais R 1666 sera également parcourue par le courant de T 114 ; son émetteur étant réuni au collecteur de T 113 suit les variations dues à la charge de C 1641, la base de T 114 est polarisée par le pont R 1635 et R 1668 entre + 12 Volts et masse donc a une tension positive. T 114 ne peut donc conduire que lorsque sa tension émetteur est d'environ 0,7 Volt inférieure à sa tension base, à ce moment, il se sature de la d.d.p. aux bornes de R 1666 se stabilise à une valeur égale à la tension base de T 114 moins 0,7 Volt (oscillogramme 4b en trait plein). T 114 est donc bloqué de A à B et saturé de B à C. On recueillerait sur son collecteur un créneau négatif par rapport au 12 Volts (pointillé Fig. 4c) d'amplitude égale à la différence : 12 V moins potentiel émetteur T 114. Mais le collecteur de T 114 est réuni à la base de T 115 (PNP) dont l'émetteur est au + 12 Volts, la base de T 115 ne peut descendre en dessous de 11,3 Volts et de même le collecteur de T 114, l'oscillogramme est donc celui de la figure 4c en trait plein, soit une impulsion négative de 0,7 Volt par rapport au + 12 Volts.

T 115 est donc saturé de B à C et pendant cette période apparaît sur son collecteur un créneau positif de 12 Volts d'amplitude.

C'est ce créneau, transmis par R 1669 et C 1665 à la gâchette du thyristor, qui fournira le courant nécessaire à la saturation de T 119.

Observons maintenant ce qui se passe si nous modifions la tension base de T 114. Si nous l'abaïssons, T 114 va se saturer un peu plus tard et la largeur du créneau recueilli sur son collecteur va diminuer, d'où un rétrécissement de largeur de l'impulsion de commande du thyristor et une réduction de son temps de saturation. C'est par conséquent en modifiant la tension base de T 114 que nous obtiendrons les deux valeurs de tension d'alimentation 210 et 290 Volts, mais aussi que nous produirons la fonction de régulation et ceci par l'intermédiaire de T 116. Ce transistor a son potentiel émetteur fixé par un pont entre 12 Volts et masse à une valeur commutable de 3,1 Volts en 625 lignes à 4,5 Volts en 819 lignes. Ce sont ces deux valeurs invariables qui servent de référence.

La base de T 116 reçoit une fraction de la tension de sortie par R 1673 et R 1672, tandis que le collecteur, alimenté par R 1674 à la H.T. détermine le potentiel base de T 114.

La fabrication de l'impulsion de commande devra être soumise à une synchronisation précise pour que l'énergie prélevée sur chaque demi-alternance soit constante. Toutefois, si une variation de tension intervenait, (due à une variation du réseau par exemple) le positionnement de l'impulsion de commande doit pouvoir se modifier automatiquement pour que la compensation d'énergie en plus ou en moins se fasse dans le même temps et que la tension d'utilisation reste constante. Nous obtiendrons ce résultat grâce à un comparateur référencé agissant sur la position de l'impulsion de commande.

Ces principes étant posés, nous pouvons maintenant commencer notre étude par un schéma synoptique (Fig. 3) simplifié dans lequel nous trouverons les éléments principaux déterminés ci-dessus, mais aussi une commutation, au niveau du comparateur, permettant de modifier le positionnement de l'impulsion en 625 et 819 lignes afin d'obtenir les deux valeurs de haute-tension désirées.

Fonctionnement

Le pont de diodes délivre une tension redressée double alternance de 400 Volts crête, un pont diviseur R 1656 — R 1644 prélève environ le quart de cette tension. Une tension de + 12 Volts obtenue par R 1640 et D 1642 (Zener 12 Volts) alimentera les différents étages et servira de tension de référence pour le comparateur. Une diode D 1643 a son anode réunie au point commun des résistances du diviseur R 1656 — R 1644 tandis que sa cathode est au + 12 Volts. Elle conduit donc pour tout ce qui est supérieur à 12,7 Volts et limite ainsi la tension positive maximum sur la base de T 116 à cette valeur (Fig. 4a).

L'émetteur de T 113 est réuni au + 12 Volts ; comme il s'agit d'un P.N.P., il conduit et se sature pour les valeurs de tension sur sa base inférieure à 11,3 Volts. L'oscillogramme du signal présent sur la base de T 113 est donné par la figure 4a, c'est un créneau négatif de 1,4 Volt d'amplitude.

T 113 est chargé par une résistance de 5,6 K ohms R 1666. Lorsqu'il est bloqué, la d.d.p. aux bornes de R 1666 est nulle, elle est de 12 Volts lorsque T 113 est saturé. Un condensateur de 2,2 µF C 1641 est en parallèle sur T 113, il se chargera pendant le temps de blocage de T 113 et se déchargera rapidement pendant le temps de saturation,

déterminant aux bornes de R 1666 l'oscillogramme en pointillé de la figure 4b. Mais R 1666 sera également parcourue par le courant de T 114 ; son émetteur étant réuni au collecteur de T 113 suit les variations dues à la charge de C 1641, la base de T 114 est polarisée par le pont R 1635 et R 1668 entre + 12 Volts et masse donc a une tension positive. T 114 ne peut donc conduire que lorsque sa tension émetteur est d'environ 0,7 Volt inférieure à sa tension base, à ce moment, il se sature de la d.d.p. aux bornes de R 1666 se stabilise à une valeur égale à la tension base de T 114 moins 0,7 Volt (oscillogramme 4b en trait plein). T 114 est donc bloqué de A à B et saturé de B à C. On recueillerait sur son collecteur un créneau négatif par rapport au 12 Volts (pointillé Fig. 4c) d'amplitude égale à la différence : 12 V moins potentiel émetteur T 114. Mais le collecteur de T 114 est réuni à la base de T 115 (PNP) dont l'émetteur est au + 12 Volts, la base de T 115 ne peut descendre en dessous de 11,3 Volts et de même le collecteur de T 114, l'oscillogramme est donc celui de la figure 4c en trait plein, soit une impulsion négative de 0,7 Volt par rapport au + 12 Volts.

T 115 est donc saturé de B à C et pendant cette période apparaît sur son collecteur un créneau positif de 12 Volts d'amplitude.

C'est ce créneau, transmis par R 1669 et C 1665 à la gâchette du thyristor, qui fournira le courant nécessaire à la saturation de T 119.

Observons maintenant ce qui se passe si nous modifions la tension base de T 114. Si nous l'abaïssons, T 114 va se saturer un peu plus tard et la largeur du créneau recueilli sur son collecteur va diminuer, d'où un rétrécissement de largeur de l'impulsion de commande du thyristor et une réduction de son temps de saturation. C'est par conséquent en modifiant la tension base de T 114 que nous obtiendrons les deux valeurs de tension d'alimentation 210 et 290 Volts, mais aussi que nous produirons la fonction de régulation et ceci par l'intermédiaire de T 116. Ce transistor a son potentiel émetteur fixé par un pont entre 12 Volts et masse à une valeur commutable de 3,1 Volts en 625 lignes à 4,5 Volts en 819 lignes. Ce sont ces deux valeurs invariables qui servent de référence.

La base de T 116 reçoit une fraction de la tension de sortie par R 1673 et R 1672, tandis que le collecteur, alimenté par R 1674 à la H.T. détermine le potentiel base de T 114.

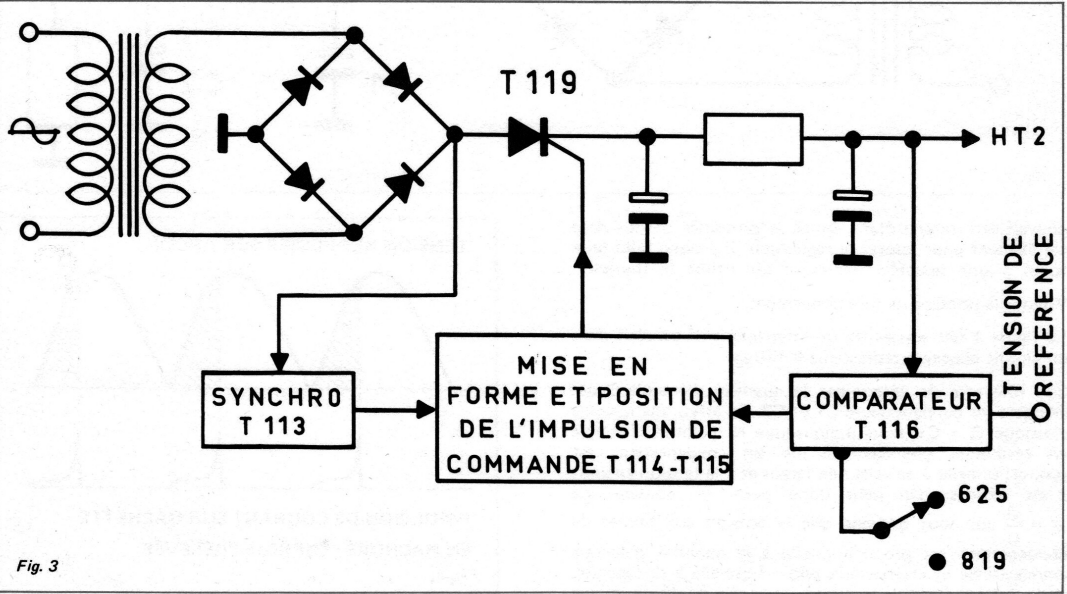


Fig. 3

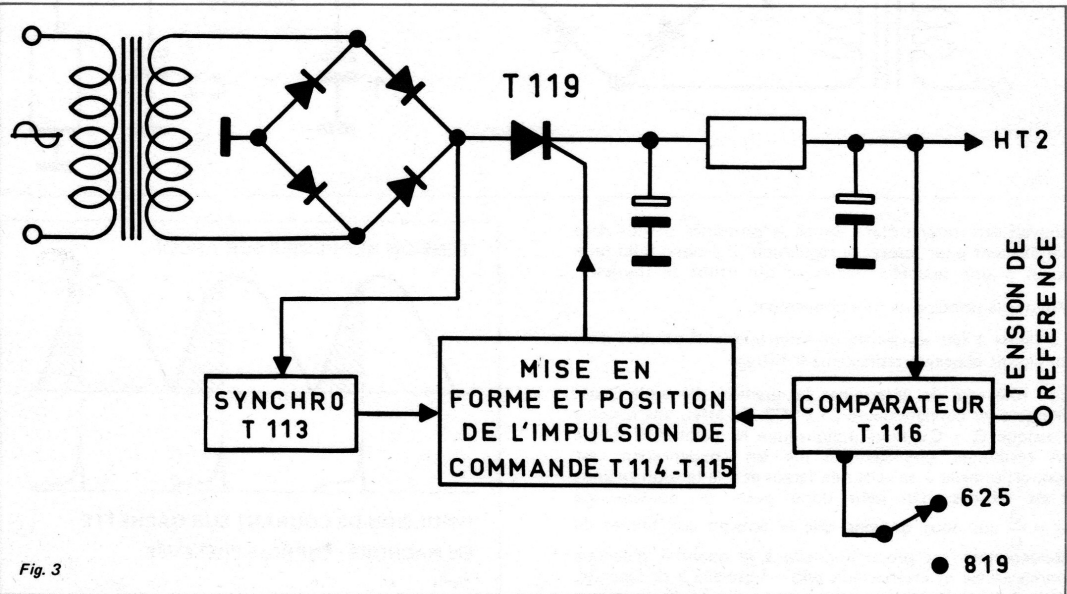
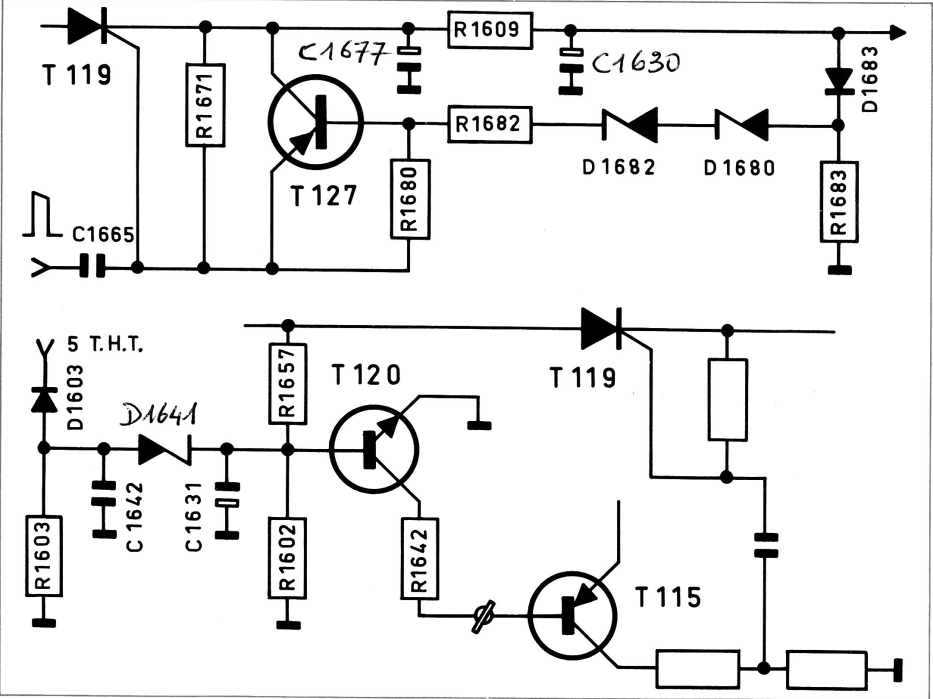


Fig. 3

quantité d'énergie plus faible aux chimies pour que la H.T diminue. C'est donc en empêchant le thyristor de se saturer que nous parvenons à ce résultat. Pour ce faire, il faut court-circuiter la cathode et la gachette de cathode au moment ou se présente l'impulsion de commande, ce sera le rôle de T 127.

La différence de potentiel aux bornes de R 1609 est, en fonctionnement normal, de l'ordre de 12 Volts. La présence des deux diodes zener 6V8 D 1680 et D 1682 interdit donc le passage d'un courant dans la branche composée par la jonction P.N collecteur base de T 127 - R 1682 - D 1682 - D 1680 et R 1683. T 127 est donc bloqué. Si le courant débité par les BU 108 augmente, la chute de tension aux bornes de R 1609 croît, si le seuil de conduction (13,6 Volts) des zeners D 1680 et D 1682 est dépassé, il y a conduction dans la branche citée ci-dessus, la jonction collecteur-base de T 127 conduit en direct. Lorsque l'impulsion de commande du thyristor arrive simultanément sur la gachette de T 119 et sur l'émetteur de T 127, la jonction émetteur-base de celui-ci devient également conductrice d'où saturation du transistor qui court-circuite alors la jonction gachette-cathode du thyristor, donc impossibilité de saturation de celui-ci. Les condensateurs C 1677 et C 1630 n'étant pas rechargés, la valeur de la HT2 va baisser d'autant plus vite que l'excès de débit sera plus important. Mais lorsque la chute de tension aux bornes de R 1609 redescend en dessous de la valeur nécessaire pour rendre D 1680 et D 1682 conductrice, T 127 étant de nouveau bloqué, le thyristor reprend son fonctionnement normal, la HT2 remonte et le processus de freinage se reproduit dès que la chute de tension aux bornes de R 1609 a atteint la valeur nécessaire pour faire conduire D 1680 et D 1682.

Nous voyons ainsi que la limitation de courant est obtenue par maintenant au blocage de T 119 pendant un nombre d'alternances qui dépend de l'excès de courant.



Dispositif de blocage de la HT2.

Le blocage de la HT2 est obtenu par suppression des impulsions de commande du thyristor, cette sécurité a un rôle définitif comme nous allons le voir.

Le transistor T 120 est normalement maintenu bloqué par une tension négative obtenue à partir du redressement (D 1603) d'impulsions de retour lignes prises au point 5 de la THT. Toutefois, un pont composé de R 1657 et R 1602 entre anode du thyristor et masse est présent dans la base de T 120 et permet à celui-ci de se saturer si la tension négative vient à disparaître. Cette tension négative peut être supprimée dès l'instant où la tension redressée à partir des impulsions de retour ligne, descend en dessous de la valeur nécessaire à la conduction de D 1641 (zener 6,8). La base de T 120 devient positive, il se sature, amenant la saturation de T 115 donc la disparition des impulsions de commande du thyristor. La HT2 à son tour disparaît, d'où impossibilité d'avoir des impulsions de retour ligne pour bloquer T 120. La HT2 est donc définitivement supprimée.

Il est alors nécessaire de trouver la cause de la disparition des impulsions de retour ligne.

Une possibilité est offerte de supprimer cette sécurité en débranchant la cosse AMP de liaison entre le collecteur de T 120 et la base de T 115. Mais il est évident que cette possibilité ne doit être utilisée qu'en connaissance de cause, en étant sûr que l'on n'entraîne pas de détérioration d'éléments. Il est à noter que la présence de C 1631 - 100 μ F sur la base de T 120, provoquera un retard à l'action de la sécurité, mais aussi au rétablissement du fonctionnement dans le cas par exemple d'une fausse manœuvre entraînant la mise en service de la sécurité ; il faudra éteindre le téléviseur et attendre 15 à 20 secondes avant de le remettre sous tension afin que C 1631 soit complètement déchargé (à travers R 1602).

