



## CONVERTISSEUR A DECOUPAGE ASYMETRIQUE

La présente invention se rapporte aux convertisseurs à découpage asymétriques et plus particulièrement aux convertisseurs du type forward permettant à partir d'une tension obtenue par redressement et filtrage d'une tension du réseau électrique ou par une source continue, d'obtenir une tension périodique dont les impulsions ont une fréquence donnée, afin d'alimenter une charge de type L.C constituant le filtre d'entrée d'une alimentation à découpage.

Par opposition aux convertisseurs à découpage symétrique (ou push-pull) du type montage doubleur ou montage demi-pont ou encore montage en pont, le montage asymétrique présente des avantages que l'on désire exploiter pour contribuer à la miniaturisation des alimentations. En effet, il n'a qu'un seul transistor de commande au lieu de deux ou même quatre. Cependant il a de nombreux inconvénients que n'ont pas toujours les convertisseurs à découpage symétrique. En effet, la polarisation du flux dans le circuit magnétique limite l'excursion en induction, cette induction variant de l'induction rémanente à l'induction maximale. Ainsi pour des fréquences de découpage usuelles (20 à 50 Khz) le transformateur sera d'autant plus volumineux que l'on voudra obtenir une grande excursion de l'induction. Pour des fréquences de découpage plus élevées (100 à 400 KHz) ce sont alors les pertes dans le circuit magnétique qui limitent l'excursion en induction. De même pour récupérer l'énergie magnétisante, ce montage asymétrique n'est pas parfaitement adapté, puisqu'il impose un temps de récupération important, quelle que soit la tension d'alimentation, de plus un enroulement supplémentaire est nécessaire pour réinjecter cette énergie dans le réseau, ce qui alourdi la conception du transformateur. Par ailleurs, le montage asymétrique classique n'est pas adapté aux fortes variations d'amplitude des tensions qui sont imposées dans certaines applications par exemple dans les réseaux alternatifs redressés,

l'amplitude de la tension pouvant varier de 115 V à 220 V suivant les législations internationales.

C'est pour remédier à l'ensemble de ces inconvénients que l'invention propose un convertisseur à découpage asymétrique de type forward, moins volumineux que les convertisseurs classiques car l'enroulement utilisé pour récupérer et réinjecter l'énergie magnétisante dans le réseau n'est plus nécessaire, le temps de récupération étant optimisé et fonction de la tension d'alimentation parfaitement adapté aux fortes variations de la tension d'entrée puisque une tension sensiblement constante est appliquée aux bornes du circuit de commande à découpage et ayant une excursion en induction deux fois plus grande que dans les convertisseurs classiques, cette augmentation de l'excursion étant obtenue par polarisation inverse du circuit magnétique pendant le blocage du circuit de commande de découpage.

Le convertisseur a donc les avantages des convertisseurs asymétriques et symétriques.

L'invention a donc pour objet un convertisseur à découpage asymétrique alimenté par une tension redressée provenant d'un réseau comprenant un transformateur, un circuit de commande à découpage comprenant un interrupteur activé par un signal de commande S de période T ; caractérisé en ce qu'il comprend :

- des moyens de limitation de la tension provenant du réseau permettant d'imposer une tension sensiblement constante au circuit de commande à découpage quel que soit le réseau d'alimentation ;
- des moyens d'inversion de polarisation du circuit magnétique du transformateur permettant d'inverser la polarisation de ce circuit pendant une durée déterminée lorsque le commutateur est ouvert ; les moyens de limitation et de polarisation permettant de réinjecter directement l'énergie magnétisante dans le réseau lorsque le commutateur est ouvert.

L'invention sera mieux comprise à l'aide de la description ci-après, donnée à titre d'exemple non limitatif et illustrée par les

dessins annexés sur lesquels :

- la figure 1 représente le schéma d'un convertisseur selon l'invention.

5 - la figure 2 représente la courbe de variations au cours du temps de la tension entre le collecteur et l'émetteur du transistor de commande selon la figure 1 ;

- la figure 3 représente la courbe de variation au cours du temps du courant passant dans le condensateur (11) selon la figure 1 ;

10 - la figure 4 représente la courbe de variation au cours du temps du flux dans le transformateur du convertisseur selon l'invention ;

- la figure 5 représente la courbe d'hystérésis du transformateur du convertisseur selon l'invention ;

15 - la figure 6 représente l'évolution du temps de conduction TS du transistor en fonction des variations de la tension VE selon l'invention.

20 Le convertisseur à découpage asymétrique représenté sur la figure 1, est un quadripôle à deux bornes d'entrée 1, 2, alimentées par une source d'alimentation obtenue à partir d'une tension VE redressée et filtrée provenant d'un réseau électrique ou d'une source continue et deux bornes de sortie 3, 4 délivrant une tension VS obtenue par découpage de la tension d'entrée VE.

25 Un condensateur polarisé 5 est connecté entre les bornes d'entrée 1, 2 et permet de découpler le convertisseur de la source d'alimentation. Une borne 6 de l'enroulement primaire 7 d'un transformateur 8 est connecté au potentiel de la borne 1. Une borne 9 de cet enroulement 7 est connectée au collecteur d'un transistor NPN 10. Ce transistor assure la fonction de découpage de la tension du convertisseur. L'émetteur de ce transistor est connecté  
30 au potentiel de la borne 2. La base du transistor 10 reçoit les impulsions de commande à découpage du signal S.

Une borne d'un condensateur 11 est connectée à la borne 9 de l'enroulement 7, l'autre borne est connecté à l'anode d'une diode 12.

La cathode de la diode 12 est connectée à la borne 2, à laquelle est relié l'émetteur du transistor 10.

Le collecteur d'un transistor NPN 13 est connecté à la borne 2, son émetteur est connecté à l'anode de la diode 12. L'anode d'une diode Zener 14 est connectée à la base du transistor 13, sa cathode est reliée par l'intermédiaire d'une résistance 15 à la borne 7 de l'enroulement primaire 7.

L'anode d'une diode 16 est reliée à une borne 17 de l'enroulement secondaire 18 du transformateur. Une diode 19 est connectée entre la cathode de la diode 16 et la deuxième borne 20 de l'enroulement 18. Un filtre du type L.C est connecté aux bornes de la diode 19. Ce filtre comprend une inductance 21 dont une borne est reliée à la cathode de la diode 19 et l'autre à la borne de sortie 3 et un condensateur polarisé 22 connecté entre les bornes de sortie 3 et 4.

Le transistor 10 reçoit le signal de commande S comportant des impulsions de période T et de durée TS. Le transistor fonctionne en mode saturé-bloqué, la durée de blocage TB étant égale à T- TS.

Le transistor 10 est un interrupteur qui permet à partir du signal S d'ouvrir ou de fermer le circuit côté primaire et ainsi de découper la tension d'alimentation. Le transistor et sa commande S constitue le circuit de commande à découpage du convertisseur.

Le convertisseur est alimenté par une tension VE pouvant varier selon les conditions d'application entre une valeur minimale prédéterminée  $VE_{\min}$  et une valeur maximale prédéterminée  $VE_{\max}$ .

Pendant la durée TS le transistor 10 est saturé, la self inductance 7 du primaire du transformateur 8 (qui représente à la fois l'inductance propre  $L_p$  et l'inductance de fuite  $L_f$ ) dans laquelle circule un courant  $I_p$  emmagasine de l'énergie. L'énergie délivrée par la source d'alimentation est transmise par le transformateur et la diode 16 à l'entrée du filtre 21, 22.

Pendant la durée TB, le transistor 10 est bloqué, de l'énergie a été emmagasinée par l'inductance 21 et le courant qui est créé se

reboucle en passant par la diode 19. Un courant magnétisant  $I_m$  est créé par le transformateur. L'énergie stockée pendant la saturation du transistor 10 est emmagasinée par le condensateur 11. Pendant toute une durée  $T_1$  incluse dans la durée  $T_B$  et correspondant à la durée de transfert de l'énergie du transformateur dans le condensateur 11, la tension aux bornes de ce condensateur est sensiblement constante et égale à la tension Zener  $V_Z (V_Z > V_{E_{max}})$  imposée par la diode 14, aux seuils de déchets près des semi-conducteurs 12 et 13. La diode 14 et le transistor 13 permettent de limiter la tension.

En effet, au moment où le courant s'annule dans le primaire 7 du transformateur (c'est-à-dire lorsque le transistor 10 se bloque), le transistor 13 qui est commandé en courant à travers la diode 14, maintient constant le potentiel de l'enroulement primaire 7. La diode 14 et le transistor 13 permettent de limiter la tension d'alimentation quelle que soit la source d'alimentation délivrant une tension donnée qui peut être comprise entre une tension minimale  $V_{E_{min}}$  et une tension maximale  $V_{E_{max}}$ .

L'énergie stockée dans le condensateur 11 retourne au réseau à travers le primaire 7 en produisant une polarisation inverse de l'induction dans le transformateur pendant une durée  $T_2$ .

Pendant la durée  $T_R = T_1 + T_2$  d'un cycle qui correspond à la durée de récupération de l'énergie par le réseau, la tension aux bornes de l'enroulement 7 est sensiblement égale à  $V_Z - V_E = V_R$ . Ainsi la tension de récupération  $V_R$  de l'énergie stockée dans le transformateur a une amplitude qui évolue en sens inverse de la tension  $V_E$ . Les temps caractéristiques  $T_R$  et  $T_S$  étant inversement proportionnels aux tensions correspondantes  $V_R$  et  $V_E$  vues par le transformateurs d'après la loi d'équilibre du flux :

$$V_E \cdot T_S = V_R \cdot T_R$$

les variations des temps caractéristiques sont opposées lorsque  $V_E$  évolue. On obtient une optimisation de la période  $T$  en choisissant

$$V_Z = V_{E_{min}} + V_{E_{max}}$$

Ainsi pour une période  $T$  donnée, lorsque  $V_E$  est grand (soit  $V_E = V_{E_{max}}$ ) alors  $V_R$  est d'autant plus petit,  $T_S$  diminue et  $T_R$  augmente.

On obtient donc un temps de récupération qui évolue en même temps que la tension d'alimentation sans que la période du signal S de commande ne soit changée.

5 Sur les figures 2, 3 et 4, on a représenté l'évolution en fonction du temps respectivement de la tension collecteur-émetteur VCE du transistor 10, du courant  $I_{cp}$  circulant dans le condensateur 11 et du flux  $\Delta \Phi$  dans la bobine du transformateur.

10 Pendant la durée T1, le transistor 10 est bloqué, la tension VCE est sensiblement égale à VZ. Le courant  $I_{cp}$  qui est maximal et égal à  $I_p$ , chute jusqu'à annulation.

Pendant la durée T2 de récupération de l'énergie par le réseau, un courant magnétique inverse  $I_m$  circule dans le condensateur 11, la tension VCE chute jusqu'à la valeur VE et le transformateur est polarisé en inverse.

15 Pendant la durée T3 le courant  $I_{cp}$  s'annule, la tension VCE devient égale à VE.

Pendant la durée de conduction TS du transistor, le transformateur emmagasine de l'énergie, le flux  $\Delta \Phi$  augmente jusqu'à ce que le transistor soit bloqué et un nouveau cycle recommence.

20 Sur la figure 5 on a représenté le cycle d'hystérésis du transformateur.

25 L'excursion  $\Delta B$  est doublée par rapport au montage classique grâce à la polarisation inverse qui a lieu pendant la durée T2. La polarisation inverse correspond au cadran II, et la polarisation directe correspond au cadran I.

Sur la figure 6, on a représenté trois courbes traduisant l'évolution de la tension VCE en fonction du temps correspondant chacune à une tension d'alimentation VE donnée.

30 Pour une tension VE maximale référencée  $VE_{max}$ , la tension VCE varie entre VZ et  $VE_{max}$  pendant une durée maximale  $TB_{max}$  de blocage du transistor 10.

A cette durée maximale de blocage  $TB_{max}$  correspond une durée minimale de saturation  $TS_{min}$  du transistor telle que

$TB_{\max} + TS_{\min} = T$  (qui est constant). De la même manière, pour une tension d'alimentation minimale  $VE_{\min}$ , la tension VCE évolue entre VZ et  $VE_{\min}$  pendant une durée minimale de blocage  $TB_{\min}$  à laquelle correspond une durée maximale de saturation  $TS_{\max}$ .

- 5 Pour une tension d'alimentation nominale  $VE_{\text{nom}}$ , la tension VCE évolue entre VZ et  $VE_{\text{nom}}$  pendant une durée de blocage minimale  $TB_{\text{nom}}$  à laquelle correspond une durée de saturation nominale  $TS_{\text{nom}}$ .

- 10 En conclusion, le convertisseur conforme à l'invention permet d'obtenir une excursion de l'induction double de celle des montages classiques et une utilisation pour des tensions d'alimentation variant dans un rapport de 1 à 4 sans aucune contrainte pour le transistor de commande.

REVENDEICATIONS

5 1. Convertisseur à découpage asymétrique alimenté par une source d'alimentation délivrant une tension d'alimentation (VE), comprenant un transformateur (8) et un circuit de commande à découpage comportant un interrupteur (10) activé par un signal de commande (S) périodique commandant l'ouverture ou la fermeture de l'interrupteur, caractérisé en ce qu'il comprend :

10 - des moyens de limitation (13, 14) de la tension d'alimentation (VE) permettant d'imposer une tension sensiblement constante au circuit de commande à découpage (10) quelle que soit la source d'alimentation ;

15 - des moyens d'inversion de polarisation (11, 12) du circuit magnétique du transformateur permettant d'inverser la polarisation de ce circuit pendant une durée déterminée (T2) lorsque l'interrupteur (10) est ouvert ; les moyens de limitation et d'inversion de polarisation permettant de réinjecter directement l'énergie magnétisante dans le réseau lorsque l'interrupteur (10) est ouvert.

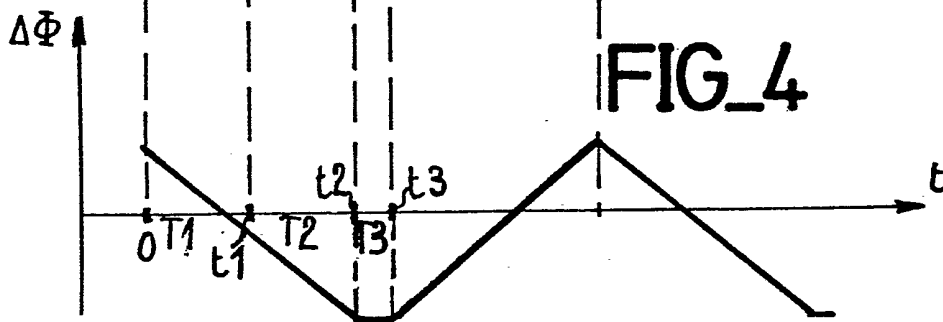
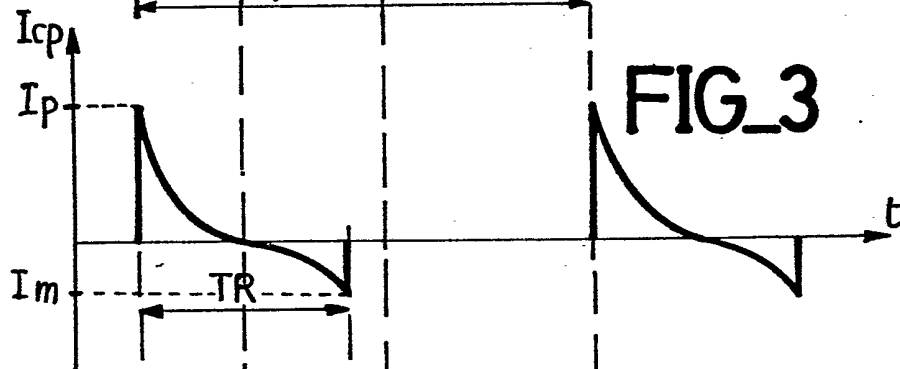
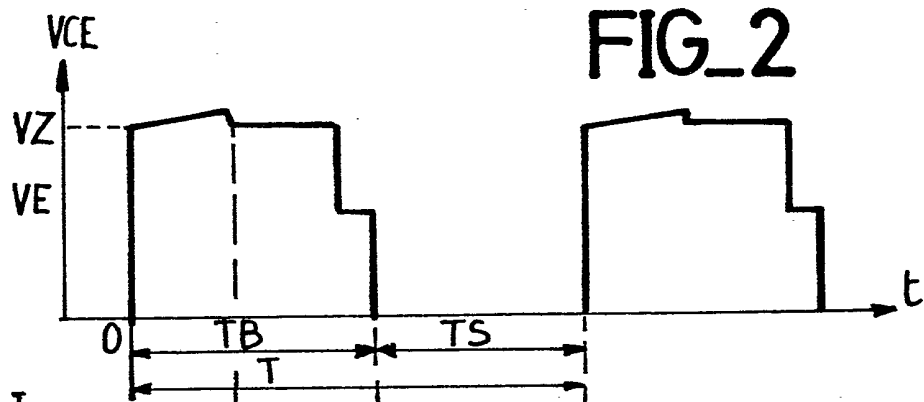
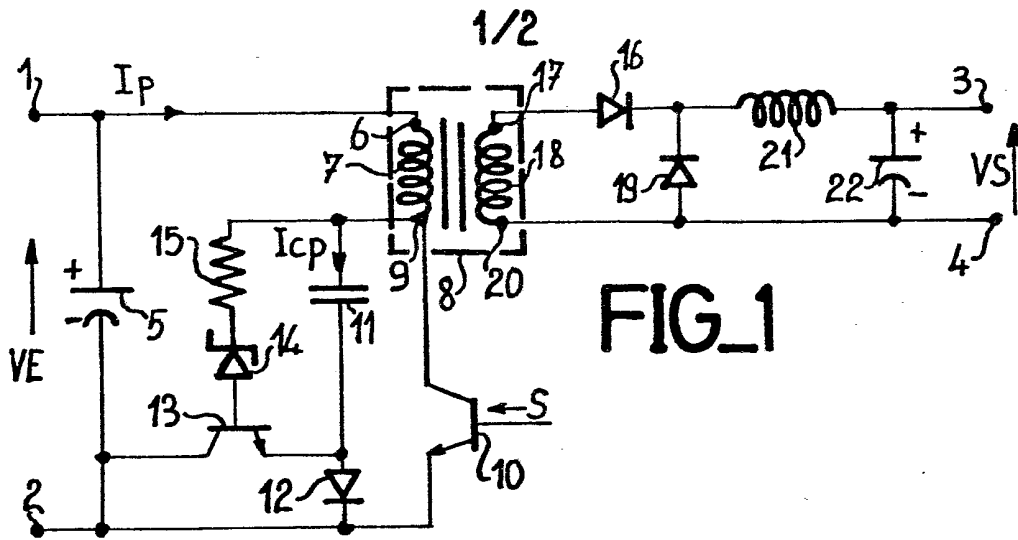
20 2. Convertisseur à découpage asymétrique selon la revendication 1, dans lequel l'interrupteur (10) est un transistor NPN dont le collecteur est relié à une borne (9) du primaire du transformateur, l'autre borne (6) étant reliée à une borne d'alimentation (1), l'émetteur est relié à une deuxième (2) borne d'alimentation et la base recevant le signal de commande S, caractérisé en ce que le circuit de limitation (13, 14) de tension est connecté entre le collecteur et l'émetteur du transistor (10).

25 3. Convertisseur à découpage asymétrique selon la revendication 2, caractérisé en ce que le circuit d'inversion de polarisation (11, 12) est connecté en parallèle sur le circuit de limitation (13, 14) de la tension.

30 4. Convertisseur selon la revendication 2, caractérisé en ce que le circuit de limitation de la tension comprend une diode

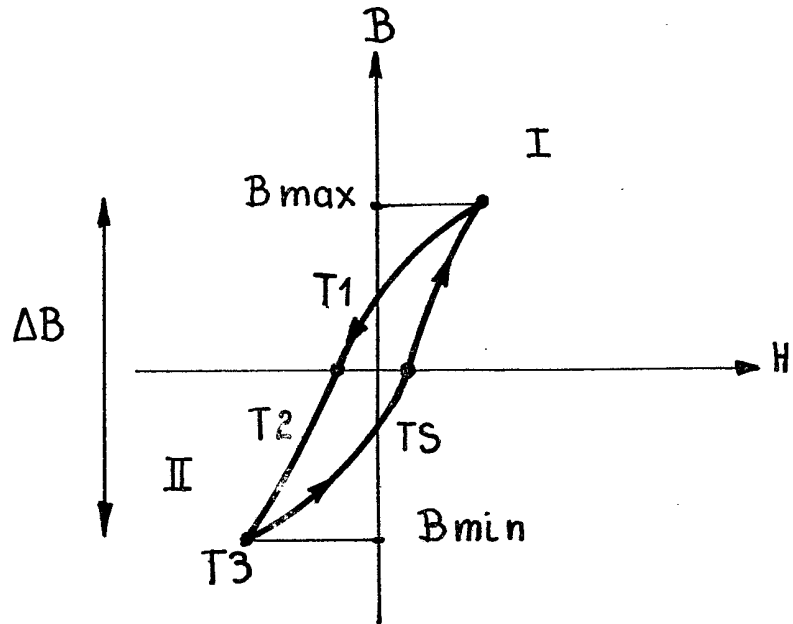
5 Zener (14), un transistor NPN (13), la cathode de la diode (16) étant reliée au primaire (7) du transformateur, l'anode étant reliée à la base du transistor (13) l'émetteur étant relié au circuit d'inversion de polarisation (11, 12) et le collecteur étant relié à la deuxième borne d'alimentation (2).

10 5. Convertisseur selon la revendication 4, caractérisé en ce que le circuit d'inversion de polarisation (11, 12) comprend un condensateur (11) et une diode (12), une borne du condensateur étant reliée au primaire (7) du transformateur, l'autre borne étant reliée à l'anode de la diode (12), la cathode de cette diode (12) étant reliée à l'émetteur du transistor (13) du circuit de l'inversion de la tension.



2/2

# FIG\_5



# FIG\_6

