

19 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

11 N° de publication :
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

2 988 534

21 N° d'enregistrement national : 13 52494

51 Int Cl⁸ : H 02 M 1/42 (2013.01), H 02 J 3/00

12 DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 20.03.13.

30 Priorité : 22.03.12 DE 102012005854.3.

43 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 27.09.13 Bulletin 13/39.

56 Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Ce dernier n'a pas été
établi à la date de publication de la demande.*

60 Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

71 Demandeur(s) : DIEHL AEROSPACE GMBH — DE.

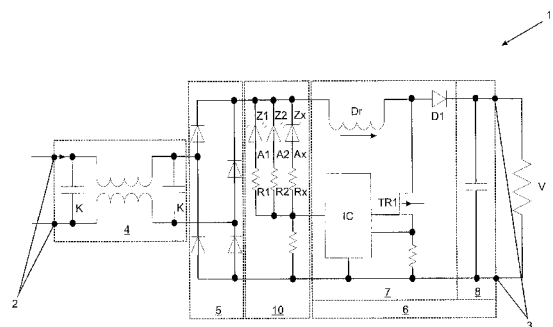
72 Inventeur(s) : TRAN TRONG.

73 Titulaire(s) : DIEHL AEROSPACE GMBH.

74 Mandataire(s) : CABINET NUSS.

54 DISPOSITIF D'ALIMENTATION ELECTRIQUE.

57 La présente invention concerne un dispositif d'alimentation électrique (1) avec une entrée (2) servant à raccorder le dispositif d'alimentation électrique à une alimentation réseau qui met à disposition une tension alternative d'entrée, avec une sortie (3) servant à raccorder le dispositif d'alimentation électrique (1) à un consommateur (V), la sortie mettant à disposition une tension continue de sortie, avec un redresseur (5), avec un module PFC (6) qui comprend un dispositif de lissage (8) et un dispositif actif de correction du facteur de puissance (7) étant conçu pour, en fonction d'un signal de forme de courant dépendant du temps, former un courant d'alimentation dépendant du temps pour le dispositif de lissage (8) de façon qu'un courant d'entrée dépendant du temps dans le module PFC (6) soit ajusté au signal de forme de courant, le signal de forme de courant étant généré par un circuit analogique.



FR 2 988 534 - A1



DESCRIPTION

L'invention concerne un dispositif d'alimentation électrique avec une entrée servant à raccorder le dispositif d'alimentation électrique à une alimentation réseau qui met à disposition une tension alternative comme tension d'entrée, avec une sortie servant à raccorder le dispositif d'alimentation électrique à un consommateur, la sortie mettant à disposition une tension continue comme tension de sortie, avec un redresseur qui redresse la tension d'entrée en une tension d'entrée redressée, avec un module PFC qui comprend un dispositif de lissage pour lisser la tension d'entrée redressée et un dispositif actif de correction du facteur de puissance, le dispositif de correction du facteur de puissance étant conçu pour, en fonction d'un signal de forme de courant dépendant du temps, former un courant d'alimentation dépendant du temps pour le dispositif de lissage de façon qu'un courant d'entrée dépendant du temps dans le module PFC soit ajusté au signal de forme de courant, et avec un module de commande qui génère le signal de forme de courant pour le module PFC, en particulier pour le dispositif de correction du facteur de puissance.

On utilise habituellement pour alimenter des consommateurs électriques à partir d'un réseau d'alimentation des blocs d'alimentation qui, dans de nombreuses formes de réalisation, génèrent une tension continue pour le consommateur à partir d'une tension alternative sous la forme d'une tension de réseau provenant du réseau d'alimentation.

Cependant, en cas de tensions de réseau sinusoïdales du réseau d'alimentation, il apparaît souvent des courants de réseau déphasés et non sinusoïdaux qui peuvent provoquer des perturbations dans le réseau d'alimentation. Dans cette situation, la valeur instantanée du courant de réseau n'est pas proportionnelle à la valeur instantanée de la tension de réseau dans le réseau d'alimentation. Tandis que la tension de réseau habituellement sinusoïdale reste sinusoïdale en tant que grandeur imposée, la forme du courant de réseau du réseau d'alimentation peut varier. Cela a pour conséquence que ce qu'on appelle le facteur de puissance, qui désigne le rapport entre la valeur absolue de la puissance active P et la valeur absolue d'une puissance apparente S , s'écarte de sa valeur idéale de 1.

Pour améliorer le facteur de puissance, on utilise habituellement des modules de correction du facteur de puissance (en

- 2 -

anglais Power Factor Correction ou Power Factor Compensation, abréviation PFC). Ces modules de correction du facteur de puissance ont pour tâche de compenser une consommation de courant non proportionnelle de consommateurs et, dans le cas d'une correction active du facteur de puissance, de réaliser en même temps une compensation de la puissance réactive en ajustant, en phase et en forme, le courant de réseau à la tension de réseau. De tels modules de correction du facteur de puissance sont aussi appelés filtres de correction du facteur de puissance ou filtres harmoniques.

Le document DE 10 2006 044 879 A1, qui constitue l'état le plus proche de la technique, décrit un dispositif d'alimentation électrique avec une unité de régulation qui est prévue pour ajuster une forme de courant à une forme de tension. L'ajustement est atteint au moyen d'au moins une unité active comprenant au moins une unité activable.

Le but de la présente invention est de fournir un dispositif d'alimentation électrique qui minimise l'impact sur le réseau d'alimentation et soit en même temps simple à réaliser.

Ce but est atteint par un dispositif d'alimentation électrique du type mentionné en introduction et qui est caractérisé en ce que le module de commande est réalisé sous la forme d'un circuit analogique qui présente comme signal d'entrée la tension d'entrée redressée et comme signal de sortie le signal de forme de courant, la tension d'entrée redressée présentant une forme d'onde avec un flanc de tension d'entrée montant et un flanc de tension d'entrée descendant ainsi qu'avec un maximum de tension d'entrée et le signal de forme de courant présentant une forme d'onde avec un flanc de forme de courant montant et un flanc de forme de courant descendant ainsi qu'avec un maximum de forme de courant, le flanc de forme de courant montant et/ou descendant étant plus fortement en retrait par rapport au flanc de tension d'entrée montant et/ou descendant, au moins dans des zones partielles, que le maximum de forme de courant par rapport au maximum de tension d'entrée.

En accord avec des caractéristiques supplémentaires éventuelles de l'invention, ou des variantes possibles de réalisation, il peut être prévu que :

- le maximum de forme de courant est égal au maximum de tension d'entrée ;

- les passages par zéro de la tension d'entrée et du signal de forme de courant se chevauchent dans le temps ;

- 3 -

5 - le module de commande présente une pluralité de branches montées en parallèle, lesquelles sont activées l'une après l'autre sur un flanc de signal d'entrée montant et/ou désactivées l'une après l'autre sur un flanc de signal d'entrée descendant en fonction de la tension d'entrée redressée ;

10 - les branches présentent chacune une diode Zener ou diode Z, lesquelles sont conçues et câblées de façon à passer successivement à basse impédance sur un flanc de signal d'entrée montant et/ou à passer successivement à haute impédance sur un flanc de signal d'entrée descendant en fonction de la tension d'entrée redressée ;

15 - le module PFC comprend une inductance, un élément de commutation et un CI de commande, l'inductance conduisant le courant d'entrée, l'élément de commutation mettant à la masse la sortie de l'inductance en fonction de sa position de commutation, le CI de commande recevant le signal de forme de courant en tant que signal d'entrée et commandant l'élément de commutation ;

- le module PFC fonctionne dans un mode DCM ("Discontinuous Current Mode" ou Mode en courant discontinu) ;

20 - le module PFC fonctionne dans un mode CCM ("Continuous Current Mode" ou Mode en courant continu) ;

- le module PFC fonctionne dans un mode CRM ("Critical Conduction Mode" ou Mode en conduction critique), et/ou ;

- le dispositif de lissage est réalisé sous la forme d'au moins un condensateur.

25 L'invention concerne par conséquent un dispositif d'alimentation électrique qui est en particulier réalisé sous la forme d'un bloc d'alimentation. Le bloc d'alimentation peut être conçu, par exemple, pour être utilisé dans un avion pour alimenter des dispositifs d'éclairage, comme par exemple des éclairages de cabine. Dans cet exemple de mode de
30 réalisation, le dispositif d'alimentation électrique présente une puissance de sortie > 5 watts, de préférence > 10 watts et en particulier > 15 watts et/ou < 500 watts, de préférence < 300 watts et en particulier < 200 watts. Dans une autre application avantageuse de l'invention, le dispositif d'alimentation électrique est réalisé sous la forme d'un bloc d'alimentation pour un
35 ordinateur portable.

Le dispositif d'alimentation électrique présente une entrée servant à raccorder le dispositif d'alimentation électrique à une alimentation

- 4 -

réseau. Dans le cas d'un bloc d'alimentation destiné à être utilisé dans un avion, l'alimentation réseau peut présenter, par exemple, une tension efficace de 115 volts et une fréquence de réseau de 400 hertz à 800 hertz. Dans le cas d'un raccordement à une alimentation réseau conventionnelle, l'entrée présente une tension efficace de 230 volts et une fréquence de réseau de 50 hertz. En général, l'alimentation réseau met à disposition une tension alternative comme tension d'entrée U_{in} .

Le dispositif d'alimentation électrique comprend une sortie servant à raccorder le dispositif d'alimentation électrique à un consommateur, la sortie mettant à disposition une tension continue comme tension de sortie U_{out} . Dans l'exemple d'un bloc d'alimentation pour un avion, le consommateur peut être un ou plusieurs dispositifs d'éclairage, en particulier dispositifs à LED. La tension de sortie U_{out} peut être comprise, par exemple, entre 200 volts et 250 volts. Dans l'exemple d'un bloc d'alimentation pour un ordinateur portable, la tension de sortie U_{out} peut être comprise, par exemple, entre 10 et 20 volts.

Le dispositif d'alimentation électrique présente un redresseur qui redresse la tension d'entrée U_{in} en une tension d'entrée redressée U_{pfc} . De tels redresseurs sont suffisamment connus, le redresseur pouvant, en particulier, être un redresseur à pont.

Le dispositif d'alimentation électrique comprend un module PFC qui comprend un dispositif de lissage pour lisser la tension d'entrée redressée et un dispositif actif de correction du facteur de puissance. Le dispositif actif de correction du facteur de puissance peut aussi être appelé filtre harmonique actif. Le dispositif de lissage peut être réalisé, par exemple, sous la forme d'un condensateur de stockage aux bornes duquel la tension de sortie U_{out} peut être prélevée. Le dispositif de correction du facteur de puissance est conçu pour, en fonction d'un signal de forme de courant dépendant du temps, former un courant d'alimentation dépendant du temps pour le dispositif de lissage de façon qu'un courant d'entrée dépendant du temps I_{pfc} dans le module PFC soit ajusté au signal de forme de courant. Souvent, le courant d'alimentation pour le dispositif de lissage présente une forme dentelée, étagée ou déformée d'une autre manière. Au contraire, le courant d'entrée dépendant du temps I_{pfc} présente une forme de courbe qui est ajustée à la forme de courbe du signal de forme de courant. Le dispositif de correction du facteur de puissance permet donc

- 5 -

d'ajuster le courant d'entrée dépendant du temps I_{pfc} à la tension d'entrée U_{in} ou à la tension d'entrée redressée U_{pfc} .

Le dispositif d'alimentation électrique comprend en outre un module de commande qui génère le signal de forme de courant pour le module PFC, en particulier pour le dispositif de correction du facteur de puissance.

Dans le cadre de l'invention, il est proposé que le module de commande soit réalisé sous la forme d'un circuit analogique qui présente comme signal d'entrée la tension d'entrée redressée U_{pfc} et comme signal de sortie le signal de forme de courant. La tension d'entrée redressée U_{pfc} présente une forme d'onde, en particulier d'une demi-onde, avec un flanc de tension d'entrée montant et un flanc de tension d'entrée descendant ainsi qu'avec un maximum de tension d'entrée entre les flancs. En particulier, la forme d'onde se présente sous la forme d'une demi-onde d'une oscillation sinusoïdale. Le signal de forme de courant présente une forme d'onde avec un flanc de forme de courant montant et un flanc de forme de courant descendant ainsi qu'avec un maximum de forme de courant entre les flancs.

Le module de commande, en particulier le circuit analogique, est conçu de façon à modifier la forme d'onde, le flanc de forme de courant montant étant plus fortement en retrait par rapport au flanc de tension d'entrée montant, au moins dans des zones partielles, que le maximum de forme de courant par rapport au maximum de tension d'entrée. En variante ou en complément, la forme d'onde est modifiée de façon que le flanc de forme de courant descendant soit plus fortement en retrait par rapport au flanc de tension d'entrée descendant, au moins dans des zones partielles, que le maximum de forme de courant par rapport au maximum de tension d'entrée.

Dans une autre représentation, pour autant que les deux formes d'onde soient étirées au point que leurs maxima présentent la même amplitude, au moins un des flancs de forme de courant est diminué en amplitude, au moins dans des zones partielles, par rapport au flanc de tension d'entrée correspondant.

La réflexion à la base de l'invention est que l'on utilise souvent des filtres HF – aussi appelés filtres de réseau – pour atténuer les perturbations de l'alimentation réseau qui résultent du dispositif de correction du facteur de puissance. Les perturbations sont dues au fait que le dispositif de correction du facteur de puissance travaille en commutation

- 6 -

et commute plusieurs fois par demi-onde pour ajuster le courant d'entrée dépendant du temps au signal de forme de courant. Les filtres HF sont de préférence réalisés sous la forme de filtres passe-bas et/ou d'une combinaison de condensateurs et d'inductances.

5 Le filtre HF est cependant à l'origine d'autres perturbations, en particulier d'une distorsion harmonique (THD) dans l'alimentation réseau, qui entraînent en particulier une diminution du facteur de puissance. Pour contrecarrer cet effet négatif, la forme d'onde du signal de forme de courant n'est pas reproduite identiquement à la forme d'onde de la tension d'entrée redressée, mais représentée de manière distordue. En particulier, la pente du flanc de forme de courant montant au début du flanc de forme de courant montant est plus petite que la pente du flanc de tension d'entrée montant. A la valeur de crête, le signal de forme de courant se rapproche de la tension d'entrée redressée. Cela permet de réduire ou d'atténuer les fréquences élevées dans la zone du passage par zéro, qui génèrent de fortes distorsions en raison des fréquences de commutation élevées du dispositif de correction du facteur de puissance.

10 En même temps, la réalisation sous forme de circuit analogique est économique, de sorte qu'il est possible d'améliorer la performance totale du dispositif d'alimentation électrique avec des moyens techniques simples.

20 Dans une forme de réalisation technique particulièrement simple, il est prévu que le module de commande, en particulier le circuit analogique, soit conçu de façon que le maximum de forme de courant soit égal au maximum de tension d'entrée. Dans ce mode de réalisation, les valeurs maximales des deux formes d'onde sont superposées, vu dans la direction temporelle, et présentent la même amplitude. A cet instant, le module de commande, en particulier le circuit analogique, agit comme une ligne à basse impédance.

30 En variante ou en complément, il est particulièrement préféré que les passages par zéro ou les minima de la tension d'entrée et du signal de forme de courant soient disposés de manière à se chevaucher dans le temps. Il est ainsi assuré que le signal de forme de courant et la tension d'entrée redressée sont d'une part synchronisés dans le temps et d'autre part disposés sans déphasage l'un par rapport à l'autre.

35 Dans une forme de réalisation technique préférée de l'invention, le module de commande présente une pluralité de branches

- 7 -

montées en parallèle entre le signal d'entrée et le signal de sortie, lesquelles sont activées l'une après l'autre sur un flanc de signal d'entrée montant et/ou désactivées l'une après l'autre sur un flanc de signal d'entrée descendant en fonction de la tension d'entrée redressée. En particulier, au moins une résistance est disposée dans la plupart ou dans chacune des branches.

Dans une forme de réalisation préférée de l'invention, les branches présentent chacune une diode Zener ou diode Z et une résistance, les diodes Zener, respectivement diodes Z, étant conçues et câblées de façon à passer successivement à basse impédance sur un flanc de signal d'entrée montant et/ou à passer successivement à haute impédance sur un flanc de signal d'entrée descendant en fonction de la tension d'entrée redressée. Ainsi, lorsque la tension d'entrée augmente sur un flanc de signal d'entrée montant, les branches sont successivement activées, les branches étant disposées en parallèle les unes par rapport aux autres. Une résistance est disposée dans chacune des branches, de sorte que la résistance totale devient plus faible au fur et à mesure que d'autres branches sont activées. On obtient ainsi que la forme d'onde du signal de forme de courant sortant est d'abord plus faible, du point de vue de l'amplitude, que la tension du signal d'entrée. A proximité du maximum de tension d'entrée, un grand nombre de branches formées de résistances sont cependant montées en parallèle, de sorte que la résistance totale est très faible voire, selon le dimensionnement, ramenée à zéro, de sorte que le maximum de forme de courant correspond au maximum de tension d'entrée. Sur le flanc de signal d'entrée descendant, les branches sont progressivement désactivées dans l'ordre inverse, de sorte que la résistance totale augmente. On obtient ainsi que le flanc de forme de courant descendant est plus petit en amplitude que le flanc de tension d'entrée descendant. A un passage par zéro, les deux courbes se rencontrent de nouveau et coïncident. Cette configuration est techniquement simple à réaliser et permet une réalisation économique de l'invention.

Dans un mode de réalisation constructif préféré de l'invention, le module PFC comprend une inductance, en particulier une inductance de stockage, un élément de commutation, en particulier un transistor, et un CI de commande, l'inductance conduisant le courant d'entrée, l'élément de commutation mettant à la masse la sortie de l'inductance en fonction de sa position de commutation, le CI de commande recevant le signal de forme de

- 8 -

courant en tant que signal d'entrée et commandant l'élément de commutation. Un tel module PFC possède une structure simple et robuste.

Dans un premier mode de réalisation de l'invention, le module PFC fonctionne dans un mode DCM (Discontinuous Current Mode), dans lequel le courant d'alimentation après l'inductance revient à zéro dans chaque cycle de commutation de l'élément de commutation. La fréquence de commutation est constante, de sorte que, dans ce mode de fonctionnement, le module PFC fonctionne dans un mode discontinu.

En variante, le module PFC fonctionne dans un mode CCM (Continuous Current Mode), dans lequel la fréquence de commutation est de préférence constante et le courant d'alimentation après l'inductance varie en dents de scie autour du signal de forme de courant.

En variante, le module PFC fonctionne dans un mode CRM (Critical Conduction Mode), dans lequel la fréquence de commutation est variable et réglée de façon que le prochain cycle de commutation commence dès que le courant d'alimentation après l'inductance devient nul, de sorte que le module PFC fonctionne à la limite du mode discontinu.

Comme mentionné précédemment, les fréquences élevées du fonctionnement commuté de l'élément de commutation provoquent des perturbations dans l'alimentation réseau. Les perturbations sont particulièrement importantes avec la méthode CRM, parce que celle-ci présente des fréquences de commutation très élevées dans la zone du passage par zéro de la tension d'entrée redressée, de sorte que l'invention est utilisable particulièrement avantageusement en combinaison avec le mode CRM.

Dans une variante de l'invention particulièrement simple techniquement, le dispositif de lissage est réalisé sous la forme d'au moins un condensateur. En particulier, le condensateur relie les pôles de la sortie.

D'autres caractéristiques, avantages et effets de l'invention résultent de la description ci-après d'un exemple de réalisation préféré de l'invention ainsi que des figures jointes qui montrent :

figure 1 un schéma fonctionnel d'un dispositif d'alimentation électrique utilisé comme exemple de réalisation de l'invention ;

figure 2 un graphe destiné à illustrer le fonctionnement du dispositif d'alimentation électrique de la figure 1 ;

- 9 -

figures 3a, b, c trois graphes destinés à illustrer différents modes de fonctionnement du dispositif d'alimentation électrique de la figure 1.

La figure 1 montre sur un schéma-bloc fonctionnel un bloc d'alimentation 1, par exemple pour un éclairage d'un avion, utilisé comme exemple de réalisation de l'invention, qui forme un dispositif d'alimentation électrique. Le bloc d'alimentation 1 a une puissance comprise entre 20 watts et 200 watts et sert dans l'avion à alimenter un consommateur, comme par exemple des dispositifs d'éclairage non représentés, en particulier des dispositifs d'éclairage à LED, pour éclairer l'habitacle de l'avion. En variante, le bloc d'alimentation est conçu pour un ordinateur portable ou un autre petit appareil électrique et a une puissance comprise entre 5 watts et 30 watts.

Le bloc d'alimentation 1 présente une entrée 2 par laquelle le bloc d'alimentation 1 peut être raccordé au réseau d'alimentation, par exemple de l'avion. Le réseau d'alimentation met à disposition une tension d'entrée et un courant d'entrée. La tension d'entrée se présente sous la forme d'une tension alternative sinusoïdale et a, dans l'exemple de l'avion, une fréquence comprise entre 400 hertz et 800 hertz et une tension d'entrée efficace de 115 V. Dans le cas d'une autre alimentation réseau, la tension de réseau efficace peut être de 230 V et la fréquence de 50 hertz.

Le bloc d'alimentation 1 présente une sortie 3 qui peut être reliée ou est reliée au consommateur V, en particulier aux dispositifs d'éclairage de l'avion ou à l'ordinateur portable ou analogue. La tension de sortie est une tension alternative qui est, par exemple, de 200 volts à 250 volts dans l'exemple des dispositifs d'éclairage ou de 15 V pour l'ordinateur portable ou analogue.

A la suite de l'entrée 2 est disposé un filtre HF 4 qui est conçu pour filtrer les hautes fréquences. Dans un mode de réalisation concret, le filtre HF 4 peut présenter au moins un condensateur K. En particulier, le filtre HF 4 est réalisé sous la forme d'un filtre de réseau.

Après le filtre HF 4 est disposé un redresseur 5 qui convertit la tension d'entrée en une tension d'entrée redressée. Le redresseur 5 est réalisé, par exemple, sous la forme d'un redresseur en pont ou d'un redresseur double alternance. La tension d'entrée redressée est une tension continue pulsée, les composantes de la tension d'entrée qui s'étendent dans le domaine des tensions négatives étant – du point de vue graphique –

- 10 -

réfléchies autour de l'axe X. La tension d'entrée redressée pulsée a donc une fréquence double de celle de la tension d'entrée. Le courant qui circule dans cette zone est qualifié de courant d'entrée.

La tension d'entrée redressée est ensuite amenée à un module PFC 6 qui présente un dispositif de correction du facteur de puissance 7 et un dispositif de lissage 8.

Le dispositif de lissage 8 sert à convertir la tension d'entrée redressée pulsée en la tension de sortie de niveau de tension constant. Dans le cadre d'un schéma équivalent, le dispositif de lissage 8 peut être représenté sous la forme d'un condensateur.

Le dispositif de correction du facteur de puissance 7 sert à ajuster le courant d'entrée dans le module PFC 6 à la tension d'entrée redressée. L'ajustement est réalisé pour améliorer le facteur de puissance dans la zone de l'alimentation réseau, donc dans la zone de l'entrée 2. Le dispositif de correction du facteur de puissance 7 réalise cela en modulant le courant d'alimentation qui est amené au dispositif de lissage 8 de façon à ajuster le courant d'entrée dans le module PFC 6 à un signal de forme de courant 9 prédéfini (figure 2). Le signal de forme de courant 9 est généré dans un module de commande 10 comme décrit ci-après.

Le module de commande 10 est réalisé sous la forme d'un circuit analogique et présente une entrée qui est reliée à une sortie du redresseur 5. Une première sortie du module de commande 10, qui est transmise depuis l'entrée, est reliée de manière conductrice au dispositif de correction du facteur de puissance 7. Une deuxième sortie du module de commande 10 transmet par contre le signal de forme de courant 9 au dispositif de correction du facteur de puissance 7.

Dans le module de commande 10, plusieurs, dans cet exemple trois ou plus branches A1, A2 ... Ax sont disposées en montage parallèle les unes par rapport aux autres entre l'entrée et la deuxième sortie. Une diode Z Z1, Z2 ... Zx et une résistance ohmique R1, R2 ... Rx sont disposées dans chacune des branches A1, A2 ... Ax. Les diodes Z Z1, Z2 ... Zx sont réalisées différemment, de sorte que leur passage d'un état à haute impédance à un état à basse impédance a lieu à différents niveaux de tension. En particulier, les tensions de claquage des diodes Z Z1, Z2 ... Zx sont choisies différentes. Ainsi, sur un flanc de tension montant, la diode Z Z1 passe de l'état à haute impédance à l'état à basse impédance en premier, à un instant suivant la diode Z Z2, etc.

- 11 -

Le fonctionnement du module de commutation 10 va maintenant être expliqué à l'aide du graphe 11 de la figure 2, l'axe X représentant un temps t et l'axe Y une amplitude de signal, en unités quelconques normalisées à 1. Le trait continu montre la tension d'entrée redressée U_{pfc} présente à l'entrée du module de commande 10. La forme d'onde de la tension d'entrée redressée U_{pfc} montre un flanc de tension d'entrée montant 12, un maximum de tension d'entrée 13 et un flanc de tension d'entrée descendant 14.

En raison du montage en parallèle des diodes Z $Z_1, Z_2 \dots Z_x$, le signal de forme de courant 9 également représenté est d'abord à zéro à partir du passage par zéro 15 de la tension d'entrée redressée U_{pfc} , jusqu'à ce que la première diode Zener Z_1 devienne passante et qu'une tension soit présente à la deuxième sortie. En raison de la résistance R_1 intercalée, cette tension augmente un peu plus faiblement que la tension d'entrée redressée U_{pfc} . A un instant ultérieur, la deuxième diode Zener Z_2 devient passante, de sorte que la résistance totale, formée de la valeur inverse de R_1 plus R_2 , devient plus petite. Encore un instant plus tard, la diode Z Z_x devient passante et le signal de forme de courant 9 s'ajuste, en raison de la très faible résistance R_x , au signal de la tension d'entrée redressée U_{pfc} . En option, la résistance R_x peut aussi être nulle. Un flanc de forme de courant montant 16 du signal de forme de courant 9 est par conséquent plus petit en amplitude que le flanc de tension d'entrée montant 12. Un maximum de forme de courant 17 se trouve au même niveau que le maximum de tension d'entrée 13. Le processus se répète en sens inverse sur le flanc de tension d'entrée descendant 14, de sorte que l'amplitude d'un flanc de forme de courant descendant 18 est plus petite que le flanc de tension d'entrée descendant 14.

En observant les formes d'onde de la tension d'entrée redressée U_{pfc} et du signal de forme de courant 9, on peut voir que celles-ci se chevauchent aux passages par zéro 15 et présentent aussi la même amplitude à la valeur de crête ou au maximum. Sur les flancs montants 12, 16 et les flancs descendants 14, 18, l'amplitude du signal de forme de courant 9 est cependant plus petite que l'amplitude de la tension d'entrée redressée U_{pfc} . Cette restitution distordue du signal de forme de courant 9 par rapport à la tension d'entrée redressée U_{pfc} a pour effet que le courant d'alimentation est plus faible, en particulier aux faibles amplitudes, de sorte que les perturbations de l'alimentation réseau sont également réduites.

- 12 -

La figure 1 montre le dispositif de correction du facteur de puissance 7 qui est relié par ses entrées aux sorties du redresseur 5. Une des entrées est amenée à une sortie vers le dispositif de lissage 8 via un dispositif à inductance DR et une diode D1. L'autre entrée est amenée au
 5 dispositif de lissage 8 à travers le dispositif de correction du facteur de puissance 7. A l'intérieur du dispositif de correction du facteur de puissance 7, les deux liaisons sont reliées entre elles par un élément de commutation TR1 qui est commandé par un CI de commande. Le CI de commande est
 10 relié à la deuxième sortie du module de commande 10, de sorte que le signal de forme de courant 9 lui est appliqué.

Le fonctionnement du dispositif de correction du facteur de puissance 7 va maintenant être expliqué à l'aide des figures 3a à 3c qui représentent différents modes de fonctionnement.

La figure 3a représente un graphe destiné à illustrer un mode
 15 DCM du dispositif de correction du facteur de puissance 7, lequel montre d'une part la variation dans le temps du signal de forme de courant 9 et d'autre part le courant d'alimentation. Le dispositif de correction du facteur de puissance 7 est conçu de façon que l'élément de commutation TR1 soit
 20 commuté à une fréquence constante. Dès que le courant d'alimentation devient plus grand que le signal de forme de courant 9, l'élément de commutation TR1 est fermé, de sorte que le courant d'alimentation revient à zéro une fois dans chaque cycle de commutation et reste à zéro pendant le
 25 reste du cycle de commutation. Dans ce mode de réalisation, le dispositif de correction du facteur de puissance 7 fonctionne en mode discontinu.

La figure 3b représente de la même manière un mode CCM
 25 dans lequel le courant d'alimentation varie en dents de scie autour du signal de forme de courant 9.

La figure 3a représente un mode CRM, dans lequel le dispositif
 30 de correction du facteur de puissance 7 fonctionne à la limite du mode discontinu. Dans ce mode de fonctionnement, le prochain cycle de commutation commence dès que le courant d'alimentation revient à zéro. En raison de ce mode de fonctionnement, la fréquence de commutation est
 35 variable.

Les objets, parties constitutives et caractéristiques de
 35 l'invention illustrés sur les dessins annexés sont référencés comme suit sur les figures :

1 : bloc d'alimentation

- 13 -

	2	:	entrée
	3	:	sortie
	4	:	filtre HF
	5	:	redresseur
5	6	:	module PFC
	7	:	dispositif de correction du facteur de puissance
	8	:	dispositif de lissage
	9	:	signal de forme de courant
	10	:	module de commande
10	11	:	graphe
	12	:	flanc de tension d'entrée montant
	13	:	maximum de tension d'entrée
	14	:	flanc de tension d'entrée descendant
	15	:	passage par zéro
15	16	:	flanc de forme de courant montant
	17	:	maximum de forme de courant
	18	:	flanc de forme de courant descendant

Bien entendu, l'invention n'est pas limitée au mode de réalisation décrit et représenté aux dessins annexés. Des modifications restent possibles, notamment du point de vue de la constitution des divers éléments ou par substitution d'équivalents techniques, sans sortir pour autant du domaine de protection de l'invention.

REVENDICATIONS

1. Dispositif d'alimentation électrique (1)
avec une entrée (2) servant à raccorder le dispositif
d'alimentation électrique à une alimentation réseau qui met à disposition
une tension alternative comme tension d'entrée (U_{in}),
5 avec une sortie (3) servant à raccorder le dispositif
d'alimentation électrique (1) à un consommateur (V), la sortie mettant à
disposition une tension continue (U_{out}) comme tension de sortie,
avec un redresseur (5) qui redresse la tension d'entrée (U_{in}) en
une tension d'entrée redressée (U_{pfc}),
10 avec un module PFC (6) qui comprend un dispositif de lissage
(8) pour lisser la tension d'entrée redressée (U_{pfc}) et un dispositif actif de
correction du facteur de puissance (7), le dispositif de correction du facteur
de puissance (7) étant conçu pour, en fonction d'un signal de forme de
courant (9) dépendant du temps, former un courant d'alimentation
15 dépendant du temps pour le dispositif de lissage (8) de façon qu'un courant
d'entrée (I_{pfc}) dépendant du temps dans le module PFC (6) soit ajusté au
signal de forme de courant (9),
avec un module de commande (10) qui génère le signal de
forme de courant (9) pour le module PFC (6), en particulier pour le
20 dispositif de correction du facteur de puissance (7),
caractérisé en ce que
le module de commande (10) est réalisé sous la forme d'un
circuit analogique qui présente comme signal d'entrée la tension d'entrée
redressée (U_{pfc}) et comme signal de sortie le signal de forme de courant
25 (9), la tension d'entrée redressée (U_{pfc}) présentant une forme d'onde avec
un flanc de tension d'entrée montant (12) et un flanc de tension d'entrée
descendant (14) ainsi qu'avec un maximum de tension d'entrée (13) et le
signal de forme de courant (9) présentant une forme d'onde avec un flanc
de forme de courant montant (16) et un flanc de forme de courant
30 descendant (18) ainsi qu'avec un maximum de forme de courant (17), le
flanc de forme de courant montant et/ou descendant (16, 18) étant plus
fortement en retrait par rapport au flanc de tension d'entrée montant et/ou
descendant (12, 14), au moins dans des zones partielles, que le maximum de
forme de courant (17) par rapport au maximum de tension d'entrée (13).

- 15 -

2. Dispositif d'alimentation électrique selon la revendication 1, caractérisé en ce que le maximum de forme de courant (17) est égal au maximum de tension d'entrée (13).

3. Dispositif d'alimentation électrique selon une des
5 revendications 1 et 2, caractérisé en ce que les passages par zéro (15) de la tension d'entrée (U_{in}) et du signal de forme de courant (9) se chevauchent dans le temps.

4. Dispositif d'alimentation électrique selon une des
10 revendications 1 à 3, caractérisé en ce que le module de commande (10) présente une pluralité de branches ($A_1, A_2 \dots A_x$) montées en parallèle, lesquelles sont activées l'une après l'autre sur un flanc de signal d'entrée montant (12) et/ou désactivées l'une après l'autre sur un flanc de signal d'entrée descendant (14) en fonction de la tension d'entrée redressée (U_{in}).

5. Dispositif d'alimentation électrique selon la revendication 4,
15 caractérisé en ce que les branches ($A_1, A_2 \dots A_x$) présentent chacune une diode Zener ou diode Z ($Z_1, Z_2 \dots Z_x$), lesquelles sont conçues et câblées de façon à passer successivement à basse impédance sur un flanc de signal d'entrée montant (12) et/ou à passer successivement à haute impédance sur un flanc de signal d'entrée descendant (14) en fonction de la tension
20 d'entrée redressée (U_{in}).

6. Dispositif d'alimentation électrique selon une des
revendications 1 à 5, caractérisé en ce que le module PFC (6) comprend une inductance (D_r), un élément de commutation (TR_1) et un CI de commande (CI), l'inductance (D_r) conduisant le courant d'entrée, l'élément de
25 commutation (TR_1) mettant à la masse la sortie de l'inductance (D_r) en fonction de sa position de commutation, le CI de commande (CI) recevant le signal de forme de courant (9) en tant que signal d'entrée et commandant l'élément de commutation (TR_1).

7. Dispositif d'alimentation électrique selon une des
30 revendications 1 à 6, caractérisé en ce que le module PFC (6) fonctionne dans un mode DCM.

8. Dispositif d'alimentation électrique selon une des
revendications 1 à 7, caractérisé en ce que le module PFC (6) fonctionne dans un mode CCM.

9. Dispositif d'alimentation électrique selon une des
35 revendications 1 à 8, caractérisé en ce que le module PFC (6) fonctionne dans un mode CRM.

- 16 -

10. Dispositif d'alimentation électrique selon une des revendications 1 à 9, caractérisé en ce que le dispositif de lissage (8) est réalisé sous la forme d'au moins un condensateur.

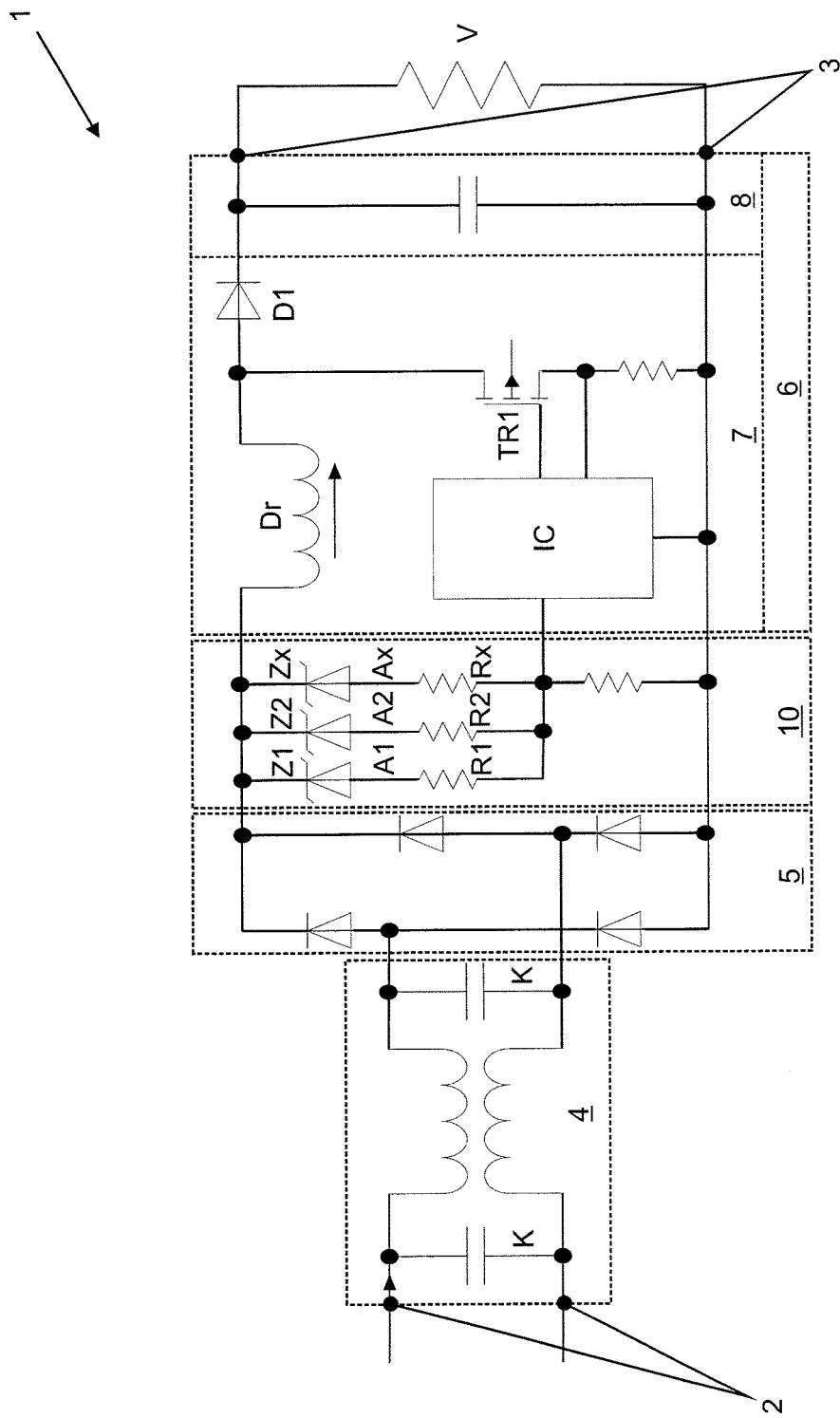


Fig. 1

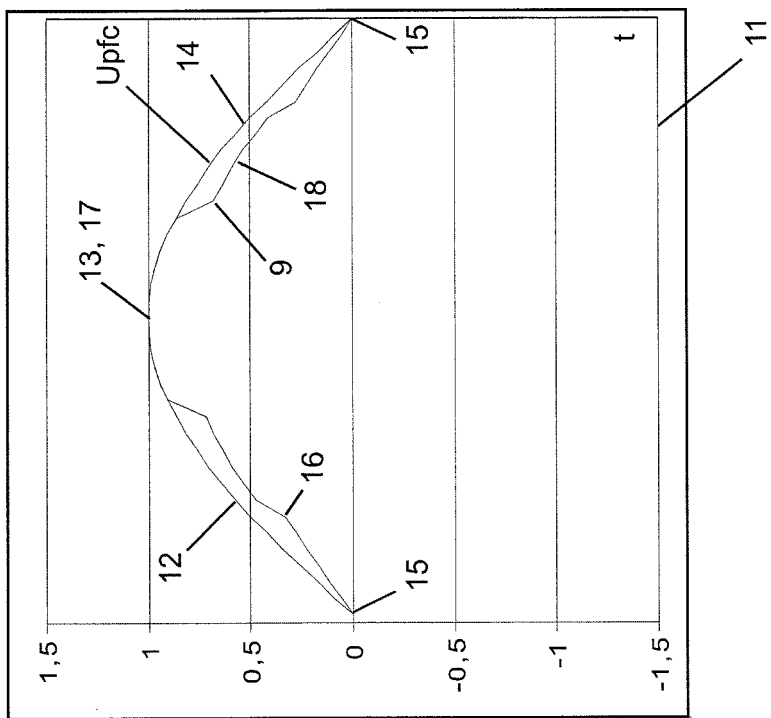


Fig. 2

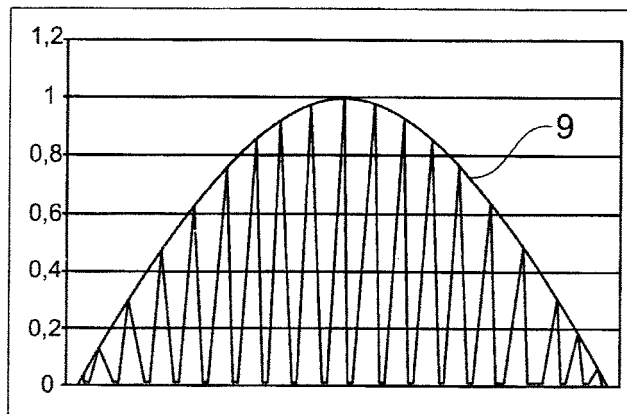


Fig. 3a

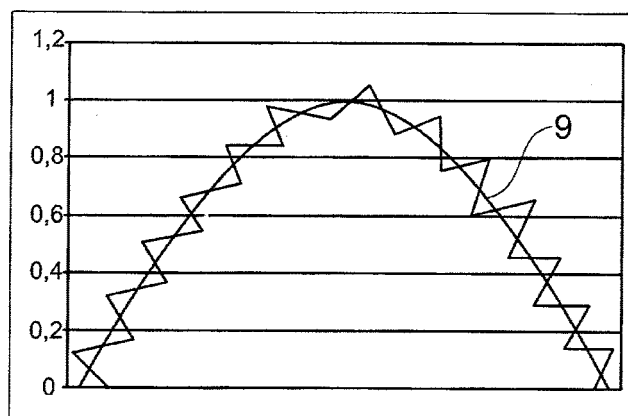


Fig. 3b

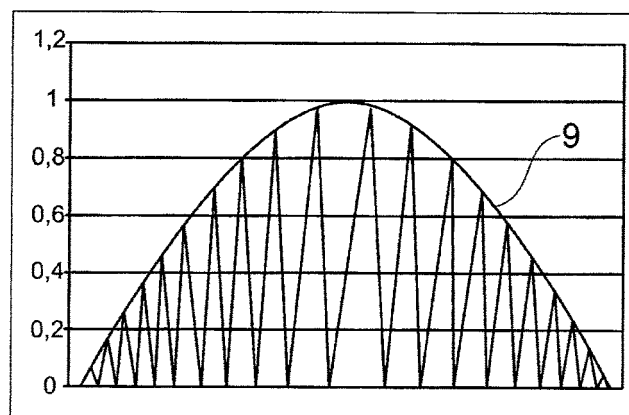


Fig. 3c