



(11) **EP 2 326 144 A1**

(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
25.05.2011 Bulletin 2011/21

(51) Int Cl.:
H05B 33/08 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **10191417.4**

(22) Date de dépôt: **16.11.2010**

(84) Etats contractants désignés:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Etats d'extension désignés:
BA ME

(30) Priorité: **17.11.2009 FR 0905516**

(71) Demandeur: **Thales**
92200 Neuilly Sur Seine (FR)

(72) Inventeurs:
• **Sontag, Yves**
33200 Bordeaux (FR)
• **Canal, Laurent**
33700 Mérignac (FR)

(74) Mandataire: **Bréda, Jean-Marc et al**
Marks & Clerk France
Conseils en Propriété Industrielle
Immeuble " Visium "
22, avenue Aristide Briand
94117 Arcueil Cedex (FR)

(54) **Dispositif d'éclairage à diodes électroluminescentes à circuit d'alimentation régulé**

(57) Le domaine général de l'invention est celui des dispositifs d'éclairage à diodes électroluminescentes agencées en rampes (R_i) disposées en parallèle, chaque rampe comportant une certaine quantité de diodes électroluminescentes disposées en série, lesdites rampes étant alimentées par une tension continue (V_{HT}) de plusieurs dizaines de volts dite haute tension, ladite tension étant générée par un circuit convertisseur élévateur (DCM) à partir d'une basse tension continue de quelques volts, la valeur de ladite tension étant contrôlée par le rapport cyclique du circuit convertisseur élévateur, ladite tension étant asservie à une valeur moyenne constante au moyen d'un dispositif d'asservissement (D.A.) contrôlant ledit rapport cyclique. Chaque dispositif d'asservis-

sement comporte plusieurs modes de fonctionnement, un mode étant défini soit par un adressage électronique particulier de la haute tension, soit par un nombre défini de rampes de diodes allumées. Pour optimiser le fonctionnement général du dispositif d'éclairage, le circuit convertisseur élévateur est à conduction discontinue et le dispositif d'asservissement comporte plusieurs circuits électroniques d'asservissement reliés à un multiplexeur électronique (MUX), chaque circuit électronique d'asservissement étant dédié à un mode de fonctionnement particulier, les caractéristiques électroniques desdits circuits électronique d'asservissement dépendant dudit mode de fonctionnement, ledit circuit électronique d'asservissement n'étant opérationnel que lorsque le mode de fonctionnement est sélectionné.

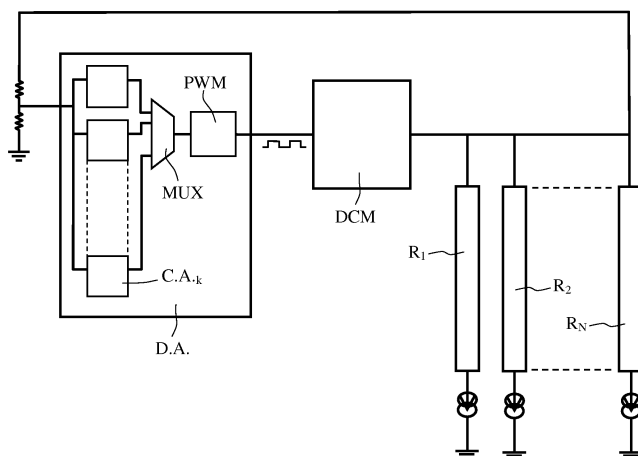


FIG. 5

Description

[0001] Le domaine de l'invention est celui des éclairages à diodes électroluminescentes utilisés pour éclairer des imageurs matriciels à cristaux liquides. L'invention concerne plus particulièrement les éclairages devant posséder à la fois une très grande dynamique et un très haut niveau de luminance. Ce type d'éclairage est notamment utilisé en aéronautique pour éclairer les micro-imageurs des viseurs de casque qui doivent pouvoir être utilisés de jour comme de nuit. Pour ce type d'application, l'éclairage doit posséder les caractéristiques suivantes:

- Avoir un encombrement extrêmement faible, qui interdit l'usage de composants électroniques passifs tels que des condensateurs électrochimiques de forte capacité ;
- Mettre en oeuvre un très grand nombre de diodes (plusieurs centaines) de façon à assurer le niveau de luminance nécessaire ;
- Assurer un balayage temporel de l'alimentation des diodes synchronisé sur le balayage vertical de l'image vidéo appliqué à l'imageur matriciel de façon que l'allumage des diodes puisse être synchronisée sur le balayage vidéo ;
- Posséder une très grande dynamique de luminosité. Pour assurer cette dynamique, les diodes sont allumées pendant une certaine durée d'un cycle. Au minimum de lumière, on démontre que la durée d'allumage ne doit pas excéder une à deux microsecondes.

[0002] D'une façon générale, les diodes sont organisées en une matrice de N rampes comportant chacune M diodes, N et M étant supérieurs à un. Dans la suite de la description, les rampes sont référencées R_i , i étant un indice variant de 1 à N et les diodes sont référencées D_j , j étant un indice variant de 1 à M. Pour réaliser l'éclairage de la matrice, plusieurs solutions d'alimentation ont été proposées.

[0003] Une première solution exposée en figure 1 consiste à utiliser une alimentation électrique par rampe R, l'alimentation contrôlant M diodes D_j disposées en série. Chaque alimentation comporte un circuit élévateur encore appelé « booster » 20. Ce circuit 20 est alimenté par une basse tension continue V_{IN} à travers une inductance 30 et contrôlé par une commande de type PWM, acronyme de « Pulse Width Modulator ». A titre d'exemple, on peut utiliser comme « booster » le circuit de référence ISL97634 de la société INTERSIL®. On se reportera à la feuille d'informations techniques « Data Sheet FN6234.3 de mars 2008 » de cette société pour toutes informations techniques sur ce circuit. Cette première solution conduit malheureusement à un encombrement trop important dans la mesure où elle nécessite N circuits éleveurs 20 pour piloter N rampes R de M diodes D_j .

[0004] Une seconde solution est d'utiliser un convertisseur élévateur haute tension unique délivrant une tension V_{HT} , chaque rampe étant pilotée par un circuit hacheur abaisseur attitré appelé « buck ». Comme pour la solution précédente, N inductances sont nécessaires mais celles-ci sont beaucoup plus faibles parce que leur courant est de valeur proche du courant des diodes et la valeur du rapport cyclique de découpage HF assez élevé, de l'ordre de 90%. Cette solution n'est toujours pas satisfaisante en termes d'encombrement.

[0005] Une troisième solution consiste à monter les rampes 10 en parallèle. Elle est illustrée en figure 2. Les rampes de diodes R_i sont alimentées par une tension unique V_{HT} . Comme les tensions directes des diodes ne sont pas exactement égales, les tensions des rampes R_i ne sont pas rigoureusement identiques. Pour équilibrer convenablement les courants, il faut utiliser des sources de courant C_i indépendantes de la tension. La tension nominale aux bornes de ces sources correspond à une puissance perdue. Il faut donc qu'elle soit de valeur juste suffisante dans le pire des cas.

[0006] Un exemple de montage de ce type est représenté en figure 3. Afin d'assurer le « dimming » de la boîte à lumière, les sources de courant C_i doivent être commutées temporellement avec un rapport cyclique dépendant de la luminance requise au moyen de commande de « dimming » DIM_i pilotant des transistors T_i de type « MOS ». Dans le cas d'une boîte à lumière qui ne serait pas à balayage temporel, tous les transistors T_i peuvent avoir la même commande. La tension collecteur-émetteur V_{CE} des transistors bipolaires T_i ne doit pas dépasser quelques volts, mais être suffisante pour supporter la disparité des tensions entre les différentes rampes R_i . Pour obtenir cela, on mesure la tension sur les collecteurs des transistors et on asservit la tension V_{HT} d'alimentation des rampes en conséquence. Mais cela ne peut fonctionner correctement que si la tension V_{HT} est correctement régulée dynamiquement et son ondulation de valeur raisonnable. Le schéma de la figure 3 dont toutes les rampes ont une commande indépendante permet n'importe quelle combinaison de balayage temporel, une à N rampes pouvant être allumées simultanément.

[0007] La figure 4 représente un exemple de réalisation électronique complet d'un dispositif d'éclairage de ce type. Dans ce schéma, trois unités comportant chacune six rampes R de diodes D sont pilotées par un circuit électronique de type FPGA (Field-Programmable Gate Array). Le circuit électronique complet comprend six ensembles principaux encadrés par un rectangle en pointillés sur la figure 4 et qui sont :

- Un circuit logique programmable 100 de type FPGA qui commande les principales fonctions du dispositif d'éclairage ;
- Trois unités d'éclairage 110 comportant chacune six rampes R de diodes D, les six rampes étant disposées en parallèle ;

- Un circuit « DCM » 120 de type convertisseur-élévateur générant la haute tension d'alimentation ;
- Un circuit d'asservissement 130 à vide de cette haute tension d'alimentation ;
- Un premier circuit de « dimming » 140 à six commandes indépendantes permettant de piloter simultanément une rampe de chaque unité d'éclairage, soit au total d'éclairer trois rampes simultanément ;
- Un second circuit de dimming 150 à trois commandes permettant de piloter une et une seule rampe de chaque unité d'éclairage.

[0008] Ce schéma permet donc deux modes de fonctionnement : trois rampes allumées simultanément ou une seule rampe à la fois. Cette disposition permet de diviser par deux le nombre de transistors et de signaux de commande pour réaliser les sources de courant.

[0009] Comme cela a été précédemment évoqué, la tension V_{HT} doit être contrôlée au volt près afin de pouvoir minimiser la tension aux bornes des transistors des sources de courant. La tension V_{HT} ne doit pas être sujette à des variations transitoires lors de la commutation du courant de charge pendant le « dimming » des diodes. La solution classique à ce problème consiste à dimensionner le condensateur C_{HT} de filtrage de la tension V_{HT} à une valeur telle que le convertisseur élévateur ne ressente plus les variations de charge. C'est la solution, a priori, naturelle pour des applications où le volume n'est pas critique et où il n'est pas interdit d'utiliser des condensateurs de plusieurs centaines de microfarads avec une tension de service supérieure à 100 volts. Dans ce cas, on peut utiliser un traditionnel circuit intégré de commande « mode courant » pour convertisseur élévateur et la boucle de régulation du convertisseur est très lente. Dans le cas d'une architecture avec un convertisseur par rampe de diodes, les meilleurs circuits intégrés spécialisés du commerce permettent de s'affranchir d'une valeur de condensateur élevée comme cela a déjà été évoqué. Cependant, pour certaines applications, la source d'éclairage doit nécessairement avoir un encombrement extrêmement faible, ce qui interdit à la fois l'usage de composants électroniques passifs tels que des condensateurs électrochimiques de forte capacité et la multiplication de circuits élévateurs.

[0010] Le dispositif d'éclairage à diodes selon l'invention ne présente pas ces inconvénients. En effet, le circuit électronique contrôlant la source de tension est basé sur la combinaison de deux caractéristiques principales qui sont :

- Obtention de la haute tension par un convertisseur élévateur à conduction discontinue dit DCM ;
- Asservissement individualisé pour chaque mode de charge par circuit d'asservissement dédié ;

[0011] Ainsi, grâce à cet asservissement individualisé et à la réponse particulière du convertisseur élévateur à conduction discontinu DCM, on est en mesure de maîtriser aisément la stabilité et la rapidité de l'asservissement pour chaque mode, sans avoir à utiliser un circuit intégré spécialisé avec boucle de courant et contre-rampe.

[0012] Plus précisément, l'invention a pour objet un dispositif d'éclairage à diodes électroluminescentes, lesdites diodes électroluminescentes étant agencées en une première pluralité de rampes disposées en parallèle, chaque rampe comportant une seconde pluralité de diodes électroluminescentes disposées en série, lesdites rampes étant alimentées par une tension continue de plusieurs dizaines de volts dite haute tension, ladite tension étant générée par un circuit convertisseur élévateur à partir d'une basse tension continue de quelques volts, la valeur de ladite tension étant fonction du rapport cyclique du circuit convertisseur élévateur, ladite tension étant asservie à une valeur moyenne constante au moyen d'un dispositif d'asservissement essentiellement analogique contrôlant ledit rapport cyclique, ledit dispositif d'asservissement comportant plusieurs modes de fonctionnement, un mode étant défini soit par un adressage électronique particulier de la haute tension, soit par un nombre défini de rampes de diodes allumées, caractérisé en ce que le circuit convertisseur élévateur est à conduction discontinue et que le dispositif d'asservissement comporte plusieurs circuits électroniques d'asservissement reliés à un multiplexeur électronique, chaque circuit électronique d'asservissement étant dédié à un mode de fonctionnement particulier, les caractéristiques électroniques desdits circuits électronique d'asservissement dépendant dudit mode de fonctionnement, ledit circuit électronique d'asservissement n'étant opérationnel que lorsque le mode de fonctionnement est sélectionné.

[0013] Avantageusement, le dispositif d'asservissement comporte des moyens de mémorisation des différents rapports cycliques dédiés à chaque mode de fonctionnement.

[0014] Avantageusement, lorsque le dispositif d'asservissement est réalisé en analogique, chaque circuit électronique d'asservissement comporte un amplificateur opérationnel à transconductance dit OTA, une commande d'activation et un circuit d'intégration disposés en série.

[0015] Avantageusement, le gain de l'amplificateur opérationnel à transductance de chaque circuit électronique d'asservissement dépend du mode de fonctionnement auquel ledit circuit électronique d'asservissement est dédié et les différents circuits d'intégration des différents circuits électroniques sont tous identiques.

[0016] Avantageusement, la première pluralité de rampes est structurée en un premier nombre N d'unités de rampes, chaque unité comprenant un second nombre M de rampes, l'éclairement des diodes composant les rampes étant commandé de façon matricielle par deux circuits de commande encore appelé circuits de « dimming », le premier circuit comprenant N premiers moyens de commande, chaque premier moyen de commande permettant de commander

simultanément une et une seule rampe de toutes les unités de rampes, le second circuit comprenant M seconds moyens de commande, chaque second moyen de commande permettant de commander simultanément toutes les rampes d'une et d'une seule unité.

[0017] L'invention concerne également un dispositif d'éclairage à diodes électroluminescentes, lesdites diodes électroluminescentes étant agencées en une première pluralité de rampes disposées en parallèle, chaque rampe comportant une seconde pluralité de diodes électroluminescentes disposées en série, lesdites rampes étant alimentées par une tension continue de plusieurs dizaines de volts dite haute tension, ladite tension étant générée par un circuit convertisseur élévateur à partir d'une basse tension continue de quelques volts, la valeur de ladite tension étant contrôlée par le rapport cyclique du circuit convertisseur élévateur, caractérisé en ce que ladite tension est asservie à une valeur moyenne constante au moyen d'un dispositif d'asservissement essentiellement numérique contrôlant ledit rapport cyclique, ledit dispositif d'asservissement comportant plusieurs modes de fonctionnement, un mode étant défini soit par un adressage électronique particulier de la haute tension, soit par un nombre défini de rampes de diodes allumées, le circuit convertisseur élévateur «étant à conduction discontinue ».

[0018] L'invention sera mieux comprise et d'autres avantages apparaîtront à la lecture de la description qui va suivre donnée à titre non limitatif et grâce aux figures annexées parmi lesquelles :

La figure 1 représente un premier dispositif d'éclairage selon l'art antérieur comportant une seule rampe de diodes électroluminescentes, lesdites diodes étant disposées en série;

Les figures 2 et 3 représentent un second dispositif d'éclairage comportant plusieurs rampes de diodes électroluminescentes, lesdites rampes disposées en parallèle ;

La figure 4 représente un schéma électronique détaillé d'un second dispositif d'éclairage comportant 18 rampes de diodes électroluminescentes ;

La figure 5 représente, en réalisation analogique, le principe de l'alimentation électrique et de son asservissement d'un dispositif d'éclairage à rampes de diodes électroluminescentes selon l'invention ;

La figure 6 représente le schéma électronique d'un circuit convertisseur élévateur selon l'invention ;

La figure 7 représente le schéma électronique d'un dispositif d'asservissement selon l'invention ;

La figure 8 représente les différents gains de la boucle d'asservissement électronique selon l'invention ;

La figure 9 représente la valeur des différents gains en fonction de la fréquence ;

La figure 10 représente, en réalisation numérique, le principe de l'alimentation électrique et de son asservissement d'un dispositif d'éclairage à rampes de diodes électroluminescentes selon l'invention.

[0019] Les dispositifs d'éclairage à diodes électroluminescentes concernés par l'invention et comme illustrés en figure 5 comportent une première pluralité de rampes R_i , lesdites rampes étant disposées en parallèle, chaque rampe comportant une seconde pluralité de diodes électroluminescentes D_j disposées en série, lesdites rampes étant alimentées par une tension continue V_{HT} de plusieurs dizaines de volts dite haute tension, ladite tension étant générée par un circuit convertisseur élévateur DCM à partir d'une basse tension continue de quelques volts, la valeur de ladite tension V_{HT} étant contrôlée par le rapport cyclique du circuit convertisseur élévateur, ladite tension étant asservie à une valeur moyenne constante au moyen d'un dispositif d'asservissement contrôlant ledit rapport cyclique fourni par un circuit de commande de type PWM, acronyme de « Pulse Width Modulator », ledit dispositif d'asservissement comportant plusieurs modes de fonctionnement M_k , un mode M_k étant défini soit par un adressage électronique particulier de la haute tension, soit par un nombre défini de rampes de diodes allumées. Une particularité d'un dispositif d'éclairage à diodes électroluminescentes comprenant plusieurs rampes montées en parallèle est que le courant de charge est connu. En effet, il existe un nombre fini K de modes de fonctionnement M_k . Ainsi, un premier mode M_1 peut correspondre à une rampe en fonctionnement R_i , un second mode M_3 à trois rampes en fonctionnement, un troisième mode M_0 à aucune diode en conduction à un moment donné avec une valeur d'amplitude connue. A titre d'exemple, on a typiquement trois modes de charge :

- Mode M_1 dit « 3 rampes » : trois rampes de diodes sont allumées simultanément avec le courant de diode nominal ;
- Mode M_3 dit « 1 rampe » : une seule rampe est allumée avec un courant de diode atténué ;
- Mode M_0 dit « presque à vide », c'est-à-dire que la tension VHT est contrôlée par un pont de résistance qui charge légèrement le convertisseur et nécessite son fonctionnement. Le mode presque à vide facilite le démarrage du convertisseur et permet la surveillance de la tension de sortie.

[0020] Mais d'autres modes peuvent être ajoutés :

- Mode « zéro courant » avec le pont de résistance de la haute tension d'alimentation VHT déconnecté. Dans ce mode, le circuit convertisseur élévateur est éteint. Ce mode est préférable au mode « presque à vide » pour une application à basse lumière qui fonctionne sur batterie ;

- Modes comprenant d'autres combinaisons éventuelles du nombre de rampes avec des intensités de courant dans les diodes égales ou différentes de l'intensité nominale.

[0021] Le dispositif d'éclairage à diodes électroluminescentes selon l'invention utilise cette particularité. En effet, comme représenté en figure 5, le dispositif d'asservissement comporte plusieurs circuits électroniques d'asservissement CA_k reliés à un multiplexeur électronique MUX, chaque circuit électronique d'asservissement CA_k étant dédié à un mode de fonctionnement particulier M_k , les caractéristiques électroniques desdits circuits électroniques d'asservissement dépendant dudit mode de fonctionnement, ledit circuit électronique d'asservissement n'étant opérationnel que lorsque le mode de fonctionnement est sélectionné. De plus, dans le dispositif selon l'invention, le convertisseur élévateur est à conduction discontinue.

[0022] A chacun de ces modes opérationnels, correspond une boucle d'asservissement qui contrôle le rapport cyclique du convertisseur élévateur, symbolisé par les petits crêneaux sur la figure 5. Au moment de quitter un mode, on mémorise la valeur du rapport cyclique correspondant. Ceci permet l'établissement immédiat du bon rapport cyclique lors du retour dans le mode en question.

[0023] A titre d'exemple, la figure 7 représente un schéma électronique d'un ensemble comportant trois circuits d'asservissement CA_1 , CA_3 et CA_0 . Ces circuits sont dédiés à trois modes de fonctionnement qui peuvent être les modes dits « 3 rampes », « 1 rampe » et « presque à vide » comme décrits précédemment. Comme indiqué sur la figure 7, chaque circuit électronique d'asservissement comporte un amplificateur opérationnel à transconductance dit « OTA », une commande d'activation C_{ACT} et un circuit d'intégration CI_{INT} disposés en série. Les commandes d'activation sélectionnent le circuit d'asservissement correspondant au mode de fonctionnement retenu. Chaque circuit d'intégration comporte un condensateur d'intégration noté C_{INT} et une résistance noté R_{ZERO} disposés en série. On peut montrer que les constantes de temps peuvent être les mêmes pour les trois boucles d'asservissement, seuls les gains notés G_M des amplificateurs de transconductance changeant suivant le mode M afin d'optimiser la bande passante et la stabilité de la boucle. Une formule simple donne la valeur approximative des gains des amplificateurs à corriger par simulation ou expérimentation pour le mode à vide où les pertes du convertisseur sont totalement prépondérantes. A la mise sous tension, on peut forcer le mode à vide, le temps que la tension V_{HT} s'établisse. En cas de surtension, on interdit les autres modes. Quand on passe d'un mode à l'autre, le rapport cyclique est immédiatement commuté sur la bonne valeur précédemment délivré par l'asservissement.

[0024] On sait que pour équilibrer convenablement les courants circulant dans les diodes des rampes, il faut utiliser des sources de courant C_i indépendantes de la tension. Le schéma analogique de la figure 7 comporte également un circuit d'asservissement CA_c des sources de courant comportant des transistors T_i . La tension collecteur-émetteur V_{CE} des transistors ne doit pas dépasser quelques volts, suffisante pour supporter la disparité des tensions entre les différentes rampes R_i . L'ajustement de la tension collecteur se fait par retouches de la consigne de la tension V_{HT} à l'aide d'une boucle supplémentaire dont la rapidité a peu d'importance dans la mesure où les phénomènes ayant le plus d'influence sur la tension directe des diodes sont les variations en température nécessairement lentes. Aussi, seule une action intégrable est utile pour cette boucle.

[0025] On peut imaginer d'autres variantes de schémas de régulation, on peut en particulier, adapter le principe du dispositif selon l'invention à une régulation numérique. Dans les modes de fonctionnement où une ou plusieurs rampes de diodes sont activées, on peut directement asservir le convertisseur à partir de la mesure des tensions des collecteurs des transistors sans se préoccuper de la tension V_{HT} . Dans ce type d'architecture, en mode presque à vide, excepté la phase de démarrage de l'alimentation, on doit asservir la tension V_{HT} sur la valeur retouchée dans les autres modes. L'important est que la tension V_{HT} ne change pas de façon significative quand on change de mode à l'ondulation sur le condensateur C_{HT} près (voir figure 2).

[0026] Comme il a été dit, la haute tension est obtenue au moyen d'un convertisseur élévateur à conduction discontinue DCM. La figure 6 représente le schéma électronique d'un tel circuit convertisseur élévateur. Comme indiqué sur cette figure, il comporte essentiellement une inductance L_{DCM} disposée en série avec une diode D_{DCM} , un condensateur de charge C_{DCM} , un transistor de commande M_{DCM} piloté par un signal de type PWM en forme de crêneau temporel. Il comporte en outre un réseau composé d'une résistance R_{SNUB} et d'une capacité C_{SNUB} pour dissiper l'énergie résiduelle en fin de cycle ainsi qu'une diode D_{SNUB} si besoin.

[0027] Une des caractéristiques essentielles du dispositif de l'invention est l'utilisation d'un mode découpage discontinu pour le convertisseur élévateur DCM. Dans ce mode de découpage, on décharge complètement l'énergie emmagasinée dans l'inductance L_{DCM} avant de commencer un nouveau cycle. A chaque cycle, le courant repart de zéro. Ce mode de découpage est très marginalement utilisé et est généralement décrié pour les raisons suivantes :

- L'amplitude crête du courant dans l'inductance est élevée, le double du courant moyen ;
- L'évacuation de l'énergie restante dans l'inductance avant d'amorcer un nouveau cycle nécessite un circuit d'amortissement dit « damping » de type RC qui rajoute des pertes.

[0028] Dans le cas particulier de l'alimentation de rampes de diodes électroluminescentes, l'utilisation de ce mode de découpage permet d'atteindre un rendement tout à fait convenable, indépendamment des autres avantages procurés par cette solution.

[0029] Dans la plupart des applications des convertisseurs DCM, on ne voit pratiquement jamais de diode disposée en série avec le transistor MOS M_{DCM} de commande. L'absence de la diode D_{SNUB} laisse alors ce transistor reconduire par sa diode dite de « body à plusieurs reprises pendant le temps mort du cycle, ce qui n'est pas favorable pour la dissipation de l'énergie résiduelle. Malgré la faible perte additionnelle qu'elle occasionne, la diode D_{SNUB} permet un amortissement ou « damping » plus énergique et reproductible. A chaque début de cycle, le courant est nul dans l'inductance, ce qui se passe pendant un cycle n'a donc plus d'impact sur le suivant. L'avantage est le comportement d'indépendance de cycle à cycle obtenu. Ainsi en un seul cycle, on peut atteindre un mode de fonctionnement désiré. Ceci est primordial pour le dispositif selon l'invention car on obtient ainsi une commutation parfaite d'un mode de charge à un autre mode sans que la tension VHT soit perturbée.

[0030] De plus, une propriété du mode DCM a des conséquences pratiques particulièrement avantageuses. Sa réponse indicielle par exemple à une variation de consigne est très proche d'un premier ordre. C'est d'ailleurs exactement vrai en petits signaux. La boucle interne d'asservissement de courant des circuits intégrés de régulation de convertisseurs élévateurs qui est habituellement obligatoire avec un convertisseur CCM n'est plus nécessaire dans le cas du DCM. En effet, dans le cas d'un convertisseur CCM, s'il n'y avait pas la boucle interne de courant, la transmittance en boucle ouverte de l'étage de puissance serait du second ordre et la stabilité serait extrêmement difficile à obtenir.

[0031] La régulation telle que décrite sur les figures 6 et 7 est faisable en numérique à l'intérieur d'un circuit logique programmable de type FPGA. Ce type de composant est a priori déjà disponible pour assurer le contrôle du micro-écran de visualisation éclairé par les diodes électroluminescentes du circuit d'éclairage. Le « FPGA » possède des ressources analogiques dont un convertisseur analogique-numérique ou « ADC ». Ce convertisseur fonctionne généralement sur 12 bits.

[0032] En petits signaux, l'étage de puissance du convertisseur DCM a une caractéristique du premier ordre avec un gain noté G_{power} et une constante de temps notée C_{power} à laquelle correspond une fréquence de coupure notée F_{power} dont on peut déterminer les valeurs par les formules approchées suivantes, en négligeant les pertes :

$$G_{power} = dVHT/dTon \sim \bar{V}_{in} * (2 * VHT / L1 * I_{out} To)^{1/2}$$

$$C_{power} \sim VHT C_{HT} / I_{out}$$

$$F_{power} \sim I_{out} / (2 * \pi VHT * C_{HT})$$

[0033] Avec

To : période de découpage ;

Ton : durée de conduction du transistor M_{DCM} ;

V_{in} : tension d'entrée sur L_{DCM} ;

I_{out} : courant consommé sur VHT.

[0034] En grands signaux, malgré le caractère non linéaire de la fonction de transfert, fonction du carré de $V_{in} * Ton$, la réponse du convertisseur DCM reste apériodique et semblable à un premier ordre. Les formules approchées ont une précision suffisante pour paramétrer la régulation, mais il est possible, par la simulation numérique du circuit électronique de déterminer des valeurs plus proches de la réalité. On peut utiliser, à titre d'exemple, le logiciel de simulation « SPICE ».

[0035] En figure 8, on a représenté, lorsqu'un mode de fonctionnement est opérationnel, l'ensemble de la chaîne d'alimentation et d'asservissement du dispositif d'éclairage avec les différents gains, G_1 étant le gain du pont de résistance du dispositif d'asservissement, G_M étant le gain de l'amplificateur de transconductance, G_{CI} le gain du circuit d'intégration, G_2 le gain du circuit de génération des signaux PWM et enfin G_{power} étant le gain du convertisseur. En figure 9, on a représenté les différents gains de cette chaîne en fonction de la fréquence.

[0036] Diverses marges de fréquence sont nécessaires à la stabilité de la boucle. Tout d'abord, il faut que son gain soit très faible à la fréquence de découpage du rapport cyclique. Cela est encore plus indispensable dans le cas d'une

régulation numérique, d'une part parce que la fréquence d'échantillonnage des signaux ne dépasse pas cette valeur et d'autre part pour minimiser les micro-variations temporelles du rapport cyclique de découpage ou « jitter » et rendre efficace la fonction de « tramage électronique » plus connue sous le terme anglo-saxon de « dithering » finale. Le dernier filtrage peut être plus énergique qu'un simple premier ordre. Les marges 2 et 3 doivent être suffisantes pour s'affranchir des variations de gain, elles ne doivent pas être inférieures à une octave.

$$F_{\text{pôle HF}} = F_{\text{découpage}} / \text{marge 1} \sim 1 / (2 * \pi R_{\text{zéro}} * Chf)$$

si Chf est petit devant Cint

$$BP = F_{\text{découpage}} / (\text{marge1} * \text{marge2})$$

$$F_{\text{zéro}} = F_{\text{découpage}} / (\text{marge1} * \text{marge2} * \text{marge3}) = 1 / (2 * \pi R_{\text{zéro}} * C_{\text{int}})$$

Atténuation en fréquence à BP = produit des gains statiques

$$BP / F_{\text{power}} = G_1 * G_M * R_{\text{zéro}} * G_2 * G_{\text{power}}$$

[0037] On en déduit le gain G_M en fonction du point de fonctionnement ou du mode de charge.

[0038] La figure 10 représente un exemple de réalisation numérique d'un dispositif d'asservissement des tensions de commande selon l'invention. Il comprend essentiellement deux ensembles numériques 210 et 220. Le premier ensemble 210 calcule le signal d'erreur sur les niveaux de tensions V_{HT} et V_{CE} . Le second ensemble 220 est un intégrateur qui pilote le générateur de signaux de commande du circuit convertisseur élévateur non représenté sur cette figure.

[0039] Le premier ensemble 210 comporte un premier multiplexeur 211, un convertisseur analogique-numérique 212, une voie référence comportant les consignes initiales de tension 213 et deux multiplexeurs 214, un comparateur 215 permettant de comparer les valeurs des consignes de tension aux valeurs mesurées pour en déduire le signal d'erreur. Cette chaîne comporte également un comparateur de sécurité 216.

[0040] L'ensemble intégrateur 220 comporte une machine d'état 221 qui contrôle les différents modes de charge et le passage d'un mode à l'autre. Cette machine est dépendante des consignes de luminosité du micro-écran, du signal de synchronisation verticale vidéo et du circuit d'initialisation. Contrairement au schéma analogique, il n'y a pas autant d'intégrateurs que de modes mais un seul avec sauvegarde et rappel des valeurs intégrales pour chaque mode.

[0041] On note F_{sw} la fréquence de découpage du convertisseur ainsi que celle d'échantillonnage du convertisseur ADC. Compte-tenu du grand ratio entre la fréquence d'horloge Clk de la partie numérique et la fréquence de découpage F_{sw} , certaines fonctions de gain ou multiplications peuvent être réalisées de façon séquentielle avec un seul additionneur. Cela ajoute au moins une latence de F_{sw} pour ces blocs.

[0042] Le filtrage haute fréquence peut être fait avec un simple filtre récuratif 222 équivalent à un filtre passe-bas analogique. Bien que le ratio entre la fréquence d'horloge Clk et la fréquence de découpage F_{sw} soit assez grand, pour obtenir une résolution temporelle moyenne plus fine que la période d'horloge Clk, on peut ajouter un dispositif de « dithering » temporel qui consiste simplement à reporter l'erreur d'arrondi sur le cycle suivant. L'efficacité de circuit de « dithering » est d'autant meilleure que le signal a été filtré préalablement.

[0043] L'ensemble numérique de calcul du signal d'erreurs n'utilisant qu'un seul convertisseur ADC, son schéma électronique est un peu différent de son équivalent analogique.

[0044] Comme précédemment, le démarrage s'effectue en mode dit « presque à vide » avec une consigne VHT initiale par défaut. Dès que l'on est en fonctionnement opérationnel, dans les modes 2 ou 3, l'asservissement se fait directement par mesure de la tension des collecteurs des transistors des sources de courant. Cet asservissement va conduire la tension VHT à une valeur différente de celle par défaut. Il faut dans le mode 1 maintenir la tension VHT à cette même valeur. La nouvelle consigne est obtenue en mémorisant la valeur de VHT au moment de quitter le mode 2 ou le mode 3.

[0045] Lors d'utilisation nocturne, la luminosité demandée est très faible. Ainsi, le convertisseur se trouve en mode 1

la plupart du temps. La puissance consommée dans ce mode est essentiellement celle des pertes du circuit convertisseur ou « booster ». Dans cette condition d'utilisation, il peut être demandé que le micro-écran fonctionne sur batterie dans certaines circonstances. Ainsi, lorsque l'imageur éclairé par le dispositif d'éclairage appartient à un visuel de casque porté par un pilote, il est possible que ce pilote ait besoin d'utiliser son casque en dehors de son aéronef. Pour minimiser la consommation dans ce mode à faible luminosité, il vaut mieux remplacer le mode 1 par un mode zéro courant tel que le circuit de « booster » est arrêté avec la charge du pont de mesure de VHT déconnecté à l'aide d'un transistor de type MOS. Le mode 1 garde toujours son utilité à la mise sous tension car il permet un démarrage naturellement progressif ne nécessitant pas de circuit annexe dit de « soft-start ».

Revendications

1. Dispositif d'éclairage à diodes électroluminescentes, lesdites diodes électroluminescentes étant agencées en une première pluralité de rampes disposées en parallèle (R_i), chaque rampe comportant une seconde pluralité de diodes électroluminescentes (D_j) disposées en série, lesdites rampes étant alimentées par une tension continue (V_{HT}) de plusieurs dizaines de volts dite haute tension, ladite tension étant générée par un circuit convertisseur élévateur (DCM) à partir d'une basse tension continue de quelques volts, la valeur de ladite tension étant contrôlée par le rapport cyclique du circuit convertisseur élévateur, ladite tension étant asservie à une valeur moyenne constante au moyen d'un dispositif d'asservissement (D.A.) essentiellement analogique contrôlant ledit rapport cyclique, ledit dispositif d'asservissement comportant plusieurs modes de fonctionnement, un mode étant défini soit par un adressage électronique particulier de la haute tension, soit par un nombre défini de rampes de diodes allumées, **caractérisé en ce que** le circuit convertisseur élévateur est à conduction discontinue et que le dispositif d'asservissement comporte plusieurs circuits électroniques d'asservissement ($C.A._k$) reliés à un multiplexeur électronique (MUX), chaque circuit électronique d'asservissement étant dédié à un mode de fonctionnement particulier, les caractéristiques électroniques desdits circuits électronique d'asservissement dépendant dudit mode de fonctionnement, ledit circuit électronique d'asservissement n'étant opérationnel que lorsque le mode de fonctionnement est sélectionné.
2. Dispositif d'éclairage à diodes électroluminescentes selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le dispositif d'asservissement comporte des moyens de mémorisation des différents rapports cycliques dédiés à chaque mode de fonctionnement.
3. Dispositif d'éclairage à diodes électroluminescentes selon la revendication 1, **caractérisé en ce que**, lorsque le dispositif d'asservissement est réalisé en analogique, chaque circuit électronique d'asservissement comporte un amplificateur opérationnel à transconductance dit OTA, une commande d'activation et un circuit d'intégration disposés en série.
4. Dispositif d'éclairage à diodes électroluminescentes selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** le gain de l'amplificateur opérationnel à transconductance de chaque circuit électronique d'asservissement dépend du mode de fonctionnement auquel ledit circuit électronique d'asservissement est dédié et **en ce que** les différents circuits d'intégration des différents circuits électroniques sont tous identiques.
5. Dispositif d'éclairage à diodes électroluminescentes selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la première pluralité de rampes est structurée en un premier nombre N d'unités de rampes, chaque unité comprenant un second nombre M de rampes, l'éclairement des diodes composant les rampes étant commandé de façon matricielle par deux circuits de commande encore appelé circuits de « dimming », le premier circuit comprenant N premiers moyens de commande, chaque premier moyen de commande permettant de commander simultanément une et une seule rampe de toutes les unités de rampes, le second circuit comprenant M seconds moyens de commande, chaque second moyen de commande permettant de commander simultanément toutes les rampes d'une et d'une seule unité.
6. Dispositif d'éclairage à diodes électroluminescentes, lesdites diodes électroluminescentes étant agencées en une première pluralité de rampes (R_i) disposées en parallèle, chaque rampe comportant une seconde pluralité de diodes électroluminescentes (D_j) disposées en série, lesdites rampes étant alimentées par une tension continue (V_{HT}) de plusieurs dizaines de volts dite haute tension, ladite tension étant générée par un circuit convertisseur élévateur à partir d'une basse tension continue de quelques volts, la valeur de ladite tension étant contrôlée par le rapport cyclique du circuit convertisseur élévateur, **caractérisé en ce que** ladite tension est asservie à une valeur moyenne constante au moyen d'un dispositif d'asservissement essentiellement numérique (210, 220) contrôlant ledit rapport cyclique, ledit dispositif d'asservissement comportant plusieurs modes de fonctionnement, un mode étant défini soit

EP 2 326 144 A1

par un adressage électronique particulier de la haute tension, soit par un nombre défini de rampes de diodes allumées, le circuit convertisseur élévateur (DCM) «étant à conduction discontinue », à chacun desdits modes de fonctionnement, correspond une boucle d'asservissement qui contrôle le rapport cyclique du circuit convertisseur élévateur, la valeur du rapport cyclique du mode de fonctionnement en cours étant mémorisée avant chaque changement dudit mode en cours.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

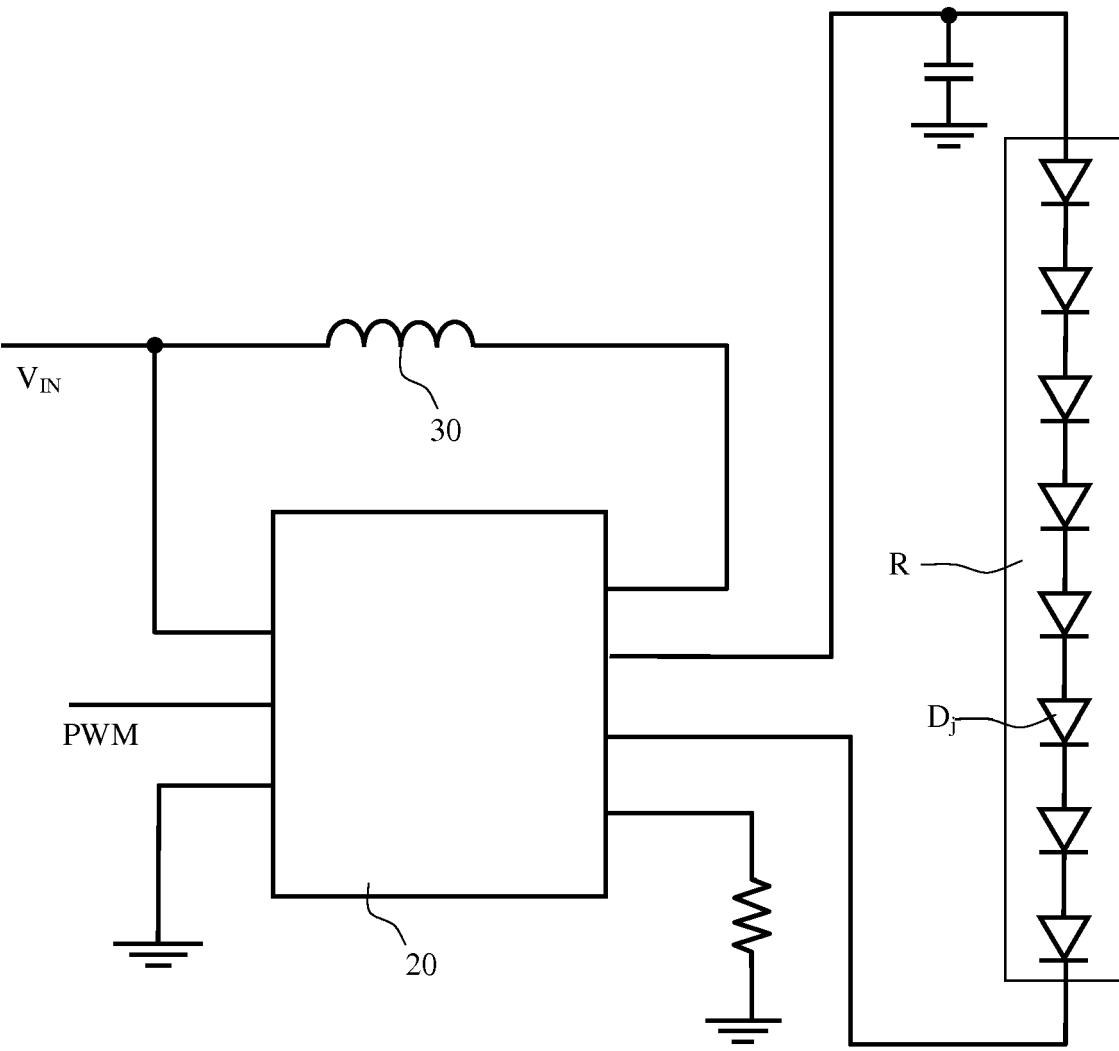


FIG. 1

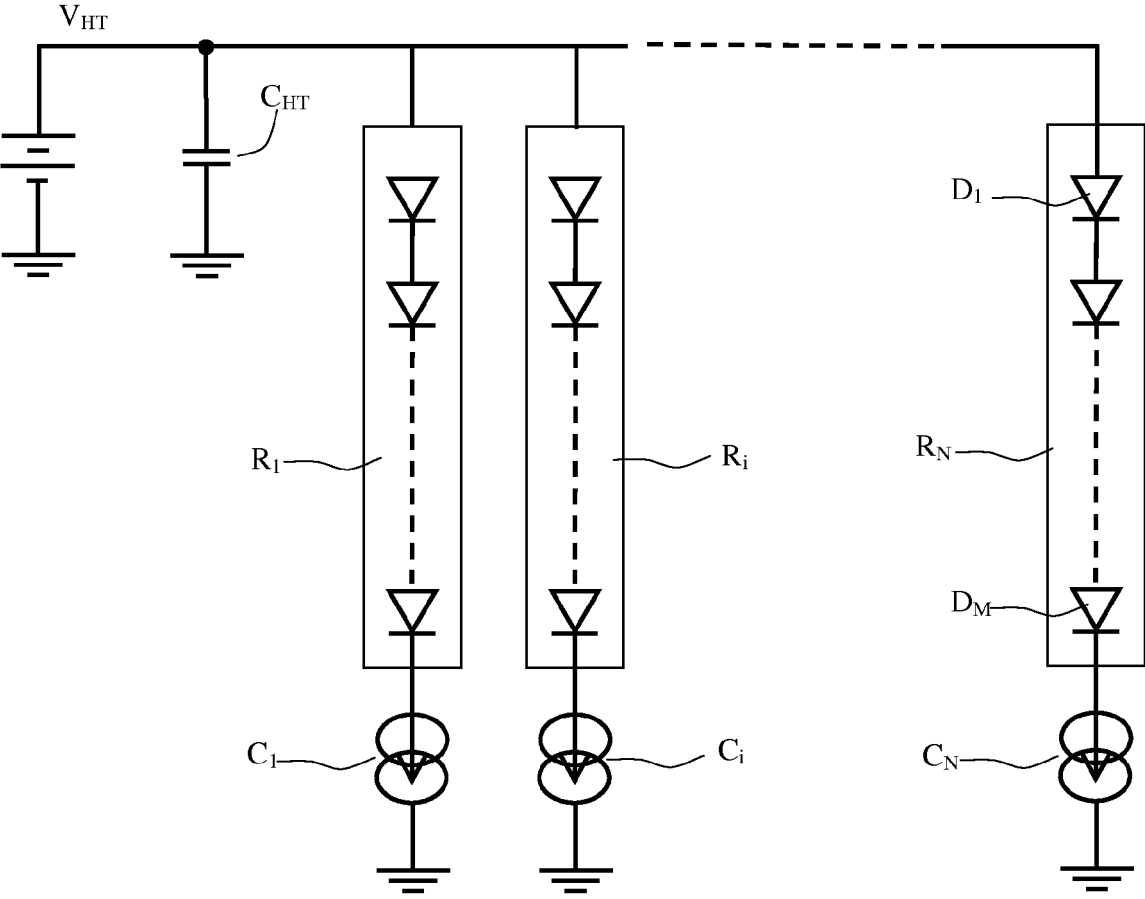


FIG. 2

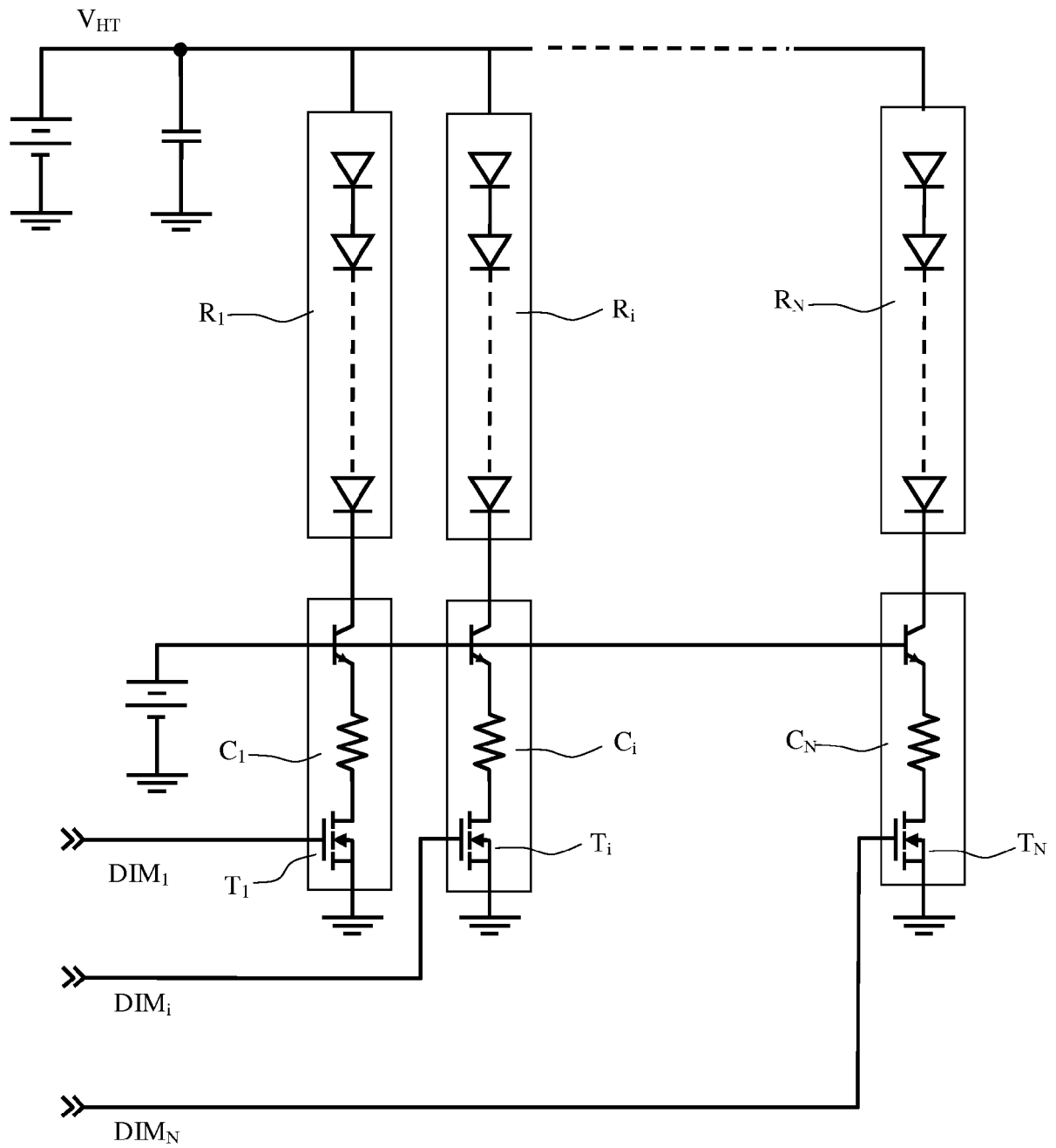


FIG. 3

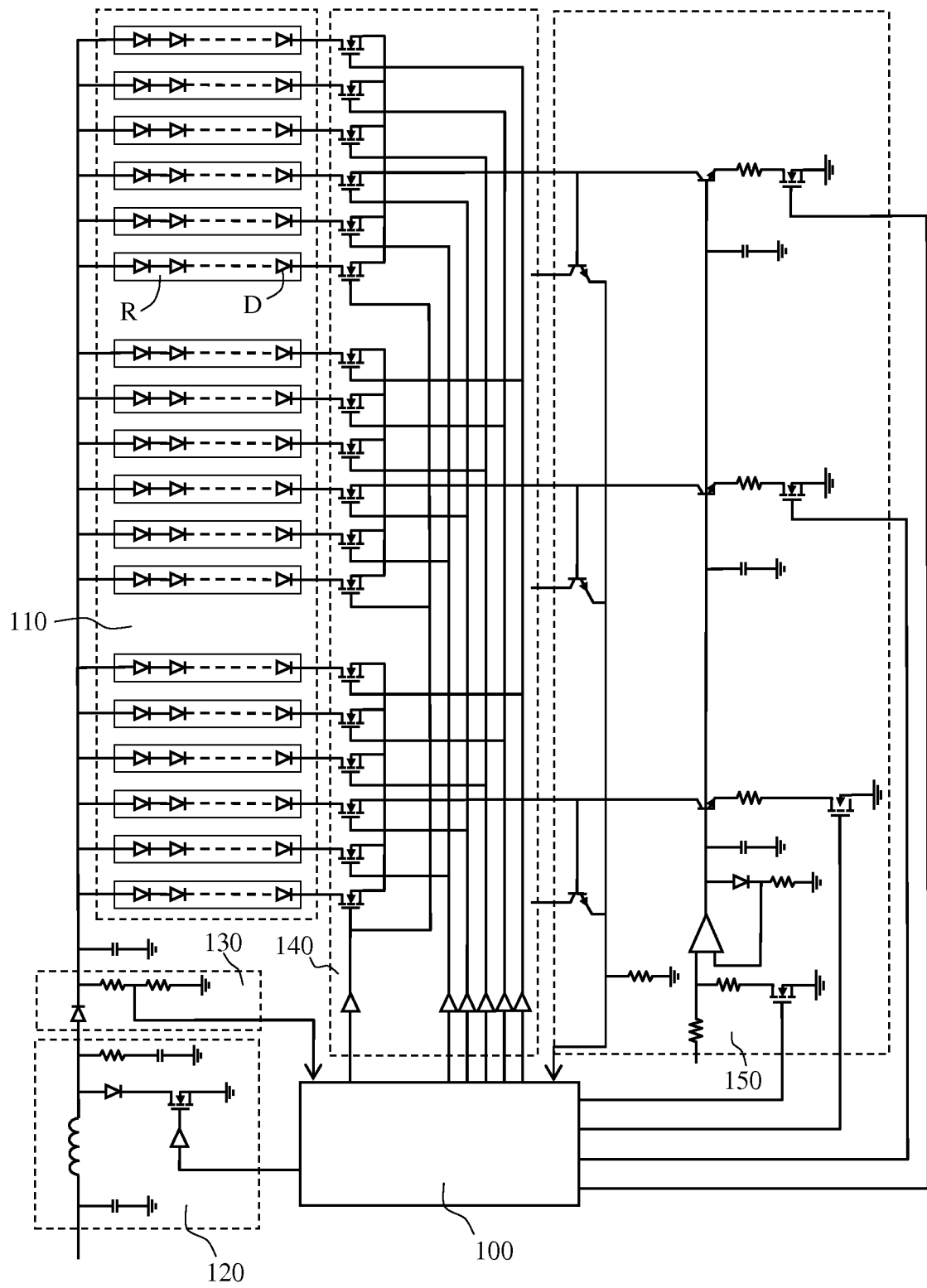


FIG. 4

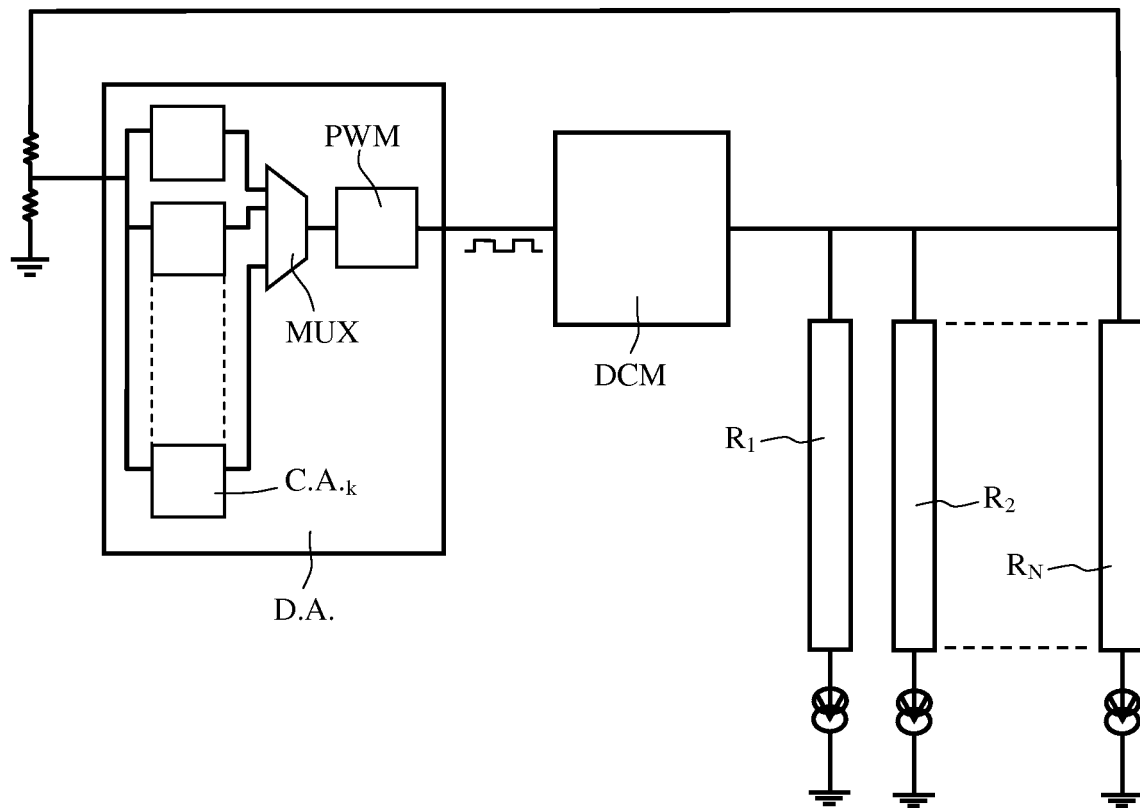


FIG. 5

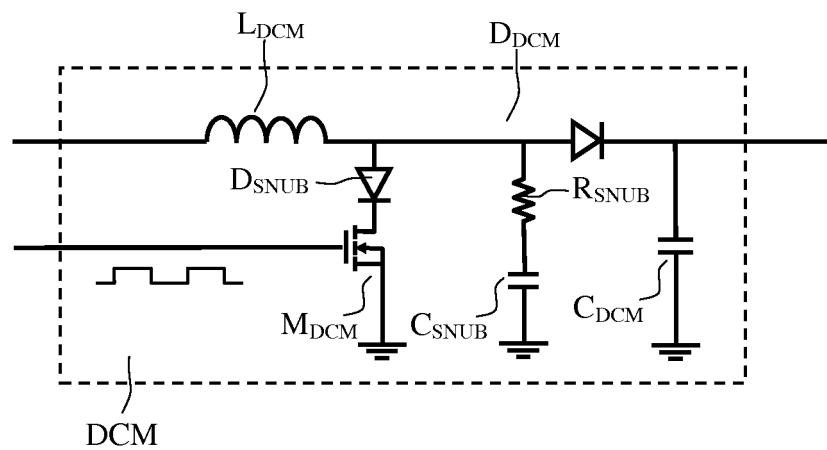


FIG. 6

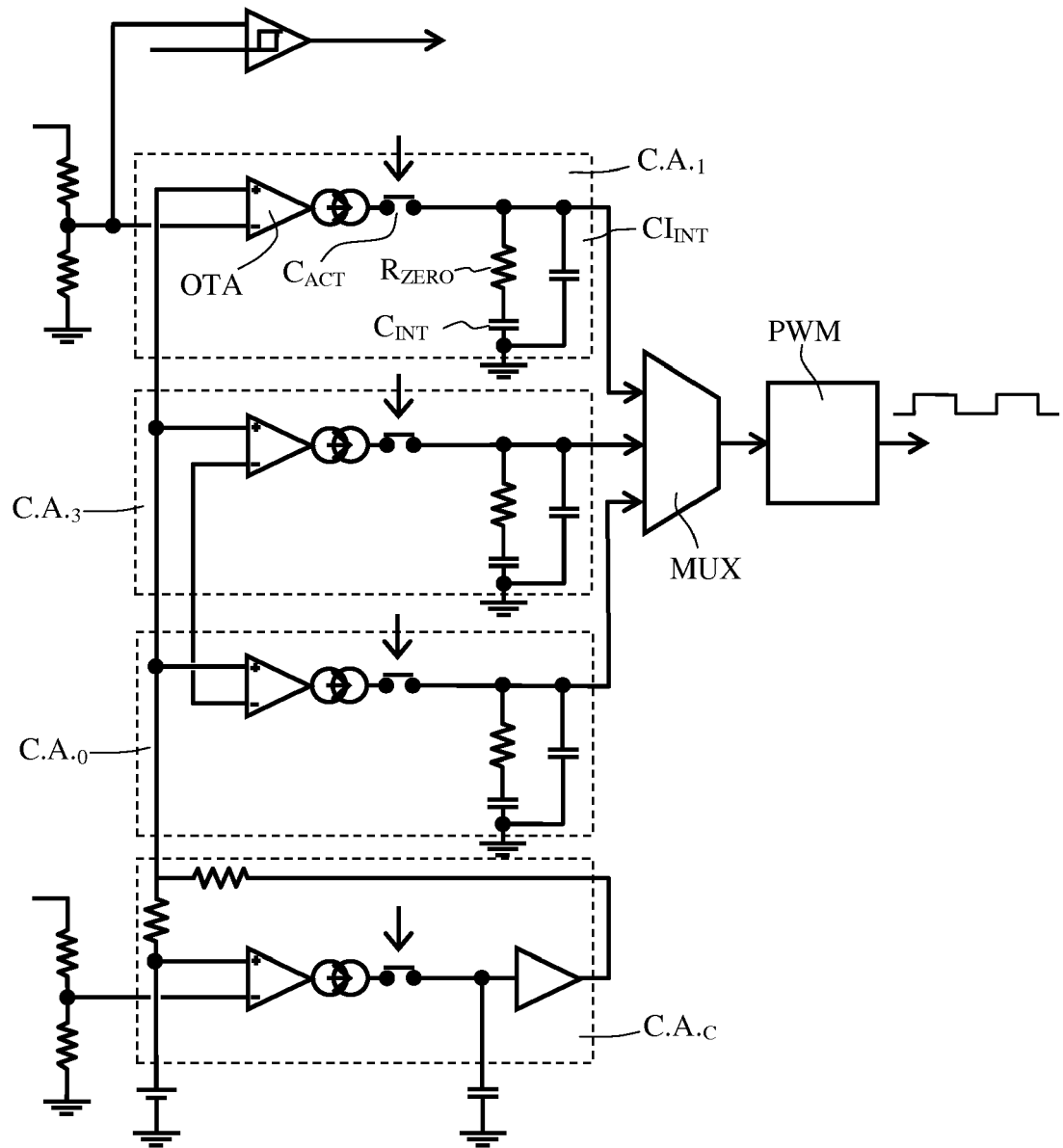


FIG. 7

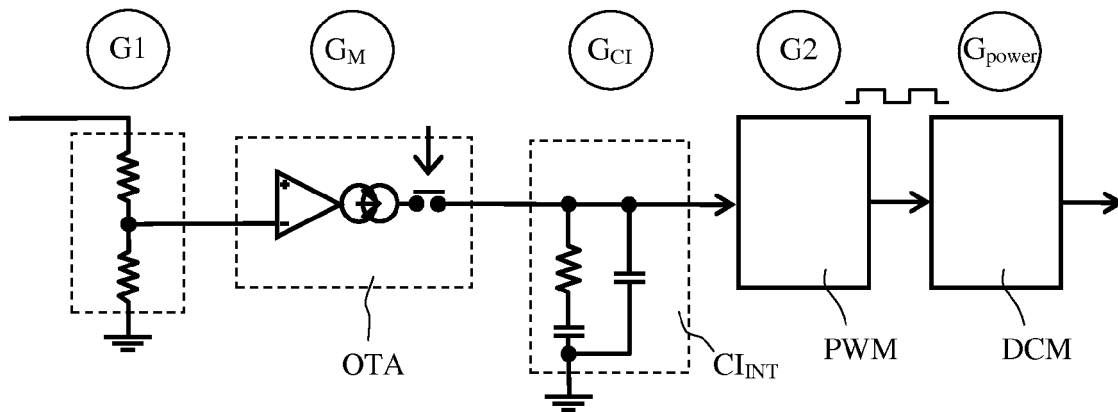


FIG. 8

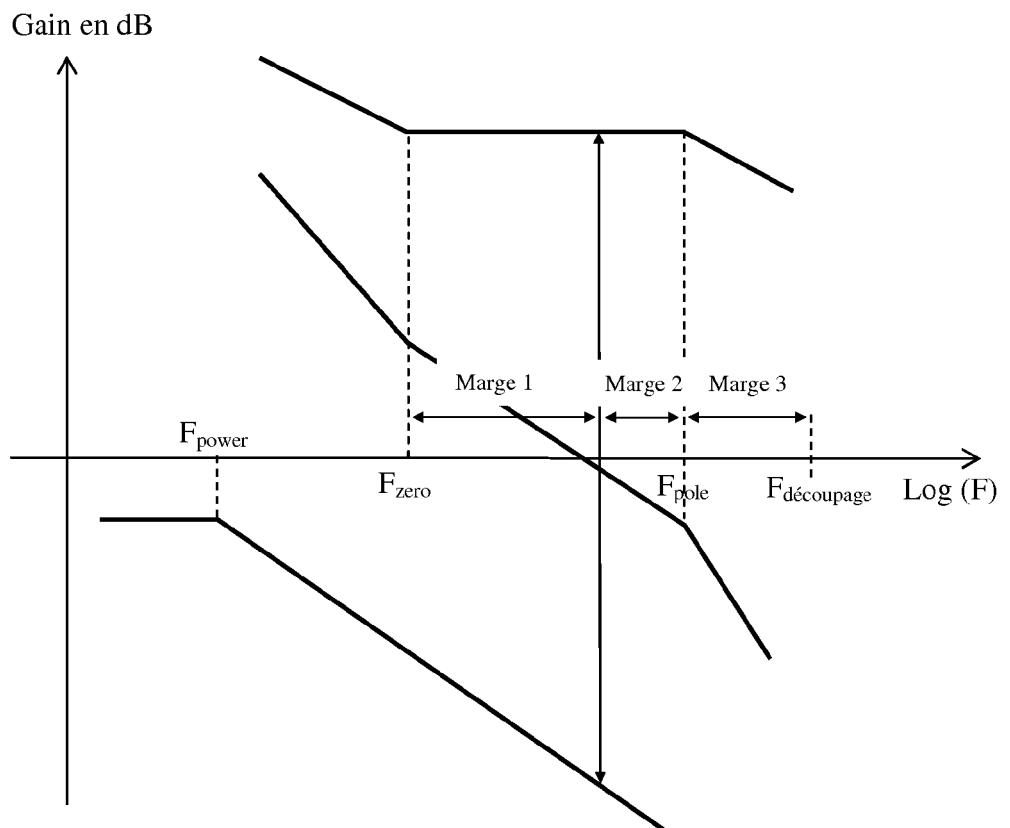


FIG. 9

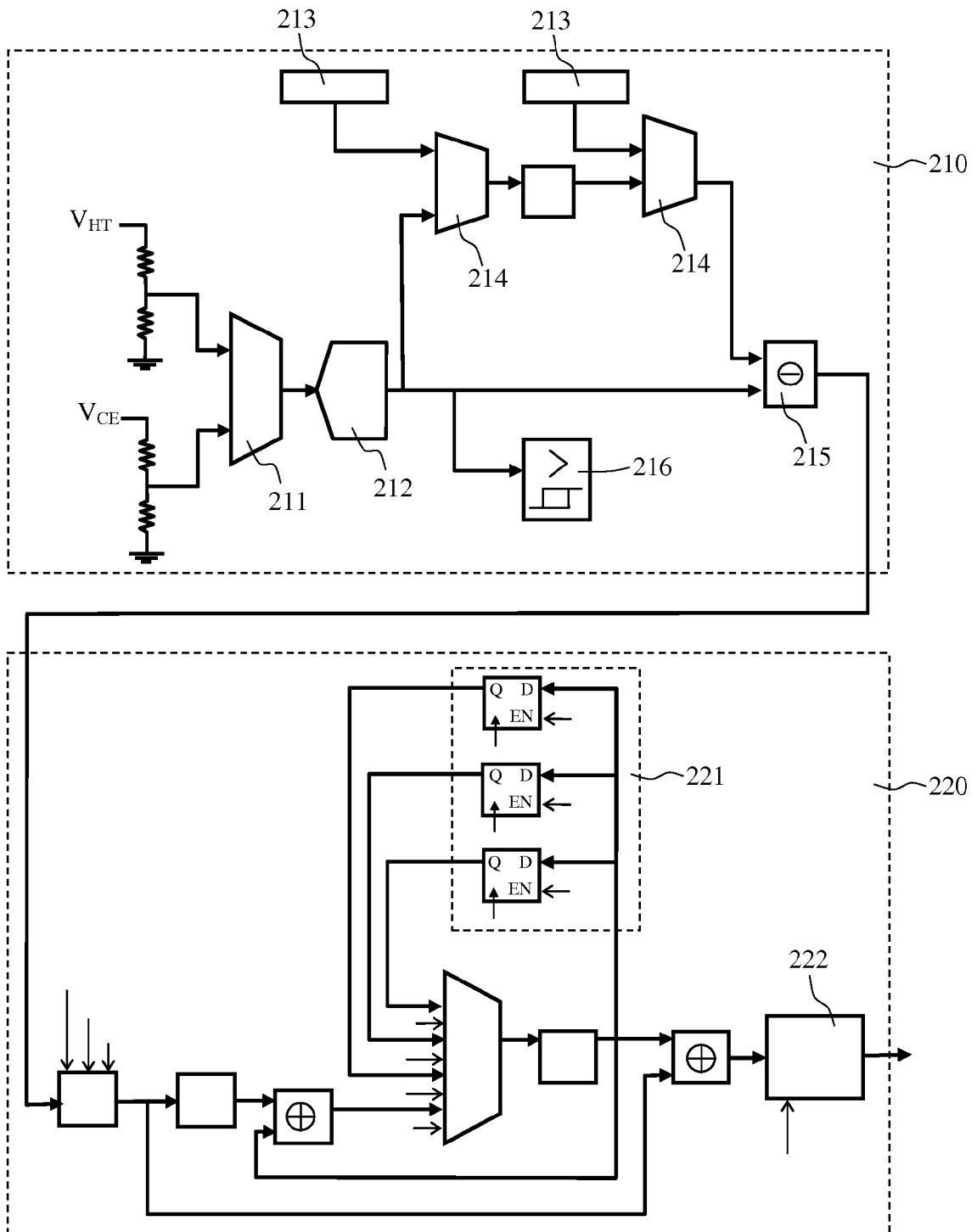


FIG. 10



RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 10 19 1417

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
A	DE 10 2006 059355 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 19 juin 2008 (2008-06-19) * alinéas [0016], [0 23] - [0026]; figures 2-4 *	1-6	INV. H05B33/08
A	US 6 078 148 A (HOCHSTEIN PETER A [US]) 20 juin 2000 (2000-06-20) * abrégé *	1-6	
A	US 2009/167197 A1 (WANG ZHAO [CN] ET AL) 2 juillet 2009 (2009-07-02) * abrégé *	1-6	
A	US 2009/128053 A1 (DHAYAGUDE TUSHAR HERAMB [US] ET AL) 21 mai 2009 (2009-05-21) * abrégé *	1-6	
A	US 2009/016060 A1 (NAKAO SHIGEHARU [JP]) 15 janvier 2009 (2009-01-15) * abrégé *	1-6	
A	US 2007/046485 A1 (GROOTES PIETER [NL] ET AL GROOTES PIETER [NL] ET AL) 1 mars 2007 (2007-03-01) * abrégé *	1-6	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC) H05B
A	US 2009/225020 A1 (RAN KAIPING [US] ET AL) 10 septembre 2009 (2009-09-10) * abrégé *	1-6	
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche Munich		Date d'achèvement de la recherche 10 mars 2011	Examineur Boudet, Joachim
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.**

EP 10 19 1417

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.

Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

10-03-2011

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
DE 102006059355 A1	19-06-2008	CN 101569236 A	28-10-2009
		EP 2123130 A1	25-11-2009
		WO 2008071700 A1	19-06-2008
		US 2010013411 A1	21-01-2010
-----	-----	-----	-----
US 6078148 A	20-06-2000	WO 0171444 A1	27-09-2001
-----	-----	-----	-----
US 2009167197 A1	02-07-2009	CN 101222805 A	16-07-2008
-----	-----	-----	-----
US 2009128053 A1	21-05-2009	EP 2220644 A1	25-08-2010
		KR 20100075636 A	02-07-2010
		WO 2009067542 A1	28-05-2009
-----	-----	-----	-----
US 2009016060 A1	15-01-2009	CN 101161036 A	09-04-2008
		JP 2006303016 A	02-11-2006
		WO 2006112459 A1	26-10-2006
		KR 20070121711 A	27-12-2007
-----	-----	-----	-----
US 2007046485 A1	01-03-2007	CN 101253813 A	27-08-2008
		EP 1922902 A1	21-05-2008
		WO 2007023454 A1	01-03-2007
		JP 2007066897 A	15-03-2007
-----	-----	-----	-----
US 2009225020 A1	10-09-2009	CN 101547540 A	30-09-2009
-----	-----	-----	-----

EPO FORM P0460

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82