

①②

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②② Date de dépôt : 27.10.08.

③③ Priorité :

④③ Date de mise à la disposition du public de la
demande : 30.04.10 Bulletin 10/17.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du
présent fascicule*

⑥③ Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

⑦① Demendeur(s) : ECE Société par actions simplifiée —
FR.

⑦② Inventeur(s) : ABDESSELAM FRANCIS.

⑦③ Titulaire(s) : ECE Société par actions simplifiée.

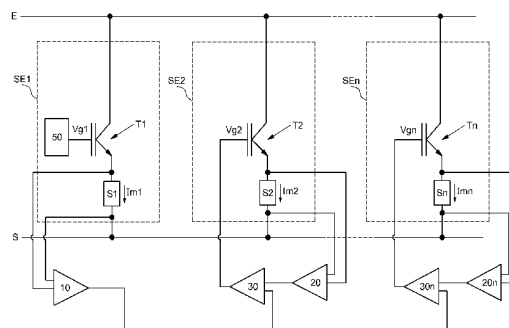
⑦④ Mandataire(s) : BUREAU D.A. CASALONGA &
JOSSE.

⑤④ SYSTÈME D'EQUILIBRAGE DES COURANTS TRAVERSANT DES TRANSISTORS DE PUISSANCE RELIES
EN PARALLELE LORS DE L'OUVERTURE.

⑤⑦ Système de régulation comprenant au moins deux
composants électroniques de puissance reliés en parallèle,
caractérisé par le fait qu'il comprend:

- un premier moyen de détermination (10) du courant en
sortie d'un premier composant électronique de puissance
(T1);

- un deuxième moyen de détermination (10) du courant
en sortie d'un deuxième composant électronique de puis-
sance (T2), et en ce que le premier composant électronique
de puissance (T1) est piloté par une première tension de
commande, le deuxième composant électronique de puis-
sance (T2) étant piloté par une deuxième tension de com-
mande élaborée à partir du courant de sortie du premier
composant électronique de puissance (T1) et du courant de
sortie du deuxième composant électronique de puissance
(T2).



B08-1922FR MSA/ODE

Société par actions simplifiée dite : ECE

Système d'équilibrage des courants traversant des transistors de puissance reliés en parallèle lors de l'ouverture.

Invention de : **ABDESSELAM Francis**

Système d'équilibrage des courants traversant des transistors de puissance reliés en parallèle lors de l'ouverture.

5 L'invention se rapporte au domaine de l'électronique de puissance et plus particulièrement au domaine de la protection des composants d'électronique de puissance.

10 Il est courant d'observer des variations des tensions et des courants aux bornes des composants de puissance connectés en parallèle. Lors de l'ouverture, les courants et les énergies ne sont pas distribuées équitablement et dépendent notamment de la durée d'ouverture de chaque composant. Les composants de puissance n'étant pas toujours rigoureusement identiques, ils peuvent présenter des temps d'ouverture différents. Le composant présentant la vitesse
15 d'ouverture la plus lente doit alors être capable, pour la durée qui sépare son ouverture de la plus proche ouverture d'un autre composant de puissance, d'absorber seul toute l'énergie stockée par le système électrique. Si le temps d'ouverture est long, l'impact thermique sera élevé voir destructif.

20 Un avantage à mettre ces composants de puissance en parallèle est de partager les pertes en conduction. Cependant les pertes dynamiques, c'est-à-dire les pertes à l'ouverture, ne sont pas réparties entre les composants de puissance.

25 Il est alors nécessaire d'augmenter les performances de chaque composant de puissance afin que chacun puisse prendre en charge seul l'évacuation de l'énergie maximale emmagasinée dans le système.

30 Le but de l'invention est donc de fournir un système de répartition intégrant au moins deux composants de puissance et capable d'équilibrer les courants lors de l'ouverture des composants de puissance.

 Un objet de l'invention est un système de régulation comprenant au moins deux composants électroniques de puissance reliés en parallèle, et comprenant :

- un premier moyen de détermination du courant en sortie d'un premier composant électronique de puissance ;

5 - un deuxième moyen de détermination du courant en sortie d'un deuxième composant électronique de puissance, et en ce que le premier composant électronique de puissance est piloté par une première tension de commande, le deuxième composant électronique de puissance étant piloté par une deuxième tension de commande élaborée à partir du courant de sortie du premier composant électronique de puissance et du courant de sortie du deuxième
10 composant électronique de puissance.

Le système de régulation peut comprendre un premier composant électronique de puissance et un ensemble d'au moins un deuxième composant électronique de puissance associé chacun à un deuxième moyen de détermination du courant en sortie du deuxième
15 composant électronique de puissance ; et

pour chaque deuxième composant électronique de puissance, un moyen de comparaison relié en entrée au premier moyen de détermination du courant en sortie du premier composant électronique de puissance et au deuxième moyen de détermination du courant en
20 sortie du deuxième composant électronique de puissance, et en sortie à l'électrode de commande du deuxième composant électronique de puissance.

Le moyen de comparaison peut être apte à émettre un signal de commande dépendant de la différence entre le courant en sortie du premier composant électronique de puissance et le courant en sortie du
25 deuxième composant électronique de puissance.

Chaque moyen de détermination du courant en sortie d'un composant électronique de puissance peut comprendre une première résistance, une deuxième résistance, un amplificateur opérationnel, et
30 un transistor IGBT,

le moyen de détermination du courant étant apte à émettre un courant proportionnel au courant en sortie du composant électronique de puissance.

Chaque moyen de comparaison peut comprendre un amplificateur opérationnel fonctionnant en amplificateur de différence, connecté par l'entrée non inverseuse à la sortie du premier moyen de détermination du courant en sortie d'un premier composant électronique de puissance et par l'entrée inverseuse à la sortie d'un deuxième moyen de détermination du courant en sortie du deuxième composant électronique de puissance.

Le système de régulation peut comprendre un étage d'injection comprenant deux transistors connectés par leurs émetteurs respectifs, et reliant un moyen de comparaison à un composant électronique de puissance.

Un composant d'électronique de puissance peut être un transistor de puissance.

D'autres buts, caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description suivante, donnée uniquement à titre d'exemple non limitatif et faite en référence aux dessins annexés sur lesquels :

-la figure 1 illustre le montage en parallèle de deux composants électroniques de puissance ;

-la figure 2 illustre de façon schématisée le système de régulation ;

-la figure 3 illustre les principaux composants d'un moyen de détermination ;

-la figure 4 les principaux éléments du moyen de comparaison ;
et

-la figure 5 illustre les différents éléments compris dans les principaux moyens de l'invention.

Sur la figure 1, on peut voir deux composants électroniques de puissance, SE1 et SE2, reliés en parallèle. Chaque composant électronique de puissance comprend, notamment, un transistor de puissance, noté T1 pour le composant SE1 et T2 pour le composant SE2.

Par transistor, on considère aussi bien les transistors bipolaires à grille isolée (notés par la suite transistors IGBT) que les transistors

métal oxyde semi-conducteur (notés par la suite transistors MOS). Pour la suite du présent document, on pourra remplacer les termes collecteur, émetteur, V_{ce} , V_{ge} , I_c concernant un transistor IGBT par, respectivement, les termes drain, source, V_{ds} , V_{gs} , I_d concernant un transistor MOS.

Les transistors T1 et T2 sont ici des transistors bipolaires à grille isolée. Ils sont reliés à un conducteur d'entrée E et à un conducteur de sortie S. D'autres composants électroniques de puissance SEn peuvent être connectés en parallèle, par connexion sur les conducteurs E et S.

Chaque transistor est piloté par un signal de commande. Dans le cas représenté sur la figure 1, le transistor T1 est commandé par une tension de grille V_{g1} . Le transistor T2 est commandé par une tension de grille V_{g2} . Des résistances peuvent être reliées en série avec la sortie du transistor, par exemple la résistance S1 connectée sur l'émetteur du premier transistor T1 et la résistance S2 connectée sur l'émetteur S2 du deuxième transistor T2.

La figure 2 illustre de façon schématisée le système de régulation selon l'invention. Il est destiné à piloter le fonctionnement du transistor T2 à partir du niveau de tension présent en sortie des transistors T1 et T2.

Comme on le voit, le système de régulation comporte outre les composants d'électronique de puissance, des premiers moyens 10 pour déterminer le courant de sortie du premier transistor, des deuxièmes moyens 20 pour déterminer le courant de sortie du deuxième transistor et des moyens de comparaison 30 assurant la comparaison des niveaux de courants déterminés par les premiers et deuxièmes moyens 10 et 20. Ainsi, alors que le premier composant électronique de puissance SE1 est commandé par un moyen de commande 50, le deuxième composant électronique SE2 est asservi en fonction de la variation de courant en sortie du premier transistor T1 par l'intermédiaire des moyens de détermination 10, 20 et du moyen de comparaison 30.

Plus précisément, le premier moyen de détermination 10 est relié par une entrée à une borne de la résistance S1 et par une autre entrée à une autre borne de la résistance S1.

De même, le deuxième moyen de détermination 20 est relié par une entrée à une borne de la résistance S2 et par une autre entrée à une autre borne de la résistance S2.

Ces premier et deuxième moyens de détermination seront détaillés par la suite en référence à la figure 3.

Le moyen de comparaison 30 est relié par une entrée à la sortie du premier moyen de détermination 10 et par une autre entrée à la sortie du deuxième moyen de détermination 20. Le moyen de comparaison 30 est par exemple réalisé à partir d'un amplificateur opérationnel monté en comparateur détaillé en référence à la figure 4.

La sortie du moyen de comparaison 30 est reliée à la grille du deuxième transistor T2.

Le moyen de comparaison 30 réalise la comparaison entre la tension aux bornes de la résistance S1, déterminée par le premier moyen de détermination 10 et la tension aux bornes de la résistance S2, déterminée par le deuxième moyen de détermination 20. Le moyen de comparaison 30 émet alors un signal de commande du deuxième transistor T2 en fonction du résultat de la différence de façon que l'ouverture des deux transistors soit simultanée.

Comme illustré, d'autres composants électroniques SEn peuvent être connectés en parallèle aux composants SE1 et SE2. Dans ce cas, un composant électronique SEn est commandé par un moyen de comparaison 30n de la même façon que le composant électronique SE2 est commandé par le moyen de comparaison 30. Un deuxième moyen de détermination 20n est relié à une résistance Sn d'une façon similaire à la façon dont le deuxième moyen de détermination 20 est relié à la résistance S2. Sa sortie est située en entrée d'un comparateur 30n qui délivre un signal de commande Vgn au transistor Tn suivant le niveau de courant en sortie du transistor T1.

Quelque soit le nombre de composants électroniques de puissance, le courant I_{m1} en sortie du premier transistor T1 devient une consigne commune pour tous les autres composants électroniques.

5 Dans une configuration à deux composants électroniques de puissance SE1 et SE2, le moyen de comparaison 30 compare le courant I_{m1} au courant I_{m2} déterminé par le deuxième moyen de détermination 20. La différence entre les deux courant I_{m1} et I_{m2} est amplifiée et appliquée sur la borne de commande du deuxième transistor T2.

10 La figure 3 illustre les principaux composants du premier moyen de détermination 10.

Une première entrée du premier moyen de détermination 10 est connectée entre le premier transistor T1 et la résistance S1. Une deuxième entrée du premier moyen de détermination 10 est connectée entre la résistance S1 et le conducteur de sortie S.

15 La première entrée est connectée à une résistance RA1, la sortie de celle-ci étant reliée d'une part à une entrée d'un amplificateur opérationnel 11 et d'autre part à la source d'un transistor MOSFET 12 (transistor métal oxyde semi-conducteur à effet de champ).

20 La deuxième entrée est connectée directement à la deuxième entrée de l'amplificateur opérationnel 11. La sortie de l'amplificateur opérationnel 11 est reliée à la grille du transistor MOSFET 12. La sortie du transistor MOSFET 12 est reliée à la fois à la sortie du premier moyen de détermination 10 et à une borne d'une résistance RB1. L'autre borne de la résistance RB1 est reliée à la masse.

25 Si on considère I_{c1} , un courant de collecteur du premier transistor T1, et l'image du courant I_{m1} en sortie du premier moyen de détermination 10, on peut écrire la relation suivante entre les courants I_{c1} et I_{m1} :

30
$$I_{m1} = I_{c1} \cdot S1 \cdot RB1 / RA1$$

Une structure similaire est employée pour réaliser le deuxième moyen de détermination 20, et d'autres moyens de détermination. Les valeurs et caractéristiques des éléments employés peuvent changer tout en conservant la même fonction.

La figure 4 illustre les principaux éléments du moyen de comparaison 30.

Une première entrée du moyen de comparaison 30 est reliée à la sortie du premier moyen de détermination 10. La première entrée du moyen de comparaison 30 est reliée à une borne de la résistance 32. L'autre borne de la résistance 32 est reliée d'une part à l'entrée non inverseuse d'un amplificateur opérationnel 31 et d'autre part à une résistance 34. La résistance 34 est reliée à une borne d'un condensateur 35 dont l'autre borne est reliée à la masse.

La deuxième entrée du moyen de comparaison 30 est reliée à la sortie du deuxième moyen de détermination 20. La deuxième entrée du moyen de comparaison 30 est reliée à une borne de la résistance 33. L'autre borne de la résistance 33 est reliée d'une part à l'entrée inverseuse de l'amplificateur opérationnel 31 et d'autre part à une résistance 36. La résistance 36 est reliée à une borne d'un condensateur 37 dont l'autre borne est reliée à la sortie de l'amplificateur opérationnel 31.

La sortie de l'amplificateur opérationnel 31 est reliée à une borne d'une résistance 38. L'autre borne de la résistance 38 est reliée d'une part à la sortie de moyen de comparaison 30 et d'autre part à la masse par l'intermédiaire d'un condensateur 39. Les marges de gain et de phase dépendent de la résistance 34 et du condensateur 37.

Une structure similaire est employée pour réaliser un éventuel moyen de comparaison 30n. Les valeurs et caractéristiques des éléments employés peuvent changer tout en conservant la même fonction.

La figure 5 illustre les différents éléments principaux de l'invention dans le cadre de la régulation de deux composants électroniques de puissance SE1 et SE2.

Tels qu'ils ont été décrits précédemment, on retrouve le composant électronique de puissance SE1, le composant électronique de puissance SE2, le premier moyen de détermination 10, le deuxième moyen de détermination 20 et le moyen de comparaison 30. Est

également illustré le moyen de commande 50 commandant la grille du premier transistor T1.

Le moyen de commande 50 est relié par une première connexion à la grille du premier transistor T1 et par une deuxième connexion, au collecteur du premier transistor T1. Le moyen de commande 50 comprend un bloc de contrôle 53 de la tension entre le collecteur et l'émetteur du transistor T1.

On peut également voir sur la figure 5, les éléments compris dans l'étage d'injection 40. L'étage d'injection 40 est relié par une entrée à la sortie du moyen de comparaison 30, et par une sortie à la grille du deuxième transistor T2.

L'étage d'injection 40 comprend un transistor 42 de type PNP et un transistor 43 de type NPN connectés en émetteur commun. Le collecteur du transistor 42 est relié à la masse, sa grille est reliée à l'entrée de l'étage d'injection 40. Son émetteur est relié à l'émetteur du transistor 43. La grille du transistor 43 est également reliée à l'entrée de l'étage d'injection 40 et son collecteur est relié à une borne d'une résistance 41. L'autre borne de la résistance 41 est reliée à l'entrée de l'étage d'injection 40. En parallèle de la résistance 41 se trouve un interrupteur 44.

La sortie de l'étage d'injection 40 est reliée d'une part aux émetteurs du transistor 42 et du transistor 43 et d'autre part à la grille du deuxième transistor T2.

Les moyens de commande 10 et 20 génèrent des courants I_{m1} et I_{m2} images des courants circulant dans les résistances S1 et S2.

Pour trois composants électroniques de puissance connectés en parallèle, chaque composant étant calibré en courant pour une valeur de 150A, et un temps d'ouverture compris entre 50 μ s et 1ms, le système de régulation permet d'obtenir un équilibre des courants entre les trois composants de puissance présentant un écart par rapport au courant de crête, inférieur à 10%.

Comme on le conçoit, l'invention qui vient d'être décrite permet la réalisation d'un étage de puissance comprenant un ensemble de composés de puissance montés en parallèle dont l'un des

composants est piloté par un étage de commande externe et dont autres les composants sont pilotés à partir du fonctionnement du premier composant.

REVENDICATIONS

1. Système de régulation comprenant au moins deux composants électroniques de puissance reliés en parallèle, caractérisé
5 par le fait qu'il comprend :

- un premier moyen de détermination (10) du courant en sortie d'un premier composant électronique de puissance (T1) ;
- un deuxième moyen de détermination (10) du courant en sortie d'un deuxième composant électronique de puissance (T2), et en
10 ce que le premier composant électronique de puissance (T1) est piloté par une première tension de commande, le deuxième composant électronique de puissance (T2) étant piloté par une deuxième tension de commande élaborée à partir du courant de sortie du premier composant électronique de puissance (T1) et du courant de sortie du
15 deuxième composant électronique de puissance (T2).

2. Système de régulation selon la revendication 1, comprenant un premier composant électronique de puissance et un ensemble d'au moins un deuxième composant électronique de puissance associé chacun à un deuxième moyen de détermination (20) du courant en
20 sortie du deuxième composant électronique de puissance ; et

pour chaque deuxième composant électronique de puissance, un moyen de comparaison (30) relié en entrée au premier moyen de détermination (10) du courant en sortie du premier composant électronique de puissance (T1) et au deuxième moyen de détermination
25 (20) du courant en sortie du deuxième composant électronique de puissance (T2), et en sortie à l'électrode de commande du deuxième composant électronique de puissance (T2).

3. Système de régulation selon la revendication 1, dans lequel le moyen de comparaison (30) est apte à émettre un signal de
30 commande dépendant de la différence entre le courant en sortie du premier composant électronique de puissance (T1) et le courant en sortie du deuxième composant électronique de puissance (T2).

4. Système de régulation selon l'une des revendications précédentes, dans lequel chaque moyen de détermination du courant en sortie d'un composant électronique de puissance comprend une première résistance (RA1), une deuxième résistance (RB1), un amplificateur opérationnel (11), et un transistor IGBT (12),

le moyen de détermination du courant étant apte à émettre un courant proportionnel au courant en sortie du composant électronique de puissance.

5. Système de régulation selon l'une des revendications précédentes, dans lequel chaque moyen de comparaison comprend un amplificateur opérationnel fonctionnant en amplificateur de différence, connecté par l'entrée non inverseuse à la sortie du premier moyen de détermination (10) du courant en sortie d'un premier composant électronique de puissance (T1) et par l'entrée inverseuse à la sortie d'un deuxième moyen de détermination du courant en sortie du deuxième composant électronique de puissance (T2).

6. Système de régulation selon l'une des revendications précédentes comprenant un étage d'injection comprenant deux transistors connectés par leurs émetteurs respectifs, et reliant un moyen de comparaison à un composant électronique de puissance.

7. Système de régulation selon l'une des revendications précédentes, dans lequel un composant d'électronique de puissance est un transistor de puissance.

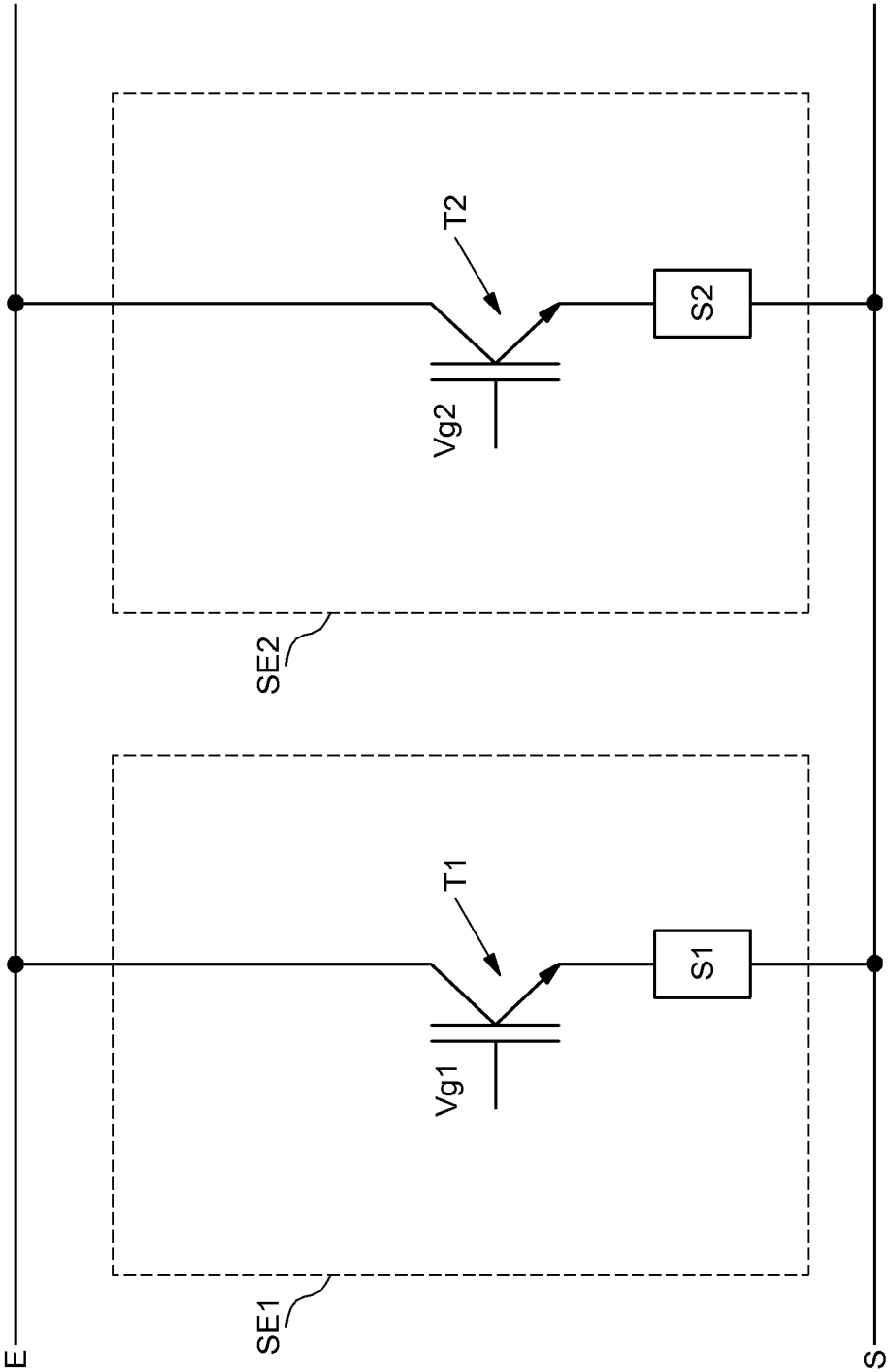


FIG.1

2/5

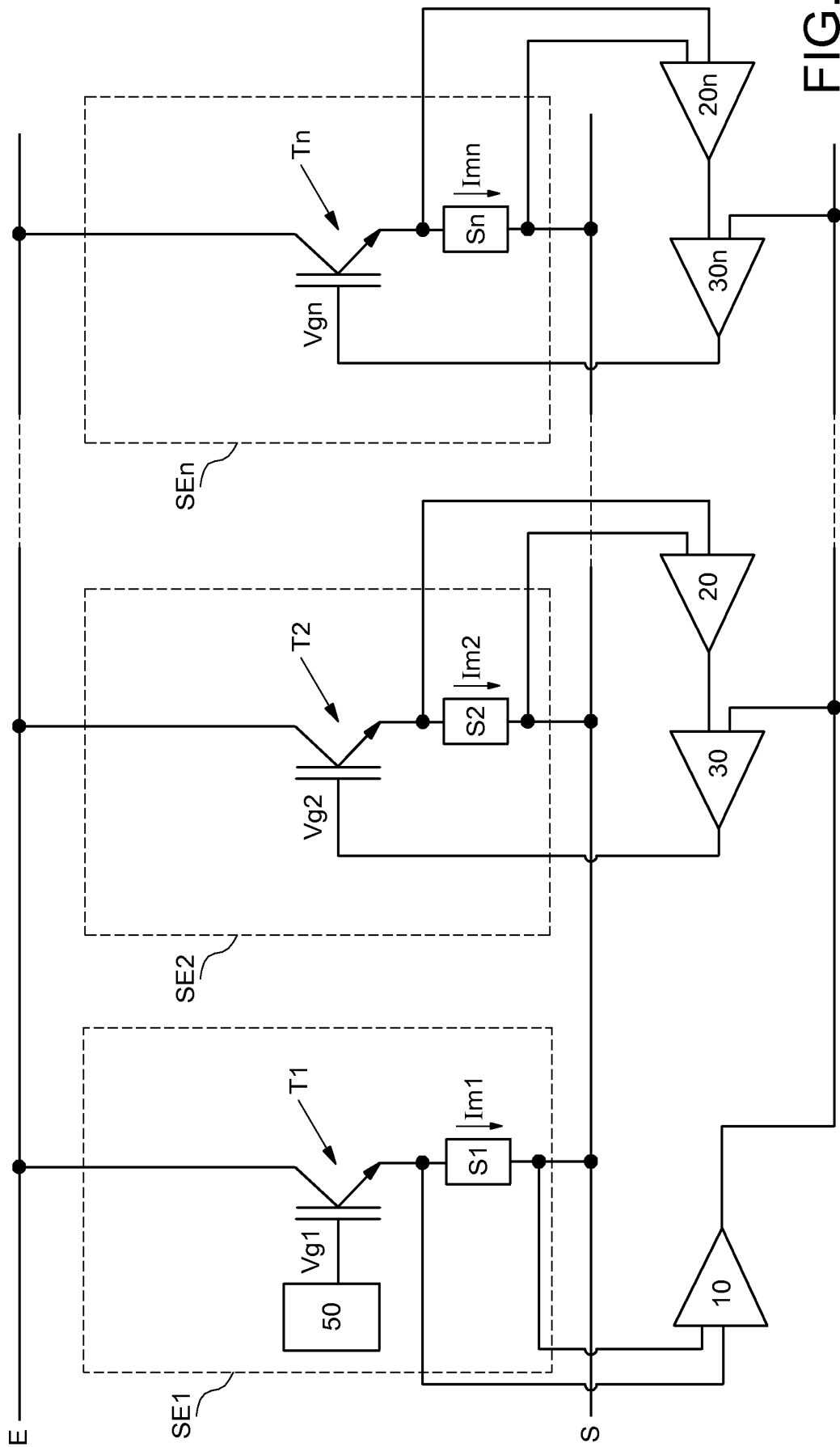


FIG. 2

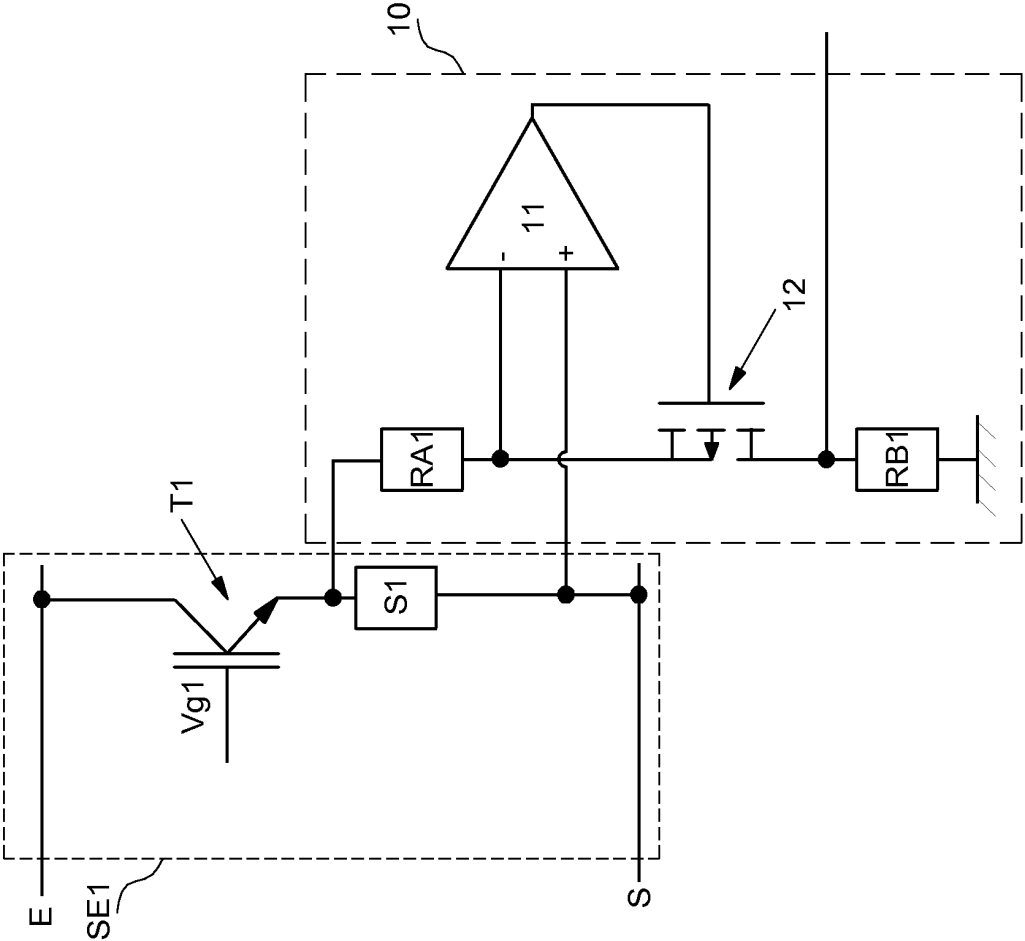
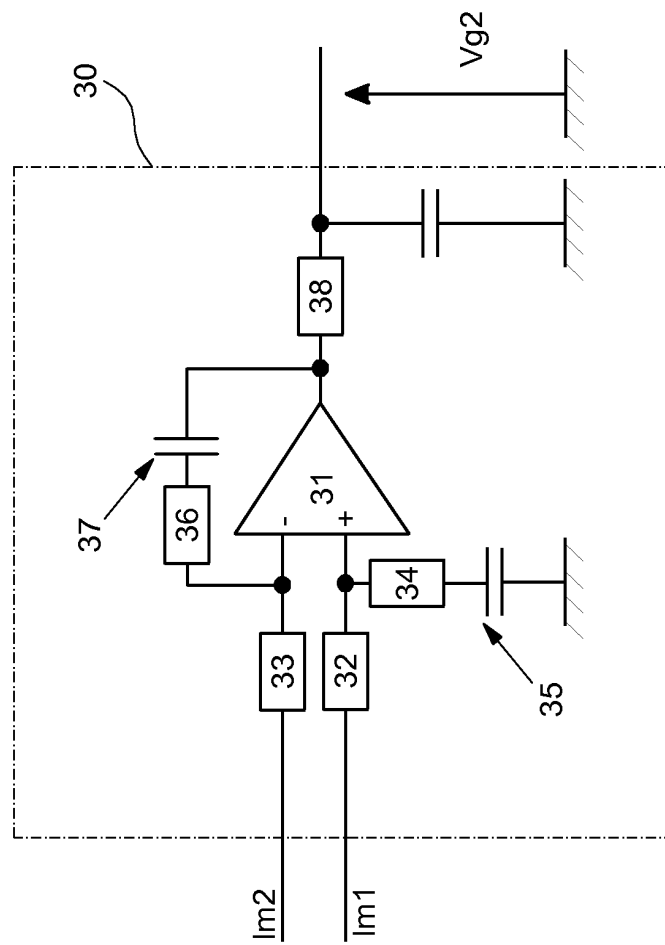


FIG. 3

4/5

FIG. 4

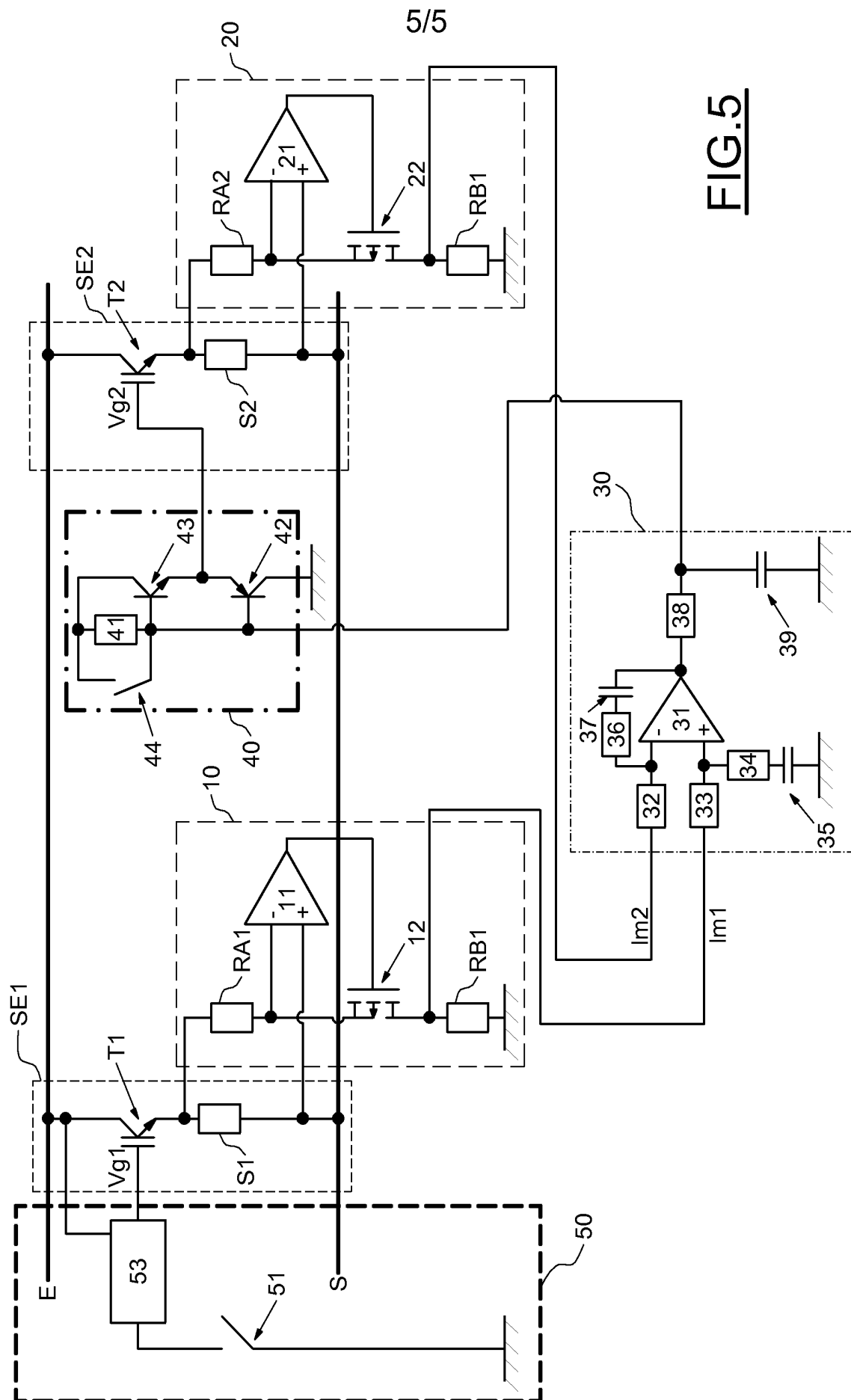


FIG. 5



RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement
national

FA 715517
FR 0857285

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	US 3 675 114 A (NERCESSIAN SARKIS) 4 juillet 1972 (1972-07-04) * colonne 1, ligne 38 - colonne 5, ligne 48; figure 2 *	1-7	G05F1/66 H02M1/088
X	----- SU 1 304 007 A1 (OSIPOV VLADIMIR F [SU]; RABINSKIJ EVGENIJ V [SU]; RUZHINSKIJ VADIM R []) 15 avril 1987 (1987-04-15) * le document en entier *	1-7	
A	----- US 4 461 690 A (ROLFF ROLF [DE] ET AL) 24 juillet 1984 (1984-07-24) * le document en entier *	1-7	
A	----- US 4 270 159 A (BUCKLE ALLAN S) 26 mai 1981 (1981-05-26) * le document en entier *	1-7	
A	----- WELLS F D ET AL: "Regulator to Control Current Sharing among Parallel-Connected Power Transistors" IEEE TRANSACTIONS ON NUCLEAR SCIENCE, IEEE SERVICE CENTER, NEW YORK, NY, US, vol. 34, no. 4, 1 août 1983 (1983-08-01), pages 2935-2937, XP011223836 ISSN: 0018-9499 * le document en entier *	1-7	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
			G05F H02H H02M
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
13 octobre 2009		Hernandez Serna, J	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	
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			

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 0857285 FA 715517**

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

Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **13-10-2009**

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

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 3675114	A	04-07-1972	AUCUN
SU 1304007	A1	15-04-1987	AUCUN
US 4461690	A	24-07-1984	CA 1164942 A1 03-04-1984
		DE 2951708 A1 02-07-1981	
		FR 2472299 A1 26-06-1981	
		GB 2069003 A 19-08-1981	
		JP 2033267 U 01-03-1990	
		JP 3022275 Y2 15-05-1991	
		JP 56093900 A 29-07-1981	
US 4270159	A	26-05-1981	AUCUN