

①2 **DEMANDE DE CERTIFICAT D'ADDITION
À UN BREVET D'INVENTION**

A2

②2 Date de dépôt : 18 juillet 1988.

③0 Priorité :

④3 Date de la mise à disposition du public de la
demande : BOPI « Brevets » n° 3 du 19 janvier 1990.

⑥0 Références à d'autres documents nationaux appa-
rentés : 1^{re} addition au brevet 88 01057 pris le 29
janvier 1988.

⑦1 Demandeur(s) : *CENTRE NATIONAL D'ETUDES SPA-
TIALES. — FR.*

⑦2 Inventeur(s) : Christian Rouzies.

⑦3 Titulaire(s) :

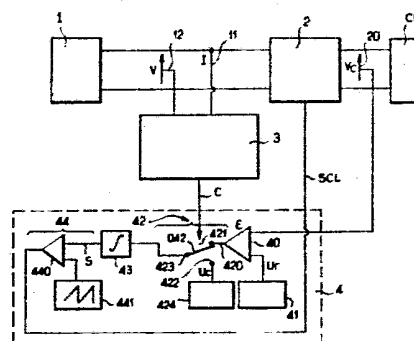
⑦4 Mandataire(s) : Cabinet Regimbeau, Martin, Schrimpf,
Warcoïn et Ahner.

⑤4 Système de régulation du point de fonctionnement d'une alimentation à courant continu en zone de caractéristique
générateur de tension ou de courant imposée.

⑤7 L'invention concerne un système de régulation du point
de fonctionnement d'une alimentation à courant continu un
système à un générateur couplé à un convertisseur 2 à modu-
lation de largeur d'impulsion.

Le système comprend des moyens 11 et 12 de prélèvement
de la tension V et du courant I délivré par le générateur de
courant 1 des moyens 3 détecteurs à seuil de décrochement
du convertisseur 2 délivrant un signal logique C représentatif
de l'état de décrochage ou non décrochage du convertisseur 2
par rapport aux valeurs de seuil. Une boucle de régulation 4
comporte un élément de commutation 42 lequel permet par
commutation du signal d'erreur ε sur une tension de com-
mande U_c de renvoyer le point de fonctionnement en zone de
fonctionnement de tension ou de courant au voisinage du
point de fonctionnement correspondant à l'extraction de puis-
sance électrique maximale indépendamment de l'appel de cou-
rant par la charge utile CU .

Application à la régulation des circuits d'alimentation élec-
trique d'installation spatiale.



La présente invention est relative à un perfectionnement au système de régulation du point de fonctionnement d'une alimentation à courant continu selon la demande de brevet principal n° 88 01057 au nom de la demanderesse.

5 Dans la demande de brevet principal précitée, une détection du seuil de décrochement en fonction de la puissance électrique appelée du convertisseur à modulation de largeur d'impulsions électriques est effectuée le seuil de décrochement en tension et en intensité étant variable et convergent, en fonction de la puissance appelée, vers des valeurs voisines
10 de la tension et du courant débités par le générateur 1 correspondant à la puissance maximale.

Ce mode de fonctionnement donne toute satisfaction. Cependant, lors du passage du mode d'extraction de la puissance maximale du générateur au mode de régulation de la tension de sortie, de par la
15 symétrie du système, le point de fonctionnement du générateur est susceptible de se placer soit en zone de générateur de tension, soit en zone de générateur de courant de façon aléatoire.

Il peut cependant être souhaitable lors du passage du mode d'extraction de la puissance maximale du générateur au mode de régulation
20 de tension, ou de courant, que le point de fonctionnement passe systématiquement et immédiatement sur la zone source de tension ou sur la zone source de courant, sans attendre que le point de fonctionnement atteigne ses valeurs limites I_{lim} ou U_{lim} , ainsi que décrit dans la demande brevet principal.

25 Ce résultat peut, conformément à l'objet du présent perfectionnement, être atteint en prévoyant des moyens inverseurs comprenant un inverseur comportant une première borne d'entrée recevant le signal d'erreur amplifié, une deuxième borne d'entrée, une borne de sortie et une borne de commande d'inversion recevant le signal logique
30 représentatif de l'état de décrochage ou de non décrochage du convertisseur, des moyens générateurs d'une tension de référence étant directement connectés à la deuxième borne de sortie de l'inverseur, la borne de sortie de ce dernier étant directement connectée à l'entrée des moyens intégrateurs pour délivrer à ces derniers soit le signal d'erreur amplifié,

soit, sur commutation par l'intermédiaire du signal logique représentatif de l'état de décrochage du convertisseur, la tension de référence de façon à positionner directement le point de fonctionnement sur la zone source de courant ou source de tension indépendamment de la valeur du courant d'entrée ou de la tension du convertisseur.

Le perfectionnement, objet de l'invention, trouve également application à la régulation des circuits d'alimentation électrique d'installations spatiales.

Une description plus détaillée du perfectionnement précité sera donnée en liaison avec la description et les dessins ci-après dans lesquels :

- la figure 1 représente un schéma fonctionnel synoptique du perfectionnement objet de l'invention.
- la figure 2 représente un mode de réalisation plus détaillé d'un perfectionnement objet de l'invention,
- la figure 3 représente un mode de réalisation particulier non limitatif du perfectionnement objet de l'invention tel que représenté en figure 2, dans une version simplifiée.

Dans la description ci-après, les éléments portant les mêmes références que les éléments de la demande de brevet principal assurent les mêmes fonctions.

L'invention sera tout d'abord décrite en liaison avec la figure 1.

Conformément à la figure précitée, le système de régulation objet de l'invention comporte, conformément à la demande de brevet principal, un système à un générateur de courant couplé à un convertisseur 2 à modulation de largeur d'impulsion.

Les moyens 11 et 12 de prélèvement et de mesure de la tension V et du courant I délivrés par le générateur de courant 1 au convertisseur 2 sont prévus, ces moyens délivrant un signal représentatif

de l'intensité et de la tension précitées. Des moyens détecteurs 3 à seuil de décrochage du convertisseur 2 reçoivent les signaux représentatifs de l'intensité I et de la tension V précitées et délivrent un signal logique C représentatif de l'état de décrochage ou de non décrochage du convertisseur 2 par rapport aux valeurs de seuil.

Une boucle de régulation 4 permet une régulation de la largeur des impulsions délivrées par le convertisseur. Cette boucle comprend des moyens 20 de prélèvement et de mesure de la tension VC délivrée par le convertisseur 2 à la charge CU et des moyens amplificateurs 40 de type amplificateur différentiel recevant sur une première entrée le signal délivré par les moyens 20 de mesure de la tension délivrée par le convertisseur et sur une deuxième entrée une tension de référence UR délivrant le signal d'erreur amplifié ϵ .

Conformément au perfectionnement objet de l'invention, des moyens inverseurs 42 sont prévus lesquels comportent un inverseur proprement dit noté 042 comportant une première borne d'entrée 420 recevant le signal d'erreur amplifié ϵ , une deuxième borne d'entrée 422, une borne de sortie 423 et une borne de commande d'inversion 421 recevant le signal logique C précité.

En outre, un générateur 424 de tension de référence noté U_c est directement connecté à la deuxième borne d'entrée 422 de l'inverseur 042. La borne de sortie 423 de l'inverseur 042 est directement connectée à l'entrée des moyens intégrateurs 43 pour délivrer à ces derniers soit le signal d'erreur amplifié ϵ , soit, sur commutation par l'intermédiaire du signal logique C représentatif de l'état de décrochage ou de non décrochage du convertisseur 2 la tension de référence U_c de façon à positionner directement le point de fonctionnement sur la zone source de courant ou source de tension indépendamment de la valeur du courant d'entrée ou de la tension d'entrée du convertisseur 2.

Sur la figure 1, les moyens intégrateurs 43 et les moyens de modulation de largeur d'impulsion constitués par le comparateur 440 et le générateur de dents de scie 441 assurent la même fonction que les mêmes éléments dans la demande de brevet principal.

5 Le perfectionnement, objet de l'invention, tel que représenté en figure 1 de façon non limitative, permet alors de remplacer le signal d'erreur amplifié ε assurant le fonctionnement en régulation de tension sur la zone source de courant ou inversement sur la zone source de tension par une tension de commande constante constituée par la tension de référence
10 U_c semblable à celle délivrée par la sortie inversée de l'amplificateur d'erreur 40 lorsque le convertisseur fonctionne en mode d'extraction de la puissance maximale. Dans ces conditions, on voit aisément que grâce à la tension constante U_c intégrée par l'intégrateur 43 le point de fonctionnement du convertisseur est toujours renvoyé au point de fonctionnement
15 correspondant en zone de source de tension ou inversement en zone de source de courant même si, à ce moment là, la puissance appelée par la charge utile CU devient inférieure à la puissance maximale que peut fournir le générateur. Le point de fonctionnement du convertisseur 2 est ainsi positionné sur la zone source de courant ou sur la zone source de
20 tension indépendamment de la valeur du courant d'entrée ou de la tension du convertisseur.

De manière générale, la tension de référence U_c peut être constituée par une source de tension continue de bonne stabilité. Celle-ci a pour valeur de tension une valeur sensiblement égale à la valeur du signal
25 d'erreur amplifié ε qu'elle remplace pour le point de fonctionnement correspondant au régime d'extraction de la puissance maximale de façon à imposer, sur diminution de la puissance appelée, une position du point de fonctionnement du convertisseur et du générateur 1 soit dans la zone de source de courant soit dans la zone de source de tension.

30

Sur la figure 2, on a représenté un mode de réalisation particulier correspondant sensiblement au mode de réalisation de la figure 3a de la demande de brevet principal.

Dans le mode de réalisation précité, correspondant à la figure 2 du perfectionnement objet de l'invention, on notera que la tension de commande U_c peut en fait correspondre à l'une des deux valeurs U_{c1} ou U_{c2} , voisines de la tension de commande U_c . On comprendra dans ce cas que les deux valeurs U_{c1} et U_{c2} peuvent alors correspondre au choix du fonctionnement en zone de tension respectivement zone de courant du générateur 1 en fonction des caractéristiques du générateur et de celles du convertisseur de découpage 2. Dans ce cas, et de façon non limitative, un commutateur 4000 permet à un utilisateur de commuter pour assurer le choix entre les tensions de commande U_{c1} ou U_{c2} correspondantes, la tension U_{c1} ayant pour valeur la valeur de tension lors du fonctionnement en mode d'extraction de la puissance maximale pour l'amplificateur 402 représenté en figure 2, analogue à l'amplificateur 401 mais de polarité opposée, la tension U_{c2} ayant réciproquement pour valeur la tension correspondante pour l'amplificateur 401, celui-ci étant supprimé et remplacé par l'amplificateur 402 précité. En fait, le commutateur 4000 peut comporter deux parties 4000 A, 4000 B formant commutateur double, la deuxième partie 4000 B comprenant une première et une deuxième borne d'entrée, lesquelles sont respectivement reliées à la sortie de l'amplificateur 401, 402. La borne de sortie de la deuxième partie 4000 B est connectée à la première borne d'entrée de l'inverseur 042. La commutation simultanée des deux parties 4000 A, 4000 B du commutateur 4000 permet la substitution à l'amplificateur 401 ou 402 de la tension de commande U_{c2} ou U_{c1} .

On notera cependant qu'en pratique, ces deux tensions sont très voisines et le mode de réalisation présenté en figure 2 apparaît alors

comme un exemple non limitatif. Bien entendu, dans la figure 2, l'ensemble des éléments portant les références des éléments de la demande de brevet principal, et en particulier de la figure 3a de celle-ci, assure les mêmes fonctions.

5 Un mode de réalisation simplifié d'un système de régulation conforme à l'objet de la présente invention sera maintenant décrit en liaison avec la figure 3.

10 Selon le mode de réalisation représenté en figure 3, celui-ci représente une simplification du mode de réalisation représenté en figure 2. Dans ce cas, le signal d'erreur amplifié ε est délivré par un amplificateur 401 jouant le rôle de comparateur par rapport à une tension de référence notée U_r . Le comparateur 401 est suivi de l'étage de commutation noté 42 et jouant bien entendu le rôle des moyens inverseurs 42 précédemment décrits. L'étage de commutation 42 est connecté en parallèle sur la sortie
15 de l'amplificateur 401 et est constitué par un transistor T1 monté en émetteur commun et dont la base est reliée directement à la sortie Q de la bascule 33 des moyens 3 détecteurs à seuil de décrochage du convertisseur 2.

20 Conformément au mode de réalisation du perfectionnement représenté en figure 3, la tension de référence U_c est engendrée sur commutation à son niveau haut de la sortie Q de la bascule 33 par saturation du transistor T1 précité. Cette commutation permet alors d'appliquer à l'entrée des moyens intégrateurs 43 une tension U_c de référence sensiblement nulle, à la tension de saturation notée V_{CEsat} près
25 du transistor T1, semblable à la tension d'erreur de l'amplificateur remplacé lors du mode d'extraction de la puissance maximale.

30 On a ainsi décrit un dispositif de régulation de tension du point de fonctionnement d'une alimentation en courant continu permettant un positionnement du point de fonctionnement en zone de caractéristique générateur de tension ou de courant imposée.

REVENDICATIONS

- 1°) Système de régulation du point de fonctionnement d'un alimentation à courant continu, comprenant un système (1) générateur de
5 courant couplé à un convertisseur (2) à modulation de largeur d'impulsion selon la revendication 1 de la demande de brevet principal n° 88 01057, caractérisé en ce que lesdits moyens inverseurs (42) comportent :
- un inverseur (042) comportant une première borne d'entrée (420) recevant ledit signal d'erreur amplifié (ϵ), une
10 deuxième borne d'entrée (422) une borne de sortie (423), et une borne de commande d'inversion (421) recevant ledit signal logique (C),
 - des moyens (424) générateurs d'une tension de référence (U_c) directement connectés à la deuxième borne d'entrée de
15 l'inverseur (042), la borne de sortie (423) de l'inverseur (042) étant directement connectée à l'entrée des moyens intégrateurs (43) pour délivrer à ces derniers soit le signal d'erreur amplifié (ϵ), soit sur commutation par l'intermédiaire du signal logique (C), représentatif de l'état de
20 décrochage du convertisseur, la tension de référence (U_c) de façon à positionner directement le point de fonctionnement sur la zone source de courant ou source de tension indépendamment de la valeur du courant d'entrée ou de la tension.
- 2°) Système selon la revendication 1, caractérisé en ce que
25 ladite tension de référence U_c a pour valeur une valeur sensiblement égale à la valeur du signal d'erreur amplifié (ϵ) pour le point de fonctionnement correspondant au régime d'extraction de la puissance maximale de façon à imposer, sur diminution de la puissance appelée, une position du point de
30 fonctionnement soit dans la zone de source de courant soit dans zone de source de tension.

3°) Système selon la revendication 2, caractérisé en ce que
ledit signal d'erreur amplifié (c) étant délivré par un amplificateur (401)
jouant le rôle de comparateur par rapport à une tension de référence (U_r)
suivi d'un étage de commutation connecté en parallèle sur la sortie de
5 l'amplificateur (401) et constitué par un transistor (T1) monté en émetteur
commun dont la base est reliée directement à la sortie Q de la bascule
(33), ladite tension de référence U_c est engendrée sur commutation à son
niveau haut de la sortie Q de la bascule (33) par saturation dudit transistor
(T1) de façon à appliquer à l'entrée des moyens intégrateurs (43) une
10 tension U_c de référence sensiblement nulle, à la tension de saturation
VCEsat près du transistor (T1).

15

20

25

30

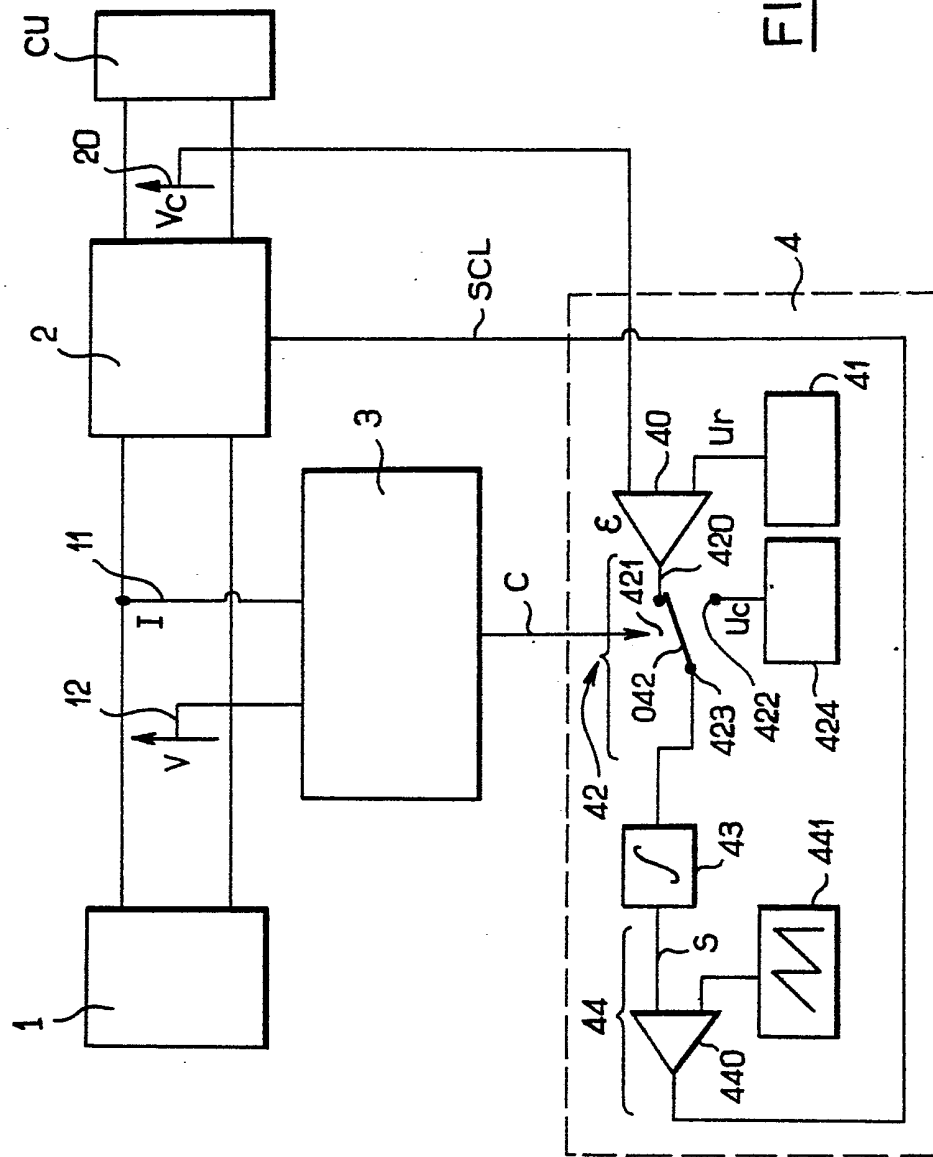


FIG. 1

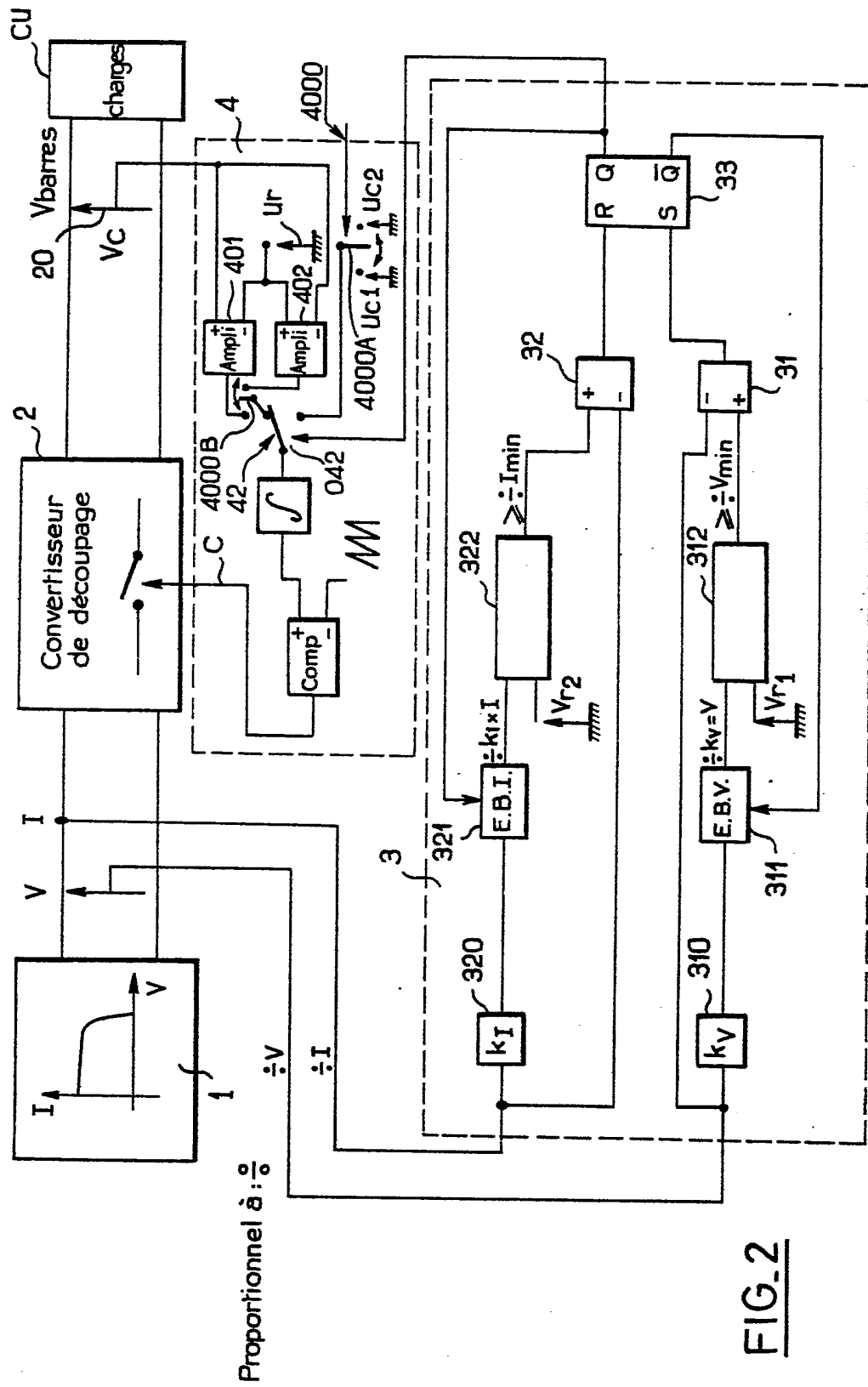


FIG. 2

3 / 3

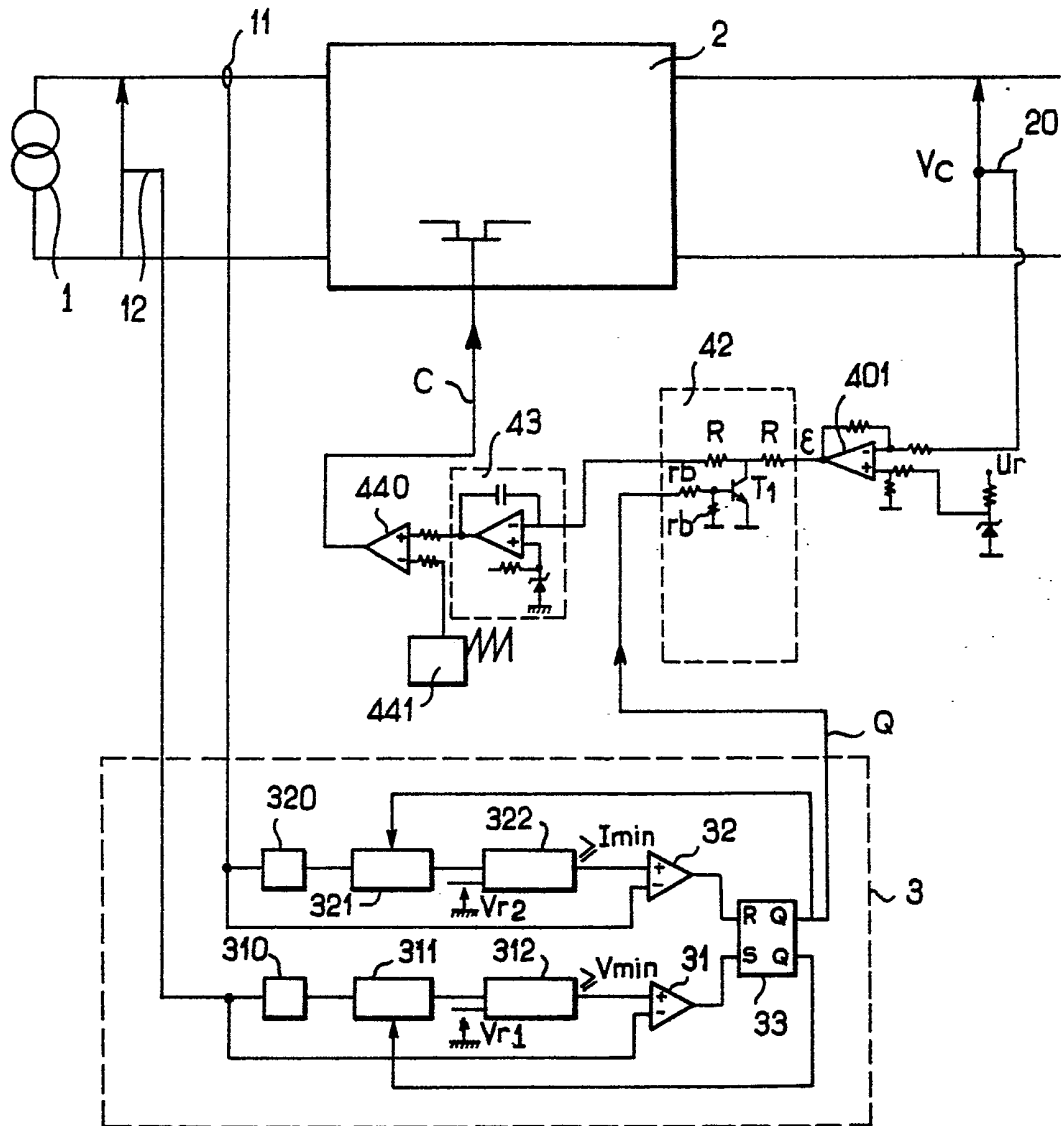


FIG. 3