

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

⑫ Date de dépôt : 07.11.91.

⑬ Priorité : 07.11.90 JP 30135490; 07.11.90 JP 30135390; 25.03.91 JP 6034991.

⑭ Date de la mise à disposition du public de la demande : 07.05.92 Bulletin 92/19.

⑮ Liste des documents cités dans le rapport de recherche : *Le rapport de recherche n'a pas été établi à la date de publication de la demande.*

⑯ Références à d'autres documents nationaux apparentés :

⑰ Demandeur(s) : Société dite : HONDA GIKEN KOGYO KABUSHIKI KAISHA — JP.

⑱ Inventeur(s) : Takano Fumitomo, Kobayashi Nobuo, Isogai Kazuo, Saito Hitoshi et Miyanaga Kenji.

⑲ Titulaire(s) :

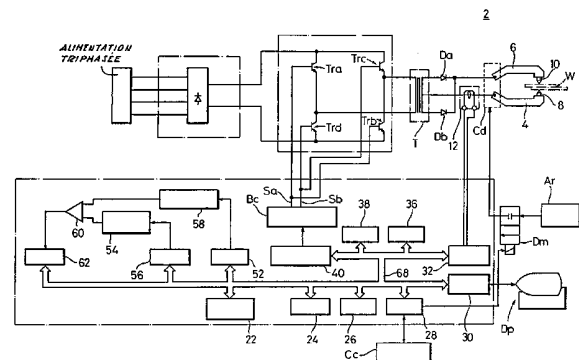
⑳ Mandataire : Cabinet Beau de Loménie.

② Procédé et appareil de soudage par résistance en courant continu.

③ L'invention concerne un appareil de soudage par résistance en courant continu.

Elle se rapporte à un appareil dans lequel un convertisseur A transforme un courant alternatif triphasé en un courant continu qui parvient à un onduleur B qui transforme le courant continu en un courant alternatif à haute fréquence destiné à un transformateur T qui alimente un pistolet de soudage (D). Un détecteur (12) du courant de soudage permet la commande des transistors de l'onduleur (B) en fonction de données relatives à la pièce (W).

Application au soudage automatique de pièces par résistance.



La présente invention concerne un appareil de soudage par résistance en courant continu, destiné à la commande de plusieurs pistolets de soudage à l'aide d'un seul circuit onduleur et d'un circuit de synchronisation de soudage, et destiné aussi à repousser les pistolets de soudage contre une pièce et à alimenter des pistolets dans des opérations indépendantes de commande, et elle concerne aussi un procédé de réglage du courant de soudage de l'appareil de soudage par résistance en courant continu.

Certains appareils connus de soudage par résistance en courant continu comportent plusieurs pistolets de soudage qui reçoivent des courants de soudage d'un seul circuit onduleur et d'un circuit de synchronisation de soudage. On connaît deux procédés différents pour la commande des pistolets de soudage. Dans le premier procédé, un pistolet de soudage est commandé afin qu'il serre une pièce et un courant de soudage est alors transmis à la pièce. Ensuite, un autre pistolet de soudage est commandé afin qu'il serre une pièce et il reçoit un courant de soudage transmis à la pièce. Une telle opération en deux étapes est réalisée successivement pour tous les pistolets de soudage. Dans le second procédé, tous les pistolets de soudage sont commandés simultanément afin qu'ils serrent des pièces respectives, et les pistolets de soudage sont commandés successivement afin qu'ils transmettent des courants de soudage aux pièces.

Le premier procédé nécessite un circuit qui empêche le serrage simultané des pièces par les pistolets de soudage afin qu'il empêche la circulation d'un courant de soudage, qui a été transmis à une pièce, vers d'autres pièces. Le second procédé nécessite soit un commutateur connecté au primaire d'un transformateur de soudage, soit un distributeur de courant connecté au secondaire du transformateur de soudage afin qu'un courant de soudage ne puisse pas circuler vers les autres pistolets de soudage, comme décrit dans les demandes publiées et mises à

l'inspection publique de modèles d'utilité japonais
n° 55-92485 et 63-133884.

Dans le premier procédé, pendant qu'une pièce est
serrée par un pistolet, le circuit onduleur est inactivé
5 et, lorsque le circuit onduleur fonctionne, tous les
mécanismes de pression couplés aux pistolets de soudage
sont au repos. En conséquence, les appareils de soudage par
résistance en courant continu qui sont commandés suivant le
premier procédé ont un fonctionnement peu efficace. En
10 outre, le circuit destiné à empêcher le serrage simultané
des pièces par les pistolets de soudage complique la
structure de l'appareil et lui donne une grande dimension.

Les appareils de soudage par résistance en courant
continu qui mettent en oeuvre le second procédé ont aussi
15 une structure complexe et une grande dimension, à cause
soit du commutateur connecté au primaire, soit du distribu-
teur de courant connecté au secondaire du transformateur de
soudage. Un autre problème est dû au fait qu'une chute de
tension relativement grande est créée par le distributeur
20 de courant.

La présente invention a pour objet la réalisation
d'un appareil de soudage par résistance en courant continu
qui a une structure relativement simple et une petite
dimension, et qui peut souder à plusieurs emplacements en
25 une courte période.

L'invention concerne un appareil de soudage par
résistance en courant continu qui comprend plusieurs
pistolets de soudage, plusieurs dispositifs de serrage des
pistolets de soudage afin qu'ils serrent des pièces respec-
30 tives, un onduleur composé de plusieurs ensembles à dispo-
sitifs de commutation, connectés en parallèle et comprenant
chacun une paire de dispositifs de commutation montés en
série, plusieurs transformateurs de soudage connectés aux
pistolets respectivement et connectés aussi entre les
35 ensembles à dispositifs de commutation, un circuit à
mémoire de séquence destiné à conserver une séquence
d'excitation des transformateurs de soudage, un circuit de

minutage destiné à appliquer un signal d'excitation des ensembles à dispositifs de commutation, et un circuit de commande destiné à commander les dispositifs de serrage afin que les pistolets de soudage soient serrés, puis à
5 exciter successivement les ensembles à dispositifs de commutation d'après la séquence lue dans le circuit à mémoire de séquence. Le circuit de commande peut exciter le circuit de minutage de manière qu'il crée un signal d'excitation successive des ensembles à dispositifs de commuta-
10 tion. Le circuit de commande peut exciter le circuit de minutage afin qu'il crée un signal d'excitation successive de paires choisies d'ensembles de dispositifs de commutation.

L'invention concerne aussi un appareil de soudage
15 par résistance en courant continu qui comprend plusieurs pistolets de soudage, plusieurs dispositifs de serrage destinés à serrer les pistolets de soudage afin qu'ils serrent des pièces respectives, un onduleur composé de plusieurs groupes de dispositifs de commutation connectés
20 en parallèle, chaque groupe comprenant plusieurs dispositifs de commutation montés en série, plusieurs transformateurs de soudage connectés aux pistolets de soudage respectivement et connectés aussi entre des groupes de dispositifs de commutation, un circuit à mémoire de séquen-
25 ce destiné à conserver une séquence d'excitation des transformateurs de soudage, un circuit de minutage destiné à appliquer un signal de commande des dispositifs de commutation, et un circuit de commande destiné à commander le dispositif de serrage des pistolets de soudage et
30 d'excitation des dispositifs de commutation en fonction de la séquence lue dans le circuit à mémoire de séquence. Le circuit de minutage peut créer un signal d'excitation des dispositifs de commutation. Le circuit de commande comporte un circuit d'excitation du circuit de minutage afin qu'il
35 crée un signal d'excitation des dispositifs de commutation à chaque cycle de commutation de l'onduleur. Le circuit de minutage peut former un signal de commande d'excitation ou

de désexcitation des dispositifs de commutation. Le circuit de commande peut exciter le circuit de minutage afin qu'il crée un signal d'excitation de dispositif choisi de commutation qui corresponde aux transformateurs de soudage, puis
5 à exciter ou désexciter les dispositifs restants de commutation.

L'invention concerne aussi un procédé de commande d'un appareil de soudage par résistance en courant continu ayant plusieurs transformateurs de soudage, plusieurs
10 pistolets de soudage connectés respectivement aux transformateurs de soudage, et un onduleur composé de plusieurs dispositifs de commutation correspondant aux transformateurs de soudage respectivement ; le procédé comprend les étapes suivantes : le serrage des pistolets de soudage,
15 suivant une combinaison prescrite, afin que des pièces soient serrées, l'excitation de dispositifs choisis de commutation, et l'excitation ou la désexcitation des dispositifs restants de commutation.

L'invention concerne aussi un appareil de soudage
20 par résistance en courant continu qui comprend un convertisseur destiné à transformer un courant alternatif en un courant continu, un onduleur destiné à transformer le courant continu en un courant alternatif à haute fréquence, l'onduleur comprenant plusieurs dispositifs de commutation,
25 plusieurs pistolets de soudage destinés à souder des pièces avec des courants continus produits par redressement du courant alternatif à haute fréquence, plusieurs dispositifs de serrage destinés à serrer les pistolets de soudage contre les pièces, un circuit de commutation destiné à
30 créer des impulsions de commutation pour l'excitation des dispositifs de commutation, un circuit de commande de soudage destiné à créer un train d'impulsions qui détermine une période de soudage, un organe de commande destiné à conserver les informations relatives à la tâche pour chaque
35 pistolet de soudage, et un circuit de commande de commutation destiné à commander le dispositif de serrage afin que les pistolets de soudage soient serrés contre les pièces

pendant des périodes de serrage qui dépendent de l'information de tâche provenant de l'organe de commande, à mémoriser l'ordre des pistolets de soudage en fonction de la fin des périodes de serrage, à transmettre au circuit de commutation des informations représentatives du pistolet de soudage dont la période de serrage est terminée avant celle des autres pistolets de soudage, à la suite d'un signal de fin d'excitation provenant du circuit de commande de soudage, et à appliquer un signal de début d'excitation au circuit de commande de soudage.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention seront mieux compris à la lecture de la description qui va suivre d'exemples de réalisation, faite en référence aux dessins annexés sur lesquels :

la figure 1 est un diagramme synoptique d'un appareil de soudage par résistance en courant continu dans un premier mode de réalisation de l'invention ;

les figures 2(a) à 2(f) représentent un diagramme des temps de formes d'onde de signaux d'une base de temps au cours du fonctionnement de l'appareil de soudage par résistance en courant continu représenté sur la figure 1 ;

les figures 3(a) à 3(e) sont des diagrammes des temps représentant des formes d'onde de signaux de la base de temps du fonctionnement de l'appareil de soudage par résistance en courant continu représenté sur la figure 1 ;

la figure 4 est un schéma du circuit d'un onduleur, d'un ensemble transformateur-redresseur de soudage, et de pistolets de soudage d'un appareil de soudage par résistance en courant continu dans un second mode de réalisation de l'invention ;

la figure 5 est un schéma d'un onduleur, d'un ensemble transformateur-redresseur de soudage et de pistolets de soudage d'un appareil de soudage par résistance en courant continu dans un troisième mode de réalisation de l'invention ;

la figure 6 est un diagramme synoptique d'un onduleur, d'un ensemble transformateur-redresseur de soudage et

de pistolets de soudage d'un appareil de soudage par résistance en courant continu dans un quatrième mode de réalisation de l'invention ;

la figure 7 est un diagramme synoptique d'un ondu-
5 leur, d'un ensemble transformateur-redresseur de soudage et de pistolets de soudage d'un appareil de soudage par résistance en courant continu dans un cinquième mode de réalisation de l'invention ;

la figure 8 est un diagramme synoptique d'un ondu-
10 leur, d'un ensemble transformateur-redresseur de soudage et de pistolets de soudage d'un appareil de soudage par résistance en courant continu dans un sixième mode de réalisation de l'invention ;

la figure 9 est un diagramme des temps illustrant
15 une séquence d'excitation de transformateurs de soudage de l'ensemble transformateur représenté sur la figure 8 ;

la figure 10 est un ordinogramme de la mise en oeuvre d'une séquence d'excitation des transistors de l'onduleur de la figure 8 ;

la figure 11 est un tableau indiquant le programme
20 de commande des transistors de l'onduleur représenté sur la figure 8 ;

la figure 12 est un diagramme synoptique d'un
25 appareil de soudage par résistance en courant continu dans un septième mode de réalisation de l'invention ;

la figure 13 est un diagramme synoptique d'un circuit de commutation et d'un onduleur de l'appareil de soudage par résistance en courant continu de la figure 12 ;

la figure 14 est un diagramme synoptique d'un
30 pistolet de soudage de l'appareil de soudage par résistance en courant continu de la figure 12 ;

la figure 15 est un diagramme synoptique d'un circuit de commande de commutation destiné à l'appareil de soudage par résistance en courant continu de la figure 12 ;

35 les figures 16(a) à 16(d) sont des diagrammes des temps représentant une séquence de fonctionnement de

l'appareil de soudage par résistance en courant continu de la figure 12 ; et

les figures 17(a) à 17(d) sont des diagrammes des temps représentant une séquence de fonctionnement de l'appareil de soudage par résistance en courant continu de la figure 12.

La figure 1 représente, sous forme d'un diagramme synoptique, un appareil de soudage par résistance en courant continu, portant la référence générale 2, dans un premier mode de réalisation de l'invention. L'appareil de soudage par résistance en courant continu 2 comporte de façon générale un convertisseur A connecté à une alimentation de courant alternatif triphasé, un onduleur B connecté au convertisseur A, un ensemble transformateur-redresseur de soudage C, un ensemble D à pistolet de soudage, et un circuit E de synchronisation de soudage destiné à transmettre des signaux modulés par impulsions de largeur variable (PWM) à l'onduleur B.

Le convertisseur A est destiné à transformer des courants alternatifs triphasés transmis par l'alimentation triphasée en un courant continu. L'onduleur B comprend un pont complet de transistors de puissance Tra, Trb, Trc et Trd destinés à transformer le courant continu du convertisseur A en un courant alternatif à haute fréquence.

L'ensemble transformateur-redresseur C de soudage comprend un transformateur T de soudage qui reçoit le courant alternatif à haute fréquence de l'onduleur B et les redresseurs Da, Db destinés à transformer un courant alternatif à haute fréquence et basse tension provenant du transformateur T en un courant continu. L'ensemble D à pistolet de soudage comprend deux bras mobiles 4, 6 de pistolet qui peuvent être commandés par un vérin pneumatique Cd relié pneumatiquement à une alimentation pneumatique Ar par une électrovanne Dm. Le bras mobile 4 et le transformateur T sont connectés électriquement l'un à l'autre par un fil associé à un détecteur 12 de courant qui détecte le courant de soudage transmis à une pièce W serrée

par les bras mobiles 4, 6. Le détecteur 12 de courant peut comprendre un noyau toroïdal ou analogue. Les bras mobiles 4, 6 ont des électrodes respectives 8, 10 de soudage qui sont maintenues contre la pièce W.

5 Le circuit E de synchronisation de soudage comprend une unité centrale de traitement 22 qui commande l'opération de soudage exécutée par l'appareil de soudage par résistance en courant continu, une mémoire morte ROM 24 qui conserve des programmes destinés à la mise en oeuvre d'un
10 processus préliminaire de commande d'excitation, d'un processus de commande de retardement d'excitation principale, d'un processus de commande d'excitation progressive, d'un processus principal de commande d'excitation, et d'un processus de commande de quasi-interruption de soudage, une
15 mémoire vive RAM 26 destinée à conserver divers articles d'informations produits pendant l'exécution des programmes et en outre des conditions de soudage saisies par l'opérateur, et un circuit d'interface d'entrée-sortie 28 destiné à échanger des signaux avec un organe de commande Cc de
20 robot, le circuit d'interface 28 d'entrée-sortie étant connecté à l'électrovanne Dm.

 Le circuit E de synchronisation de soudage comprend aussi un autre circuit d'interface d'entrée-sortie 30 destiné à assurer l'interface entre un clavier par lequel
25 l'opérateur saisit les conditions de soudage et les transmet au circuit E de synchronisation de soudage et une unité d'affichage Dp destinée à afficher les conditions saisies de soudage, un convertisseur analogique-numérique 32 connecté au détecteur 12 de courant, un compteur 36 destiné
30 à compter les impulsions d'horloge d'un signal d'initialisation d'excitation (décrit dans la suite), une minuterie 38 destinée à contrôler une période inférieure à une période prédéterminée, depuis le début de la transmission des impulsions d'horloge du signal d'initialisation d'excitation, un circuit Bc de pilotage de bases destiné à
35 transmettre des courants de bases modulés par impulsions de largeur variable Sa, Sb destinés aux transistors Tra à Trd,

et un organe 40 de commande de courant destiné à transmettre un signal de synchronisation au circuit de pilotage de bases Bc.

Le circuit E de synchronisation de soudage comporte
5 en outre un compteur 54 connecté au circuit d'interface 56 et destiné à contrôler ou mesurer une période de retard d'excitation principale qui est conservée dans la mémoire vive 26, une bascule 58 connectée au circuit d'interface 52 et destinée à conserver la période de retard d'excitation
10 principale mémorisée dans la mémoire vive 26, un comparateur 60 connecté au compteur 54 et à la bascule 58 et destiné à comparer les signaux de sortie du compteur 54 et de la bascule 58 et à transmettre un signal d'excitation principale lorsque les signaux comparés se correspondent
15 l'un à l'autre, et un circuit d'interface d'entrée-sortie 62, connecté à la borne de sortie du comparateur 60. L'unité centrale 22, la mémoire morte 24, la mémoire vive 26, les circuits d'interface 28, 30, 52, 56, 62, le convertisseur 32, le compteur 36, la minuterie 38 et l'organe 40
20 de commande de courant sont connectés à un bus 68.

La mémoire vive 26 contient une valeur préréglée N du processus de commande d'excitation préliminaire et une période préréglée T_b pour la minuterie 38, la valeur préréglée N et la période préréglée t_b étant saisies à
25 l'aide du clavier.

L'opération de soudage de l'appareil de soudage par résistance en courant continu 2 est maintenant décrite plus en détail en référence au diagramme des temps des figures 2a à 2f.

30 Au temps t_{az} , un signal de commande de soudage (figure 2(a)) est transmis par l'organe Cc de commande de robot par le circuit d'interface 28 à l'unité centrale 22.

A la suite du flanc antérieur du signal de commande de soudage, l'unité centrale 22 lit les programmes du
35 processus de commande d'excitation préliminaire, du processus de commande de retard d'excitation principale, du processus de commande d'excitation progressive, du

processus de commande d'excitation principale, et du processus de commande de quasi-interruption de soudage, dans la mémoire morte 24, et lit aussi les conditions de soudage dans la mémoire vive 26. A ce moment, l'unité
5 centrale 22 transmet un signal de mise sous pression (figure 2(b)) par le circuit d'interface 28 vers l'électrovanne Dm. De l'air comprimé est transmis par l'alimentation pneumatique Ar par l'intermédiaire de l'électrovanne Dm au vérin pneumatique Cd qui commande les bras mobiles 4, 6 du
10 pistolet afin que la pièce W soit serrée.

Au temps t_{az} , l'unité centrale 22 lit une impulsion d'horloge Pa du signal d'initialisation d'excitation (figure 2(c)) dans la mémoire vive 26, et transmet l'impulsion d'horloge Pa au compteur 36, à la minuterie 38 et à
15 l'organe 40 de commande de courant.

Le nombre du compteur 36 est alors réglé à "1", et la minuterie commence à contrôler la période à partir du flanc antérieur de l'impulsion d'horloge Pa. L'organe 40 de commande reçoit alors un signal d'excitation progressive
20 (figure 2(d)) ayant une valeur initiale Va, lue dans la mémoire vive 26. D'après ce signal d'excitation progressive, l'organe 40 de commande de courant applique un signal de fenêtre de synchronisation au circuit de pilotage de bases Bc.

25 Le signal de fenêtre de synchronisation est un signal de commande qui augmente et réduit la durée des impulsions des courants de bases Sa, Sb en fonction de l'amplitude du signal d'excitation progressive. Les transistors Tra à Trd commutent alors par tout ou rien si bien
30 que l'onduleur B crée un courant alternatif à haute fréquence. Ce courant à haute fréquence de l'onduleur B est transformé par le transformateur de courant T et les redresseurs Da, Db, en un courant continu qui parvient à la pièce W par l'intermédiaire de l'ensemble D à pistolets de
35 soudage.

Pendant ce temps, la pièce W est serrée par les bras 4, 6, dans une étape initiale, et seul le courant continu

qui dépend du signal d'excitation variant progressivement circule dans la pièce W pendant la période préréglée t_b dans le processus de commande d'excitation préliminaire. Après l'écoulement de la période préréglée t_b , la minuterie 5 38 transmet un signal de fin de contrôle (non représenté) à l'unité centrale 22. Au temps t_{aa} , l'unité centrale 22 lit une nouvelle impulsion d'horloge Pb du signal d'initialisation d'excitation dans la mémoire vive 26. Le nombre du compteur 36 est alors mis à "2", et la minuterie 38 com- 10 mence à contrôler la période depuis le flanc antérieur de l'impulsion Pb. L'organe 40 de commande de courant reçoit à nouveau un signal d'excitation variant progressivement ayant une valeur initiale Va, permettant au circuit de pilotage de bases Bc de transmettre les courants de bases 15 Sa, Sb, à l'onduleur B. L'ensemble D à pistolets de soudage transmet alors un courant continu à la pièce W pendant la période préréglée Tb dans le processus de commande d'excitation préliminaire.

Dans le processus de commande d'excitation prélimi- 20 naire, la pièce W reçoit des courants continus six fois au total, du temps t_{az} au temps t_{ab} . Pendant les six périodes successives Tb, le détecteur 12 détecte les courants continus transmis à l'ensemble D. Si le courant détecté est supérieur à un niveau prédéterminé, la pression de serrage 25 de la pièce W par les bras 4, 6 dans l'étape initiale est déterminée comme étant normale, et le processus de commande de retard d'excitation principale est ensuite mis en oeuvre. Si le courant détecté est inférieur au niveau prédéterminé, l'unité centrale 22 lit à nouveau un signal 30 de commande de soudage et recommence la séquence précitée.

Le processus de commande de retard d'excitation principale retarde le processus de commande d'excitation progressive et le processus de commande d'excitation principale jusqu'à ce que la pièce W soit serrée avec une 35 pression convenable. La mémoire vive 26 mémorise une période $t_{ab} - t_{ac}$ pendant laquelle le processus de commande de retard d'excitation principale doit se poursuivre, la

période étant déterminée d'après l'épaisseur, le matériau et d'autres qualités de la pièce W. Cette période $t_{ab} - t_{ac}$ est lue dans la mémoire vive 26 et est transmise par le circuit d'interface 52 à la bascule 58 qui le conserve.

5 Les impulsions d'horloge provenant de l'unité centrale 22 sont transmises par le circuit d'interface 56 au compteur 54 qui compte les impulsions d'horloge transmises. Les signaux de sortie de la bascule 58 et du compteur 54 sont comparés mutuellement par le comparateur 60 et, si les

10 signaux comparés de sortie se correspondent, le comparateur 60 transmet un signal par le circuit d'interface 62 à l'unité centrale 22. L'unité centrale 22 commence alors le processus de commande d'excitation progressive au temps t_{ac} et le processus de commande d'excitation principale au

15 temps t_{ad} .

Le processus de commande d'excitation progressive est réalisé pendant une période t_s depuis le temps t_{ac} jusqu'au temps t_{ad} . Pendant la période t_s , un signal variant progressivement (figure 2(d)) est transmis par

20 l'organe 40 de commande au circuit de pilotage Bc d'après les données lues dans la mémoire vive 26. Lorsque le courant détecté par le détecteur 12 atteint une valeur prédéterminée I_a (figure 2(e)), le processus de commande d'excitation progressive est terminé et le processus de

25 commande d'excitation principale commence (processus de commande avec rétroaction). Dans le processus de commande d'excitation principale, le courant prédéterminé I_a est transmis à la pièce W du temps t_{ad} jusqu'au temps t_{ae} .

Après le processus de commande d'excitation princi-

30 pale, la pièce W reste serrée par l'ensemble D pendant une période comprise entre les temps t_{ae} et t_{af} . Au temps t_{af} , un signal de fin de soudage (figure 2(f)) est transmis par la minuterie 39 à l'organe Cc de commande, et le signal de commande de soudage provenant de l'organe Cc est ensuite

35 interrompu au temps t_{ag} . A ce moment, un cycle de soudage est terminé.

On décrit maintenant le processus de commande de quasi-interruption de soudage, en référence aux figures 3a à 3e.

Si la pression pneumatique transmise par l'alimentation pneumatique Ar diminue fortement et ne permet pas la commande des bras 4, 6 ou si de la poussière isolante se dépose entre les électrodes 8, 10 de soudage et la pièce W, aucun courant n'est transmis à la pièce W, et l'opération de soudage est interrompue alors que la pièce W est serrée entre les bras mobiles 4, 6.

L'interruption de l'opération de soudage est réalisée suivant le processus de commande de quasi-interruption de soudage. Plus précisément, à la suite du flanc antérieur d'un signal de commande de soudage provenant de l'organe Cc de commande de robot (figure 3(a)), l'unité centrale 22 transmet un signal de mise sous pression (figure 3(b)) par l'intermédiaire du circuit 28 d'interface, à l'électrovanne Dm. Ensuite, l'unité centrale 22 lit une impulsion d'horloge Pa du signal d'initialisation d'excitation (figure 3(c)) provenant de la mémoire vive 26, et transmet un signal d'excitation progressive (figure 3(e)) à l'organe 40 de commande de courant au temps t_{bz} . Ensuite, le processus de commande d'excitation progressive est déclenché.

Après l'écoulement d'une période t_b , l'unité centrale 22 détermine si un courant est transmis à la pièce W en fonction du signal provenant du détecteur 12. Lorsqu'aucun courant n'est transmis à la pièce W, l'unité centrale 22 commande un signal d'excitation progressive à l'organe 40 de commande de courant au temps t_{bb} . L'unité centrale 22 réalise cette vérification du courant N fois ($N - 1$ fois lors du réglage initial). Lorsque la période permise Talow correspondant à $(N - 1) \cdot t_b$ s'est écoulée, l'unité centrale 22 applique un signal de quasi-interruption de soudage (figure 3(d)) par le circuit d'interface 28 à l'organe Cc de commande de robot et cesse l'alimentation des dispositifs associés (non représentés). Simultanément,

l'unité centrale 22 cesse de transmettre le signal d'excitation au temps t_{bc} (figure 3(e)). L'opération de soudage est ensuite interrompue.

La figure 4 représente un appareil de soudage par
5 résistance en courant continu dans un second mode de réalisation de l'invention. Cet appareil de soudage par résistance en courant continu a un onduleur qui comporte six transistors Tr1 à Tr6 destinés à l'excitation de transformateurs de soudage T1, T2 afin que deux pistolets
10 G1, G2 puissent souder des pièces. L'appareil de soudage par résistance en courant continu représenté sur la figure 4 comprend un circuit de synchronisation de soudage identique à celui de la figure 1.

Sur la figure 4, les transistors Tr1 à Tr6 sont
15 pilotés par le circuit de pilotage de bases Bc du circuit E de synchronisation afin qu'il commute et assure l'alimentation des transformateurs T1, T2 qui sont connectés aux bornes de sortie de l'onduleur. Par exemple, lors de l'alimentation du transformateur T1, les transistors Tr1,
20 Tr6 sont d'abord mis à l'état conducteur, et les transistors Tr5, Tr2 sont ensuite mis à l'état conducteur à la suite d'un signal de commande transmis par la minuterie 38 au circuit de pilotage Bc par l'intermédiaire de l'organe 40 de commande.

25 Les transistors Tr1, Tr6 et Tr5, Tr2 sont excités en alternance afin qu'ils permettent le soudage de la pièce correspondante par le pistolet G1. Les transistors Tr3, Tr6 et Tr5, Tr4 sont alors excités en alternance afin qu'ils permettent au pistolet G2 de souder la pièce corres-
30 pondante.

La figure 5 représente un appareil de soudage par résistance en courant continu dans un troisième mode de réalisation de l'invention. L'appareil de soudage par résistance en courant continu de la figure 5 comprend un
35 circuit de synchronisation de soudage identique à celui de la figure 1. Dans le troisième mode de réalisation, l'appareil de soudage par résistance en courant continu comprend

un convertisseur (non représenté) ayant une capacité de transmission de courant suffisamment importante pour qu'il alimente en même temps deux pistolets de soudage. L'appareil de soudage par résistance en courant continu comporte
5 trois transformateurs de soudage T1, T2, T3. Lorsque le transformateur T1 est excité par les transistors Tr1, Tr6, le transformateur T3 par exemple est aussi excité par les transistors Tr5, Tr2. Comme les deux transformateurs sont excités simultanément, la capacité en courant du convertisseur doit être suffisamment grande pour qu'il transmette un
10 courant simultanément aux deux pistolets de soudage.

La figure 6 représente un appareil de soudage par résistance en courant continu dans un quatrième mode de réalisation de l'invention. Cet appareil de soudage par
15 résistance en courant continu représenté sur la figure 6 comprend un circuit de synchronisation de soudage identique à celui de la figure 1. L'appareil de soudage par résistance en courant continu de la figure 6 comprend un onduleur comportant des transistors Tr1 à Tr8, et des transformateurs de soudage T1, T2, T3. Le transformateur T3 peut
20 être excité lorsque les transistors Tr5, Tr8 et Tr7, Tr6 sont excités en alternance. Comme l'indique la figure 6, deux transistors supplémentaires permettent la connexion d'un transformateur supplémentaire de soudage.

25 Dans les modes de réalisation, du second au quatrième, il est possible de souder les pièces alors que tous les pistolets sont serrés contre les pièces.

La figure 7 représente un appareil de soudage par résistance en courant continu dans un cinquième mode de réalisation de l'invention. L'appareil de soudage par
30 résistance en courant continu de la figure 7 comprend un circuit de minutage analogue à celui de la figure 4. L'appareil de soudage par résistance en courant continu de la figure 7 comprend six transformateurs de soudage T1 à T6
35 qui sont excités sélectivement lorsque les pistolets de soudage sont serrés, avec la combinaison voulue, pour le serrage de pièces correspondantes. Le courant de soudage ne

peut pas circuler dans plusieurs transformateurs de soudage à la fois. Par exemple, si tous les pistolets ont été mis sous pression lorsque les transistors Tr1, Tr4 sont excités, un trajet peut être créé afin qu'il permette la circulation d'un courant dans les transformateurs T2, T4, et un trajet est aussi créé afin qu'il permette la circulation d'un courant dans les transformateurs T3, T5. Cependant, si les pistolets G2, G3, G4, G5 de soudage ou les pistolets G2, G4 ou G2, G5, ou G3, G4 ou G3, G5 ne sont pas serrés, aucun courant ne circule dans les secondaires des transformateurs T2, T3, T4, T5. Ainsi, le serrage sélectif des pistolets permet la connexion d'un plus grand nombre de pistolets que cela n'est possible lorsque tous les pistolets sont simultanément serrés sur les pièces correspondantes.

La figure 8 représente un appareil de soudage par résistance en courant continu dans un sixième mode de réalisation de l'invention. L'appareil de soudage par résistance en courant continu de la figure 8 comprend un circuit de minutage analogue à celui de la figure 4. Sur la figure 8, plusieurs pistolets de soudage G1 à G6, connectés à des transformateurs respectifs T1 à T6, sont commandés par un seul onduleur composé de transistors Tr1 à Tr12 et d'un circuit de minutage de soudage. Les pistolets G1 à G6 peuvent être serrés suivant toutes combinaisons voulues sous la commande de l'unité centrale 22 du circuit E de synchronisation de soudage.

Les transistors Tr1 à Tr12 sont excités par le circuit de pilotage de bases Bc du circuit E de synchronisation de soudage. Pour l'excitation du transformateur T1, les transistors Tr1, Tr6, Tr7, Tr8 sont mis à l'état conducteur par un signal provenant du circuit de pilotage de bases Bc, et les transistors Tr5, Tr2, Tr3, Tr4 sont alors mis à l'état conducteur par un signal provenant du circuit de pilotage Bc. Le pistolet G1 soude alors la pièce qu'il serre.

Ensuite, le circuit Bc de pilotage excite en alternance les transistors Tr1, Tr2, Tr7, Tr8 et les transistors Tr5, Tr6, Tr3, Tr4 et permet ainsi au pistolet G2 de souder la pièce serrée.

5 Pour l'excitation du pistolet G3, le circuit BC excite en alternance les transistors Tr1, Tr2, Tr3, Tr8 et les transistors Tr5, Tr6, Tr7, Tr4.

 Pour l'excitation du pistolet G4, le circuit de pilotage Bc excite en alternance les transistors Tr5, Tr10, 10 Tr11, Tr12 et les transistors Tr9, Tr6, Tr7, Tr8. Pour l'excitation du pistolet G5, le circuit Bc excite en alternance les transistors Tr5, Tr6, Tr11, Tr12 et les transistors Tr9, Tr10, Tr7, Tr8. Pour l'excitation du pistolet G6, le circuit de pilotage Bc excite en alternance 15 les transistors Tr5, Tr6, Tr7, Tr12 et les transistors Tr9, Tr10, Tr11, Tr8.

 Dans la description qui précède, les pistolets G1 à G6 de soudage sont excités successivement, afin que la compréhension de ce mode de réalisation soit facilitée. En 20 réalité, les primaires des transformateurs sont commutés à chaque cycle du fonctionnement de l'onduleur par commutation afin que les pistolets de soudage aient une excitation apparemment simultanée.

 La figure 9 représente une séquence d'une telle 25 excitation des transformateurs T1 à T6. Les transistors Tr1, Tr6, Tr7, Tr8 sont mis à l'état conducteur afin que le transformateur T1 soit alimenté dans le sens direct dans une première étape. Ensuite, les transistors Tr5, Tr6, Tr3, Tr4 sont mis à l'état conducteur afin qu'ils alimentent le 30 transformateur T2 dans le sens direct dans une seconde étape. De même, les transformateurs T3, T4, T5, T6 sont excités successivement dans le sens direct. Ensuite, les transistors Tr5, Tr2, Tr3, Tr4 sont mis à l'état conducteur afin qu'ils assurent l'alimentation du transformateur T1 en 35 sens inverse. De même, les autres transformateurs T2, T3, T4, T5, T6 sont excités successivement en sens inverse.

Après l'arrêt du courant de soudage, les bras mobiles des pistolets sont écartés mutuellement, et les pistolets sont déplacés vers les positions suivantes de soudage. Les pistolets sont alors mis sous pression afin
5 que les pièces soient serrées, et l'opération successive de commutation est réalisée pour les transformateurs de soudage.

Dans le sixième mode de réalisation, les transformateurs T1 à T6 sont connectés entre les transistors Tr1 à
10 Tr12 qui sont connectés dans des bras montés en série. Les transistors Tr1 à Tr12 sont excités par des signaux de commande provenant de la minuterie 38 incorporée au circuit E de synchronisation. Lorsque les pistolets G1 à G6 sont serrés en même temps, les transistors Tr1 à Tr12 sont
15 excités par des signaux de commande qui sont produits par la minuterie 38, d'après une séquence prédéterminée. De cette manière, un courant de soudage ne peut pas s'écouler vers d'autres pistolets, par exemple les pistolets G2 à G6, que le pistolet voulu, c'est-à-dire le pistolet G1. Comme
20 l'opération de commutation est très rapide, les pistolets G1 à G6 sont apparemment alimentés en même temps.

Sur la figure 8, des transistors peuvent être ajoutés en parallèle afin qu'un plus grand nombre de pistolets de soudage puissent être reliés.

25 On décrit maintenant, en référence aux figures 10 et 11, la séquence d'excitation successive des transistors Tr1 à Tr12 représentés sur la figure 8.

Le transformateur T1 par exemple est excité dans le sens direct et en sens inverse de la manière suivante.

30 Comme l'indique la figure 10, lorsque le transformateur T1 de soudage doit être excité dans le sens direct et en sens inverse, les transistors Tr3, Tr4, Tr7, Tr8 sont mis à l'état conducteur au pas S1, et les transistors Tr9, Tr10, Tr11, Tr12 sont mis à l'état non conducteur au pas
35 S2. Les transistors Tr1, Tr2, Tr5, Tr6 qui commutent par tout ou rien en fonction des informations relatives à

l'excitation dans le sens direct et dans le sens inverse sont rendus conducteurs ou non conducteurs au pas S3.

La figure 11 représente un tableau montrant comment les transistors Tr1 à Tr12 sont commandés pour l'excitation
5 des transducteurs T1 à T6 par l'onduleur B.

Comme l'indique la figure 11, lorsque le transformateur T1 doit être excité dans le sens direct, les transistors Tr1, Tr6 sont mis à l'état conducteur, et les transistors Tr5, Tr2 à l'état non conducteur. Lorsque le
10 transformateur T1 doit être alimenté en sens inverse, les transistors Tr5, Tr2 sont rendus conducteurs, et les transistors Tr1, Tr6 sont rendus non conducteurs.

Lorsque le transformateur T1 de soudage est excité dans le sens direct, même lorsque les transistors Tr3, Tr4
15 sont rendus conducteurs, le courant qui alimente le transformateur T1 dans le sens direct circule dans les transistors Tr1, Tr6, Tr7, Tr8.

Ceci est dû au fait que les résistances existant entre les collecteurs et les émetteurs des transistors Tr3, Tr4 lorsqu'ils sont excités sont apparemment nulles par
20 rapport aux résistances des transformateurs de soudage T2, T3, si bien que le courant d'excitation peut circuler dans les transistors Tr7, Tr8.

De même, lorsque le transformateur T1 est excité
25 dans le sens inverse, même lorsque les transistors Tr7, Tr8 sont rendus conducteurs, le courant qui alimente le transformateur T1 dans le sens inverse circule dans les transistors Tr5, Tr2, Tr3, Tr4.

En conséquence, lorsque le transformateur T1 doit
30 être excité, les transistors Tr3, Tr4, Tr7, Tr8 sont rendus préalablement conducteurs. Ainsi, le transformateur de soudage T1 peut être excité dans le sens direct à l'aide des transistors Tr1, Tr6, et le transformateur T1 peut être excité en sens inverse à l'aide des transistors Tr5, Tr2.
35 Le nombre de transistors qui sont mis à l'état conducteur en même temps peut ainsi être égal à la moitié des transistors de l'appareil classique, et rend possible une

réduction du bruit de rayonnement dû au bruit de commutation des transistors.

Les temps de commutation des transistors présentent des erreurs propres. Comme les transistors ayant de telles
5 erreurs propres de temps de commutation sont commutés simultanément, le temps pendant lequel ils sont rendus conducteurs dans le sens direct et le sens inverse présente des erreurs importantes. Les erreurs sur les temps de
10 conduction ont tendance à augmenter et à accumuler le magnétisme résiduel dans les transformateurs de soudage, en provoquant une aimantation localisée. Dans le sixième mode de réalisation cependant, comme le nombre de transistors qui sont rendus conducteurs en même temps est réduit à la
15 moitié, l'aimantation localisée des transformateurs de soudage à cause des erreurs sur le temps de commutation des transistors peut être réduite.

On décrit maintenant, en référence aux figures 12 à 17, un appareil de soudage par résistance en courant continu dans un septième mode de réalisation de
20 l'invention.

La figure 12 représente, sous forme de diagramme synoptique, l'appareil de soudage par résistance en courant continu du septième mode de réalisation de l'invention, l'appareil de soudage par résistance en courant continu
25 portant la référence générale 2.

L'appareil de soudage par résistance en courant continu 2 comprend de façon générale un convertisseur A connecté à une alimentation en courant alternatif triphasé, et destiné à transformer un courant alternatif en un
30 courant continu, un onduleur B connecté au convertisseur A, un détecteur 69 de courant connecté entre le convertisseur A et l'onduleur B, afin qu'il détecte un courant circulant vers l'onduleur B, plusieurs ensembles transformateurs-redresseurs de soudage C1 à Cn destinés à redresser les
35 courants alternatifs à haute fréquence provenant de l'onduleur B, plusieurs pistolets de soudage D1 à Dn connectés aux ensembles transformateurs-redresseurs de soudage C1 à

Cn, un circuit 70 de commande de soudage, un circuit 72 de commutation connecté à l'onduleur B et au circuit 70 de commande de soudage, et un circuit 74 de commande de commutation connecté au circuit 70, au circuit 72 et aux ensembles C1 à Cn, et un organe Cc de commande de robot connecté au circuit 74 de commande de commutation.

La figure 13 représente en détail l'onduleur B et le circuit 72 de commutation.

L'onduleur B comporte des transistors Tr1 à Trn comme dispositifs de commutation, les transistors Tr1 à Trn ayant des bornes connectées aux ensembles transformateurs-redresseurs de soudage C1 à Cn. Le circuit 72 de commutation comprend un circuit d'interface 76, un distributeur d'impulsions 78, et plusieurs circuits de pilotage de transistors 80a à 80n.

Des impulsions de commutation PH1, PH2 qui sont transmises à chaque phase par le circuit 70 de commande de soudage, et un signal S1 de commutation de transistors qui est transmis par le circuit 74 de commande de commutation sont transmis par le circuit d'interface 76 au distributeur 78 d'impulsions. A la suite des impulsions de commutation PH1, PH2 et du signal S1 de commutation des transistors, le distributeur 78 alimente les circuits de pilotage 80a à 80n, destinés aux transistors respectifs Tr1 à Trn.

La figure 14 représente en détail un pistolet de soudage Da. D'autres pistolets de soudage Db à Dn sont identiques au pistolet Da et on ne les décrit pas dans la suite. Les pistolets Da à Dn correspondent aux pistolets D1 à Dn représentés sur la figure 12.

Le pistolet Da comporte une paire de bras mobiles 4a, 6a, un vérin pneumatique Cda destiné à déplacer les bras 4a, 6a afin qu'ils se rapprochent et s'éloignent, une alimentation pneumatique Ara destinée à la commande du vérin pneumatique Cda, et une électrovanne Dna fonctionnant par tout ou rien, destinée à transmettre la pression pneumatique de l'alimentation Ara au vérin pneumatique Cda

à la suite d'un signal P provenant du circuit 74 de commande de commutation.

La figure 15 représente, sous forme de diagramme synoptique, le circuit 74 de commande de commutation.

5 Le circuit 74 de commande de commutation comprend un circuit d'interface d'entrée-sortie 82 destiné à échanger des signaux avec l'organe Cc de commande de robot, un circuit 84 de commande de mise sous pression destiné à transmettre le signal B de commande des électrovannes Dma à
10 Dmn, un circuit 86 d'interface d'entrée-sortie destiné à recevoir des signaux du circuit 70 de commande de soudage, un circuit 88 d'interface d'entrée-sortie destiné à transmettre le signal S1 au circuit 72 de commutation, un circuit 90 d'interface d'entrée-sortie destiné à trans-
15 mettre un signal d'excitation G au circuit de commande de soudage 70, une mémoire morte 92 qui conserve des programmes de commande des pistolets D1 à Dn, une mémoire vive 94 destinée à conserver temporairement des informations de commande et d'autres données, et un circuit 94 de commande
20 connecté aux circuits d'interface d'entrée-sortie 82, 86, 88, 90, au circuit 84 de mise sous pression, à la mémoire morte 92 et à la mémoire vive 94.

On décrit maintenant, en référence aux figures 12 à 17(d), le fonctionnement de l'appareil de soudage par
25 résistance en courant continu 2 destiné à l'excitation des pistolets de soudage D1 à DN.

L'organe Cc de commande de robot conserve, comme données d'apprentissage, un programme de soudage contenant des informations représentatives des pistolets de soudage
30 D1 à Dn et les conditions de soudage, telles que le temps de mise sous pression, le temps d'excitation, le temps de maintien, et un retard final. L'organe Cc de commande de robot transmet un signal, d'après le programme de soudage, par l'intermédiaire du circuit d'interface 82 vers le
35 circuit de commande 96.

Si le circuit de commande 96 reçoit un signal de programme de soudage représentatif du pistolet Da qui a les

conditions de soudage indiquées sur les figures 16(a) à 16(d), le circuit 96 transmet un signal P par l'intermédiaire du circuit 84 de commande d'excitation à l'électrovanne Dma de manière que les bras mobiles 4a, 6a puissent
5 serrer une pièce Wa (voir figure 14). L'électrovanne Dma est commandée afin qu'elle applique la pression pneumatique de l'alimentation Ara au vérin pneumatique Cda. Ce vérin Cda est commandé de manière que les bras mobiles 4a, 6a serrent la pièce Wa sous pression. Lorsque la pièce Wa a
10 été serrée sous pression pendant la période de mise sous pression initiale t_1 (figure 16(a)), le circuit 96 de commande confirme un signal de fin d'excitation transmis par le circuit 70 de commande de soudage par l'intermédiaire du circuit 86 d'interface d'entrée-sortie, et
15 transmet alors un signal d'excitation G au circuit 70 par le circuit d'interface 86. Le circuit 96 transmet aussi un signal de commutation S1, par l'intermédiaire du circuit 88 d'interface, au circuit d'interface 76 du circuit de commutation 72. A la suite du signal d'excitation G, le
20 circuit 70 crée des impulsions de commutation PH1, PH2 pendant la période t_2 (figure 16(a)), et applique les impulsions PH1, PH2 au circuit 76 d'interface du circuit 72 de commutation. Le distributeur 78 d'impulsions, qui a reçu le signal S1 de commutation et les impulsions PH1, PH2 par
25 l'intermédiaire du circuit 76 d'interface, excite les circuits de pilotage de transistors 80a à 80n afin que les transistors Tr1 à Trn de l'onduleur B soient mis à l'état conducteur. Plus précisément, les transistors Tr1, Tr6, Tr7, Tr8 sont excités avec l'impulsion PH1 (figure 17(a))
30 et les transistors Tr5, Tr2, Tr3, Tr4 sont excités par l'impulsion PH2 (figure 17(b)). Le primaire du transformateur reçoit alors les impulsions comme indiqué sur la figure 17(c), et le circuit redresseur connecté au secondaire du transformateur transmet un courant continu (figure
35 17(d)) entre les bras mobiles 4a, 6a du pistolet Da pendant le temps t_2 . Lorsque la période t_2 s'est écoulée, la pièce Wa est maintenue par les bras mobiles 4a, 6a pendant une

période de maintien t_3 (figure 16(a)), et un temps de retard final t_4 (figure 16(a)) peut s'écouler et il est nécessaire pour que les bras mobiles 4a, 6a s'écartent mutuellement. Après la fin de ce retard t_4 , un cycle de soudage est terminé. Lorsque la période t_2 est écoulée, le circuit 70 de commande de soudage applique un signal de fin d'excitation, par l'intermédiaire du circuit d'interface 86, au circuit 96 de commande. Lorsque le temps de retard t_4 est écoulé, le circuit 96 de commande transmet un signal représentatif de la fin du cycle de soudage à l'organe Cc de commande de robot par le circuit d'interface 82.

Si le circuit de commande de robot Cd transmet des signaux de programme de soudage représentatifs des pistolets Db, Dc et Dn au circuit 74 de commande de commutation alors que le cycle précédent de soudage est en cours, le circuit 96 commande le circuit 84 afin que celui-ci commence la mise sous pression des pistolets de soudage Db, Dc, Dn, et conserve les périodes de mise sous pression initiale (1), (2), (3) (figures 16(b), 16(c), 16(d)) dans la mémoire vive 94. Lorsque le circuit 96 de commande reçoit un signal représentatif de la fin de la période d'excitation du pistolet Da à partir du circuit 70, le circuit 96 transmet au circuit 70 un signal d'excitation G de commande du pistolet de soudage dont la période d'excitation initiale s'est terminée plus tôt que celle des autres pistolets, par exemple le pistolet Dc (figure 16(c)), et transmet aussi un signal de commutation S1 au circuit de minutage 72. Ce circuit 72 excite alors de manière commutée les transistors Tr1 à Trn de l'onduleur B afin que le pistolet de soudage Dc soit excité.

De même, lorsqu'un signal représentatif de la fin de la période d'excitation est transmis de façon convenable au circuit 74 de commande de commutation par le circuit 70 de commande de soudage, l'un des pistolets Db, Dn dont la période d'excitation initiale s'est terminée plus tôt est excité par un signal G d'excitation et un signal S1 de commutation provenant du circuit 74.

Le détecteur 69 de courant détecte le courant qui circule du convertisseur A à l'onduleur B. Lorsque le courant détecté a une valeur représentant un défaut de fonctionnement, le circuit 70 de commande de soudage applique un signal de défaut de fonctionnement au circuit 74 de commande de commutation. A la suite du signal de défaut de fonctionnement, le circuit 74 transmet un signal de défaut à l'organe Cc de commande de robot, et interrompt aussi la transmission du signal G d'excitation et du signal S1 de commutation afin que les pistolets Da à Dn cessent immédiatement d'être excités.

Dans le mode de réalisation précédent, le circuit 74 de commande de commutation permet la mise sous pression des pistolets de soudage Da à Dd et leur excitation indépendante lorsque le circuit 74 reçoit des signaux de programme de soudage destinés à commander les pistolets de soudage Da à Dn à partir de l'organe Cc de commande de robot. Comme le circuit 74 de commande de commutation peut exciter les pistolets Da à Dn successivement dans l'ordre de l'écoulement des périodes de mise sous pression initiale, l'onduleur B travaille de façon continue sans période indésirable de repos. En conséquence, la disponibilité de l'onduleur B, et de ce fait de l'ensemble de l'appareil de soudage par résistance en courant continu, est accrue.

L'appareil de soudage par résistance en courant continu selon l'invention a un nombre accru de paires de transistors dans l'onduleur, et le circuit commute les paires de transistors et met les pistolets sous pression suivant toutes combinaisons voulues. Les pièces peuvent ainsi être soudées en plusieurs points avec un seul onduleur. L'appareil de soudage par résistance en courant continu ayant l'onduleur unique peut avoir une dimension réduite et il peut souder des pièces pendant une période raccourcie.

Le nombre de transistors de l'onduleur est accru, et le circuit de commande peut commuter les transistors à chaque cycle de la période de commutation de l'onduleur.

Dans une telle disposition, les pistolets de soudage peuvent être mis sous pression suivant toutes combinaisons voulues, et la pièce peut être soudée en plusieurs points avec un seul onduleur. L'appareil de soudage par résistance
5 en courant continu ayant l'onduleur unique peut avoir une dimension réduite et peut souder des pièces en une période raccourcie. En outre, le nombre de pistolets de soudage utilisés peut être facilement augmenté ou réduit.

Comme le nombre de transistors à commander pour
10 l'excitation des transformateurs de soudage peut être réduit, il est possible de réduire le bruit de rayonnement créé lors de la commutation des transistors. La différence entre les périodes d'excitation dans le sens direct et dans le sens inverse peut être réduite afin que le magnétisme
15 résiduel accumulé dans les transformateurs de soudage soit réduit. Ainsi, les transformateurs ne présentent pas d'aimantation localisée.

Le circuit de commande de commutation de l'appareil de soudage par résistance en courant continu peut réaliser
20 des étapes de mise sous pression et d'excitation indépendamment l'une de l'autre. Le circuit de commande de commutation conserve l'ordre des pistolets, en ce qui concerne la fin de la période de mise initiale sous pression. Lorsque le circuit de commande de commutation reçoit un
25 signal de fin d'excitation du circuit de commande de soudage, le circuit de commande de commutation excite les pistolets dans l'ordre de préparation à l'excitation. Le temps de repos pendant lequel l'onduleur ne fonctionne pas peut ainsi être raccourci, et l'onduleur peut être effica-
30 cement utilisé.

Bien entendu, diverses modifications peuvent être apportées par l'homme de l'art aux appareils et procédé de soudage par résistance en courant continu qui viennent d'être décrits uniquement à titre d'exemples non limita-
35 tifs, sans sortir du cadre de l'invention.

REVENDICATIONS

1. Appareil de soudage par résistance en courant continu, caractérisé en ce qu'il comprend :

plusieurs pistolets de soudage (G1-G6),

5 plusieurs dispositifs (Cda-Cdm) de serrage des pistolets de soudage afin qu'ils serrent des pièces respectives,

un onduleur (B) composé de plusieurs ensembles à dispositifs de commutation, connectés en parallèle et
10 comprenant chacun une paire de dispositifs de commutation montés en série,

plusieurs transformateurs de soudage (T1-T6) connectés aux pistolets respectivement et connectés aussi entre les ensembles à dispositifs de commutation,

15 un circuit à mémoire de séquence destiné à conserver une séquence d'excitation des transformateurs de soudage,

un circuit de minutage (38) destiné à appliquer un signal d'excitation des ensembles à dispositifs de commutation, et

20 un circuit de commande (96) destiné à commander les dispositifs de serrage afin que les pistolets de soudage soient serrés, puis à exciter successivement les ensembles à dispositifs de commutation d'après la séquence lue dans le circuit à mémoire de séquence.

25 2. Appareil selon la revendication 1, caractérisé en ce que le circuit de commande (96) comprend un dispositif d'excitation du circuit de minutage (38) de manière qu'il crée un signal d'excitation successive des ensembles à dispositifs de commutation.

30 3. Appareil selon la revendication 1, caractérisé en ce que le circuit de commande (96) comprend un dispositif d'excitation du circuit de minutage (38) afin qu'il crée un signal d'excitation successive de paires choisies d'ensembles de dispositifs de commutation.

35 4. Appareil de soudage par résistance en courant continu, caractérisé en ce qu'il comprend :

plusieurs pistolets de soudage (G1-G6),

plusieurs dispositifs de serrage (Cda-Cdm) destinés à serrer les pistolets de soudage afin qu'ils serrent des pièces respectives,

un onduleur (B) composé de plusieurs groupes de
5 dispositifs de commutation connectés en parallèle, chaque groupe comprenant plusieurs dispositifs de commutation montés en série,

plusieurs transformateurs de soudage (T1-T6) connectés aux pistolets de soudage respectivement et connectés
10 aussi entre des groupes de dispositifs de commutation,

un circuit (24, 26) à mémoire de séquence destiné à conserver une séquence d'excitation des transformateurs de soudage,

un circuit de minutage (38) destiné à appliquer un
15 signal de commande des dispositifs de commutation, et

un circuit de commande (96) destiné à commander le dispositif de serrage des pistolets de soudage et d'excitation des dispositifs de commutation en fonction de la séquence lue dans le circuit à mémoire de séquence.

20 5. Appareil selon la revendication 4, caractérisé en ce que le circuit de minutage (38) comporte un dispositif destiné à créer un signal d'excitation des dispositifs de commutation.

6. Appareil selon l'une des revendications 4 et 5,
25 caractérisé en ce que le circuit de commande (96) comporte un circuit d'excitation du circuit de minutage (38) afin qu'il crée un signal d'excitation des dispositifs de commutation à chaque cycle de commutation de l'onduleur.

7. Appareil selon la revendication 4, caractérisé en
30 ce que le circuit de minutage (38) comporte un dispositif destiné à former un signal de commande d'excitation ou de désexcitation des dispositifs de commutation.

8. Appareil selon l'une des revendications 4 et 7,
caractérisé en ce que le circuit de commande (96) comporte
35 un dispositif d'excitation du circuit de minutage (38) afin qu'il crée un signal d'excitation de dispositif choisi de

commutation qui corresponde aux transformateurs de soudage (T1-T6), puis à exciter ou désexciter les dispositifs restants de commutation.

9. Procédé de commande d'un appareil de soudage par
5 résistance en courant continu ayant plusieurs transformateurs de soudage (T1-T6), plusieurs pistolets de soudage (G1-G6) connectés respectivement aux transformateurs de soudage, et un onduleur (B) composé de plusieurs dispositifs de commutation correspondant aux transformateurs de
10 soudage respectivement, le procédé étant caractérisé en ce qu'il comprend les étapes suivantes :

le serrage des pistolets de soudage (G1-G6), suivant une combinaison prescrite, afin que des pièces soient serrées,

15 l'excitation de dispositifs choisis de commutation, et

l'excitation ou la désexcitation des dispositifs restants de commutation.

10. Appareil de soudage par résistance en courant
20 continu, caractérisé en ce qu'il comprend :

un convertisseur (A) destiné à transformer un courant alternatif en un courant continu,

un onduleur (B) destiné à transformer le courant continu en un courant alternatif à haute fréquence, l'ondu-
25 leur comprenant plusieurs dispositifs de commutation,

plusieurs pistolets de soudage (G1-G6) destinés à souder des pièces avec des courants continus produits par redressement du courant alternatif à haute fréquence,

plusieurs dispositifs de serrage (Cda-Cdm) destinés
30 à serrer les pistolets de soudage contre les pièces,

un circuit de commutation (72) destiné à créer des impulsions de commutation pour l'excitation des dispositifs de commutation,

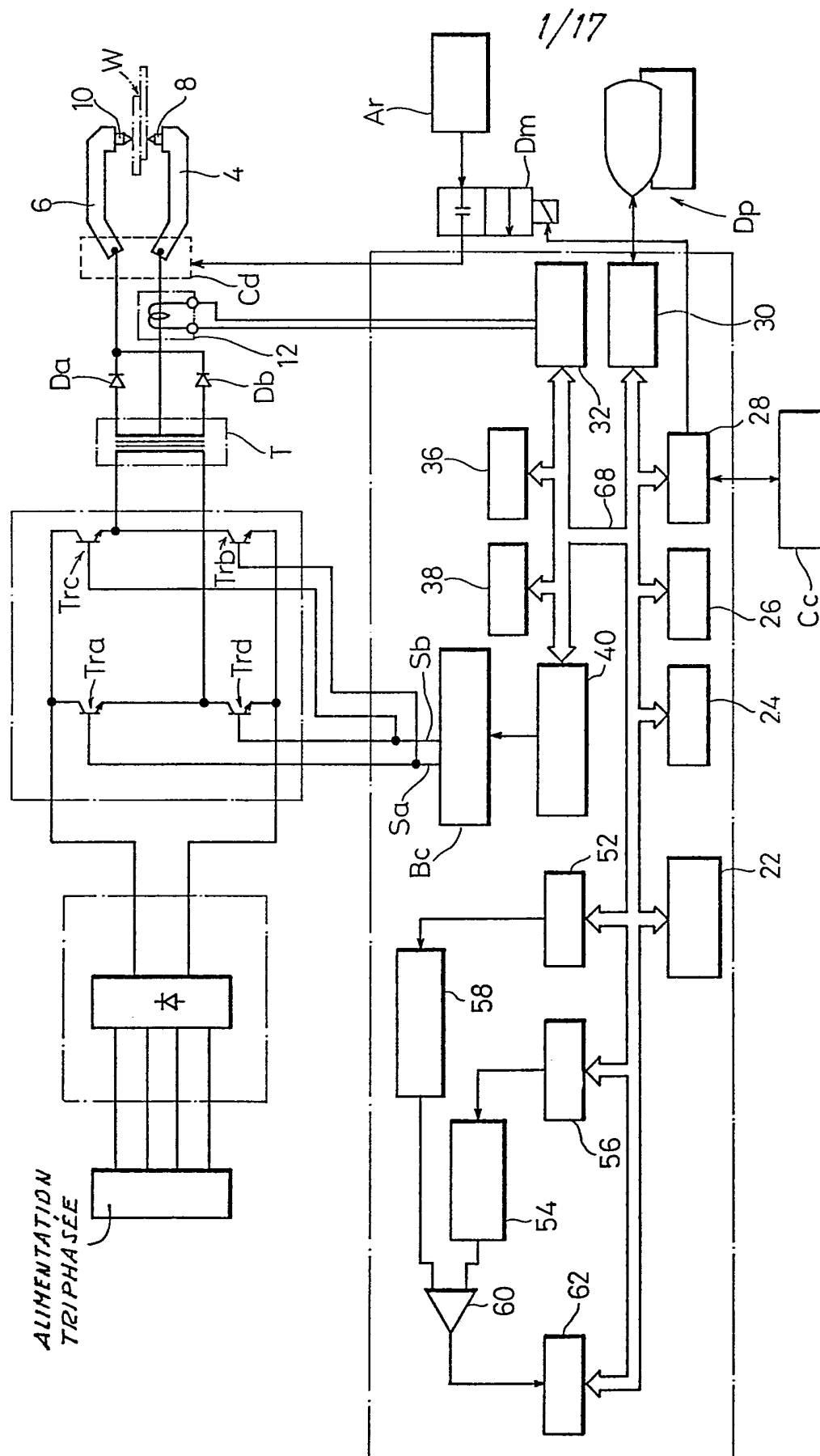
un circuit (70) de commande de soudage destiné à
35 créer un train d'impulsions qui détermine une période de soudage,

un organe (Cc) de commande destiné à conserver les informations relatives à la tâche pour chaque pistolet de soudage, et

un circuit (74) de commande de commutation destiné à
5 commander le dispositif de serrage afin que les pistolets
de soudage soient serrés contre les pièces pendant des
périodes de serrage qui dépendent de l'information de tâche
provenant de l'organe de commande, à mémoriser l'ordre des
pistolets de soudage en fonction de la fin des périodes de
10 serrage, à transmettre au circuit de commutation des
informations représentatives du pistolet de soudage dont la
période de serrage est terminée avant celle des autres
pistolets de soudage, à la suite d'un signal de fin d'exci-
tation provenant du circuit de commande de soudage, et à
15 appliquer un signal de début d'excitation au circuit de
commande de soudage.

FIG.1

2



1/17

2/17

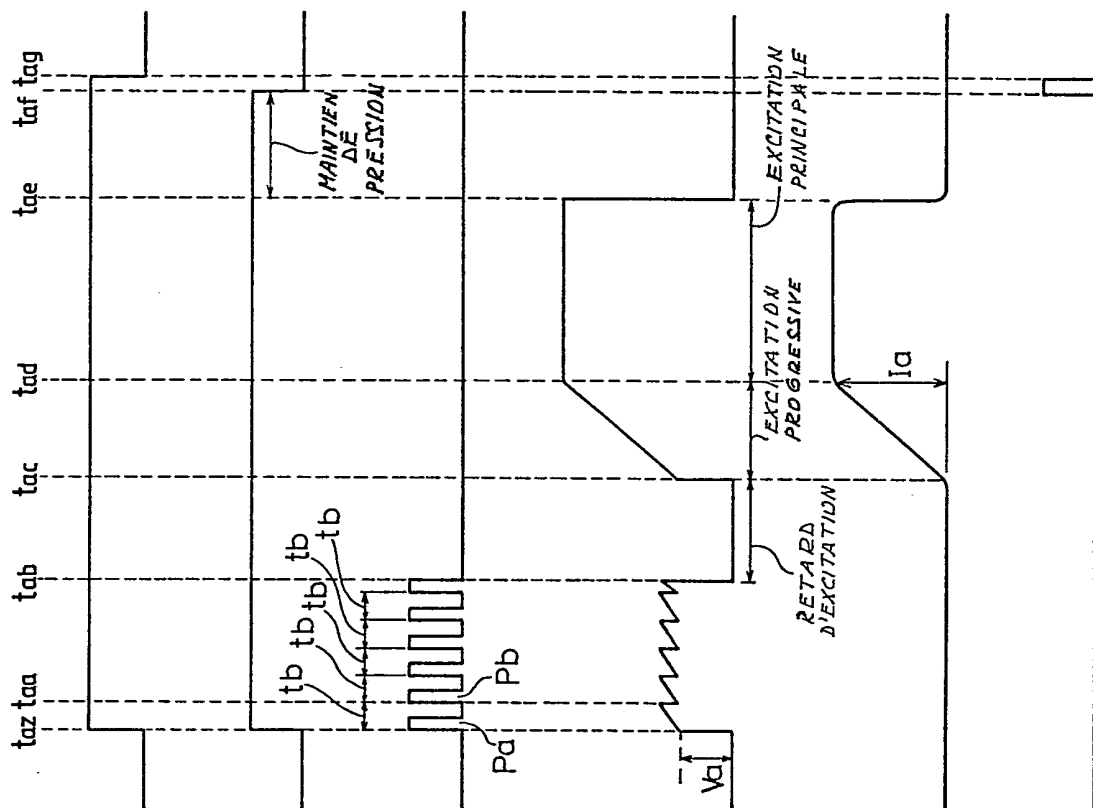


FIG. 2(a)

FIG. 2(b)

FIG. 2(c)

FIG. 2(d)

FIG. 2(e)

FIG. 2(f)

FIG. 3(a)

FIG. 3(b)

FIG. 3(c)

FIG. 3(d)

FIG. 3(e)

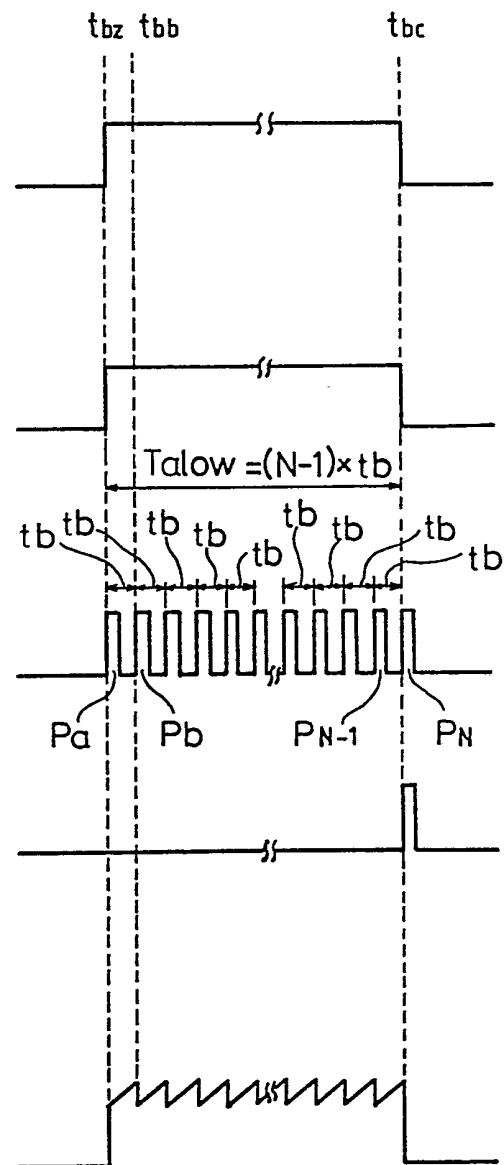


FIG. 4

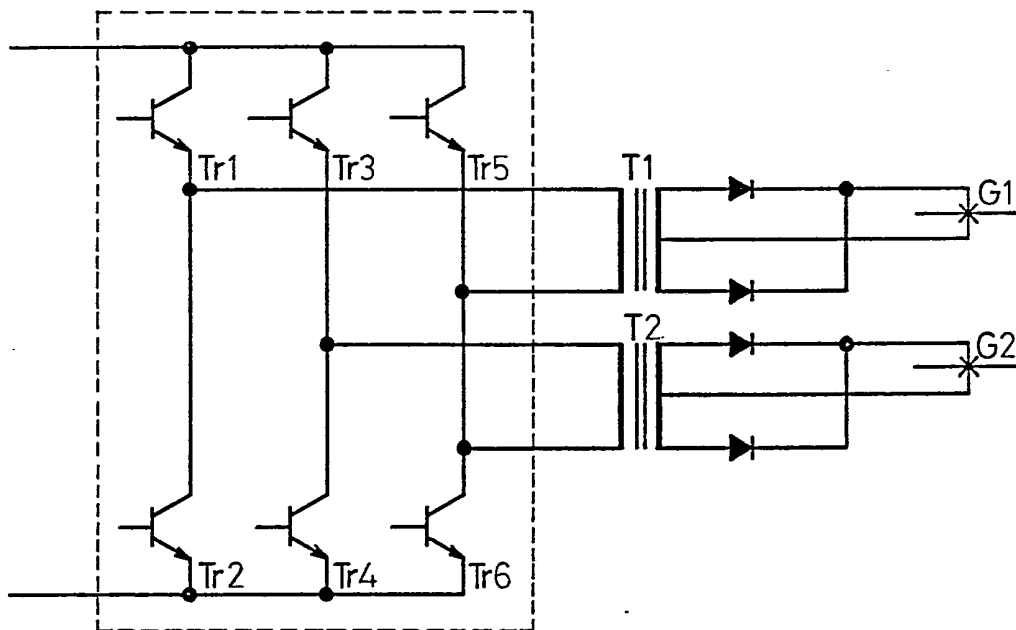


FIG. 5

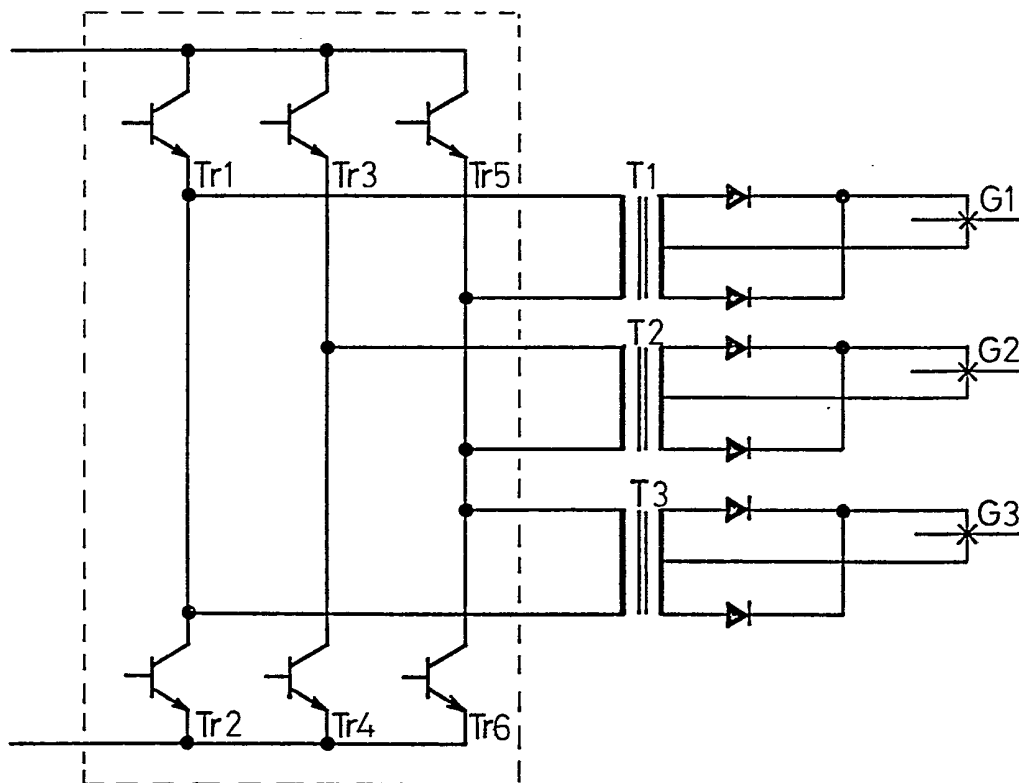


FIG. 6

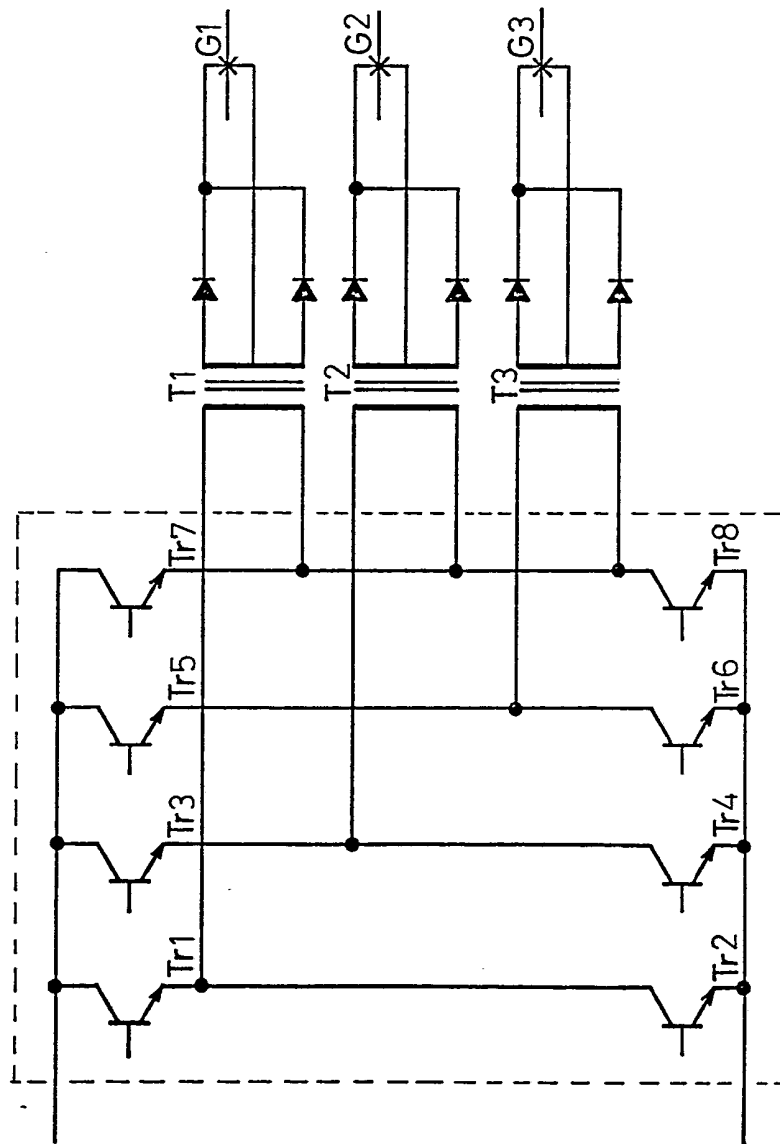


FIG. 7

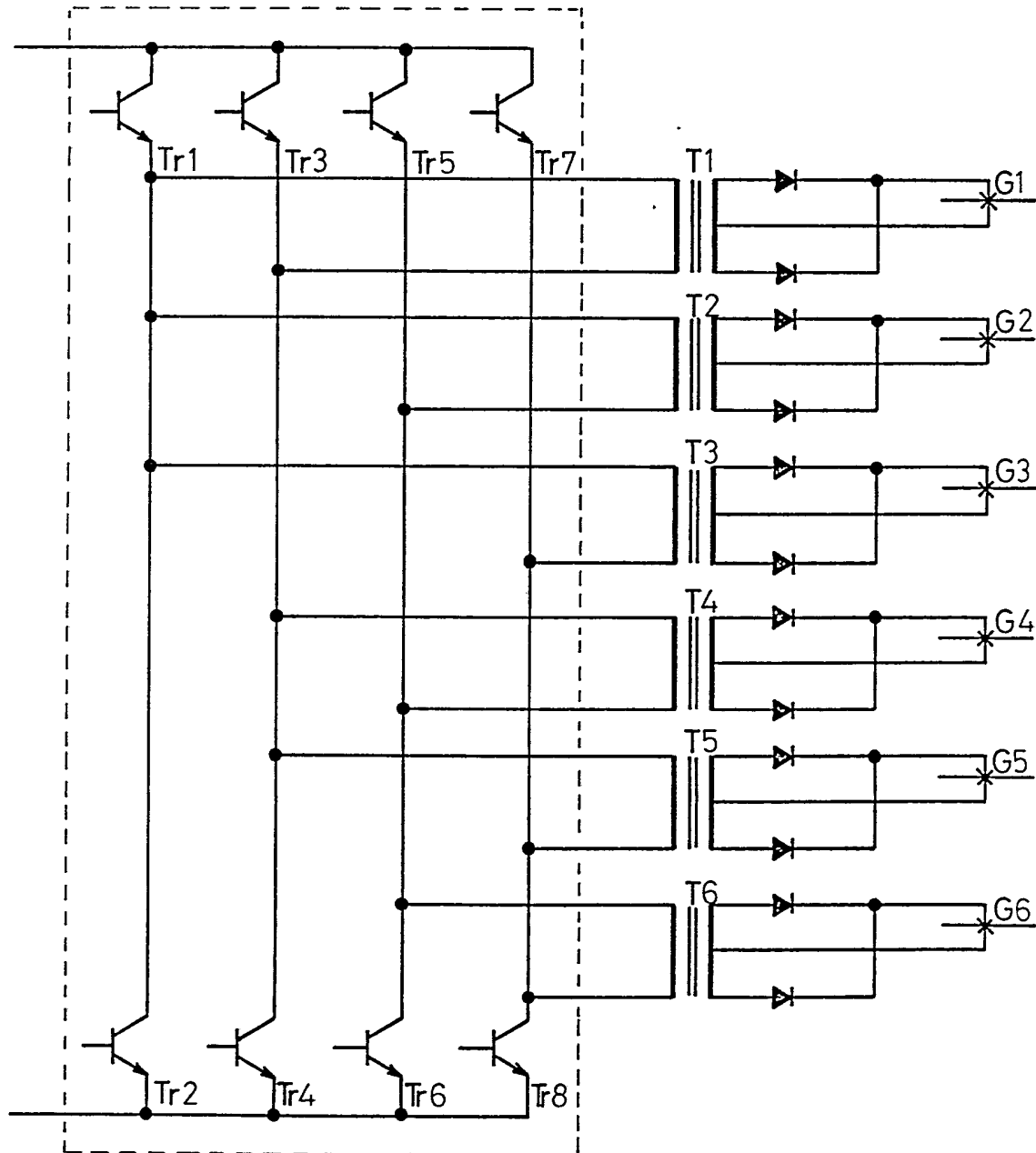


FIG. 8

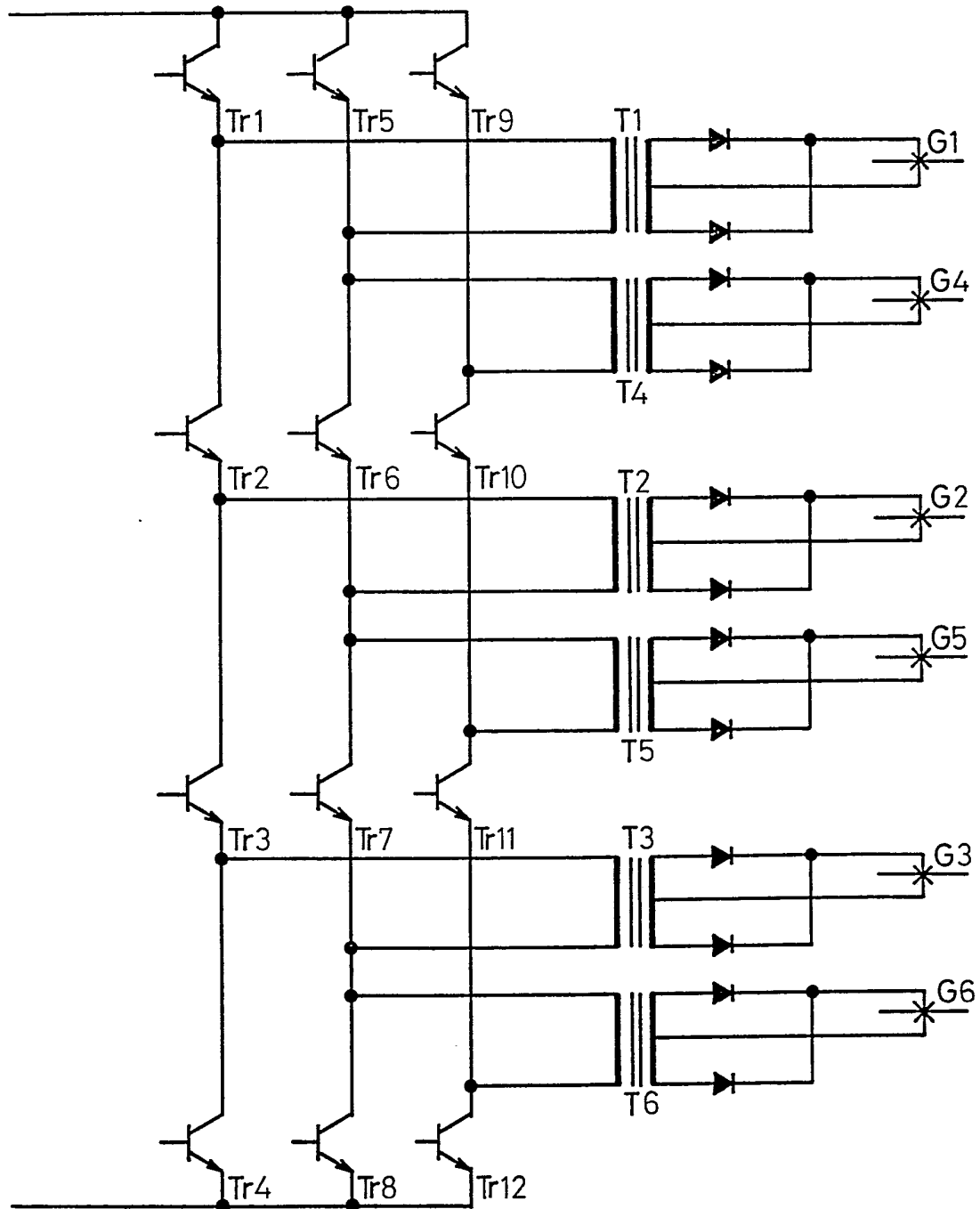
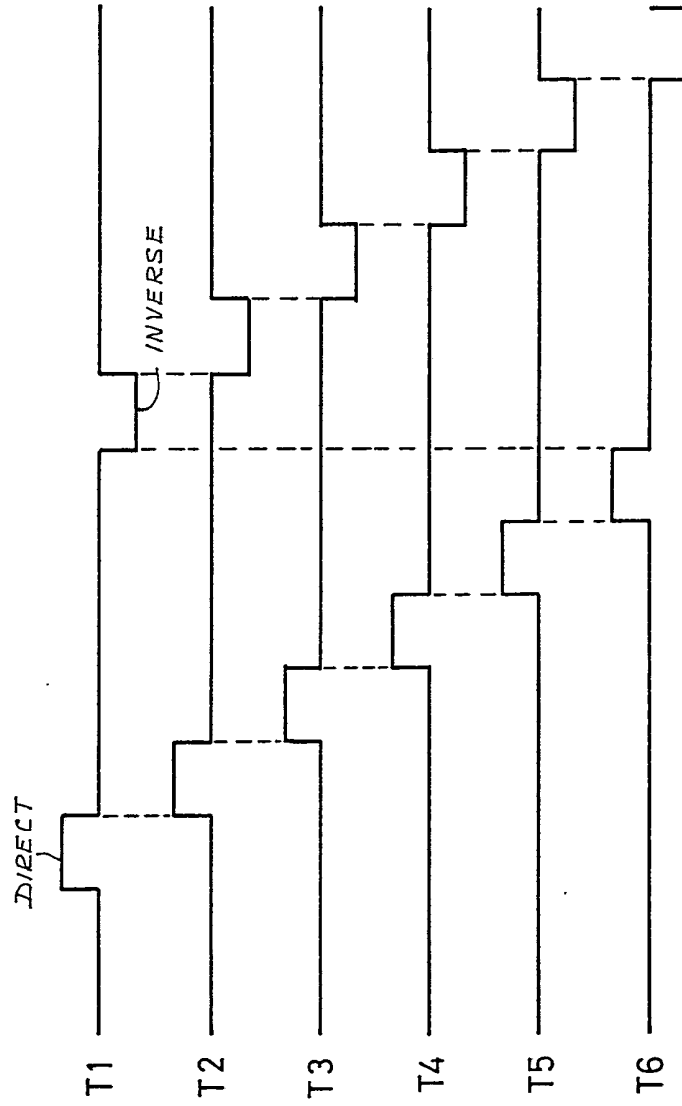
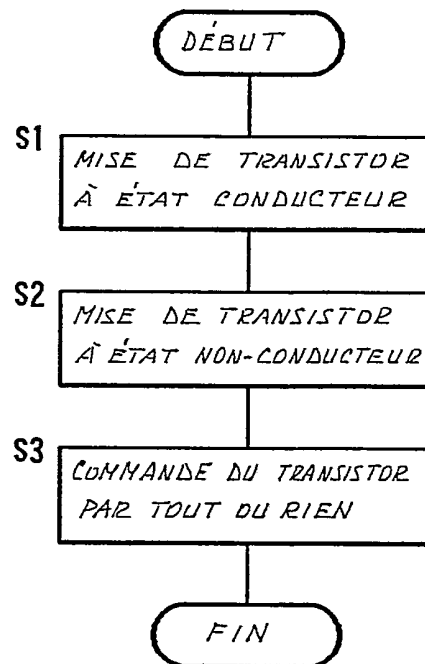


FIG. 9



10/17

FIG.10



11/17

FIG.11

TRANSFORMATEUR
EXCITÉ

Trn	Tr1	Tr2	Tr3	Tr4	Tr5	Tr6	Tr7	Tr8	Tr9	Tr10	Tr11	Tr12
T1	TOUT/ RIEN	TOUT/ RIEN	COND.	COND.	TOUT/ RIEN	TOUT/ RIEN	COND.	COND.	NON- COND.	NON- COND.	NON- COND.	NON- COND.
T2	COND.	TOUT/ RIEN	TOUT/ RIEN	COND.	COND.	TOUT/ RIEN	TOUT/ RIEN	COND.	NON- COND.	NON- COND.	NON- COND.	NON- COND.
T3	COND.	COND.	TOUT/ RIEN	TOUT/ RIEN	COND.	COND.	TOUT/ RIEN	TOUT/ RIEN	NON- COND.	NON- COND.	NON- COND.	NON- COND.
T4	NON- COND.	NON- COND.	NON- COND.	NON- COND.	TOUT/ RIEN	TOUT/ RIEN	COND.	COND.	TOUT/ RIEN	TOUT/ RIEN	COND.	COND.
T5	NON- COND.	NON- COND.	NON- COND.	NON- COND.	COND.	TOUT/ RIEN	TOUT/ RIEN	COND.	COND.	TOUT/ RIEN	TOUT/ RIEN	COND.
T6	NON- COND.	NON- COND.	NON- COND.	NON- COND.	COND.	COND.	TOUT/ RIEN	TOUT/ RIEN	COND.	COND.	TOUT/ RIEN	TOUT/ RIEN

12/17

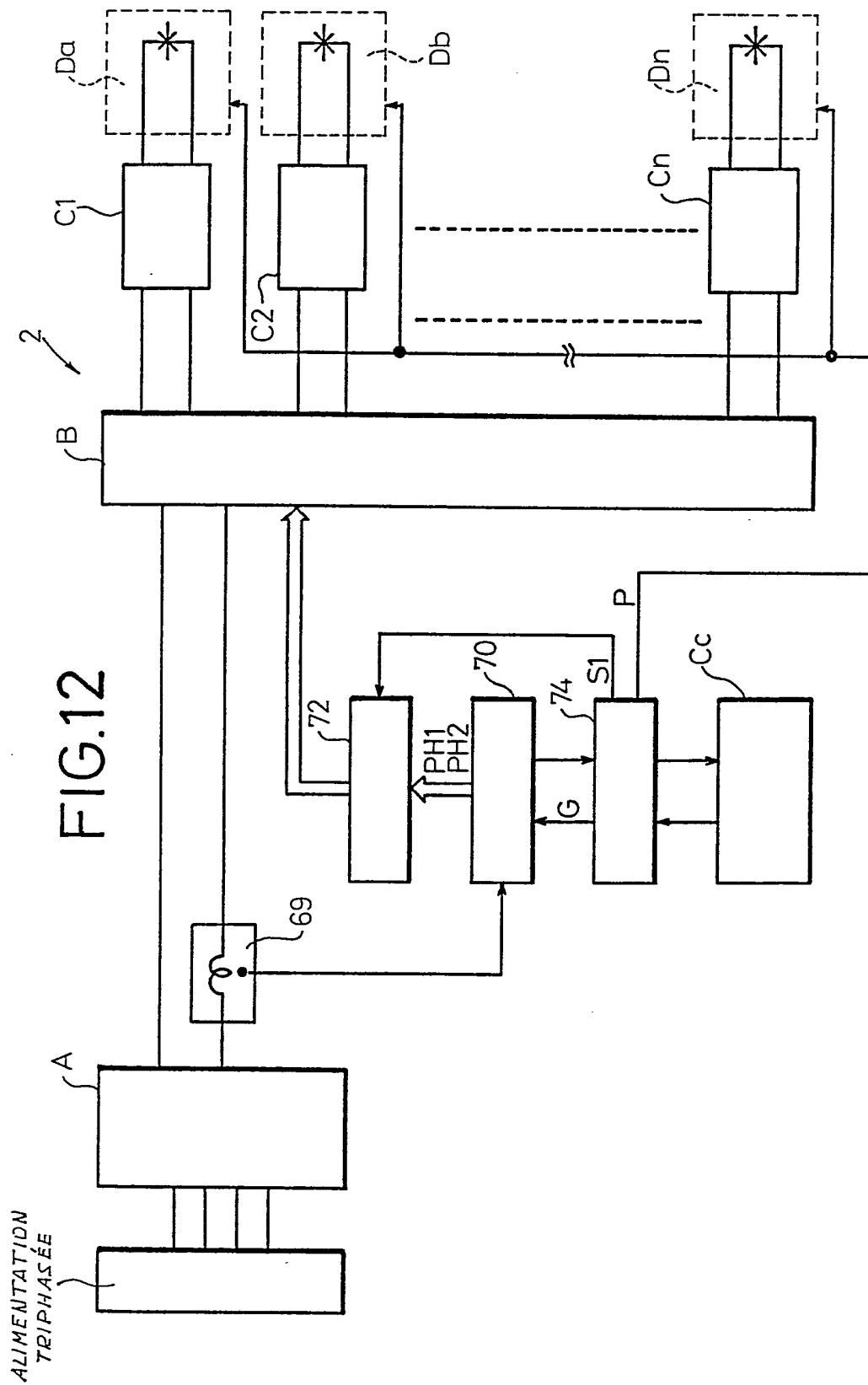


FIG.13

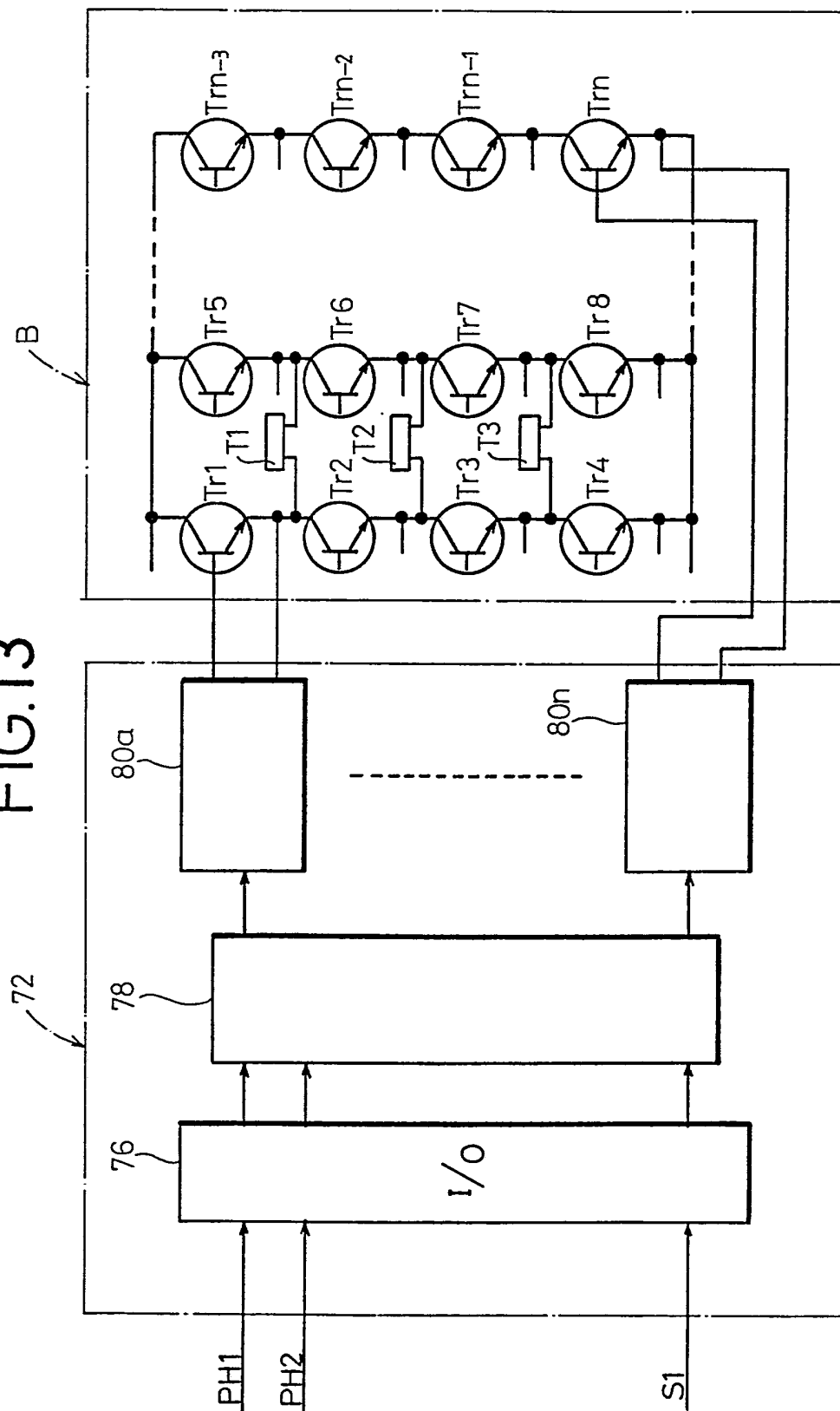
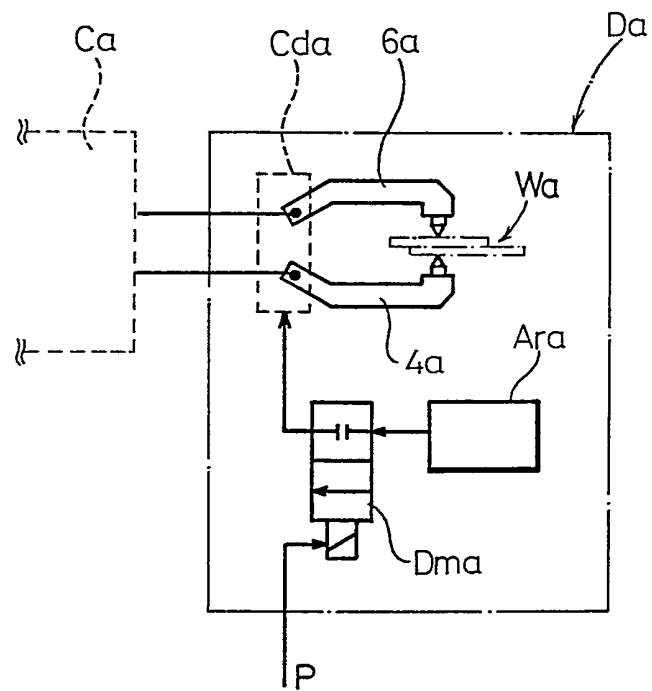


FIG.14



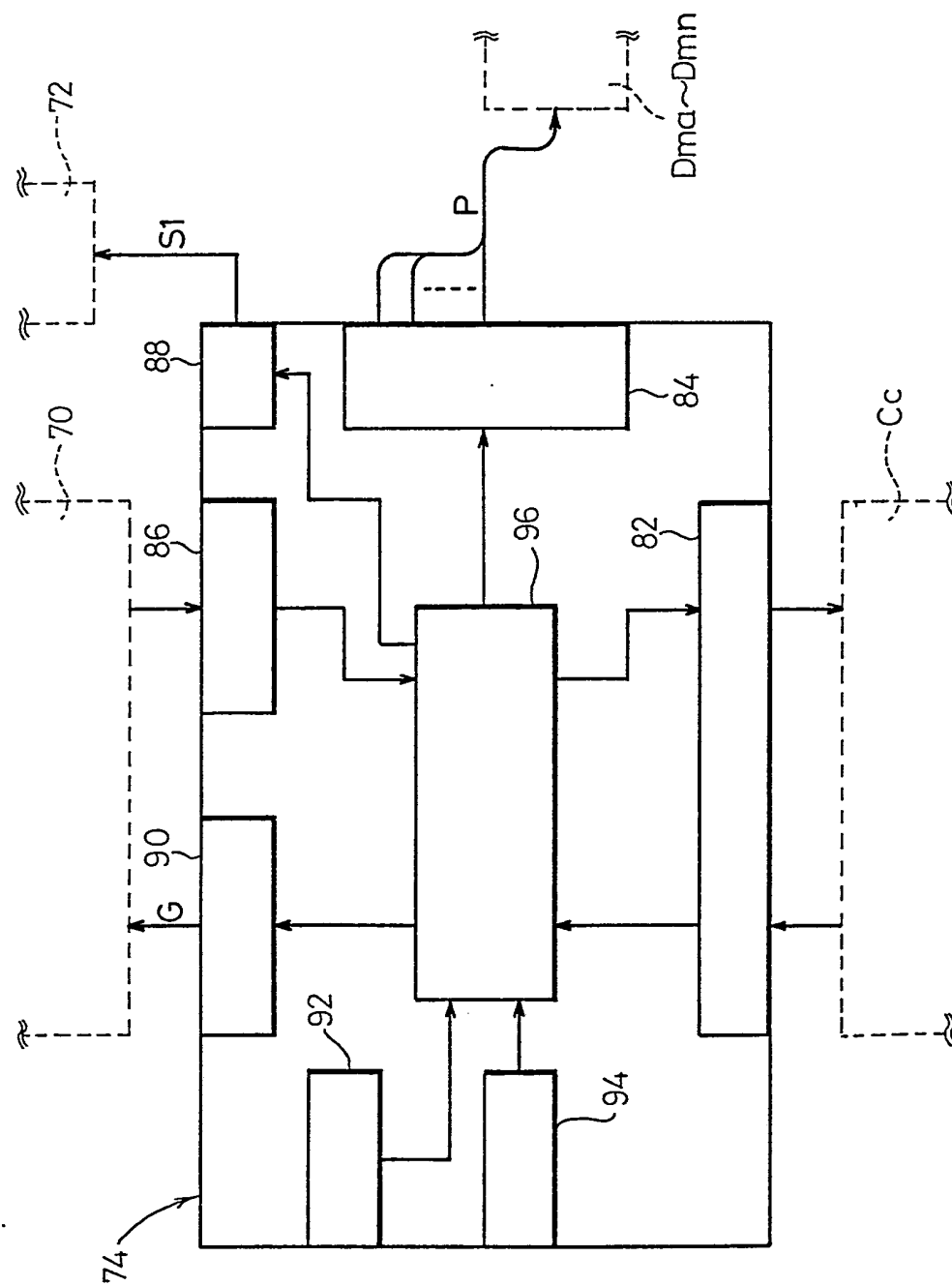


FIG. 15

FIG. 16(a)

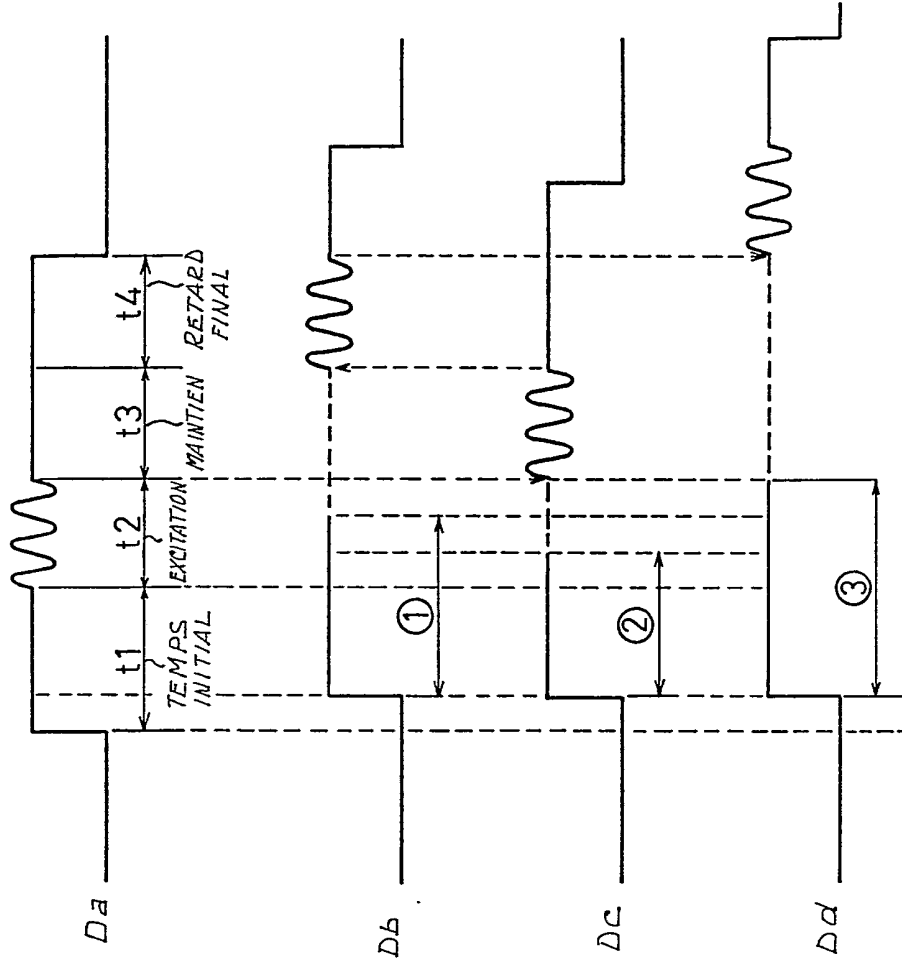


FIG. 16(b)

FIG. 16(c)

FIG.16(d)

FIG.17(a)_{PH1}



FIG.17(b)_{PH2}

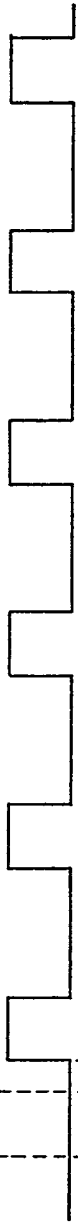


FIG.17(c)

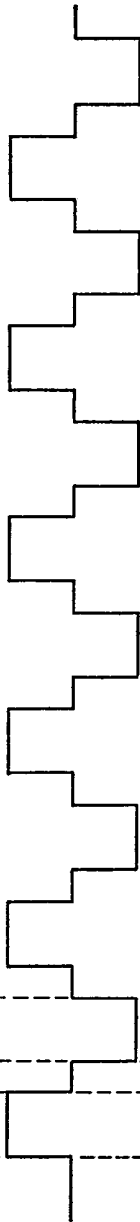


FIG.17(d)

