

(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

(11) Nº de publication : 3 013 171
(à n'utiliser que pour les commandes de reproduction)

(21) Nº d'enregistrement national : 14 60540

(51) Int Cl⁸ : H 02 M 1/08 (2013.01), H 02 M 1/084, 7/48

(12)

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

(22) Date de dépôt : 03.11.14.

(30) Priorité : 12.11.13 GB 1319953.4.

(71) Demandeur(s) : CONTROL TECHNIQUES LTD — GB.

(43) Date de mise à la disposition du public de la demande : 15.05.15 Bulletin 15/20.

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

(60) Références à d'autres documents nationaux apparentés :

(72) Inventeur(s) : HART SIMON DAVID et WEBSTER ANTHONY JOHN.

(73) Titulaire(s) : CONTROL TECHNIQUES LTD.

Demande(s) d'extension :

(74) Mandataire(s) : SANTARELLI.

(54) COMMANDE DE CONVERTISSEUR MULTINIVEAU.

(57) Un procédé est décrit pour commander au moins quatre composants de commutation d'un convertisseur multiniveau. Le procédé comprend la réception de premier et second signaux de commande pour commander un onduleur à double niveau ayant deux composants de commutation, et le traitement des premier et second signaux de commande reçus afin de produire au moins quatre signaux de commande de composant de commutation pour commander les composants de commutation d'un convertisseur multiniveau. Sont également décrits un système de logique de commande, un système de convertisseur multiniveau et un support lisible par ordinateur.



Domaine de l'invention

Cette description concerne la production de signaux de commande de convertisseur multiniveau. Plus particulièrement, mais pas exclusivement, un procédé pour convertir des signaux de commande pour un onduleur à double niveau de sorte qu'ils puissent être utilisés avec un convertisseur multiniveau est pourvu.

Arrière-plan de l'invention

Les onduleurs sont requis dans de nombreux systèmes électriques et électromécaniques. Par exemple, dans les systèmes d'entraînement par moteur haute puissance, la conversion d'une source c.c. en une alimentation c.a. appropriée pour entraîner le moteur est généralement requise. Dans de tels systèmes, il est souhaitable de fournir un signal c.a. qui est aussi proche du sinusoïdal que possible afin de maximiser le rendement du moteur. Une façon courante d'améliorer la qualité d'un tel processus de conversion c.c.-c.a. est l'utilisation d'onduleurs ou de convertisseurs multiniveaux, qui procurent une progression pas à pas commutée à travers la plage de tensions continues afin d'émuler plus étroitement un signal sinusoïdal.

En plus de ressembler plus étroitement à une forme d'onde sinusoïdale, les convertisseurs multiniveaux offrent plusieurs autres avantages sur les onduleurs à double niveau simples. Par exemple, en raison du signal de sortie ressemblant plus étroitement à une forme d'onde sinusoïdale, la distorsion harmonique est diminuée. En outre, étant donné que des niveaux de tension inférieurs sont utilisés, un plus petit changement de tension est perçu, ce qui signifie à son tour qu'il y a une contrainte réduite sur les roulements du moteur dans un système d'entraînement par moteur. De plus, les diodes de niveau limitent la tension aux bornes des dispositifs de commutation à l'état bloqué à un niveau de tension de condensateur (la moitié de la tension de la liaison c.c.). Ceci réduit la tension, donc des dispositifs à semi-

conducteurs nominaux moyens peuvent être utilisés pour les applications à haut niveau à tension élevée.

Bien qu'il y ait de nombreux avantages associés à l'utilisation de convertisseurs multiniveaux, il y a également un certain nombre d'inconvénients. En particulier, en raison de l'augmentation du nombre de composants de commutation requis dans les convertisseurs multiniveaux, l'ensemble de circuits de tels convertisseurs peut être important et onéreux. Par exemple, la commande de convertisseurs multiniveaux requiert de nombreuses broches de microprocesseur par phase. Certains procédés utilisent des signaux de porte distincts pour chaque commutateur à semi-conducteur et d'autres utilisent une paire de signaux de porte et des signaux additionnels pour commander la sélection de commutateur. Toutefois, dans l'un ou l'autre agencement, les signaux individuels requièrent généralement un décalage de niveau et une isolation. Dans la pratique, l'ensemble de circuits requis, particulièrement pour les convertisseurs multiniveaux d'ordre élevé, peut par conséquent rendre de tels circuits peu pratiques.

Résumé de l'invention

Conformément à un aspect de l'invention, est pourvu un procédé pour commander au moins quatre composants de commutation d'un convertisseur multiniveau. Le procédé comprend la réception de premier et second signaux de commande pour commander un onduleur à double niveau ayant deux composants de commutation. Le procédé comprend également le traitement des premier et second signaux de commande reçus afin de produire au moins quatre signaux de commande de composant de commutation pour commander les composants de commutation d'un convertisseur multiniveau.

Le procédé peut comprendre en outre la commande de chacun des au moins quatre composants de commutation en utilisant un signal de commande respectif des au moins quatre signaux de commande produits. Les au moins quatre signaux de commande produits comprennent un signal de

commande pour chaque composant de commutation du convertisseur multiniveau.

Un signal de commande dérivé du premier des signaux de commande reçus peut être utilisé pour produire les signaux de commande de composant de commutation. Le signal de commande peut déterminer quels composants de commutation seront activés dans une période de commutation suivante. Le signal de commande dérivé peut être une combinaison des premier et second signaux de commande reçus. Le second des signaux de commande reçus peut être inversé. Les premier et second signaux de commande reçus peuvent être combinés par une porte logique ET. Un nombre d'impulsions dans le signal de commande dérivé lorsque le second signal de commande est actif peut être utilisé pour déterminer lesquels des composants de commutation seront activés dans une période de commutation suivante. Lorsque le nombre d'impulsions dans le signal de commande dérivé est 1 ou plus un premier ensemble de composants de commutation peut être activé. Lorsque le nombre d'impulsions dans le signal de commande dérivé est 0 un second ensemble de composants de commutation peut être activé. Le signal de commande dérivé peut être agencé pour commuter les éléments de commutation associés à la tension la plus haute et la tension la plus basse. Le second signal de commande reçu peut être agencé pour commuter les composants de commutation dans une plage moyenne d'une plage de tensions totale du convertisseur multiniveau.

Le procédé peut comprendre en outre la dérivation d'un signal d'acheminement des deux signaux de commande reçus. Le signal d'acheminement peut être utilisé pour produire les signaux de commande de composant de commutation en acheminant un du second des signaux de commande reçus et du signal de commande dérivé vers un composant de commutation respectif du convertisseur multiniveau. Le signal d'acheminement peut être verrouillé lorsque le second des signaux de commande reçus est haut. Le signal

d'acheminement peut être réinitialisé par un flanc avant du signal de commande dérivé. Le signal d'acheminement peut être échantillonné sur un flanc arrière du second des signaux de commande reçus.

5 Un temps mort peut être pourvu entre des composants de commutation qui sont commutés activement. Le signal d'acheminement peut maintenir ce temps mort lors de l'acheminement des signaux de commande.

10 Les premier et second signaux de commande peuvent être produits par un microprocesseur et reçus du microprocesseur via un ensemble de circuits d'isolation et des décaleurs de niveau respectifs. L'ensemble de circuits d'isolation et les décaleurs de niveau respectifs peuvent être pourvus par des opto-isolateurs respectifs.

15 Selon un autre aspect de l'invention, est pourvu un système de logique de commande pour commander au moins quatre composants de commutation d'un convertisseur multiniveau. Le système de logique de commande comprend une entrée agencée pour recevoir des premier et second signaux de commande pour commander un onduleur à double niveau ayant deux composants de commutation. Le système de logique de commande comprend également un processeur logique agencé pour traiter les premier et second signaux de commande reçus afin de produire au moins quatre signaux de commande de composant de commutation pour commander les composants de commutation d'un convertisseur multiniveau.

20 Selon encore un autre aspect de l'invention, est pourvu un système de convertisseur multiniveau, comprenant un système de logique de commande tel que décrit ici. De plus, le système de convertisseur multiniveau comprend un convertisseur multiniveau ayant quatre composants de commutation ou plus chacun étant agencé pour être commuté par un d'au moins quatre signaux de commande de composant de commutation produits par le système de logique de commande.

Selon un aspect supplémentaire de l'invention, est pourvu un support lisible par ordinateur comprenant un code lisible par ordinateur exploitable, lors de l'utilisation, pour donner pour instruction à un ordinateur d'effectuer un quelconque procédé tel que décrit ici.

L'exigence de broche de processeur pour la commande de porte de convertisseurs multiniveaux peut être réduite.

Le microprocesseur peut fournir deux sorties de porte augmentées par phase. Une ligne de porte supérieure peut 10 être empêchée de débloquer l'IGBT si la ligne de porte inférieure est active. La ligne de porte supérieure peut être basculée pour fournir des impulsions de sélection de commande tandis que la ligne de porte inférieure est active pour effectuer la sélection de commutateur à semi-conducteur pour la période de commutation suivante.

La commande de sélection de commutateur à semi-conducteur peut être combinée avec deux signaux de déblocage de commutateur à semi-conducteur pour réduire le nombre de broches de processeur requises. Les signaux de 20 déblocage peuvent être par phase. Ceci peut réduire la quantité de matériel de décalage de niveau et d'isolation requise. Les retards associés et les tolérances de lot ou de température peuvent par conséquent également être réduits.

Un nombre d'impulsions de commande envoyées sur la ligne de signal supérieure lorsque l'inférieure est active peut commander la « paire de niveaux » (S1 et S3 ou S4 et S2) qui sera commutée pendant la période PWM suivante.

Le signal supérieur du microprocesseur peut commuter 30 soit l'unité de commutation la plus haute S1, soit l'unité de commutation la plus basse S4, c.-à-d. les commutateurs extérieurs. L'inversion de service peut être pourvue dans un logiciel.

Le signal inférieur du microprocesseur peut commuter 35 les unités de commutation S2 ou S3, les commutateurs, 0V ou intérieurs. Ceci peut procurer du temps pour que les

impulsions de commande soient émises et fournir le temps mort correct de commutateur à commutateur. Un temps mort peut être requis entre S2 et S4 lorsque dans la section négative et entre S1 et S3 lorsque dans la section positive.

La section de changement de tension peut traverser une période de commutation basse tension (donc service 0V haut) qui correspond à un signal de porte inférieur long qui permet du temps pour que le signal supérieur émette les impulsions de commande de « paire de niveaux ».

L'unité de commutation S3 peut rester en marche pendant une section négative et l'unité de commutation S2 peut rester en marche pendant une section positive.

La période de cycle SW peut commencer au centre de la période ON inférieure de sorte qu'une décision concernant la sélection de la « paire de niveaux » puisse être prise et les impulsions de commande émises avant la prochaine activation des unités de commutation S1 ou S4, c.-à-d. les commutateurs extérieurs.

Le matériel de commande de porte peut s'interfacer directement avec la ligne de protection contre les surintensités rapides via un tampon de validation.

La baisse/prolongation d'impulsion peut être possible étant donné que les deux signaux de porte inférieur et supérieur ont besoin de changer d'état deux fois par cycle pour que tout changement de « paire de niveaux » soit exécuté.

Brève description des dessins

Des modes de réalisation de l'invention donnés à titre d'exemple vont maintenant être décrits en référence aux dessins parmi lesquels :

la figure 1 illustre un convertisseur multiniveau conjointement avec ses composants de commande externes ;

la figure 2 est une vue schématique du circuit du convertisseur multiniveau de la figure 1 ;

la figure 3 est un schéma de commutation montrant les signaux de commande d'entrée et les signaux de commande de transistor de sortie ;

5 la figure 4 est un schéma logique illustrant la logique utilisée pour déterminer un signal de commande additionnel et une ligne de commande ; et

10 la figure 5 est un schéma logique montrant comment les signaux de commande de transistor sont dérivés des signaux de commande d'entrée, du signal de commande additionnel et de la ligne de commande.

Dans toute la description et les dessins, les numéros de référence similaires font référence à des parties similaires.

Description spécifique

15 La figure 1 représente un convertisseur multiniveau 4 conjointement avec les composants de commande externes 1, 2, et 3. Le convertisseur multiniveau 4 reçoit une entrée c.c. et convertit celle-ci en une sortie c.a. sur la base de deux signaux de commande de porte de transistor U et L qui sont générés par un microprocesseur associé 1. En 20 utilisant de multiples niveaux, le convertisseur multiniveau est capable de fournir une sortie c.a. qui ressemble plus étroitement à une sinusoïde lorsque comparé à un onduleur à un seul niveau. Les signaux de commande de porte U, L traversent des circuits de conversion respectifs 2, 3 pour chacune des trois phases. Cet ensemble de circuits de conversion comprend des décaleurs de niveau afin de décaler le niveau par rapport à l'émetteur respectif qui est commandé par le signal, en plus d'un 25 ensemble de circuits d'isolation afin d'isoler chaque transistor du microprocesseur. Un opto-isolateur est 30 utilisé pour à la fois l'isolation et le décalage de niveau de tension.

La figure 2 est une vue schématique du circuit du 35 convertisseur multiniveau 4 de la figure 1. Sur la figure 2 un convertisseur à trois niveaux est représenté pour la

simplicité de la description. Toutefois, un plus grand nombre de niveaux peuvent être utilisés en variante.

Sur la figure 2, l'entrée est fournie par V_{dc} qui est une source c.c. Une sortie est pourvue entre une broche 0V 5 10 et une broche de sortie 11. Des premier et deuxième transistors S1 et S2 sont pourvus en série entre la borne positive de la source c.c. V_{dc} et la broche de sortie 11, des troisième et quatrième transistors S3 et S4 étant pourvus en série entre la broche de sortie 11 et la broche 10 0V 10. Des diodes D1 et D1' sont pourvues aux bornes des deuxième et troisième transistors, avec une connexion de masse pourvue entre les deux transistors. En outre, des condensateurs de lissage C1 et C2 sont pourvus, chacun avec une borne connectée à une borne respective de la source 15 c.c. V_{dc} et une autre borne connectée à la masse. Sur la Figure 2, uniquement une seule phase d'un système à trois phases est représentée pour faciliter l'explication. Il sera noté que les autres phases utilisent un ensemble de circuits équivalent.

Une sortie c.a. est fournie par la sortie du convertisseur multiniveau 4 par la commutation commandée des quatre transistors S1, S2, S3, S4 afin de faire varier la tension de sortie de la tension d'entrée c.c. Comme cela est clair d'après la figure 1, le convertisseur multiniveau 20 25 4 reçoit les deux signaux de commande de porte U, L et utilise une logique pour convertir ces deux signaux de commande en quatre signaux de commande, un pour chacun des quatre transistors S1, S2, S3, S4.

Ce processus de commande va maintenant être décrit en 30 référence à la figure 3, qui montre un schéma de commutation pour dériver les signaux de commande de transistor S1', S2', S3', S4', conjointement avec les figures 4 et 5, qui montrent la logique utilisée pour dériver les signaux de commande de transistor S1', S2', 35 S3', S4' des signaux de commande de porte d'entrée U, L.

Tout d'abord, en référence à la figure 4, un signal de commande de porte additionnel U1 et une ligne de commande C sont dérivés des signaux de commande de porte d'entrée U, L. Les deux signaux de commande de porte d'entrée, le supérieur, U, et l'inférieur L, sont agencés pour faire fonctionner un onduleur à double niveau standard ayant juste deux transistors. Par conséquent, le premier signal de commande de porte d'entrée, U, est agencé pour faire fonctionner le transistor supérieur dans un tel agencement, tandis que le second signal de commande de porte d'entrée L est agencé pour faire fonctionner le transistor inférieur.

Le premier signal de commande additionnel U1 est dérivé en faisant passer le signal de commande de porte U et une inversion du signal de commande de porte L à travers une porte ET 12, L étant inversé par une porte NON 13. Afin d'obtenir la ligne de commande C, des signaux de commande de porte d'entrée sont d'abord combinés via une porte ET 14, dont la sortie est entrée vers l'entrée « établie » d'un verrou de bascule bistable 15. Le signal de commande de porte additionnel U1 est entré vers un des quatre commutateurs à semi-conducteurs comme cela sera décrit relativement à l'ensemble de circuits sur la figure 5, qui sera décrit plus loin dans ce document. La réinitialisation est uniquement activée sur le flanc avant de U1 en utilisant un détecteur de flanc avant 16 et ensuite dans la réinitialisation du verrou de bascule bistable. La sortie de la bascule bistable 15 est entrée dans l'entrée de données du tampon d'échantillonnage 17, tandis que le signal de commande de porte L qui a traversé le détecteur de flanc arrière 18 est entré dans l'entrée d'échantillon du tampon d'échantillonnage 17 qui déclenche un échantillon du niveau logique d'entrée de données. Ensuite la sortie du tampon d'échantillonnage est la ligne de commande C, que l'on peut voir sur la figure 3.

Dans la pratique, dans le schéma logique représenté sur la figure 4, le signal de commande additionnel, ou le

signal de porte supérieur réel, U1 est forcé bas chaque fois que le second signal de commande de porte L est actif pour empêcher le courant transversal lorsque les impulsions de signal de commande encodées sont également envoyées sur 5 le signal de commande de porte U. L'impulsion de signal de commande est verrouillée lorsque le second signal de commande de porte L est haut et est réinitialisée par le flanc avant du signal de commande de porte additionnel U1. La ligne de commande C est échantillonnée sur le flanc 10 arrière du second signal de commande de porte L de sorte que le nouvel acheminement des signaux de déblocage U1 et L par les impulsions de commande sur la ligne de commande C puissent prendre effet avant la prochaine impulsion de porte supérieure réelle U1. Ceci produit la ligne de 15 commande de « paire de niveaux » C, qui est la sortie par le tampon d'échantillonnage 17. Un seul signal est fourni pour un système à 3 niveaux étant donné que le système choisit uniquement entre la commande de deux paires de commutateurs S1, S3 et S4, S2. Pour les convertisseurs 20 multiniveaux ayant cinq niveaux (et plus), le nombre d'impulsions de commande est compté, comme examiné ci-dessous.

Dans le cas d'un convertisseur à trois niveaux il n'y a qu'une impulsion de commande sur la ligne de commande C 25 requise, si l'impulsion de commande est présente, les commutateurs plus positifs sont utilisés et sinon les commutateurs les plus négatifs sont utilisés. Lors de l'utilisation d'un système ayant 5 niveaux ou plus une série d'impulsions sont pourvues pour indiquer quelle paire 30 de commutateurs est commandée activement par les signaux de commande de porte U1 et L. Ces signaux de commande traverseraient toujours le verrou de bascule bistable 15 représenté sur la figure 4. Sur la figure 4, un tampon d'échantillonnage simple 17 est commandé par le flanc 35 arrière du signal de commande de porte L. Pour 5 niveaux ou plus, un décodeur série-parallèle est pourvu où le compte

est réinitialisé par le signal du détecteur de flanc avant 16 et le tampon d'échantillon 17 a de multiples entrées et de multiples sorties.

Une fois que le signal de commande de porte 5 additionnel U1, et la ligne de commande C sont dérivés par le circuit logique de la figure 4, il est alors possible de poursuivre la dérivation des signaux de commande de transistor S1', S2', S3', S4' comme représenté sur la figure 5 et comme cela va être examiné maintenant.

10 S1' est dérivé en combinant le signal de commande de porte additionnel U1 et la ligne de commande C via une porte ET 19. S2' est dérivé en combinant, au niveau d'une porte ET 20, le signal de commande de porte d'entrée L avec une inversion de la ligne de commande C, qui est passé à 15 travers une porte NON 21, la sortie de la porte ET 20 étant combinée, au niveau d'une autre porte OU 22 avec la ligne de commande additionnelle C. S3' est dérivé en combinant le signal de commande additionnel C avec le signal de commande L au niveau d'une porte ET 23, et passant ensuite la sortie 20 de cette porte ET 23 à travers une porte OU 24 avec une inversion de la ligne de commande C, qui a traversé la porte NON 21. S4' est dérivé en combinant, au niveau d'une porte ET 25, le signal de commande additionnel U1, avec l'inversion de la ligne de commande C, qui est inversée 25 pour la porte NON 21. Chacun des signaux S1', S2', S3', S4', traverse une porte ou un tampon de validation 26. Le tampon de validation 26 permet que le système soit désactivé en cas de conditions de surintensité. Le tampon de validation 26 est commandé par un signal de validation pour permettre 30 et empêcher le fonctionnement du convertisseur multiniveau 4.

Dans la pratique, la ligne de commande de paire de niveaux C fournit un signal d'acheminement qui commande à quel commutateur extérieur (S1 ou S4) le signal de porte supérieure réel U1 sera connecté. Il commande également à 35 quel commutateur intérieur (S2 ou S3) le signal de porte

inférieur sera connecté. La ligne de commande C maintient également le commutateur intérieur qui n'est pas commandé actuellement par le signal de porte inférieur haut, actif. Le commutateur extérieur qui n'est pas commandé 5 actuellement est maintenu bas, inactif. En d'autres termes, la ligne de commande C achemine les signaux de commande reçus vers les composants de commutation.

Sur la figure 3, la commutation du convertisseur multiniveau 3 est représentée où la demande de tension de 10 sortie passe de négative à positive puis de nouveau à négative comme représenté par la ligne de commande C et les « paires de niveaux » étant commutées d'une façon PWM, c.-à-d. la paire de composants de commutation S1, S3 pour la tension positive ou S4, S2 pour la tension négative. La 15 « paire de niveaux » choisie, et par conséquent l'acheminement de signal, est commandée par les impulsions de commande envoyées sur la ligne de commande de porte supérieure U lorsque la ligne de commande de porte inférieure L est active. Par exemple, les temps t2 et t4 20 montrent une impulsion (un choix entre seulement deux paires doit être fait pour un convertisseur à 3 niveaux) pour sélectionner la paire de commutateurs qui produisent la tension plus positive (S1, S3). Le nombre d'impulsions de commande envoyées sur la ligne de signal supérieure U 25 lorsque l'inférieure L est active (l'inférieure a la priorité) commande la « paire de niveaux » qui commutera la prochaine période PWM. Une impulsion de commande indique que le prochain cycle PWM sera sur la « paire de niveaux » positive (donc il y aura une tension positive.) Une absence 30 d'impulsion de commande indique la « paire de niveaux » négative. En d'autres termes, aucune impulsion (pour un convertisseur à 3 niveaux) signifie que le système sélectionne la paire de commutateurs qui produit la tension plus négative (par ex. S4, S2). Il faut remarquer que le 35 premier composant de commutation dans les paires est celui connecté au signal de commande de porte U1 et le second est

celui connecté au signal de commande L. Une seule impulsion de commande est requise pour indiquer la paire de commutateurs positive. Une absence d'impulsion de commande sélectionne la paire de commutateurs négative.

Sur la figure 3, la période de modulation de largeur d'impulsion (PWM), également connue en tant que période de commutation, dure de t₁ à t₃ et se répète. Un changement sur le positionnement temporel du niveau de commutation est mis à jour au début de la période de commutation (t₁, t₃ etc.) donc tout le décodage et l'acheminement doivent être prêts pour la mise en œuvre au début de la période de commutation suivante. Le logiciel dans le microprocesseur s'exécute au milieu t₂ de chaque période de commutation. Le signal de commande de porte U commande les deux commutateurs extérieurs S₁ ou S₄. Plus le signal de commande de porte U est en marche longtemps, plus grande sera la tension moyenne résultante (soit positive soit négative). Le signal de commande de porte L commande les commutateurs intérieurs S₂ ou S₃ lorsqu'ils ne sont pas maintenus fermés pour permettre au courant de circuler à travers S₁ ou S₄. Plus longtemps le signal de commande de porte L est en marche pour l'inférieur la tension sera vers zéro. Le signal inférieur a la priorité sur le signal de commande de porte U, donc si le signal de commande de porte L est actif, le signal de commande de porte U est maintenu bas de façon interne et donc S₁ et S₃ ne court-circuiteront pas les condensateurs et n'endommageront pas le circuit. Le signal qui est acheminé vers S₁ ou S₄ est appelé le signal de commande de porte U₁ et est l'état du signal de commande U si le signal de commande de porte L est bas, sinon le signal de commande de porte U₁ est maintenu bas. La ligne de commande C commande l'acheminement de signaux de commande de porte U₁ et L. Une ligne de commande haute C achemine le signal de commande de porte U₁ vers S₁, ferme S₂ de sorte que le courant puisse circuler à travers S₁ et achemine le signal de commande de porte L vers S₃. Une

ligne de commande basse C achemine le signal de commande U1 vers S4, ferme S3 de sorte que le courant puisse circuler à travers S4 et achemine le signal de commande L vers S2. L'action de rapport PWM est fournie par l'action de 5 commutateur alternative de S1 et S3 lors de la fourniture de tension positive, et S4 et S2 lors de la fourniture de tension négative. L'acheminement des signaux de commande de porte U1 et L signifie qu'il y a un temps mort pourvu entre les dispositifs de commutation active, S1 et S3 ou S4 et 10 S2. Si le signal de commande de porte U devient haut alors que le signal de commande de porte L est en marche il est passé à un verrou. Le signal verrouillé est échantillonné lorsque le signal de commande de porte L passe de l'état haut à l'état bas et devient le signal de ligne de commande 15 d'acheminement C. Le signal de commande de porte U devient haut peu après t2 après que le logiciel s'est exécuté et a décidé quel acheminement de commutateur est requis pour la prochaine période de commutation. La figure 3 montre un cycle de service, un motif de commande et des états de 20 commutation qui fournissent une tension négative, puis une tension positive et retournant ensuite à une tension négative. Le signal de commande de porte haut U à t2 change l'acheminement de négatif (c.-à-d., S4 et S2) à positif (c.-à-d., S1 et S3) au début de la période de commutation 25 suivante, t3. Le signal de commande de porte haut U à t4 maintient l'acheminement au positif (c.-à-d., S1 et S3) dans toute la période de commutation suivante (commençant à t5). L'absence de signal de commande de porte U qui est haut après t6 change l'acheminement de positif (c.-à-d. S1 et S3) à négatif (c.-à-d. S4 et S2) au début de la période 30 de commutation suivante, t7.

Dans le système décrit ci-dessus il y a la possibilité de survenue de courant transversal, c.-à-d. deux lignes d'alimentation étant connectées en raison de commutateurs 35 qui sont en marche en même temps. Le chevauchement de potentiel dû à des retards dans les circuits de porte est

supprimé en insérant une période morte, connue en tant que temps mort, entre des commutateurs. Dans un convertisseur multiniveau ceci a seulement besoin d'être fourni entre les commutateurs dans chaque paire (c.-à-d. S1, S3 et S4, S2).

5 Les deux signaux de commande de porte à double niveau U et L ont déjà le temps mort inclus entre leurs signaux U et L. Le système décrit ici achemine ces signaux pour s'assurer que le temps mort soit utilisé correctement pour le convertisseur à multiples niveaux.

10 Le signal de commande pour les systèmes avec $>=5$ niveaux est encodé sur le signal de commande de porte U tandis que le signal de commande de porte L met activement un commutateur sous tension. Lorsque ceci est fait il est important de s'assurer qu'il y ait suffisamment de temps 15 pour que les impulsions soient émises donc le signal de commande de porte L a besoin d'être en marche pendant au moins le temps requis pour émettre les signaux. L'agencement de l'acheminement dans le système décrit ici signifie que le point de mi-tension (0 sur la fig 2) est 20 utilisé pour envoyer les informations de commande comme cette tension est toujours passée lorsqu'elle passe d'une tension positive à une tension négative et vice versa. Le système assure que le temps ON inférieur est suffisamment long pour sortir les informations d'acheminement de 25 commande.

L'élément de commutation S3 restera en marche pendant la section négative et l'élément de commutation S2 restera en marche pendant la section positive de sorte que le courant puisse circuler depuis les commutateurs extérieurs 30 S1 et S4 vers/depuis la sortie 11. Par exemple, lorsque l'élément de commutation S1 est fermé et le courant a besoin de circuler dans le nœud de sortie 11, l'élément de commutation S2 a besoin d'être en marche étant donné qu'il n'y a pas d'autre chemin. D1 et la diode antiparallèle dans 35 S2 sont polarisées inversées.

La période de cycle de logiciel commence au centre de la période ON inférieure de sorte qu'une décision concernant la sélection de la « paire de niveaux » puisse être prise et les impulsions de commande émises avant la prochaine activation des commutateurs extérieurs, S1 ou S4. Ceci fait partie de la décision pour amener les commutateurs inférieurs à avoir la priorité. Il est plus sûr de prolonger le temps passé à la tension zéro pour passer des informations qu'à une tension supérieure. La tension de sortie zéro requiert un service 50% de signaux de commande de porte L à U donc il y a assez de temps pour que les impulsions de commande soient envoyées.

Il y a le risque d'une conduction d'une phase de sortie à une autre sans une impédance adéquate, d'une sortie à la terre, ou de la sortie à 0V, ou soit +Vdc/2, soit -Vdc/2. Dans de telles circonstances une panne de court-circuit se produira et les commutateurs à semi-conducteurs peuvent être endommagés avant qu'une quelconque solution de protection logicielle ne soit en mesure de les mettre hors tension. Dans cette situation une mise hors tension de matériel rapide ($<0,5\mu s$) est pourvue. Le matériel de commande de porte s'interface directement avec une ligne de protection contre les surintensités rapide via le tampon de validation 26 sur la figure 5.

La baisse/prolongation d'impulsion est possible étant donné qu'à la fois les signaux de porte inférieur et supérieur ont besoin de changer d'état deux fois par cycle pour que tout changement de « paire de niveaux » soit exécuté. Lorsque soit la tension positive soit la tension négative maximale est requise le plus haut service (c.-à-d. le maximum sur le temps) de soit l'élément de commutation S1 (pour positive) soit l'élément de commutation S4 (pour négative) est requis. La génération PWM d'onduleur est exceptionnellement basée autour d'un compteur de microprocesseur qui a besoin de fournir deux changements d'état par période PWM (connue en tant que période de

commutation), donc même si l'élément de commutation S1 est destiné à rester en marche pendant toute la période PWM, une courte période (égale au temps mort) de l'élément de commutation S3 doit être pourvue également. Une seconde préoccupation est que les commutateurs à semi-conducteurs ont une perte associée à un état changeant, connue en tant que perte de commutation. Dans un monde idéal l'élément de commutation S1 est laissé en marche pendant toute la période PWM. A ce titre, la perte de commutation est supprimée et un facteur de service de 100% est atteint. Ceci est effectué par la baisse d'impulsion et la prolongation d'impulsion. L'impulsion de commutation courte S3' est baissée et l'impulsion S1' est en marche pendant toute la période PWM. Le système encode des informations à des points spécifiques dans le chronogramme PWM, par exemple t2 sur la figure 3. Le système est conçu pour fonctionner même si un signal de commande de porte haut L n'est pas émis, par exemple si l'impulsion S3' est baissée. Dans ce cas, une nouvelle sélection d'acheminement de commande n'est pas échantillonnée donc l'élément de commutation S1 reste juste en marche, ce qui est ce qui est voulu du fait qu'il s'agit d'une prolongation d'impulsion. Seulement le temps pour S1 (si positif) ou S4 (si négatif) a besoin d'être prolongé, qui est une autre raison pour laquelle le signal de commande de porte U1 est acheminé vers l'élément de commutation S1 ou S4, donc ils peuvent être prolongés, tandis que le signal de commande de porte L est acheminé vers l'élément de commutation S2 ou S3, qui peut être baissé sans changer involontairement l'acheminement de commande.

Dans une variante d'agencement la procédure de commutation supérieure et inférieure décrite relativement à la figure 3 est inversée. Sur la figure 3, le chronogramme bougerait d'une moitié de période PWM et le signal de commande de porte U aurait la priorité sur le signal de commande de porte L (sur la figure 3 décrite ci-dessus, le

signal de commande de porte L a la priorité). A ce titre, un signal de porte L1 est dérivé en utilisant la logique plutôt que le signal de porte U1.

On notera que la fonctionnalité logique représentée 5 sur les figures 4 et 5 peut être mise en œuvre de manières alternatives et atteindre le même effet fonctionnel.

Lorsqu'il est fait référence aux composants comme supérieur et inférieur on notera que ces termes pourraient être remplacés par premier et second respectivement. En 10 particulier, les composants auxquels il est fait référence comme étant supérieur ou inférieur n'ont pas d'avantage à être au-dessus ou au-dessous les uns des autres, mais cette terminologie est simplement utilisée pour faire correspondre le langage descriptif avec la représentation 15 des circuits sur les figures.

Les divers procédés décrits ci-dessus peuvent être mis en œuvre par un programme informatique. Le programme informatique peut comprendre un code informatique agencé pour donner pour instruction à un ordinateur d'effectuer 20 les fonctions d'un ou plusieurs des divers procédés décrits ci-dessus. Le programme informatique et/ou le code pour effectuer de tels procédés peuvent être fournis à un appareil, comme un ordinateur, sur un support lisible par ordinateur ou un produit de programme informatique. Le 25 support lisible par ordinateur pourrait être, par exemple, un système électronique, magnétique, optique, électromagnétique, infrarouge, ou à semi-conducteur, ou un milieu de propagation pour la transmission de données, par exemple pour télécharger le code sur Internet. En variante, 30 le support lisible par ordinateur pourrait prendre la forme d'un support lisible par ordinateur physique comme une mémoire à semi-conducteur ou intégrée, une bande magnétique, une disquette d'ordinateur amovible, une mémoire vive (RAM), une mémoire morte (ROM), un disque 35 magnétique rigide, et un disque optique, comme un CD-ROM, CD-R/W ou DVD.

Un appareil comme un ordinateur peut être configuré conformément à un tel code pour effectuer un ou plusieurs processus conformément aux divers procédés examinés ici. Un tel appareil peut prendre la forme d'un système de traitement de données. Un tel système de traitement de données peut être un système réparti. Par exemple, un tel système de traitement de données peut être réparti à travers un réseau.

REVENDICATIONS

1. Procédé pour commander au moins quatre composants de commutation d'un convertisseur multiniveau, le procédé comprenant :

5 la réception de premier et second signaux de commande pour commander un onduleur à double niveau ayant deux composants de commutation ; et

10 le traitement des premier et second signaux de commande reçus afin de produire au moins quatre signaux de commande de composant de commutation pour commander les composants de commutation d'un convertisseur multiniveau.

15 2. Procédé selon la revendication 1, comprenant en outre la commande de chacun des au moins quatre composants de commutation en utilisant un signal de commande respectif des au moins quatre signaux de commande produits.

20 3. Procédé selon la revendication 1 ou la revendication 2, dans lequel les au moins quatre signaux de commande produits comprennent un signal de commande pour chaque composant de commutation du convertisseur multiniveau.

25 4. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, dans lequel un signal de commande dérivé du premier des signaux de commande reçus est utilisé pour produire les signaux de commande de composant de commutation.

5. Procédé selon la revendication 4, dans lequel le signal de commande dérivé est une combinaison des premier et second signaux de commande reçus, dans lequel le second des signaux de commande reçus est inversé.

30 6. Procédé selon la revendication 5, dans lequel les premier et second signaux de commande reçus sont combinés par une porte logique ET.

35 7. Procédé selon l'une quelconque des revendications 4 à 6, dans lequel un nombre d'impulsions dans le signal de commande dérivé lorsque le second signal de commande est actif est utilisé pour déterminer lesquels des composants

de commutation seront activés dans une période de commutation suivante.

8. Procédé selon la revendication 7, dans lequel lorsque le nombre d'impulsions dans le signal de commande dérivé est 1 ou plus, un premier ensemble de composants de commutation est activé, et lorsque le nombre d'impulsions dans le signal de commande dérivé est 0, un second ensemble de composants de commutation est activé.
5

9. Procédé selon l'une quelconque des revendications 10 4 à 8, dans lequel le signal de commande dérivé est agencé pour commuter les éléments de commutation associés à la tension la plus haute et la tension la plus basse.

10. Procédé selon l'une quelconque des revendications 4 à 8, dans lequel le second signal de commande reçu est 15 agencé pour commuter les composants de commutation dans une plage moyenne d'une plage de tensions totale du convertisseur multiniveau.

11. Procédé selon l'une quelconque des revendications 20 4 à 10, comprenant en outre la dérivation d'un signal d'acheminement des deux signaux de commande reçus, dans lequel le signal d'acheminement est utilisé pour produire les signaux de commande de composant de commutation en acheminant un du second des signaux de commande reçus et du signal de commande dérivé vers un composant de commutation 25 respectif du convertisseur multiniveau.

12. Procédé selon la revendication 11, dans lequel le signal d'acheminement est verrouillé lorsque le second des signaux de commande reçus est haut, le signal d'acheminement est réinitialisé par un flanc avant du 30 signal de commande dérivé, et le signal d'acheminement est échantillonné sur un flanc arrière du second des signaux de commande reçus.

13. Procédé selon la revendication 11 ou la revendication 12, dans lequel un temps mort est pourvu 35 entre des composants de commutation qui sont commutés

activement et le signal d'acheminement maintient ce temps mort lors de l'acheminement des signaux de commande.

14. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel les premier et second signaux de commande sont produits par un microprocesseur et reçus du microprocesseur via un ensemble de circuits d'isolation et des décaleurs de niveau respectifs.

15. Procédé selon la revendication 14, dans lequel l'ensemble de circuits d'isolation et les décaleurs de niveau respectifs sont pourvus par des opto-isolateurs respectifs.

16. Système de logique de commande pour commander au moins quatre composants de commutation d'un convertisseur multiniveau, le système de logique de commande comprenant :

15 une entrée agencée pour recevoir des premier et second signaux de commande pour commander un onduleur à double niveau ayant deux composants de commutation ; et

un processeur logique agencé pour traiter les premier et second signaux de commande reçus afin de produire au moins quatre signaux de commande de composant de commutation pour commander les composants de commutation d'un convertisseur multiniveau.

17. Système de convertisseur multiniveau, comprenant :
25 un système de logique de commande selon la revendication 16 ; et

30 un convertisseur multiniveau ayant quatre composants de commutation ou plus chacun étant agencé pour être commuté par un d'au moins quatre signaux de commande de composant de commutation produits par le système de logique de commande.

18. Support lisible par ordinateur comprenant un code lisible par ordinateur exploitable, lors de l'utilisation, pour donner pour instruction à un ordinateur d'effectuer le procédé de l'une quelconque des revendications 1 à 15.

1/5

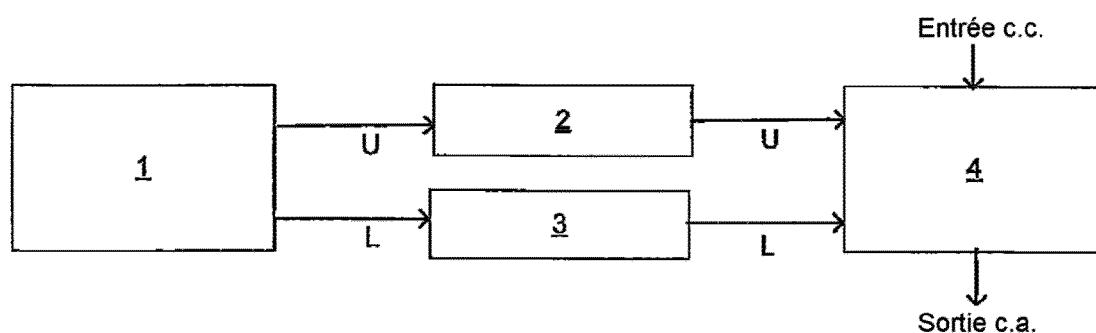


Fig. 1

2/5

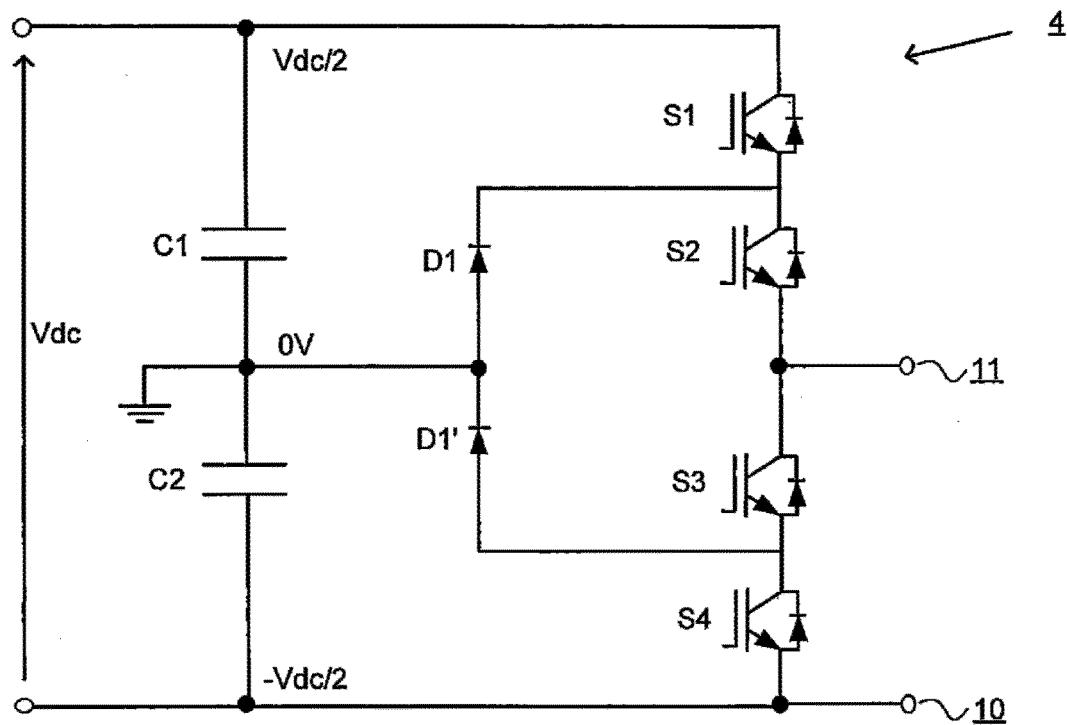


Fig. 2

3/5

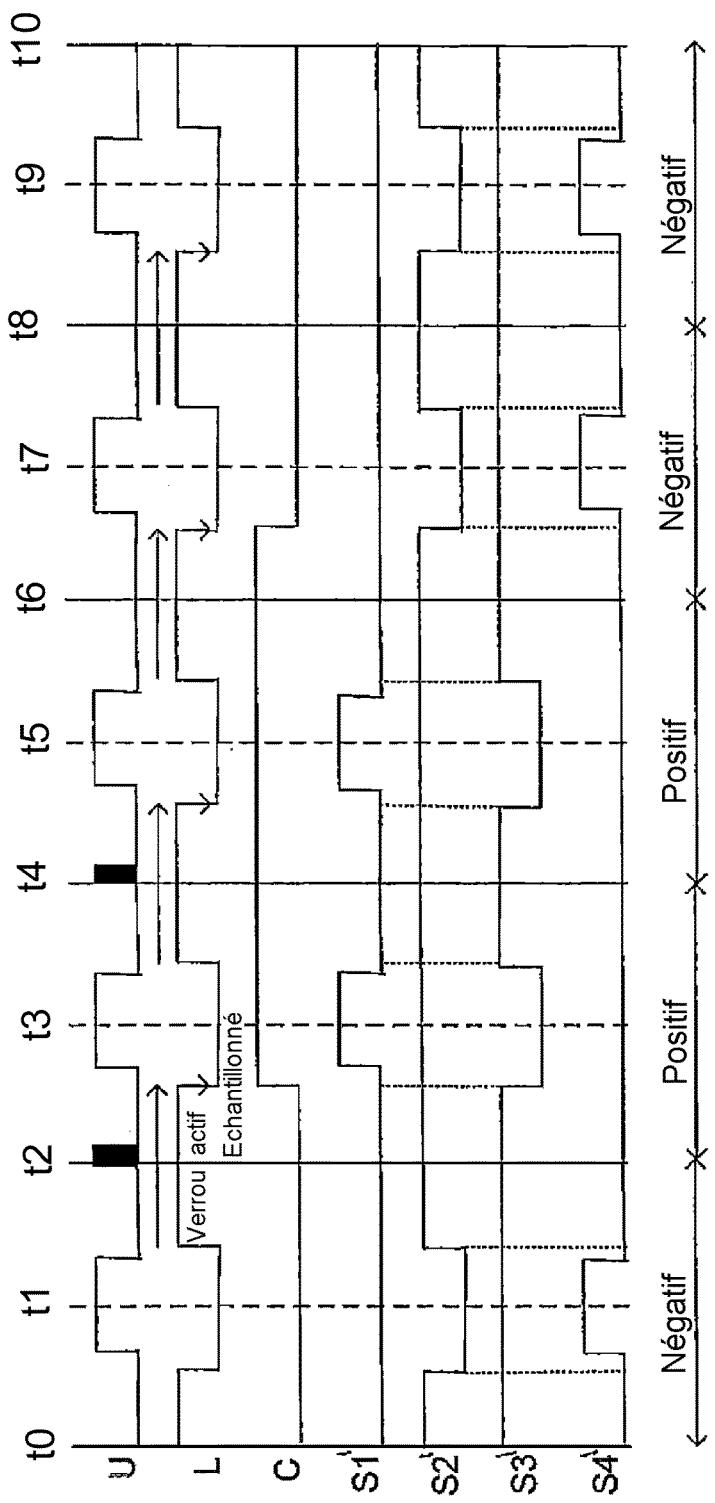


Fig. 3

4/5

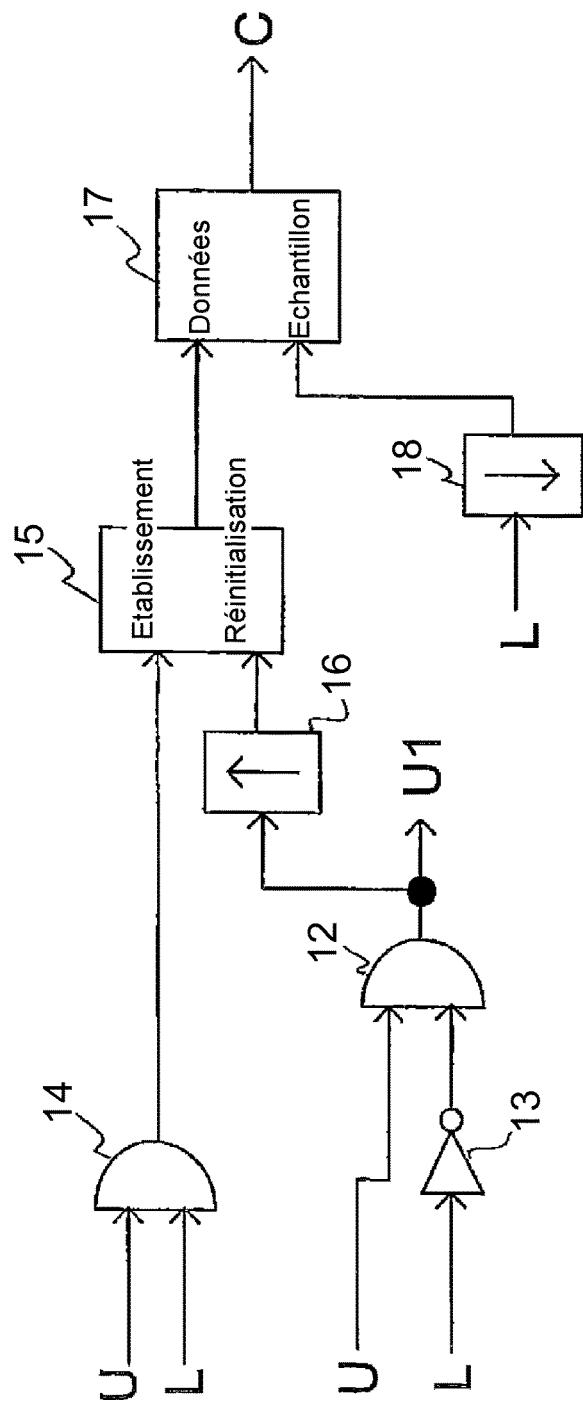


Fig. 4

5/5

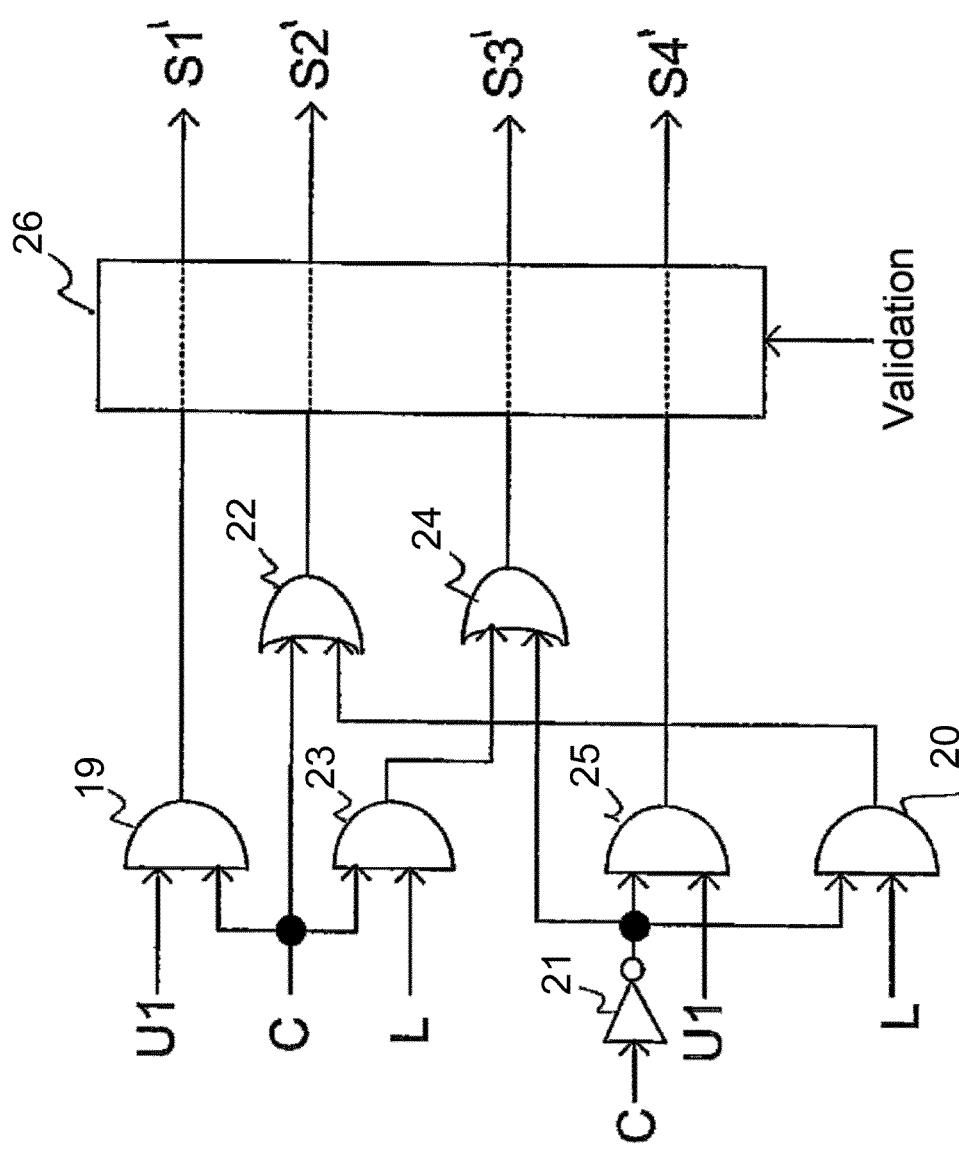


Fig. 5