

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

②

N° 81 16563

-
- ④ Dispositif de commutation analogique électronique.
- ⑤ Classification internationale (Int. Cl.⁸). H 03 K 17/56; G 11 C 27/02.
- ② Date de dépôt..... 31 août 1981.
- ③③②③① Priorité revendiquée : *Grande-Bretagne, 5 septembre 1980, n° 80 28 731.*
- ④ Date de la mise à la disposition du public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 10 du 12-3-1982.
-
- ⑦① Déposant : NV PHILIPS' GLOEILAMPENFABRIEKEN, société anonyme de droit néerlandais, résidant aux Pays-Bas.
- ⑦② Invention de : Michael Janes Underhill et Nicolaas Johannes Maria Molle.
- ⑦③ Titulaire : *Idem* ⑦①
- ⑦④ Mandataire : Jean Tissot, société civile SPID,
209, rue de l'Université, 75007 Paris.
-

"Dispositif de commutation analogique électronique"

La présente invention concerne un dispositif de commutation analogique électronique comprenant une borne d'entrée, une borne de sortie, un amplificateur de tension différentiel comportant une entrée inverseuse, une
05 entrée non inverseuse et une sortie, un premier interrupteur à fermeture-ouverture connecté entre la sortie de l'amplificateur et la borne de sortie, un circuit de réaction allant de la sortie de l'amplificateur à son entrée inverseuse, et un dispositif de commande pour commander
10 les états de fermeture et d'ouverture du premier interrupteur, la borne d'entrée étant connectée à l'entrée non inverseuse de l'amplificateur.

Un tel dispositif est bien connu et est utilisé, par exemple, comme interrupteur analogique d'un circuit
15 d'échantillonnage et de maintien dans lequel un signal de tension analogique est échantillonné à des instants réguliers et la tension échantillonnée à chaque instant est stockée entre des instants successifs dans un condensateur connecté à la borne de sortie du dispositif. L'impédance présentée au signal de tension par le circuit d'échantillonnage et de maintien doit évidemment être élevée
20 par rapport à celle de la source de signaux et doit aussi être constante. Par ailleurs, l'impédance de la source qui fournit l'échantillon de tension au condensateur de
25 stockage doit être aussi basse que possible pour assurer une charge très rapide du condensateur. Pour ces raisons, la source de tension de signal est connectée à demeure à un amplificateur opérationnel, c'est-à-dire à un amplificateur à courant continu stable à haut gain qui présente
30 une impédance d'entrée élevée et une impédance de sortie faible, et la sortie de l'amplificateur est commutée aux instants d'échantillonnage sur le condensateur. Pour que la tension échantillonnée par l'interrupteur soit la même que celle provenant de la source de signaux à cet
35 instant, le gain de l'amplificateur opérationnel est ren-

du égal à l'unité à l'intervention d'un amplificateur différentiel comportant une entrée inverseuse et une entrée non inverseuse, ainsi qu'un trajet de réaction allant de sa sortie à son entrée inverseuse, le signal d'entrée étant
05 fourni à son entrée non inverseuse.

Dans le dispositif de commutation analogique connu du type décrit plus haut, il faut non seulement que l'amplificateur ait une basse impédance de sortie, mais aussi que l'interrupteur ait une impédance d'état de "fermeture ou de conduction" très basse pour réduire au minimum
10 l'effet de toute charge de sortie (comme le condensateur dans le circuit d'échantillonnage et de maintien précité) sur le fonctionnement du dispositif. Dans un circuit d'échantillonnage et de maintien, le condensateur est normalement
15 suivi d'un autre amplificateur tampon à haute impédance et il est important de réduire au minimum les fuites dans le dispositif de commutation, par exemple de réduire au minimum toute décharge du condensateur entre des instants
d'échantillonnage. On peut réduire l'effet de fuite en
20 utilisant une valeur de condensateur élevée, mais, dans ce cas, pour un temps de charge donné du condensateur, l'impédance série de l'interrupteur dans l'état de "fermeture" (son impédance de "conduction") et l'impédance de sortie de l'amplificateur opérationnel doivent être choisies
25 proportionnellement plus basses. Dans le cas d'un circuit intégré, ceci signifie que l'aire occupée par l'interrupteur et l'amplificateur devrait être relativement grande ce qui représente un inconvénient considérable non seulement quant aux dimensions, mais aussi quant au coût.
30 De plus, l'augmentation de l'aire occupée par l'interrupteur entraîne des fuites accrues et, par conséquent, un rendement diminué du circuit.

Il est également possible qu'une variation de tension transitoire soit produite au moment de la fermeture de l'interrupteur. De plus, dans certaines circonstances, de la diaphonie ou un couplage parasite entre les
35 deux entrées (inverseuse et non inverseuse) de l'amplifi-

cateur opérationnel peut se produire en pratique.

Les circonstances qui mènent ou peuvent mener aux inconvénients mentionnés plus haut sont expliquées ci-après avec plus de détails.

05 L'invention a pour but au moins d'atténuer ces inconvénients.

Cela étant, l'invention procure un dispositif de commutation analogique électronique comprenant une borne d'entrée, une borne de sortie, un amplificateur de tension différentiel comportant une entrée inverseuse, une
10 entrée non inverseuse et une sortie, un premier interrupteur à fermeture-ouverture connecté entre la sortie de l'amplificateur et la borne de sortie, un circuit de réaction allant de la sortie de l'amplificateur à son entrée
15 inverseuse, et un dispositif de commande pour commander les états de fermeture et d'ouverture du premier interrupteur, la borne d'entrée étant connectée à l'entrée non inverseuse de l'amplificateur, caractérisé en ce que le circuit de réaction comprend un premier trajet de réaction
20 connecté directement entre la sortie de l'amplificateur et son entrée inverseuse et un deuxième trajet de réaction comprenant un deuxième interrupteur de fermeture-ouverture connecté directement entre l'entrée inverseuse et la borne de sortie, ce deuxième interrupteur pouvant être commandé
25 par le dispositif de commande de telle sorte qu'il soit fermé et ouvert en synchronisme et en phase avec le premier interrupteur, le premier trajet de réaction ayant une impédance qui, dans l'état de "fermeture" des deux interrupteurs, est élevée par rapport aux impédances de
30 "conduction" combinées des deux interrupteurs et qui, dans l'état "d'ouverture" des deux interrupteurs, est faible par rapport à l'impédance de "non conduction" du deuxième interrupteur et à l'impédance d'entrée de l'entrée inverseuse de l'amplificateur.

35 Le premier trajet de réaction comprend une seule résistance ayant une valeur fixe. Cela signifie que la valeur choisie pour la résistance est un compromis par

rapport aux valeurs des diverses autres impédances en question.

On peut éliminer le besoin d'un tel compromis en faisant varier l'impédance du premier trajet de réaction
05 suivant que le premier et le deuxième interrupteur sont tous deux dans l'état de "fermeture" ou dans l'état "d'ouverture". Cela étant, le premier trajet de réaction peut comprendre, en variante, un troisième interrupteur à fermeture-ouverture pouvant être commandé par le dispositif
10 de commande de telle sorte qu'il soit fermé lorsque les deux autres interrupteurs sont ouverts et inversement. L'impédance du premier trajet de réaction est commutée de cette façon d'une valeur à une autre au moment même où le premier et le deuxième interrupteur changent d'état.

15 Les diverses particularités et les divers avantages de l'invention ressortiront de la description suivante d'un circuit connu et de la description de plusieurs formes d'exécution de l'invention donnée ci-après à titre d'exemple, avec référence au dessin annexé dans lequel:

- 20 - la figure 1 est un schéma électrique du circuit connu décrit plus haut;
- la figure 2 illustre une version perfectionnée du circuit représenté sur la figure 1;
- la figure 3 illustre une version perfectionnée du circuit représenté sur la figure 2;
25 - la figure 4 illustre une première forme d'exécution d'un dispositif conforme à l'invention, et
- la figure 5 illustre une deuxième forme d'exécution d'un dispositif conforme à l'invention.

30 Le circuit connu d'un dispositif de commutation analogique électronique représenté sur la figure 1 comprend un amplificateur opérationnel différentiel 1 comportant une entrée inverseuse (-), une entrée non inverseuse (+) et une sortie 2. Une borne d'entrée 3 du dispositif est
35 connectée à l'entrée non inverseuse de l'amplificateur 1 et la sortie 2 est connectée directement à l'entrée inverseuse par un circuit de réaction. La sortie 2 est aussi

connectée à une borne de sortie 4 du dispositif par l'intermédiaire d'un interrupteur à fermeture-ouverture 5 dont l'état instantané est commandé par le dispositif de commande 6.

05 Le circuit représenté sur la figure 1 illustre, en outre, un condensateur de charge 7 connecté à la borne de sortie 4 du dispositif de telle sorte que le circuit complet constitue un circuit d'échantillonnage et de maintien.

10 On sait que des amplificateurs de tension différentiels du type dit amplificateurs opérationnels ont une impédance d'entrée très élevée pour chacune de leurs deux entrées (+) et (-) et une impédance de sortie faible. La connexion de la sortie 2 d'un tel amplificateur à son
15 entrée inverseuse (-) par un circuit de réaction rend le gain de l'amplificateur égal à l'unité. Cela étant, la tension de sortie de l'amplificateur a la même valeur instantanée que la tension d'entrée, c'est-à-dire qu'il s'agit d'un circuit suiveur à gain unitaire.

20 Pendant le fonctionnement du circuit représenté sur la figure 1, la tension à la sortie 2 qui est la même que celle présente à l'entrée, est commutée vers la borne de sortie 4 par l'actionnement de l'interrupteur 5 par un dispositif de commande 6 aux instants déterminés par
25 celui-ci. La durée de l'actionnement de l'interrupteur 5 dans son état de fermeture est suffisante pour permettre au condensateur 7 de se charger jusqu'à une valeur représentative de la tension échantillonnée. Le temps mis pour charger le condensateur 7 dépend en substance de la valeur
30 de capacité multipliée par la somme de l'impédance de "conduction" de l'interrupteur 5 plus l'impédance de sortie de l'amplificateur 1. Cela étant, ces deux impédances doivent être très basses pour permettre un échantillonnage et un stockage rapides de la tension de signal. Lorsque
35 l'interrupteur 5 est amené dans son état d'ouverture par le dispositif de commande 6, le condensateur 7 doit maintenir la tension échantillonnée en substance constante, d'une

manière générale jusqu'à l'actionnement suivant de l'interrupteur 5, et les fuites dans le condensateur doivent être minimales. L'interrupteur 5 doit donc avoir une très grande impédance de fuite dans son état d'ouverture. L'interrupteur 5 est un transistor dans la plupart des applications modernes et la nécessité de fuites faibles exige un transistor de petite superficie. Cependant, ceci est en contradiction avec l'impédance de conduction très basse du transistor qui exige une superficie plus étendue.

La figure 2 représente un perfectionnement possible du circuit de la figure 1, la seule différence résidant dans le fait que le trajet de réaction comprend maintenant l'interrupteur 5, diminuant ainsi l'impédance de "conduction" du gain de réaction de l'amplificateur. On peut donc utiliser un transistor beaucoup plus petit pour l'interrupteur 5, pour la même constante de temps de charge du condensateur 7, et le recours à un transistor plus petit diminue les fuites.

Cependant, si un échelon de variation trop important se présente dans la tension du signal d'entrée, l'amplificateur est temporairement saturé et ceci limite la vitesse à laquelle la tension du condensateur peut suivre la tension d'entrée tandis que l'interrupteur 5 est dans son état de fermeture. Lorsque l'interrupteur 5 est dans son état d'ouverture, la tension à la sortie 2 de l'amplificateur risque également de se saturer, dans un sens positif ou dans un sens négatif, si une faible variation de la tension du signal d'entrée se produit parce que le trajet de réaction de l'amplificateur (qui limite son gain à l'unité) est déconnecté. Ceci signifie qu'au moment où l'interrupteur 5 est à nouveau commuté sur fermeture, une importante différence de tension instantanée se produit entre la tension à la borne 3 et la tension à la sortie 2. Ceci provoque une variation transitoire indésirable de la tension à la borne 4. Un autre inconvénient pratique est que de la diaphonie ou un couplage parasite peut se produire dans les étages d'entrée de

l'amplificateur entre les deux signaux d'entrée qui y parviennent.

05 Cette dernière difficulté peut être évitée par le circuit représenté sur la figure 3 dans lequel un deuxième interrupteur 8 est incorporé au trajet de réaction de l'amplificateur. L'interrupteur 8 est actionné par le dispositif de commande 6 en synchronisme avec l'interrupteur 5 de telle sorte qu'ils se ferment et s'ouvrent ensemble, c'est-à-dire qu'ils fonctionnent en phase. Ceci évite les difficultés de diaphonie sans affecter le rendement dans l'état de fermeture des deux interrupteurs. 10 Cependant, le circuit de réaction est à nouveau déconnecté et la difficulté due à la tension transitoire subsiste donc.

15 Tous les inconvénients mentionnés plus haut sont au moins très nettement atténués par un dispositif conforme à l'invention dont une première forme d'exécution est représentée sur la figure 4. Le circuit de réaction pour l'amplificateur 1 comprend maintenant deux trajets de réaction, à savoir un premier trajet comprenant une 20 résistance 9 et un deuxième trajet comprenant les deux interrupteurs 5 et 8. Comme la réaction pour l'amplificateur 1 est maintenue par la résistance 9 lorsque les deux interrupteurs 5 et 8 sont ouverts, les variations de tension 25 transitoires mentionnées plus haut ne peuvent pas se produire.

La valeur de la résistance 9 doit être faible comparée à l'impédance d'entrée de l'entrée inverseuse de l'amplificateur 1 de telle sorte que la résistance n'ait 30 qu'un effet négligeable sur le niveau du signal de réaction lorsque les interrupteurs 5 et 8 sont ouverts. Elle doit aussi avoir une valeur faible par rapport à l'impédance de "non conduction" au moins du deuxième interrupteur 8. La raison de ceci est que, si l'on suppose que l'interrupteur 8 a une impédance de "conduction" finie, il se produira 35 vers l'entrée inverseuse de l'amplificateur 1, une réaction proportionnée à toute tension existant sur la charge,

par exemple la tension stockée dans le condensateur 7. On rend cette réaction indésirable négligeable comparée à la tension de réaction souhaitée de la sortie 2 de l'amplificateur 1 lorsque les interrupteurs 5 et 8 se trouvent dans l'état non conduction, en rendant la valeur de la résistance 9 peu élevée comparée à l'impédance de "non conduction" de l'interrupteur 8.

La valeur de résistance 9 doit, en outre, être élevée par rapport aux résistances de "conduction" combinées des interrupteurs 5 et 8 afin que la réaction appliquée à l'amplificateur 1 dans l'état de fermeture ou de conduction des interrupteurs soit effectuée en substance complètement par l'intermédiaire des interrupteurs. Ceci est nécessaire pour assurer que l'impédance de "conduction" de l'interrupteur 5 soit effectivement réduite d'un facteur égal au gain de réaction.

Pour réaliser des impédances d'entrée d'amplificateur très élevées, on utilise habituellement des transistors à effet de champ pour le circuit d'amplificateur et dans ce cas les impédances d'entrée sont normalement de 10^8 à 10^9 ohms. De même, si de tels transistors sont utilisés pour les interrupteurs 5 et 8, leurs impédances de "non conduction" sont normalement dans le même intervalle. Dans une forme d'exécution pratique de circuit intégré, les impédances de "conduction" dynamiques des interrupteurs 5 et 8 sont d'environ 5000 ohms. La valeur de résistance optimum pour la résistance 9 doit donc approximativement se situer à mi-distance entre 10^3 et 10^8 ohms, par exemple entre 10^5 et 10^6 ohms.

Une forme d'exécution préférée du dispositif conforme à l'invention est représentée sur la figure 5 dans laquelle la résistance 9 de la figure 4 est remplacée par une impédance ayant la forme d'un troisième interrupteur 10. L'interrupteur 10 est actionné par le dispositif de commande 6 de manière qu'il soit dans l'état de "conduction" chaque fois que les interrupteurs 5 et 8 se trouvent dans l'état de "non conduction" et inversement.

Le dispositif de commande 6 des figures 1 à 4 peut, par exemple, être un générateur d'impulsions d'horloge qui produit des impulsions de la période d'échantillonnage requise ayant une amplitude égale à la tension d'alimentation complète, par exemple de 10 volts. Ces impulsions peuvent, par exemple, être fournies par la sortie Q d'un multivibrateur ou par une bascule entraînée par des impulsions d'horloge. Le circuit de commande 16 de la figure 5 peut également comporter une sortie d'impulsions Q et, dans ce cas, les impulsions de commande pour l'interrupteur 10 proviennent de la sortie Q. En variante, les impulsions de commande appliquées aux interrupteurs 5 et 8 peuvent être fournies à l'interrupteur 10 par l'intermédiaire d'un circuit-porte inverseur.

L'impédance de l'interrupteur 10 a donc une valeur lorsque les interrupteurs 5 et 8 sont fermés et une valeur différente lorsqu'ils sont ouverts. Si l'interrupteur 10 est d'une manière générale, semblable aux interrupteurs 5 et 8 décrits plus haut, son impédance de fermeture ou de conduction" (5000 ohms) est très sensiblement inférieure à l'impédance de l'entrée inverseuse de l'amplificateur et à l'impédance de "non conduction" de l'interrupteur 8 (10^8 ohms dans chaque cas) et son impédance de "non conduction" (10^8 ohms) est très sensiblement supérieure aux impédances de fermeture ou de "conduction" combinées (10^3 ohms) des interrupteurs 5 et 8.

REVENDEICATIONS :

1. Dispositif de commutation analogique électronique comportant une borne d'entrée (3), une borne de sortie (4), un amplificateur de tension différentiel (1) comportant une entrée inverseuse (-), une entrée non inverseuse (+) et une sortie (2), un premier interrupteur à fermeture-ouverture (5) connecté entre la sortie (2) de l'amplificateur (1) et la borne de sortie (4), un circuit de réaction allant de la sortie de l'amplificateur à son entrée inverseuse (-) et un dispositif de commande (6) pour commander les états de fermeture et d'ouverture du premier interrupteur (5), la borne d'entrée (3) étant connectée à l'entrée non inverseuse (+) de l'amplificateur (1), caractérisé en ce que le circuit de réaction comprend un premier trajet de réaction connecté directement entre la sortie (2) de l'amplificateur (1) et son entrée inverseuse (-) et un deuxième trajet de réaction comprenant un deuxième interrupteur de fermeture-ouverture (8) connecté directement entre l'entrée inverseuse (-) et la borne de sortie (4), ce deuxième interrupteur (8) pouvant être commandé par le dispositif de commande (6) de telle sorte qu'il soit fermé et ouvert en synchronisme et en phase avec le premier interrupteur (5), le premier trajet de réaction ayant une impédance (9) qui, dans l'état de "fermeture" des deux interrupteurs (5,8), est élevée par rapport aux impédances de "conduction" combinées des deux interrupteurs (5, 8) et qui, dans l'état "d'ouverture" des deux interrupteurs (5, 8), est faible par rapport à l'impédance de "non conduction" du deuxième interrupteur (8) et à l'impédance d'entrée de l'entrée inverseuse (-) de l'amplificateur (1).
2. Dispositif de commutation analogique électronique suivant la revendication 1, caractérisé en ce que le premier trajet de réaction comprend une résistance (9) ayant une valeur fixe.
3. Dispositif de commutation analogique électronique suivant la revendication 1, caractérisé en ce que le

premier trajet de réaction comprend un troisième interrupteur à fermeture-ouverture (10) pouvant être commandé par le dispositif de commande (6) de telle sorte qu'il soit fermé lorsque les deux autres interrupteurs (5, 8) sont
05 ouverts et inversement.

PL. 1/1

