

**BREVET D'INVENTION**

P.V. n° 4.419

N° 1.433.408

Classification internationale :

G 06 j

**Dispositif de multiplication.** (Invention : Roger CHARBONNIER et Stéphane ESTRABAUD.)

Société dite : ROCHAR ÉLECTRONIQUE résidant en France (Seine).

**Demandé le 4 février 1965, à 15<sup>h</sup> 45<sup>m</sup>, à Paris.**

Délivré par arrêté du 21 février 1966.

(Bulletin officiel de la Propriété industrielle, n° 14 de 1966.)

*(Brevet d'invention dont la délivrance a été ajournée en exécution de l'article 11, § 7, de la loi du 5 juillet 1844 modifiée par la loi du 7 avril 1902.)*

L'invention se rapporte à un dispositif de multiplication, c'est-à-dire à un ensemble de circuits électroniques destinés à réaliser le produit d'une première grandeur  $x$  par une seconde grandeur  $y$ .

De nombreux dispositifs de type analogique ou numérique ont été décrits pour réaliser une telle opération. D'une manière générale, ces dispositifs sont d'un type ou de l'autre suivant la nature des grandeurs à multiplier.

L'objet de l'invention est un dispositif hybride dans lequel une des grandeurs apparaît sous forme d'un nombre d'impulsions et l'autre grandeur sous forme d'une tension ou d'un courant analogique.

Selon l'invention, un dispositif de multiplication destiné à réaliser le produit d'une première grandeur  $x$  disponible sous forme d'un nombre d'impulsions  $X = kx$ , et d'une seconde grandeur  $y$  disponible sous forme d'une tension analogique  $Y = ay$  est caractérisé en ce qu'il comprend un compteur d'impulsions d'une capacité donnée auquel sont appliquées lesdites impulsions  $X$  et auquel est associé un convertisseur numérique-analogique dont l'amplitude maximale de sortie est au moins égale à l'amplitude maximale de ladite tension  $Y$ ; la sortie dudit convertisseur est reliée à la première entrée d'un comparateur d'amplitude à sortie binaire dont la seconde entrée reçoit la tension  $Y$ , cependant que la sortie dudit comparateur est réunie à l'électrode de commande d'ouverture d'une porte électronique laquelle reçoit les impulsions  $X$  et est adaptée à être maintenue ouverte tant que ladite tension  $Y$  est supérieure au signal de sortie dudit convertisseur, le produit  $xy$  recherché apparaissant à la sortie de ladite porte sous forme d'un nombre d'impulsions.

Avec un tel dispositif, si la sensibilité du convertisseur numérique-analogique est de  $\alpha$  volts par unité et si la capacité du compteur d'impulsions est  $N$ , à chaque fois que  $N$  impul-

sions sont appliquées audit compteur, un nombre d'impulsions  $Y/\alpha$  apparaît à la sortie de la porte électronique. Comme le fonctionnement du compteur est cyclique, le dispositif selon l'invention délivre donc, au moment où  $X$  est un multiple entier de  $N$ , un nombre d'impulsions exactement proportionnel au produit  $x.y$ .

Une variante du dispositif de multiplication selon l'invention plus particulièrement adaptée au cas où la seconde grandeur  $y$  est disponible sous forme d'une tension analogique de signe constant et de la forme  $Z = a.y - b$ , est caractérisée en ce que ledit convertisseur ayant une capacité de  $N$  unités et une sensibilité de  $\alpha$  volts par unité, les amplitudes maximales du signal de sortie du convertisseur et la tension  $Z$  sont égales, et en ce que la sortie de la porte électronique est appliquée à un étage diviseur dont le coefficient est  $m$  cependant que les impulsions  $X$  sont appliquées à un autre étage diviseur dont le coefficient est  $n$ , les sorties desdits étages diviseurs étant réunies aux entrées d'un circuit logique OU, lequel délivre un nombre d'impulsions proportionnel au produit  $x.y$  à la condition préalable que  $m/n = b/N\alpha$ .

Les caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront d'ailleurs, d'une manière plus précise, de la description qui va suivre donnée uniquement à titre d'exemple non limitatif en référence au dessin annexé.

Sur le dessin, 10 est un transducteur adapté à mesurer une grandeur  $x$  et à délivrer en sortie un nombre d'impulsions  $X = k.x$  (la grandeur  $x$  sera par exemple le volume de liquide écoulé dans une canalisation, et  $X$  le nombre d'impulsions fournies par un capteur débitmétrique à turbine monté sur ladite canalisation). La sortie 11 du transducteur 10 est appliquée à l'entrée d'un compteur d'impulsions 12 dont la capacité est  $N$ . Les différents étages du compteur d'impulsions 12 sont reliés aux entrées d'un convertisseur numérique-analogique 14 dont la

sensibilité est de  $\alpha$  volts par unité. La sortie du convertisseur 14 est appliquée à la première entrée 15 d'un comparateur d'amplitudes 16 à sortie binaire, dont la seconde entrée 17 est connectée à la sortie d'un transducteur 18 adapté à mesurer une grandeur  $y$  et à délivrer une tension analogique  $Z = ay - b$  dont la valeur maximale  $Z_M = N\alpha$  (le transducteur 18 sera par exemple un densimètre à flotteur qui mesure en permanence le poids spécifique  $y$  du liquide en écoulement). La sortie du comparateur 16 est connectée à l'électrode 19 de commande d'ouverture d'une porte électronique 20, laquelle possède une entrée 21 réunie à la sortie 11 du transducteur 10. La sortie de la porte 20 est connectée à l'entrée d'un étage de division 22 dont le coefficient est  $m$ . La sortie 11 du transducteur 10 est en outre appliquée à travers un circuit de retard 24 à un étage de division 26 dont le coefficient est  $n$ . Les sorties des étages 22 et 26 sont connectées aux deux entrées du circuit 28 réalisant la fonction logique OU dont la sortie est référencée 30. Les coefficients  $m$ ,  $n$ ,  $\alpha$  et  $b$  sont liés par la relation  $m/n = b/N\alpha$ .

Lorsque les impulsions  $X$  sont appliquées au compteur d'impulsions 12, celui-ci prend successivement  $N + 1$  états distincts correspondant aux nombres 0 à  $N$  qu'il peut emmagasiner. La tension maximale de sortie du convertisseur numérique-analogique 14, associé au compteur 12, est  $N\alpha$  volts. Au fur et à mesure qu'apparaissent les impulsions  $X$ , l'amplitude du signal de sortie du convertisseur 14 augmente par palier de  $\alpha$  volts depuis 0 jusqu'à  $N\alpha$  volts, puis reprend une valeur nulle.

Le début d'un cycle de  $N$  impulsions se traduit donc par la remise à zéro du compteur 12, l'annulation du signal de sortie du convertisseur 14 et le passage à l'état 1 de la sortie binaire du comparateur d'amplitudes 16. Au moment où la tension délivrée par le convertisseur 14 devient égale ou supérieure à la tension  $Z$  délivrée par le transducteur 18, la sortie du comparateur 16 repasse à l'état 0. Tant qu'un signal 1 est appliqué à l'électrode de commande d'ouverture 19, la porte 20 est ouverte. Le nombre d'impulsions reçues par le compteur 12 et transmises par la porte 20, pendant toute la durée de l'état 1 du comparateur 16, est :  $(ay - b)/\alpha$ . Au-delà de ce nombre et jusqu'à  $N$ , les impulsions  $X$  ne sont plus transmises par la porte 20. A la sortie de l'étage diviseur 22, il apparaît donc à chaque cycle de  $N$  impulsions  $X$  un nombre d'impulsions  $(ay - b)/m\alpha$ .

A la sortie de l'étage diviseur 26, il apparaît par ailleurs au cours d'un cycle de  $N$  impulsions un nombre d'impulsions égal à  $N/n$ .

A la sortie du circuit 28 réalisant la fonction logique OU, c'est donc à chaque cycle, un nombre d'impulsions égal à  $[N/n + (ay - b)m\alpha]$  qui apparaît. Les impulsions appliquées au circuit

26 sont retardées par le circuit 24 et, dans ces conditions, aucune coïncidence, et donc aucune perte, n'est à craindre dans le circuit 28. Comme la relation  $m/n = b/N\alpha$  est vérifiée, le nombre d'impulsions qui, à chaque cycle, apparaît à la sortie 30 du dispositif selon l'invention est  $ay/m\alpha$ . Les impulsions  $X$  comprenant  $p$  cycles de  $N$  impulsions, il est délivré à la sortie 30 du dispositif de multiplication un nombre d'impulsions  $P = p.ay/m\alpha$ . Comme  $X = kx = pN$ , le nombre  $P$  s'écrit encore  $P = xy.ka/m.N\alpha$ , lequel est bien proportionnel au produit des deux grandeurs  $x$  et  $y$ .

Il ressort de la démonstration ci-dessus que le calcul effectué n'est rigoureusement exact qu'au moment précis où le nombre  $X$  est multiple entier de  $N$ . La précision relative augmente bien entendu au fur et à mesure que  $X$  et  $p$  croissent, ladite précision étant de toute façon proportionnelle à  $N$ .

Dans le cas particulier où le transducteur 10 est un débitmètre et le transducteur 18 un densimètre, le nombre d'impulsions  $P$  est proportionnel au poids de liquide écoulé dans la canalisation. Si la densité  $y$  du liquide écoulé varie du simple au double et si la tension  $Z$  varie de zéro à une valeur maximale  $Z_M$ , on choisira par exemple  $m = n = 1$  et donc  $b = Z_M = N\alpha$ .

L'invention n'est, bien entendu, pas limitée à la forme de réalisation décrite ci-dessus à titre d'exemple non limitatif mais, au contraire, peut faire l'objet de diverses variantes.

Dans le cas où la valeur de  $b$  est nulle, et la seconde grandeur  $y$  disponible sous forme d'une tension analogique  $Y = ay$  dont la valeur maximale  $Y_M$  est au plus égale à  $N\alpha$ , le dispositif selon l'invention est considérablement simplifié, puisque dans ce cas, les circuits 22 à 28 doivent être supprimés. A chaque cycle de  $N$  impulsions, il apparaît à la sortie de la porte 20 un nombre d'impulsions égal à  $ay/\alpha$  et au bout de  $p$  cycles un nombre  $P = p.ay/\alpha = xy.ka/N\alpha$ , le nombre  $P$  étant bien entendu inférieur ou au plus égal à  $X$ .

Un tel dispositif trouve une application particulière dans le cas où le transducteur 18 est un dispositif de mesure adapté à fournir la différence des températures d'entrée et de sortie d'un fluide chaud dont le débit volumétrique est mesuré par le transducteur 10. Dans ce cas, le produit  $xy$  est proportionnel à la quantité de calories cédées par le fluide au cours de son passage dans un échangeur de chaleur à l'entrée et à la sortie duquel sont placées les sondes thermométriques comprises dans le transducteur 18.

#### RÉSUMÉ

1° Dispositif de multiplication destiné à réaliser le produit d'une première grandeur  $x$  dis-

ponible sous forme d'un nombre d'impulsions  $X = kx$ , et d'une seconde grandeur  $y$  disponible sous forme d'une tension analogique  $Y = ay$ , caractérisé en ce qu'il comprend un compteur d'impulsions d'une capacité donnée auquel sont appliquées lesdites impulsions  $X$  et auquel est associé un convertisseur numérique-analogique dont l'amplitude maximale de sortie est au moins égale à l'amplitude maximale de ladite tension  $Y$ ; la sortie dudit convertisseur est reliée à la première entrée d'un comparateur d'amplitude à sortie binaire dont la seconde entrée reçoit la tension  $Y$ , cependant que la sortie dudit comparateur est réunie à l'électrode de commande d'ouverture d'une porte électronique laquelle reçoit les impulsions  $X$  et est adaptée à être maintenue ouverte tant que ladite tension  $Y$  est supérieure au signal de sortie dudit convertisseur, ledit produit  $xy$  recherché apparaissant à la sortie de ladite porte sous forme d'un nombre d'impulsions.

2° Variante du dispositif ci-dessus plus parti-

culièrement adaptée au cas où la seconde grandeur  $y$  est disponible sous forme d'une tension analogique de signe constant et de la forme  $Z = ay - b$ , caractérisé en ce que ledit convertisseur ayant une capacité de  $N$  unités et une sensibilité de  $\alpha$  volts par unité, les amplitudes maximales du signal de sortie du convertisseur et de la tension  $Z$  sont égales, et en ce que la sortie de la porte électronique est appliquée à un étage diviseur dont le coefficient est  $m$ , cependant que les impulsions  $X$  sont appliquées à un autre étage diviseur dont le coefficient est  $n$ , les sorties desdits étages diviseurs étant réunies aux entrées d'un circuit logique OU, lequel délivre un nombre d'impulsions proportionnel au produit  $x.y$  à la condition préalable que  $m/n = b/N\alpha$ .

Société dite :  
**ROCHAR ÉLECTRONIQUE**  
 Par procuration :  
 A. CHARMEIL

