

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication :

(A n'utiliser que pour les
commandes de reproduction).

2 472 772

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

N° 79 32101

(54) Métronome électronique et procédé pour déterminer les caractéristiques des sons diffusés par ce métronome.

(51) Classification internationale (Int. Cl.³). G 04 F 5/02.

(22) Date de dépôt..... 31 décembre 1979.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée :

(41) Date de la mise à la disposition du
public de la demande B.O.P.I. — « Listes » n° 27 du 3-7-1981.

(71) Déposant : COTTIGNIES Stanislas Pierre Marie, résidant en France.

(72) Invention de : Stanislas Pierre Marie Cottignies.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Cabinet Z. Weinstein,
20, av. de Friedland, 75008 Paris.

L'invention concerne généralement et a essentiellement pour objet un métronome électronique servant notamment à battre les temps d'une mesure d'un morceau de musique, ainsi qu'un procédé permettant de déterminer les 5 caractéristiques des sons diffusés par le métronome.

Un métronome classique dit de "Maelzel" bien connu des musiciens est essentiellement constitué par une tige de pendule dont la période est réglable par une cassette mobile le long de la tige du pendule. Un tel 10 métronome se caractérise par son nombre de battements à la minute, à raison de 1 battement par demi-période du pendule, chaque battement s'accompagnant d'un son audible par l'élève ou le professeur. Toutefois, ce type de métronome présente plusieurs inconvénients :

15 - sa précision est fortement limitée, notamment à faible vitesse et plus précisément en dessous de 40 battements à la minute où il y a un manque d'isochronisme, c'est-à-dire que les temps séparant deux battements ne sont plus rigoureusement identiques,

20 - la diffusion d'un son unique ne permet pas de battre des mesures complexes, et

25 - son utilisation est délicate pour les non voyants, car ils leur est difficile de connaître exactement le nombre de battements à la minute et de régler avec précision le métronome.

L'invention vise à pallier ces inconvénients et propose un métronome qui se caractérise par l'émission d'une alternance de groupes d'au moins un son, les caractéristiques de son de ces groupes étant différentes.

30 Selon une autre caractéristique de l'invention, le métronome comprend au moins un haut-parleur commandé par un organe de commande programmé tel qu'un micro-processeur possèdant au moins une mémoire programmable.

35 Selon une autre caractéristique de l'invention, le métronome comprend également un mécanisme programmeur relié au micro-processeur, commandé manuellement et

définissant au moins :

- un nombre m de temps d'une première mesure,
- ~~la~~ nombre n de temps d'une seconde mesure, et
- la disposition dans le temps de ces deux mesures,

5 l'association ou la combinaison de ces mesures donnant un certain rythme R.

Selon une autre caractéristique de l'invention, le mécanisme programmateur permet de définir dans un premier rythme dit "dans" :

10 - une première mesure à m temps et dont ($m - 1$) battements ont une première caractéristique de son, et
- une seconde mesure à n temps et dont ($n - 1$) battements ont une seconde caractéristique de son,
ces mesures étant incluses dans une même mesure
15 de temps dont le premier temps est marqué par un battement ~~commun~~ aux deux mesures et ayant une troisième caractéristique de son.

Selon une autre caractéristique de l'invention, le mécanisme programmateur permet de définir, dans un 20 second rythme dit "=" :
- une première mesure à m temps et dont ($m - 1$) battements ont une première caractéristique de son. et
- une seconde mesure à n temps et dont ($n - 1$) battements ont une seconde caractéristique de son,
ces mesures ayant une durée égale et se succédant 25 dans le temps, le premier temps de la première mesure étant marqué par un battement ayant une troisième caractéristique de son et le premier temps de la seconde mesure étant marqué par un battement ayant une quatrième caractéristique de son.
30

Selon une autre caractéristique de l'invention, le métronome permet de définir, dans un troisième rythme dit "puis", une première mesure à m temps et dont ($m - 1$) battements ont une première caractéristique de son, suivie 35 d'une seconde mesure à n temps et dont ($n - 1$) battements ont une seconde caractéristique de son,

les m battements de la première mesure se succèdent à la même cadence que les n battements de la deuxième mesure, c'est-à-dire que tous les ($m + n$) battements sont équidistants les uns des autres, le battement du premier temps de la première mesure ayant une troisième caractéristique de son et le battement du premier temps de la seconde mesure ayant une quatrième caractéristique de son.

Selon une autre caractéristique de l'invention, le métronome est pourvu d'un système d'affichage à cellules à sept segments pour afficher les différents paramètres choisis par l'utilisateur, comme par exemple le nombre de temps d'une première mesure, le nombre de temps d'une seconde mesure, et le rythme choisi qui détermine l'association ou la combinaison entre ces deux mesures.

Selon une autre caractéristique de l'invention, le métronome permet d'afficher l'heure sur le système d'affichage.

L'invention propose également un procédé pour déterminer les caractéristiques des sons des battements successifs des temps d'une mesure, ce procédé consistant :

- à choisir une fréquence dite de base définissant un nombre de battements élémentaires à la minute,
- à déterminer en fonction de cette fréquence de base la durée des mesures définies suivant le rythme choisi, chacune de ces mesures incluant un multiple supérieur ou égal à 1 de battements élémentaires,
- à déterminer pour ces mesures, ceux des battements élémentaires qui correspondent effectivement à un temps d'une mesure, et
- à déterminer pour chacun de ces battements la caractéristique du son à diffuser.

L'invention est exposée ci-après plus en détail à l'aide de dessins représentants seulement un mode d'exécution de l'invention.

- la figure 1 représente en perspective un métronome conforme à l'invention ;
- la figure 2 représente schématiquement les princi-

paux circuits du métronome électronique conforme à l'invention ;

- les figures 3 et 4 représentent une mesure à deux temps et une mesure à trois temps incluses dans une même période, et une représentation graphique des

5 différents temps de ces mesures, respectivement;

- les figures 5 et 6 représentent une mesure à trois temps suivie d'une mesure à deux temps, ces mesures ayant une durée égale, et une représentation graphique de ces différents temps, respectivement ;

10 - les figures 7 et 8 représentent une mesure à trois temps suivie d'une mesure à deux temps, ces mesures ayant une durée inégale, et une représentation graphique de ces différents temps.

En se référant à la figure 1, le métronome
15 électronique 1 conforme à l'invention se présente sous la forme d'un boîtier 2, de forme sensiblement parallélépipédique, dont une face 3 ou face avant présente un système d'affichage numérique électro-luminescent 4 à quatre cellules à sept segments. Sur la face supérieure
20 5 du boîtier 2 sont prévus cinq dispositifs de commande, formant programmateurs, tels que cinq boutons-poussoirs référencés F, -, R,+ , S. A la face arrière du boîtier 2 est prévu un cordon d'alimentation 6 terminé par une prise 7 raccordable à une source d'alimentation. Sur une
25 face latérale du boîtier 2 est prévu au moins un haut-parleur 8 pour la diffusion sonore des différents battements d'une ou de plusieurs mesures. Une diode électro-luminescente 9 est également prévue sur la face avant 3 du boîtier 2.

30 Un tel métronome permet d'émettre une alternance de groupes d'au moins un son, les caractéristiques des sons de ces groupes étant différentes. Pour remplir cette fonction, le métronome renferme différents circuits qui vont être décrits ci-après en référence à la figure 2.

35 L'organe principal de commande est constitué par un micro-processeur 10 comprenant :

- des circuits de traitement et une mémoire vive 11,
- une mémoire morte programmable 12 contenant au moins un programme, et
5 - un interface d'entrée-sortie 13,
ces différents éléments étant reliés entre eux par un bus de liaison 14 assurant la transmission des données.

L'interface d'entrée-sortie 13 est relié :
10 - à au moins un haut-parleur 8 intégré dans le boîtier 2 du métronome comme dans le cas de la figure 1 (ou à deux hauts-parleurs non intégrés au boîtier comme représenté sur la figure 2) ; la liaison s'effectuant par un conducteur 15 avec interposition d'un transistor de puissance T1,
15 - aux différents boutons-poussoirs S-, R, +, S par des conducteurs 16, chaque bouton-poussoir étant schématisé par un simple interrupteur I,
- au système d'affichage 4 comprenant quatre cellules à sept segments 4a, 4b, 4c, 4d ; ces cellules étant alimentées en série à raison d'un conducteur 17 par segment avec interposition d'un transistor T2 monté en émetteur-suiveur et une résistance R2 en sortie de l'interface 13, et chaque cellule est reliée par un conducteur 18 à l'interface 13 afin d'envoyer des commandes successives d'affichage aux quatre cellules.
20
25

Il va être étudié maintenant certaines des différentes possibilités offertes par un tel métronome incorporant un micro-processeur en se référant plus particulièrement aux figures 3 à 8.

Préalablement, il est important de définir certaines notions indispensables pour une meilleure compréhension de ces figures :

30
35 - mesure simple : c'est une mesure composée de plusieurs temps de durée égale, le métronome assurant le battement de la mesure en émettant un son audible à chaque temps,

5 - mesure dite complexe : cette mesure se décompose en mesures simples qui sont combinées ou associées de façon particulière, ces différentes associations ou combinaisons donnant à la mesure des rythmes différents,

10 - fréquence de base : un métronome se caractérise par le nombre de battements à la minute. Dans le cas présent, il sera dénommé fréquence de base, un nombre de battements élémentaires à la minute choisis par l'utilisateur, qui permettent de déterminer la durée d'une mesure simple ou complexe et dont certains battements seront soit rendus muets, soit rendus sonores avec des caractéristiques de son différentes en fonction du rythme choisi.

15 La fréquence de base est un paramètre variable choisi par l'utilisateur. Pour assurer le réglage de cette fréquence de base, il suffit à l'utilisateur d'exercer une action sur le bouton-poussoir F pour mettre le métronome en mode de réglage de la fréquence et le 20 micro-processeur 10 envoie sur le système d'affichage 4 la valeur de la fréquence de base alors présente. Si cette fréquence de base est de 60 (ou 60 battements par minute), la première cellule 4a affiche la valeur F, la cellule B affiche un point, la troisième cellule 25 4c affiche le chiffre 6 et la cellule 4d affiche le chiffre 0 (figure 1).

Une fois le métronome en mode de réglage de la fréquence de base, l'utilisateur peut régler cette fréquence en manoeuvrant les boutons-poussoirs - et +.

30 Plus précisément :

- si l'on appuie sur la touche +, la fréquence augmente selon une loi uniformément accélérée,

- si l'on appuie sur la touche -, la fréquence diminue selon une loi uniformément accélérée avec une 35 accélération négative dans ce cas,

- si l'on appuie sur les deux touches + et - à la fois, l'accélération s'annule immédiatement mais la

vitesse alors atteinte à ce moment est conservée.

Ainsi, il est possible de passer rapidement d'un réglage à un autre qui en est éloigné tout en ayant la possibilité d'obtenir finalement un réglage précis.

5 Supposons par exemple que l'on veuille passer d'une fréquence de base de 60 à 400. On commence par appuyer sur la touche +, ce qui fait augmenter la fréquence de plus en plus vite. Si la fréquence désirée de 400 n'est pas tout à fait atteinte lorsque l'on relâche la touche,
10 il suffit de réappuyer un peu sur cette même touche +, si bien que la fréquence ira à nouveau en s'accélérant à partir d'une vitesse nulle. Si au contraire on a dépassé la valeur 400, il suffit d'appuyer sur la touche - pour faire diminuer la fréquence.. Bien entendu, le contrô-
15 le du réglage de la fréquence s'effectue en regardant les valeurs affichées par le système d'affichage. Le bouton-poussoir S est associé à une diffusion ou non de son, c'est-à-dire qu'il met en circuit ou non le ou les hauts-parleurs 8. Si le bouton-poussoir S a été enfoncé
20 préalablement de façon à permettre la diffusion de sons, le fait d'appuyer à nouveau sur le bouton-poussoir interdit une telle diffusion. Dans le cas où l'on se trouve dans le mode de réglage de la fréquence de base et si le bouton-poussoir S autorise la diffusion de sons, le
25 haut-parleur 8 émet un son à chaque battement de la fré-
quence de base lorsque l'on commande une variation de celle-ci.

Dans le cas où l'on veut modifier la fréquence de base de quelques unités seulement, il n'est pas indispensable de regarder le système d'affichage 4. En effet, à condition que l'on ait coupé la diffusion sonore en ma-
noeuvrant éventuellement le bouton-poussoir S, lorsque l'on commande une variation de la fréquence de base, le métrono-
me n'est pas en fait entièrement muet, et il y a diffusion
35 d'un son ou top sonore à chaque variation de une unité de la fréquence dans la limite de 5 tops sonores.

Par exemple, si l'on fait varier

la fréquence de base de 60 à 63, on entendra 3 tops sonores, mais au-delà de 65, on n'entendra plus aucun top sonore. Cela signifie que si l'on entend 1, 2, 3, 4 ou 5 tops sonores, on aura modifié la fréquence de 1, 2, 5 3, 4 ou 5 battements par minute.

Une autre possibilité est offerte dans le cas du réglage de la fréquence de base par un non voyant. En effet, si l'on maintient les deux boutons-poussoirs F et S enfoncés simultanément, même un court instant, 10 le métronome diffuse par l'intermédiaire du haut-parleur 8, pour une fréquence de base inférieure à 1000, C sons graves, D sons plutôt aigus et U sons plus aigus avec C, D, U, représentant respectivement dans cet exemple ~~le nombre~~ des centaines, des dizaines et des unités de la fréquence 15 de base alors affichée sur le dispositif d'affichage 4. Bien entendu, le nombre de groupes différents de sons émis est fonction de l'excursion de fréquence possible.

Ainsi, si la fréquence de base est de 60, c'est-à-dire que l'on a 60 battements à la minute, 2 battements 20 sont séparés l'un de l'autre de une seconde. Pour une fréquence de base double (120) 2 battements successifs sont séparés l'un de l'autre de 0,5 seconde.

Une fois la fréquence de base choisie, par exemple 60 battements élémentaires à la minute, il faut choisir 25 le mode de fonctionnement du métronome, c'est-à-dire qu'il faut définir son rythme ainsi que les battements de temps qui doivent être sonorisés et les caractéristiques des sons à diffuser.

Pour passer en mode de fonctionnement rythme, 30 il suffit d'appuyer une fois sur le bouton-poussoir R. Le micro-processeur 10 fait alors afficher sur le système d'affichage 4 trois paramètres m, X, n où m 35 est le nombre de temps d'une première mesure, n le nombre de temps d'une seconde mesure et X définit l'association ou la combinaison de ces deux mesures suivant trois rythmes particuliers qui vont être décrits ci-après.

Rythme "d" (X devient la lettre d), figures 3 et 4.

Ce rythme mdn revient à jouer simultanément pendant une même période de temps une mesure à m temps et une mesure à n temps. En se reportant à la figure 3, la ligne a représente une mesure à deux temps et la ligne b une mesure à trois temps. Les instants t_0 , t_1 , ... t_6 correspondent à sept battements élémentaires successifs de la fréquence de base. Si cette fréquence de base est de 60 coups par minute, 2 battements élémentaires sont séparés d'une seconde. Etant donné que chaque temps de la mesure à deux temps et chaque temps de la mesure à trois temps doit correspondre à un battement élémentaire, la seule disposition possible entre les différents temps de ces deux mesures est :

- 15 - premier temps de la mesure à deux temps et premier temps de la mesure à trois temps tombent à l'instant t_0 ,
- le second temps de la mesure à trois temps tombe à l'instant t_2 ,
- 20 - le second temps de la mesure à deux temps tombe à l'instant t_3 ,
- le troisième temps de la mesure à trois temps tombe à l'instant t_4 , et
- 25 - le premier temps d'une nouvelle mesure à deux temps et le premier temps d'une mesure à trois temps tombent à l'instant t_6 .

Il faut donc 7 battements élémentaires successifs pour définir la période d'un tel rythme (soit 6 secondes pour une fréquence de base de 60 battements à la minute). Autrement dit, de façon générale la période d'un rythme mdn est égale au PPCM (plus petit commun multiple) de m et n, du fait que chaque temps d'une mesure doit tombée en concordance avec l'un des battements élémentaires définis par la fréquence de base.

35 En se reportant à nouveau à la figure 3, il est important de noter :

- que les battements élémentaires tombant aux instants t_1 et t_5 doivent être muets,
- les battements élémentaires tombant aux instants t_0 et t_6 doivent être sonores et avoir une première caractéristique de son pour reconnaître le premier temps de la mesure à deux temps et le premier temps de la mesure à trois temps,
- les battements tombant aux instants t_2 et t_4 doivent être sonores avec une seconde caractéristique de son pour reconnaître le deuxième temps et le troisième temps de la mesure à trois temps, et
- le battement élémentaire tombant à l'instant t_3 doit être sonore avec une troisième caractéristique de son différente des précédentes pour reconnaître le second temps de la mesure à deux temps.

Selon l'invention, la détermination des battements élémentaires qui doivent être sonores avec la définition des caractéristiques des sons et les battements élémentaires muets sont donnés à partir du tableau 1 ci-dessous dans le cas d'un rythme mdn :

Tableau 1.

	<u>Données</u>		<u>Résultats</u>		
25	CTR _G	CTR _D	CTR _G	CTR _D	son
	≤ 1	≤ 1	MDGH	MDDR	grave
	≤ 1	> 1	MDGH	DEC	aigu 2
30	> 1	≤ 1	DEC	MDDR	aigu 1
	> 1	> 1	DEC	DEC	muet

où MDGH est égal à la valeur de m ; MDDR est à la valeur n ; CTRG est une variable qui au départ a la valeur 0 ou 1 ; CTRD est une variable qui au départ a la valeur 0 ou 1 ; DEC signifie que la valeur de CTRG ou de CTRD est

décrémentée de 1.

Il est important de noter qu'à chaque fois que l'on passe dans la première ligne du tableau cela équivaut à la diffusion d'un son par exemple grave ayant une première caractéristique de son, dans la seconde ligne du tableau cela équivaut à la diffusion d'un son par exemple aigu ayant une seconde caractéristique de son soit aigu 2, dans la troisième ligne du tableau cela équivaut à la diffusion d'un son aigu ayant une troisième caractéristique de son soit aigu 1, et dans la quatrième ligne du tableau cela équivaut à un état muet. Si on considère le tableau 1 dans le cas particulier d'un rythme 3d2, on obtient le tableau 2 ci-dessous qui est représenté sous forme graphique sur la figure 4 illustrant une période d'un rythme 3d2. Après le battement 6 on redémarre bien une nouvelle période puisque l'on se retrouve dans les conditions initiales à savoir CTRG et CTRD à 0 ou à 1.

Tableau 2.

20

	<u>Données</u>		<u>Résultats</u>		
	CTR G	CTR D	CTR G	CTR D	son
25	0	0	0	0	
	3	2	2	1	1 grave
	2	1	1	2	2 muet
30	1	2	3	1	3 aigu 1
	3	1	2	2	4 aigu 2
	2	2	1	1	5 aigu 1
	1	1	3	2	6 muet
					1 grave

35

L'explication des résultats de ce tableau 2 est la suivante : au départ les variables CTRG et CTRD ont

la valeur 0 ou 1. On se reporte alors à la ligne 1 du tableau 1 qui indique que CTRG prend la valeur MDGH soit 3 et CTRD prend la valeur MDDR soit 2. Ces résultats forment la nouvelle ligne de données qui nous font reporter 5 à la ligne 4 du tableau 1 donnant en résultat CTRG décrémenté de 1 et CTRD également décrémenté de 1, et ainsi de suite.

Les variables CTRG et CTRD sont gérées par des registres au niveau du micro-processeur 10, qui travaillent 10 en fonction du programme enregistré dans la mémoire morte programmable 12.

Pour modifier les valeurs de m et n, il suffit d'appuyer successivement sur les boutons-poussoirs - et + respectivement. A chaque enfoncement de ces boutons-15 pousoirs, m et n sont augmentés de 1. Une fois que m et n atteignent une valeur limite par exemple la valeur 9 pour m et la valeur 4 pour n, on redémarre d'une façon cyclique à partir de 1.

Il est à noter que lorsque m est égal à 1, cela 20 revient à jouer une mesure à n temps classique et inverse-ment si n = 1 cela revient à jouer une mesure à m temps classique.

Dans le cas des rythmes md1 et 1dn, le premier temps de la mesure est indiqué par un son ayant une certaine caractéristique et pour les autres temps de la mesure on obtient 25 un son d'une caractéristique différente.

Rythme "==" (X devient le signe =) (figures 5 et 6).

Le métronome se trouve dans ce rythme en appuyant une nouvelle fois sur le bouton-poussoir R. Comme précédemment, ce rythme est accompagné de deux paramètres m, n où m est le nombre de temps d'une première mesure et n le nombre de temps d'une deuxième mesure. Selon ce rythme, 30 ces deux mesures sont de durée égale et se succèdent dans le temps.

35 Le réglage des deux paramètres m et n s'effectue en manoeuvrant les boutons-poussoirs - et + comme

précédemment en les faisant progresser d'une unité à chaque fois.

Le tableau général 3 donné ci-dessous est basé sur le même principe que le tableau 1 précédent pour 5 déterminer les battements élémentaires de la fréquence de base qui doivent être sonores avec des hauteurs de son différentes pour les deux mesures, et les battements élémentaires muets. Une variable supplémentaire AIG a été introduite et prend la valeur 0 au départ. Les 10 variables CTRG et CTRD prennent la valeur 0 ou 1 au départ, la variable MDGH ayant la valeur m et la variable MDDR ayant la valeur n. DEC signifie une décrémentation de une unité, NC indique que la valeur reste sans changement et - signifie valeur indifférente.

Tableau 2.

<u>Données</u>			<u>Résultats</u>					
AIG	CTR _G	CTR _D	AIG	CTR _G	CTR _D	son		
0	≤ 1	≤ 1	1	MDGH	MDDR	grave 1		
0	≤ 1	> 1	0	MDGH	DEC	aigu 1		
0	> 1	-	0	DEC	NC	muet		
$\neq 0$	≤ 1	≤ 1	0	MDGH	MDDR	grave 2		
$\neq 0$	-	> 1	1	NC	DEC	muet		
$\neq 0$	> 1	≤ 1	1	DEC	MDDR	aigu 2		

Il est à noter que le passage :

- dans la première ligne du tableau 3 donne un battement sonore par exemple grave ayant une première caractéristique de son soit grave 1,

5 - dans la deuxième ligne du tableau 3 donne un battement sonore par exemple aigu ayant une seconde caractéristique de son soit aigu 1,

- dans les lignes 3 et 5 du tableau 3 donnent des battements sonores muets,

10 - dans la quatrième ligne du tableau donne un battement sonore par exemple grave ayant une troisième caractéristique de son soit grave 2, et

- dans la sixième ligne du tableau 3 donne un battement sonore par exemple aigu ayant une quatrième caractéristique de son soit aigu 2.

15 Le tableau 4 donné ci-dessous est une application du tableau 3 dans le cas d'un rythme $3 = 2$ ($m=3$ et $n=2$). Cela signifie que l'on joue une mesure à trois temps suivie d'une mesure à deux temps, ces mesures ayant une durée égale. Ce cas est représenté sur la figure 5, et il apparaît qu'il est nécessaire d'avoir 13 battements élémentaires de la fréquence de base pour pouvoir jouer la succession de ces deux mesures. En effet, il faut que chaque temps des deux mesures correspondent avec un battement élémentaire de la fréquence de base. Il faut donc prendre à nouveau le PPCM (plus petit commun multiple) de m et n pour avoir le nombre de battements élémentaires pour chacune des mesures, ces mesures étant de durée égale.

20 30 Dans cet exemple les deux mesures considérées ($3 = 2$) sont successives, alors que pour le rythme précédemment étudié ($3 d 2$) elles sont simultanées, si bien que la périodicité du mouvement est de 12 pour le rythme ($3 = 2$) et de 6 pour le rythme ($3 et 2$).

Tableau 4.

	<u>Données</u>			<u>Résultats</u>			
	AIG	CTRG	CTRD	AIG	CTRG	CTRD	son
				0	0	0	
5	0	0	0	1	3	2	1 grave 1
	1	3	2	1	3	1	2 muet
	1	3	1	1	2	2	3 aigu 2
	1	2	2	1	2	1	4 muet
10	1	2	1	1	1	2	5 aigu 2
	1	1	2	1	1	1	6 muet
	1	1	1	0	3	2	7 grave 2
15	0	3	2	0	2	2	8 muet
	0	2	2	0	1	2	9 muet
	0	1	2	0	3	1	10 aigu 1
	0	3	1	0	2	1	11 muet
20	0	2	1	0	1	1	12 muet
	0	1	1	1	3	2	1 grave 1

Le graphe représenté sur la figure 6 correspond au tableau de la figure 4. Un tel exemple en musique 25 représente le cas d'un triolet suivi de deux croches.

Si on appuie simultanément sur les deux boutons-poussoirs R et S, le haut-parleur 8 diffuse les différents sons.

30 Rythme "P" (X devient la lettre P) (figures 7 et 8).

Le métronome se trouve dans ce rythme en appuyant une nouvelle fois sur le bouton-poussoir R. Comme précédemment, ce rythme est accompagné de deux paramètres m, n où m est le nombre de temps d'une première mesure et n le nombre de temps d'une seconde mesure. Selon ce rythme, les m battements de la première mesure se succèdent à la même cadence 35 que les n battements de la deuxième mesure.

Le réglage des paramètres m et n s'effectue en manoeuvrant les boutons-poussoirs - et + comme précédemment en les faisant progresser d'une unité à chaque fois.

5 Le tableau général 5 donné ci-dessous est basé sur le même principe que les tableaux précédents pour déterminer les caractéristiques des sons des battements élémentaires donnés par la fréquence de base. Il est important de noter que dans ce cas il n'y a pas de son muet. En effet, comme 10 les deux mesures sont d'une durée inégale, mais que les temps d'une mesure sont séparés d'une distance égale, il y aura un battement de temps sonore à chaque battement élémentaire de la fréquence de base.

15 Comme précédemment, les variables CTRG et CRRD prennent la valeur 0 au départ, MDGH est égal à m et MDDR est égal à n. DEC, NC ont la même signification que précédemment.

Tableau 5

20

Données

Résultats

AIG	CTRG	CTRD	AIG	CTRG	CTRD	son
0	-	≤ 1	1	MDGH	0	grave 1
25 0	-	> 1	NC	NC	DEC	aigu 1
$\neq 0$	≤ 1	-	0	0	MDDR	grave 2
$\neq 0$	> 1	-	1	DEC	NC	aigu 2

30

Le tableau 6 donné ci-dessous donne une application de ce rythme dans le cas d'une mesure à trois temps suivie d'une mesure à deux temps comme représenté sur la figure 7 avec le graphe correspondant sur la figure 8.

Tableau 6.

<u>Données</u>			<u>Résultats</u>				
	AIG	CTRG	CTRД	AIG	CTRG	CTRД	son
5	0	0	0	1	3	0	1 grave 1
	1	3	0	1	2	0	2 aigu 2
	1	2	0	1	1	0	3 aigu 2
10	1	1	0	0	0	2	4 grave 2
	0	0	2	0	0	1	5 aigu 1
	0	0	1	1	3	0	1 grave 1

Pour ce rythme, un son grave ayant une première caractéristique de son soit grave 1 donne le premier temps de mesure à trois temps, un son aigu ayant une seconde caractéristique de son soit aigu 2 donne le deuxième temps et le troisième temps de la mesure à trois temps, un son grave ayant une troisième caractéristique de son soit grave 2 donne le premier temps de la mesure à deux temps, et un son aigu ayant une quatrième caractéristique de son soit aigu 2 donne le second temps de la mesure à deux temps.

Comme précédemment, la diffusion de ces différents sons s'effectue en appuyant simultanément sur les deux boutons-poussoirs R et S.

Les différents tableaux 1, 3 et 5 sont enregistrés dans la mémoire morte programmable 12 du micro-processeur 10 et sont gérés par les circuits de traitement 14 du micro-processeur en fonction d'un programme préalablement enregistré dans la mémoire 12 et dont les différentes instructions sont traitées par les circuits de traitement 13 du micro-processeur.

En début de mesure, un compteur (non représenté) est initialisé à une valeur fixe M3M2 et qui est égale à 60/T où T est la durée nécessaire pour parcourir une

boucle complète du programme. Au cours de cette boucle on remplace à chaque fois la valeur M3M2 qui devient une variable par M3M2 - FB (fréquence de base choisie à l'avance). Au bout de N soustractions, on obtient une valeur 5 nulle ou négative, N étant donné par M3M2/FB. La durée qui aura été nécessaire pour décrémenter le compteur de sa valeur maximum jusqu'à 0 sera égale à T x N. Lorsque le compteur atteint une valeur nulle ou négative, on commence la diffusion d'un top qui va être soit sonore 10 soit muet. Pour fixer les idées, avec une valeur de T égale à 1000 microsecondes, M3M2 est fixé à 60 000.

Toutefois, lorsque la fréquence de base n'est pas un diviseur exact de la valeur choisie pour M3M2, il y a une erreur sur l'intervalle de temps entre deux 15 battements élémentaires, erreur qui peut atteindre une milliseconde. Aussi, lorsque le reste résultant des soustractions successives M3M2 - FB devient inférieur à FB, on multiplie ce reste par 16 et on fait, comme précédemment, des soustractions successives en soustrayant 20 à chaque fois FB, mais cette fois-ci à une vitesse 16 fois plus rapide, ce qui permet de diminuer notablement l'erreur possible sur l'intervalle de temps séparant deux battements élémentaires.

Le métronome a également une fonction horloge 25 pour afficher le temps courant sur le dispositif d'affichage 4 et ce, en appuyant simultanément sur les boutons-poussoirs F et R. Le micro-processeur 10 à partir d'un quartz donnant une fréquence déterminée détermine une fréquence de 1Hz par des divisions successives. Chaque impulsion a une 30 fréquence de 1 Hz est comptabilisée dans des compteurs des heures, des minutes et des secondes respectivement.

Le rôle de la diode électro-luminescente 9 prévue sur le boîtier 2 du métronome 1 est allumée par exemple à chaque début de mesure afin de donner un point de repère 35 à l'élève ou au professeur.

En résumé, un tel métronome électronique permet

d'obtenir de façon très précise :

- des rythmes de mesures à deux, trois, quatre, ...

huit temps,

- des rythmes particuliers pour l'étude du piano

5 et autres instruments à plusieurs portées.

Ce métronome marque non seulement le premier temps de chaque mesure, comme le fait un métronome classique, mais les autres temps en utilisant des sonorités différentes.

10 Il est à noter que dans les trois rythmes étudiés m_{dn} , m_{Pn} et $m = n$, le fait d'appuyer simultanément sur les boutons-poussoirs R et S permet de diffuser de façon sonore le rythme alors choisi. Cela donne par exemple pour un rythme $3d2$: 3 tops puis 1 top puis 2 tops, chaque top
15 ayant une sonorité différente ; pour un rythme $3P2$: 3 tops puis 2 tops puis 2 tops ; pour un rythme $3 = 2 : 3$ tops puis 3 tops puis 2 tops.

Enfin, dans le cas de l'horloge, le fait d'appuyer sur le bouton-poussoir S permet la diffusion audible de
20 l'heure.

Dans tout ce qui précéde, il faut entendre par "caractéristique de son" l'ensemble des paramètres permettant de différentier un son d'un autre (intensité, hauteur, timbre,...). Le métronome décrit a un système d'affichage
25 à quatre afficheurs, mais bien évidemment ce nombre n'est pas limitatif et si l'on considère une excursion supérieure à 1000 pour la fréquence de base, il faudra 5 afficheurs. Ces afficheurs peuvent être éventuellement à cristaux liquides.

30 Il est à noter également que tout les tops sonores précédents peuvent être éventuellement remplacés par des tops lumineux de luminosité différente, ce qui est notamment avantageux pour les non voyants.

Pour les tops considérés comme muets dans les
35 explications précédentes, il faut signaler en fait qu'ils sont tout de même légèrement audibles pour éviter qu'un

rythme 4d2 par exemple ne se traduise que par une simple mesure à deux temps.

Bien entendu l'invention n'est nullement limitée au mode de réalisation décrit et représenté qui n'a été donné qu'à titre d'exemple. En particulier, elle comprend tous les moyens constituants des équivalents techniques des moyens décrits, ainsi que leurs combinaisons, si celles-ci sont exécutées suivant son esprit et mises en oeuvre dans le cadre de la protection comme revendiquée.

R E V E N D I C A T I O N S

1.- Métronome électronique pour battre notamment les temps d'une mesure, caractérisé en ce qu'il émet une alternance de groupes d'au moins un son, les caractéristiques des sons desdits groupes étant différents.

5 2.- Métronome selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comprend au moins un haut parleur commandé par un organe de commande programmé.

10 3.- Métronome selon la revendication 2, caractérisé en ce que ledit organe de commande est constitué par un micro-processeur possédant au moins une mémoire programmable.

15 4.- Métronome selon la revendication 2 ou 3, caractérisé en ce qu'il comprend également un mécanisme programmateur relié audit micro-processeur, commandé manuellement et définissant au moins :

20 - un nombre m de temps d'une première mesure,
- un nombre n de temps d'une seconde mesure, et
- la disposition dans le temps de ces deux mesures,
l'association ou la combinaison de ces mesures donnant un certain rythme.

25 5.- Métronome selon la revendication 4, caractérisé en ce que ledit mécanisme programmateur permet de définir dans un premier rythme dit "dans" :

25 - une première mesure à m temps et dont $(m - 1)$ battements ont une première caractéristique de son. et
- une seconde mesure à n temps et dont $(n - 1)$ battements ont une seconde caractéristique de son

30 ces mesures étant incluses dans une même mesure de temps dont le premier temps est marqué par un battement commun aux deux mesures et ayant une troisième caractéristique de son.

6. -Métronome selon la revendication 4, caractérisé

en ce que ledit mécanisme programmateur permet de définir,
dans un second rythme dit "=" :

- une première mesure à m temps et dont $(m - 1)$ battements ont une première caractéristique de son, et

5 - une seconde mesure à n temps et dont $(n - 1)$ battements ont une seconde caractéristique de son,

ces mesures ayant une durée égale et se succédant dans le temps, le premier temps de la première mesure étant marqué par un battement ayant une troisième caractéristique de son et le premier temps de la seconde mesure étant 10 marqué par un battement ayant une quatrième caractéristique de son.

7.- Métronome selon la revendication 4, caractérisé en ce qu'il permet de définir, dans un troisième rythme dit "puis" :

15 - une première mesure à m temps et dont $(m - 1)$ battements ont une première caractéristique de son,

- une seconde mesure à n temps et dont $(n - 1)$ battements ont une seconde caractéristique de son,

20 ces mesures se succédant et ayant une durée inégale, le battement du premier temps de la première mesure ayant une troisième caractéristique de son et le battement du premier temps de la seconde mesure ayant une quatrième caractéristique de son.

25 8.- Métronome selon une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comprend un système d'affichage à cellules à sept segments pour afficher les différents paramètres choisis par l'utilisateur, comme par exemple le nombre de temps m d'une première mesure, le nombre de temps n d'une seconde mesure, et le rythme choisi qui détermine l'association ou la combinaison entre ces deux 30 mesures.

9.- Métronome selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il émet également l'heure sur ledit

dispositif d'affichage.

10. Procédé pour déterminer les caractéristiques des sons des battements successifs des temps d'une mesure donnés par un métronome tel que défini selon l'une des revendications précédentes, ce procédé étant caractérisé en ce qu'il consiste :

- à choisir une fréquence dite de base définissant un nombre de battements élémentaires à la minute,
- à déterminer en fonction de cette fréquence de base 10 la durée des mesures définies suivant le rythme choisi, chacune de ces mesures incluant un multiple supérieur ou égal à 1 de battements élémentaires,
- à déterminer pour ces mesures, ceux des battements élémentaires qui correspondent effectivement à un temps 15 d'une mesure, et

- à déterminer pour chacun de ces battements les caractéristiques des sons à diffuser pour les différencier les uns des autres.

11. Procédé selon la revendication 10, caractérisé en 20 ce qu'il consiste à déterminer, dans le cas où dans une même période temps il est joué une mesure à m temps et une mesure à n temps, les battements élémentaires précités qui doivent être sonores et les battements élémentaires qui doivent être muets selon le tableau ci-dessous :

25

		<u>Données</u>	<u>Résultats</u>	
CTRG	CTRD		CTRД	son
≤ 1	≤ 1		MDGH	grave
30 ≤ 1	> 1		MDGH	aigu 2
> 1	≤ 1		DEC	aigu 1
> 1	> 1		DEC	muet

où MDGH est égal à m ; MDDR est égal à n , CTRG et CTRD sont des variables qui au départ ont la valeur 0 ou 1; 35 DEC signifie que la valeur de CTRG ou de CTRD est décrémentée de 1 unité.

12. Procédé selon la revendication 10, caractérisé en ce qu'il consiste à déterminer, dans le cas où il est joué une première mesure à m temps suivie d'une mesure à n temps d'une durée égale à la première mesure, les battements élémentaires précités qui doivent être sonores et les battements élémentaires qui doivent être muets selon le tableau ci-dessous

	<u>Données</u>			<u>Résultats</u>			
	AIG	CTRG	CTRD	AIG	CTRG	CTRD	SON
10	0	≤ 1	≤ 1	1	MDGH	MDDR	grave 1
	0	≤ 1	> 1	0	MDGH	DEC	aigu 1
15	0	> 1	-	0	DEC	NC	muet
	$\neq 0$	≤ 1	≤ 1	0	MDGH	MDDR	grave 2
	$\neq 0$	-	> 1	1	NC	DEC	muet
	$\neq 0$	> 1	≤ 1	1	DEC	MDDR	aigu 2
20	où MDGH est égal à <u>m</u> : MDDR est égal à <u>n</u> ; CTRG et CTRD sont des variables qui au départ ont la valeur 0 ou 1 ; DEC signifie que la valeur de CTRG ou de CTRD est décrémentée de 1 unité ; NC signifie valeur inchangée ; AIG est une variable intermédiaire qui au départ a la valeur 0.						
25	13. Procédé selon la revendication 10, caractérisé en ce qu'il consiste à déterminer, dans le cas où il est joué une première mesure à <u>m</u> temps suivi d'une mesure à <u>n</u> temps, les battements élémentaires précités qui doivent être sonores et les battements élémentaires qui doivent être muets selon le tableau ci-dessous:						
30							

<u>Données</u>			<u>Résultats</u>			
AIG	CTRG	CTRD	AIG	CTRG	CTRD	SON
0	-	≤ 1	1	MDGH	0	grave 1
0	-	> 1	NC	NC	DEC	aigu 1
5	$\neq 0$	≤ 1	-	0	0	MDDR grave 2
	$\neq 0$	> 1	-	1	DEC	NC aigu 2

où MDGH est égal à m ; MDDR est égal à n ; CTRG et
 CTRD sont des variables qui ont au départ la valeur 0 ou 1 ;
 10 DEC signifie que la valeur de CTRG ou de CTRD est décrémentée de 1 unité ; NC signifie valeur inchangée ; AIG est une variable intermédiaire qui au départ à la valeur 0.

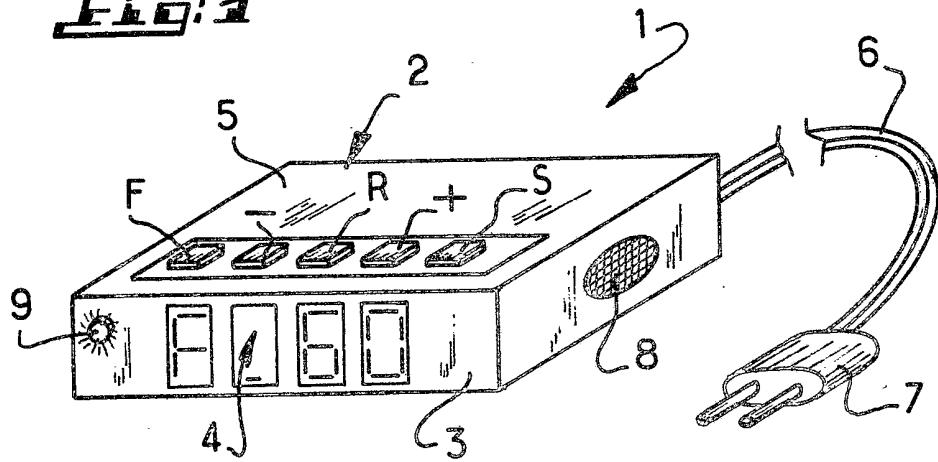
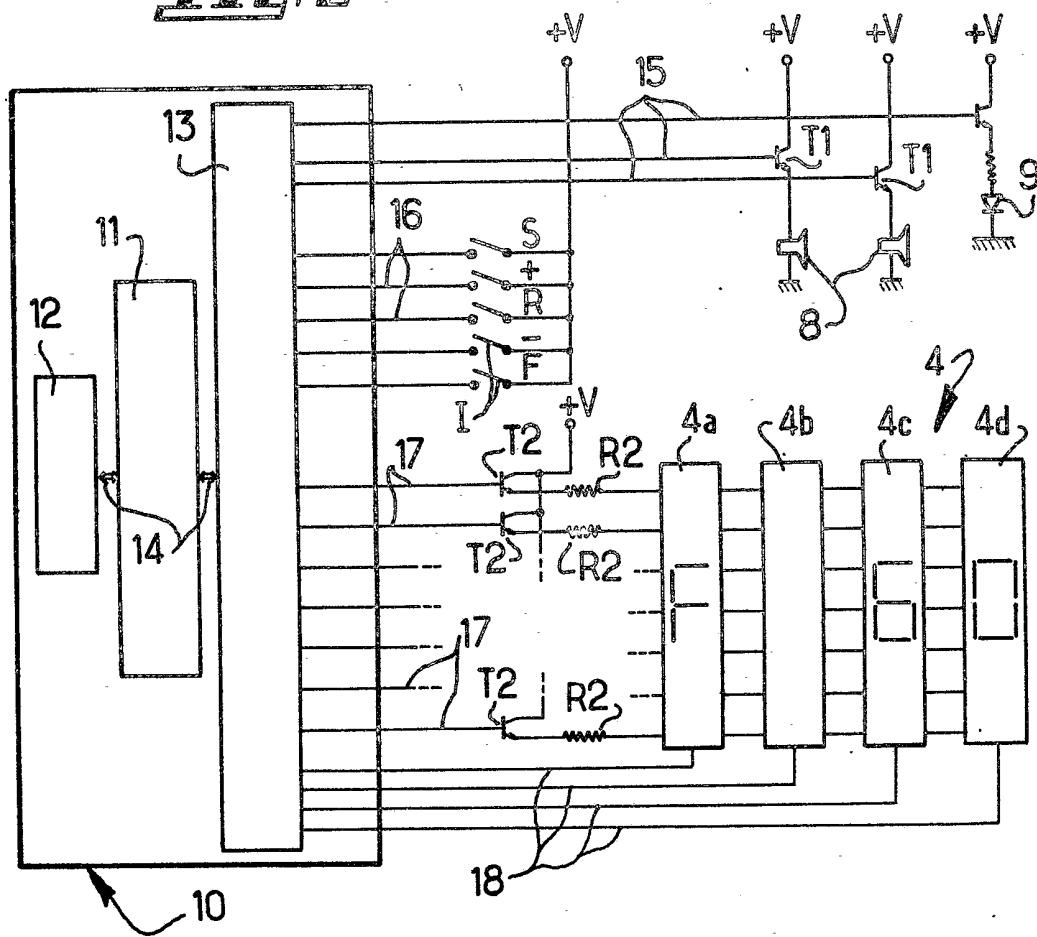
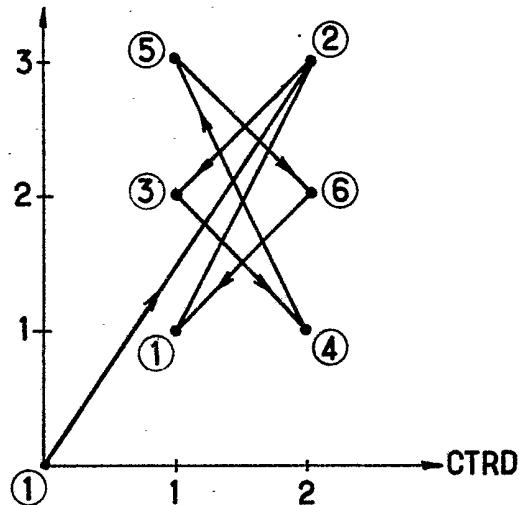
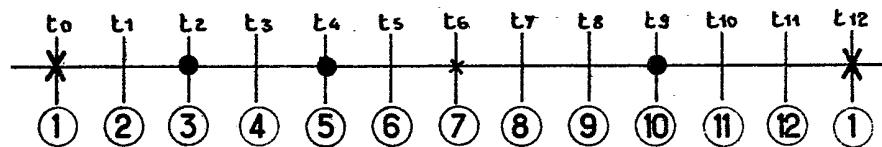
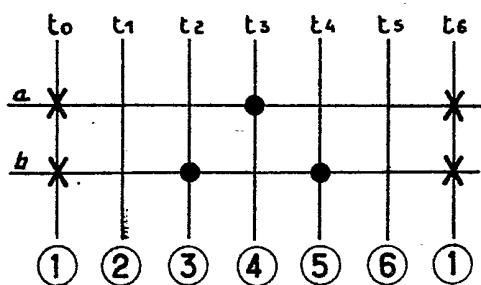
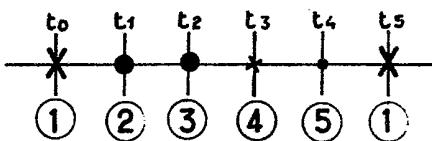
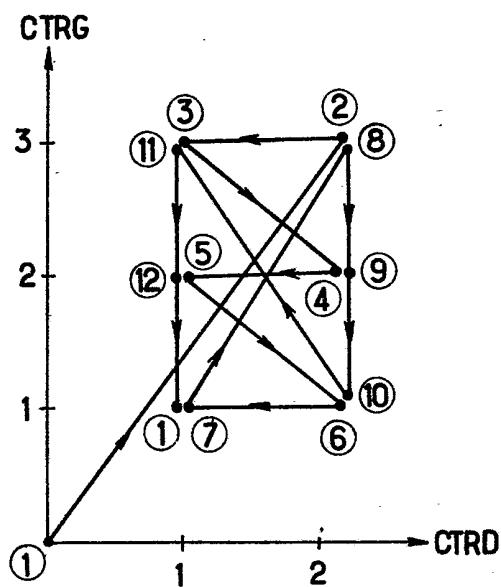
FIG. 1**FIG. 2**

FIG. 4

CTRG

**FIG. 3****FIG. 5****FIG. 7****FIG. 6****FIG. 8**