

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

①1 N° de publication : **2 579 813**
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

②1 N° d'enregistrement national : **85 04957**

⑤1 Int Cl⁴ : G 10 H 3/06; G 10 K 15/02.

①2 **DEMANDE DE BREVET D'INVENTION**

A

②2 Date de dépôt : 29 mars 1985.

③0 Priorité :

④3 Date de la mise à disposition du public de la
demande : BOPI « Brevets » n° 40 du 3 octobre 1986.

⑥0 Références à d'autres documents nationaux appa-
rentés :

⑦1 Demandeur(s) : *DUDON Jacques André.* — FR.

⑦2 Inventeur(s) : Jacques André Dudon.

⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire(s) :

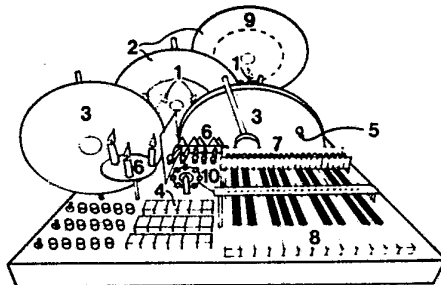
⑤4 Procédé de synthèse sonore par composition d'interceptions de rayons lumineux.

⑤7 Procédé de synthèse sonore par composition d'intercep-
tions de rayons lumineux.

Il utilise des capteurs photoélectriques 1 et des disques optiques interchangeable 2, 3, en nombre indéfini, réalisables manuellement, tournant à des vitesses variées, dont certains à hautes vitesses 3, pouvant être contrôlés et synchronisés au moyen d'un clavier 4. Ces disques peuvent être disposés de nombreuses façons différentes dans l'espace pour créer une multiplicité d'interceptions successives de rayons lumineux issus de sources diverses dont des lumières mobiles indépendantes 5, ou des blocs lumineux amovibles, contrôlés de façon mécanique 6 ou électrique 7 par claviers 8, ou encore d'émissions lumineuses canalisées par fibres optiques.

Il utilise enfin des systèmes de déphasage 9 et des systèmes séquenceurs optiques 2 ou électriques 10.

Procédé applicable à la réalisation d'instruments de musique synthétique et à l'initiation musicale.



FR 2 579 813 - A1

D

Enfin, au delà de sons mélodiques de timbres variés, des sons complexes, créés à partir de fréquences irrégulières, subharmoniques, composées, modulées à diverses fréquences, etc, peuvent être façonnés, à partir de longueurs d'ondes de 1 tour ou 1/2 tour, faisant appel à des vitesses 5 de reproduction évidemment encore plus élevées. Sans exclure la production en série de tels disques mélodiques ou harmoniques, par exemple imprimés sur support transparent, la possibilité de recherche et de construction par l'amateur de ses propres disques et donc d'évolution du matériau sonore, constitue un élément essentiel de l'invention. Dans 10 la perspective d'une démarche pédagogique, des modèles imprimés peuvent aussi être fournis au début, destinés à être collés sur une feuille de carton, puis découpés très simplement à l'aide d'un cutter; ils peuvent ensuite être coloriés, modifiés, reproduits en négatif avec un pochoir, etc, tout ceci à un prix de revient quasiment nul.

15 La conception de disques interchangeable, développant des gammes modales (pentatoniques, heptatoniques, etc), ou même de simples bourdons mais jouant sur des variations très fines de textures harmoniques, phonèmes vocaux, etc, ouvre par ailleurs la porte à de nouvelles techniques de lecture, comme par déplacement dans l'espace des sources 20 lumineuses, faisant intervenir le geste dans un phénomène musical bien précis: en déplaçant une lumière donnée de gauche à droite devant un disque vertical lui-même devant un capteur photoélectrique relié à un amplificateur, on parcourt en glissando toute l'étendue de la gamme du 25 disque, sans contrainte mécanique; en rapprochant cette lumière du disque on augmente l'intensité du son, tandis que par une oscillation dans la direction tangente au point de lecture, on ajoute un effet de vibrato (il est à noter que de telles techniques seraient exclues à des faibles vitesses de rotation, à cause du pleurage et des décrochages qui suivraient le moindre mouvement).

30 Mais si l'on place maintenant plusieurs de ces disques sur le chemin des mêmes rayons lumineux, on multiplie alors à l'infini les interventions possibles sur les sons ainsi produits.

En opérant deux interceptions successives, à des fréquences différentes, d'une même émission lumineuse, on génère par un effet 35 "d'intermodulation optique" un son mélodieux, dépourvu de distorsion, ayant comme fondamentale la différence des deux fréquences, et comme harmoniques ces deux fréquences, plus une troisième harmonique plus faible correspondant à leur somme. L'oscillogramme de la figure 1 montre la présentation temporelle du signal électrique obtenu par ce 40 procédé à partir de deux fréquences d'ouvertures (5) et (6), générant

une soustractive (1). Si les deux fréquences sont au contraire très proches l'une de l'autre, par un phénomène identique de déphasage périodique entre les ouvertures des deux disques on crée une variation de l'ouverture résultante, provoquant une irisation spectrale, pouvant être encore accentuée par la disposition d'ouvertures harmoniques sur chacun des deux disques, telles qu'elles ne puissent être émises qu'une après l'autre au cours du déphasage. L'utilisation de sources lumineuses et de disques spécialement conçus pour mettre en valeur ce type de phénomènes de façon polyphonique, plus d'autres disques, de trames infrasoniques, de modulation de fréquence, de séquences, de balayage radial, de déphasage linéaire et leurs combinaisons à des vitesses précises étendent encore le champ des possibilités offertes par ce procédé de multi-interception, permettant la synthèse de sons programmables sur tous leurs paramètres, dans une approche de la lumière comme un nouveau matériau sonore, aux caractéristiques particulières et riches en enseignements pour le musicien. La présente invention concerne le procédé électro-optique de cette synthèse sonore, et la réalisation technique d'instruments et de disques utilisant ce procédé.

Les figures 2 et 3 montrent, vu de face et vu d'avion, un exemple de réalisation d'un tel instrument, avec tout d'abord quelques exemples non limitatifs de sources lumineuses mobiles (7): flammes, lumières électriques mobiles, munies d'un système manuel d'obturation (8), bougies en mouvement sur un plateau rotatif (9), lumière électrique en mouvement à l'extrémité d'une lame vibrante (10), ou encore comme en figure 4 lumière électrique en rotation (11) avec un petit bloc de piles (12) animé par un moteur électrique à vitesse variable (13); puis plusieurs éléments lumineux fixes, formant des modules amovibles, dont une série de lampes (14) commandées par clavier (15), et deux versions différentes de rampes lumineuses (16) pour séquenceur, munies d'obturateurs réglables (17). Des éléments optiques mobiles (24), du type de ceux utilisés dans des phares, ou diffuseurs, condensent les rayons selon des groupes de faisceaux parallèles, pour apporter divers effets spéciaux supplémentaires. Les capteurs photoélectriques (4), (28), comme les moteurs de tous les disques sont montés sur des leviers (25), (18)(19), permettant tous positionnements dans l'espace. Sur la moitié droite de l'instrument, une tablette recouverte de feutre (20) est destinée à être frappée par de petites ampoules, desquelles les rayons lumineux, masqués ordinairement par un écran (21) ne peuvent ne peuvent atteindre le capteur (28) que lorsque ces ampoules sont

abaissées au niveau de la tablette (20), sur laquelle des repères colorés prolongeant les lignes capteur-couronnes sont apposés. Ce dispositif permet ainsi un jeu en percussion, avec attaque expressive et intensité variable. L'écran, comme la tablette, peuvent être repliés
 5 pour un jeu en lumières mobiles libres. Ces effets obtenus à partir d'un écran peuvent être également combinés avec l'effet de vibrato grâce à un clavier composé de touches telles que décrites par la figure 5. En appuyant sur la touche (27) on provoque d'abord un contact électrique au moyen d'une lamelle ou d'un ressort réglable
 10 (29), puis l'ampoule allumée s'élève au dessus d'un écran interchangeable (30) pour donner au son une attaque expressive qui se continue par un vibrato entièrement contrôlé manuellement par l'instrumentiste. Des sons encore plus riches, avec filtrage du spectre harmonique et passage graduel entre l'effet d'attaque et l'effet de vibrato sont
 15 développés au moyen de fils horizontaux (31) de différentes grosseur prolongeant l'écran (30) de façon dégradée. Une petite gélatine (32) colorée en fonction des fréquences sonores des notes émises apporte un précieux support visuel pendant le jeu.

Il existe toute une gamme de capteurs photoélectriques de
 20 surfaces, dynamiques, et sensibilités diverses; des cellules de type photo-voltaïques au silicium, disponibles en toutes surfaces, pourront être utilisées dans cette partie droite de l'instrument pour apporter par un balayage approprié (figure 8) au moyen d'un disque de trame (2) une variation de phase linéaire, pouvant être amplifiée de façon
 25 stéréophonique; ce disque de trame pourra encore accentuer l'effet de spatialisation obtenu par une modulation alternative droite/gauche de la largeur du faisceau (23) ouvert aux cellules (28 G/D) pour créer un effet de trémolo stéréophonique.

Sur la moitié gauche de l'instrument, un disque séquenceur (2)
 30 animé par moteur démultiplié, monté également sur levier de translation (19) libère les rayons lumineux provenant de rampes lumineuses (16) munies d'obturateurs indépendants (17) réglables en hauteur et en largeur (intensité et sélection des couronnes), et interceptés par un ou plusieurs disques de fréquences (3), selon un ensemble de cycles
 35 rythmiques disposés concentriquement, ou encore des séquences de balayage diverses, que vont recevoir 2 ensembles de capteurs (4), amplifiés stéréophoniquement et montés sur leviers de translation (2). Un dispositif séquenceur similaire peut être réalisé comme décrit en figure 9, où le disque (2) est remplacé par un rouleau de papier ou
 40 carton perforé (26) défilant devant une rampe lumineuse (16) pour

interpréter diverses partitions, avec possibilité de transposition immédiate par simple modification de la position du disque (3), ou de cette partition. Ce dispositif peut être appliqué avec succès à la lecture de cartons perforés destinés aux orgues de Barbarie, etc, les distances relatives du disque et de la partition au capteur modifiables au moyen de glissières permettant un ajustage à tous standards de perforation; en fonction du rapport de leurs largeurs utiles, le disque devra être placé devant ou derrière la partition. Un disque de trame stéréophonique (22) apporte une variation de timbre et divers effets de phase et trémolo.

Dans l'objectif d'une génération par double interception comme exposée précédemment, sur la figure 3 sont représentés deux disques coaxiaux (3) pouvant tourner au choix en sens identique ou opposé, et à des vitesses synchronisées sous contrôle de claviers de vitesses (33). Ils comportent des ouvertures disposées sur un même nombre de couronnes de diamètres proportionnés pour que leurs signaux complémentaires soient alignés, au niveau d'une ligne horizontale médiane, en direction d'un capteur (28). Ce dispositif et ce type de disques complémentaires permettent d'obtenir polyphoniquement, en lumières mobiles comme par l'intermédiaire d'un clavier, un déphasage contrôlé entre les ouvertures de ces deux disques, ou encore des intermodulations, et simplement en fonction du rapport des vitesses, des tonalités très différentes avec un contrôle précis des harmoniques. On connaît de nombreuses techniques de régulation de vitesse de moteurs électriques. La figure 6 montre une forme possible de réalisation de cette régulation opérant par détection tachymétrique, laquelle peut être effectuée de façon optique au niveau même des disques, par des capteurs solidaires des leviers (18); une utilisation possible de ce dispositif consiste à jouer ensuite de façon continue sur une variation synchronisée de la vitesse des deux moteurs telle que la différence de leurs vitesses reste constante. Deux fréquences de la série $F.n$ et $F(n+1)$ génèrent par double interception comme nous l'avons vu une fréquence soustractive égale à leur différence, soit ici F . Il suffit donc de coupler deux circuits régulateurs de vitesses de façon à suivre une gamme de la série n , respectivement $n + 1$, pour que toutes les fréquences portées par les disques (3) voient leurs harmoniques changer en glissando suivant le facteur n , tout en conservant leur mêmes fondamentales, avec des sonorités particulières.

Un autre exemple de multi-interception est montré en figure 2, puis 10, quand le levier (18) vient occuper une position symétriquement

composée par rapport à la verticale. Ici les disques (3) ont leurs axes décalés, de façon à présenter dans leur projection commune un maximum de cas de figures de conjonctions deux à deux de leurs fréquences respectives (figure 10). On obtient ainsi un nombre de sons beaucoup plus grand que le nombre total de couronnes, dont on peut bien sûr jouer en lumières mobiles devant un écran percé dans le prolongement des conjonctions désirées, ou que l'on pourra commander électriquement au moyen d'un ou plusieurs claviers (15) reliés à un réseau de lumières disposées selon ces prolongements des lignes capteurs/conjonctions. Si maintenant on ordonne les sons obtenus par fondamentales communes (c.a.d. soustractives) et que l'on couple le clavier principal à un système électronique de programmation séquentielle des lumières dans chaque série, du type des chenillards ou équivalents, ou encore par un simple contacteur rotatif (35) tel que celui décrit dans la figure 7, on produit toute une gamme de sons aux harmoniques changeantes à un rythme voulu. Il est possible qu'en fonction des gammes utilisées sur les disques générateurs, et des fréquences soustractives sélectionnées, certaines soient représentées un nombre de fois inférieur aux autres; il suffit alors de connecter les mêmes lumières en plusieurs endroits sur le circuit électronique ou sur le contacteur (35), ou de prévoir une polyrythmie de programmation selon différents cycles pour 2, 3, 4, 5, 6, 7, etc lumières. Il est à noter qu'afin d'amener progressivement l'allumage et l'extinction des différentes lumières intervenant dans la composition d'un même son, des résistances sont employées à l'intérieur du contacteur rotatif, dont deux seulement ont été représentées pour la clarté du dessin de la figure 7, mais qui peuvent être plus nombreuses, de même que plusieurs couronnes de contacts peuvent être mises en circuit au choix pour synthétiser des sons aux harmoniques plus ou moins distinctes ou mêlées, etc. Dans ce dispositif les vitesses des deux disques peuvent être identiques, ou dans des rapports simples; la figure (11) montre un autre exemple de réalisation avec 3 disques tournant à des rapports de 2, 3, et 5, dans le but d'obtenir des sons présentant une suite d'harmoniques simples, allant ici de 2 à 6. La figure 12 montre un dernier exemple avec 12 disques identiques tournant à des vitesses formant par contre par leurs rapports un cycle de quintes tempérées ramenées dans une même octave, soit DO SOL RE LA MI SI FA# DO# SOL# MIb SIb FA DO; si l'on dispose sur les couronnes de ces disques des signaux optiques selon une suite de fréquences telle que:

2 3, 4 5 6 7, 8 10 12 14, 16 20 24 28, 32 etc...

on génère alors entre tous les disques deux à deux à une moyenne d'un douzième de comma près toutes les suites d'harmoniques $n / n+1$ jusqu'à la 10^e, donnant par soustraction entre autres chacune des 12 notes de la gamme chromatique à chaque octave, sous huit aspects différents: 5 3-2, 4-3, 5-4, 6-5, 7-6, 8-7, 9-8, 10-9, qui peuvent alors être programmés par exemple selon divers cycles aller-retour de 14 temps.

Dans tous ces exemples de réalisation, des lumières (34) permettent d'obtenir en supplément les fréquences pures de chacun des disques générateurs; ces lumières peuvent être reliées à un clavier 10 séparé, ou encore mixées aux précédentes en tant que 2^e, 3^e, 4^e, etc harmoniques, et commandées comme indiqué figure 7 par autant de tirettes harmoniques (36), ou encore mises en séquence électroniquement ou au moyen du contacteur (35).

Les fibres optiques présentent enfin des applications importantes 15 dans de tels dispositifs où les sons sont composés par mixage de rayons lumineux issus de sources nécessairement espacées entre elles. Si la commande électrique, par clavier, de ces sources, a ses avantages, l'acheminement de la lumière en ces divers lieux au moyen d'un réseau de fibres optiques permet de retrouver certains des avantages des 20 lumières mobiles décrits précédemment, comme l'absence d'inertie, et une expression totalement gestuelle de l'intensité, comme des timbres pendant le jeu. La figure 10 décrit un tel dispositif où un élément optique condenseur (37) recueille les rayons lumineux issus par exemple de sources solidaires des doigts de l'instrumentiste, pour les 25 focaliser à l'intérieur de fibres optiques placées juste seulement dans la direction des sources. Ces fibres optiques sont ordonnées par groupes de façon à donner dans un sens, soit de gauche à droite les différentes notes, et dans l'autre différentes textures harmoniques de ces mêmes notes, par exemple selon des harmoniques de rang croissant; 30 à leurs autres extrémités elles sont focalisées en direction des capteurs et disposées pour voir leurs rayons interceptés aux endroits choisis des disques. Le réseau (37) pourra être aussi éclairé au moyen d'un clavier spécial muni de touches à lumières mobiles telles que celles de la figure 5, de même qu'un disque séquenceur ou des cartons 35 perforés pourront défiler entre les fibres optiques et une rampe lumineuse. Dans d'autres applications, les fibres optiques pourront transmettre des rayons déjà interceptés par un ou plusieurs disques (3) à différents endroits de ces mêmes disques, ou à plusieurs autres disques, afin d'ordonner différentes interceptions d'harmoniques, 40 tout en conservant les avantages du vibrato et des déphasages apportés par les lumières mobiles devant ce ou ces disques (3).

REVENDICATIONS

- 1) Procédé électro-optique de synthèse musicale par modulations périodiques d'éclairements, traduisible par des capteurs photosensibles sous forme de signaux électriques directement amplifiables, caractérisé par l'utilisation de disques en rotation (2), (3), dont
5 certains à hautes vitesses (3), opaques ajourés ou semi-transparents, réalisables manuellement, interchangeable, et pouvant être placés en nombre variable comme en positions diverses (18), (19) sur le parcours de rayons lumineux issus de sources lumineuses fixes (14), (16), ou mobiles (7).
- 10 2) Instrument musical selon la revendication 1 caractérisé en ce que les disques (2), (3), (22) sont animés par des moteurs électriques dont les vitesses peuvent être modulées, stabilisées sur toute une gamme de valeurs programmables, et synchronisées entre elles au moyen de commandes manuelles (35) ou automatiques.
- 15 3) Instrument musical selon les revendications 1 ou 2 caractérisé en ce que les disques (2), (3), (22) peuvent être réalisés par l'usage en découpant des ouvertures dans une feuille de carton selon un patron imprimé à coller sur cette feuille, ou pouvant être cette feuille de carton elle-même.
- 20 4) Instrument musical selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé par une répartition stéréophonique des sons soit tonale obtenue par doublage des capteurs dans le sens radial (1) des disques, soit de phase distincte obtenue par doublage des capteurs selon la tangente à l'ombre portée des couronnes (28), avec
25 variation d'écart entre ces capteurs ou leurs zones de réception.
- 5) Instrument musical selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé par l'utilisation de sources lumineuses mobiles (7), (11) et animées d'un mouvement périodique de fréquence variable, pouvant atteindre des fréquences infrasoniques, ou audibles
- 30 6) Instrument musical selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que les sources lumineuses (7), (14), (16), comme les différentes couronnes des disques (2) et (3), comme les capteurs photosensibles (4), (28), peuvent être occultés entièrement ou en partie, au moyen d'obturateurs (8), (17), ou éléments
35 optiques (24), (31), ou par leur propre mouvement devant différents écrans amovibles (17), (21), (30).
- 7) Instrument musical selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que les sources lumineuses (7), (14),

(16), (34) sont commandées électriquement, à l'unité, par groupes, ou par séries programmées séquentiellement, au moyen des touches d'un clavier, lesquelles touches pouvant être colorées comme les lumières selon les fréquences des notes émises.

5 8) Instrument musical selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que les sources lumineuses sont animées mécaniquement par les touches (27) d'un clavier, provoquant dans un premier temps leur allumage puis dans un deuxième temps leur émergence progressive à l'horizon d'un écran (30) pouvant être
10 prolongé de divers éléments optiques (31).

9) Instrument musical selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il est pourvu d'une rampe lumineuse (16) et de disques (3) spéciaux reproduisant les gammes musicales et les sons nécessaires à la lecture de cartons ou rouleaux de papier
15 perforés du type de ceux utilisés dans les orgues de Barbarie, pianos mécaniques, limonaires et autres instruments de musique automatique, avec des réglages de position des divers éléments.

10) Instrument musical selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que les rayons lumineux, issus de
20 sources fixes ou mobiles, commandées manuellement, électriquement ou par clavier mécanique, dès leur origine ou après une ou plusieurs premières interceptions phoniques ou séquentielles, sont canalisés en différents endroits du ou des disques (2), (3), (22), au moyen de fibres optiques.

25 11) Instrument musical selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il utilise dans sa fabrication des matériaux transparents ou semi-transparents, y compris pour les disques (2), (3), (22), sur lesquels des signaux opaques ou semi-opaques sont imprimés ou photographiés.

30 12) Instrument musical selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé par une génération entre autres de fréquences chromatiques et leurs harmoniques, obtenue à partir d'un ensemble de 12 disques (3) porteurs d'harmoniques, tournant à des vitesses ordonnées pour former par leurs rapports un cycle de 12
35 quintes tempérées ramenées dans une même octave, et l'interception simple ou conjuguée des rayons lumineux par ces 12 disques.

13) Instrument musical selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que les systèmes électroniques de programmation séquentielle des sources lumineuses (7), (14), (16), (34) sont synchronisés avec le disque séquenceur (2) par lecture optique
5 d'une ou plusieurs couronnes spéciales de ce même disque.

FIG. 1

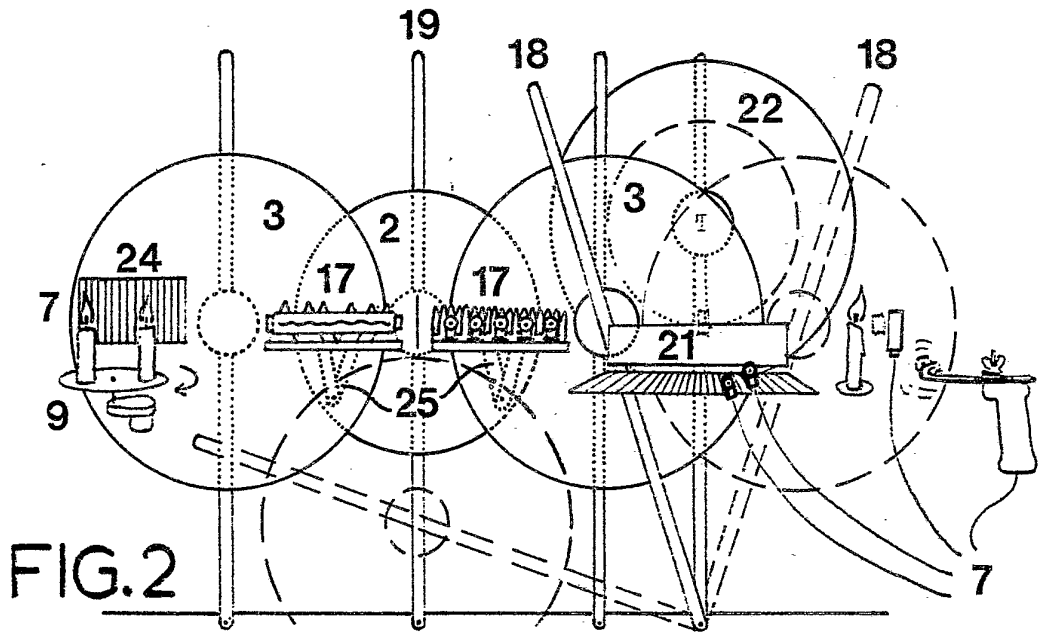
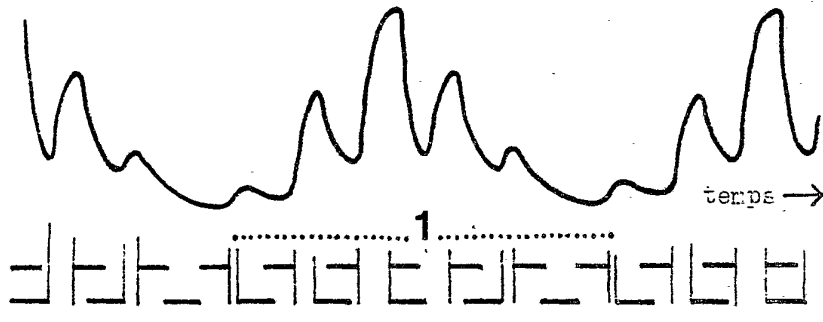
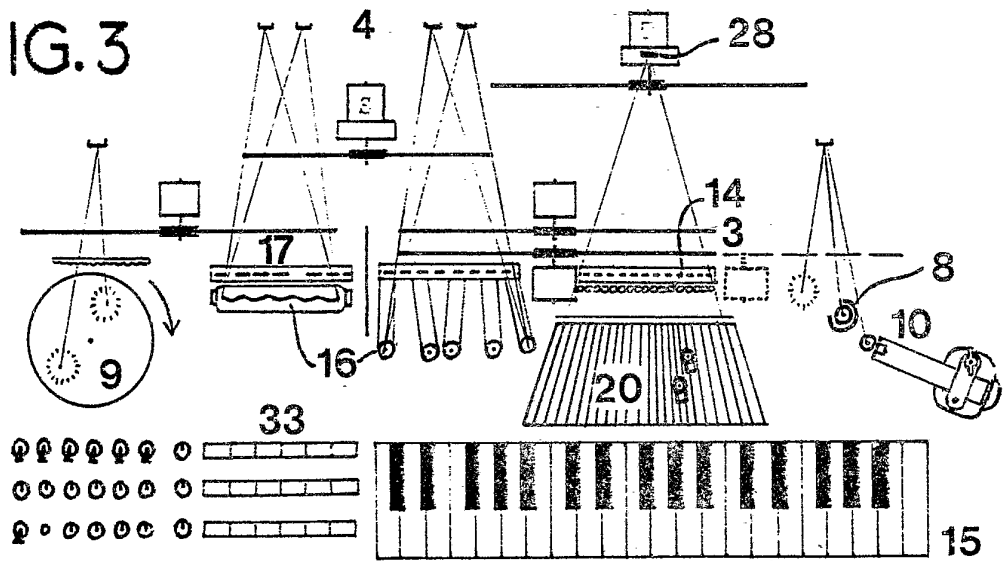


FIG. 2

FIG. 3



PL. II/3

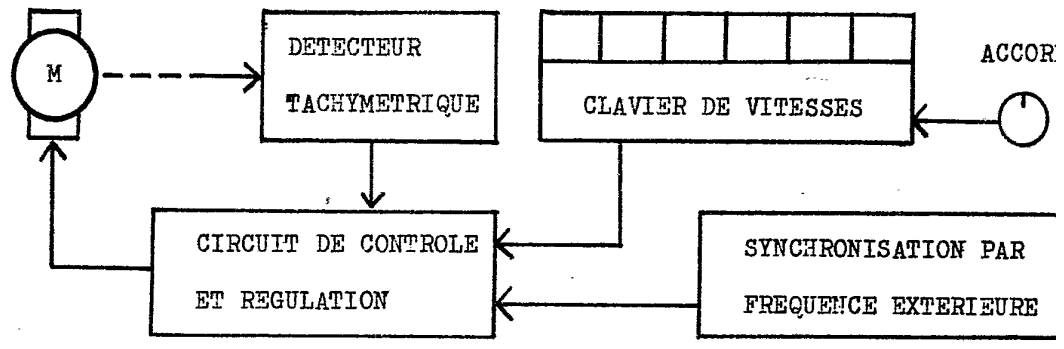
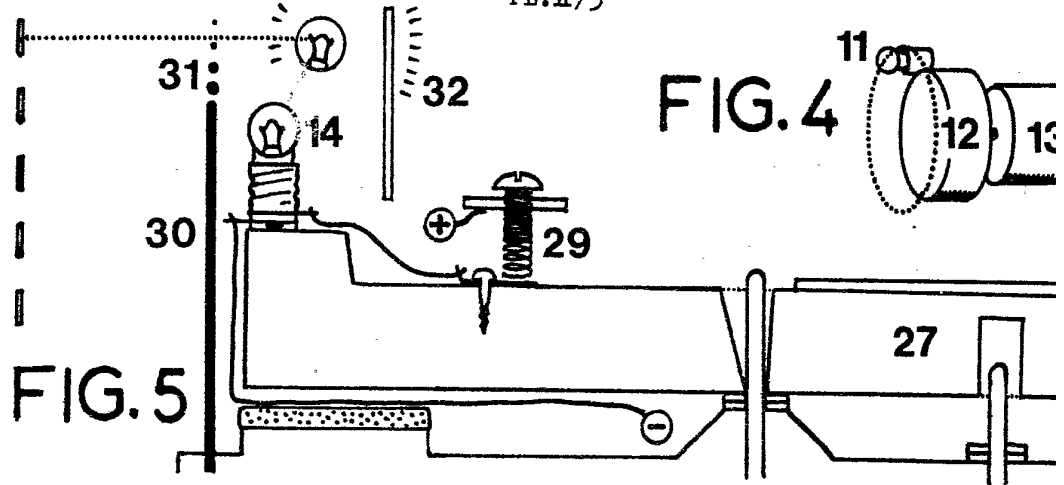


FIG. 6

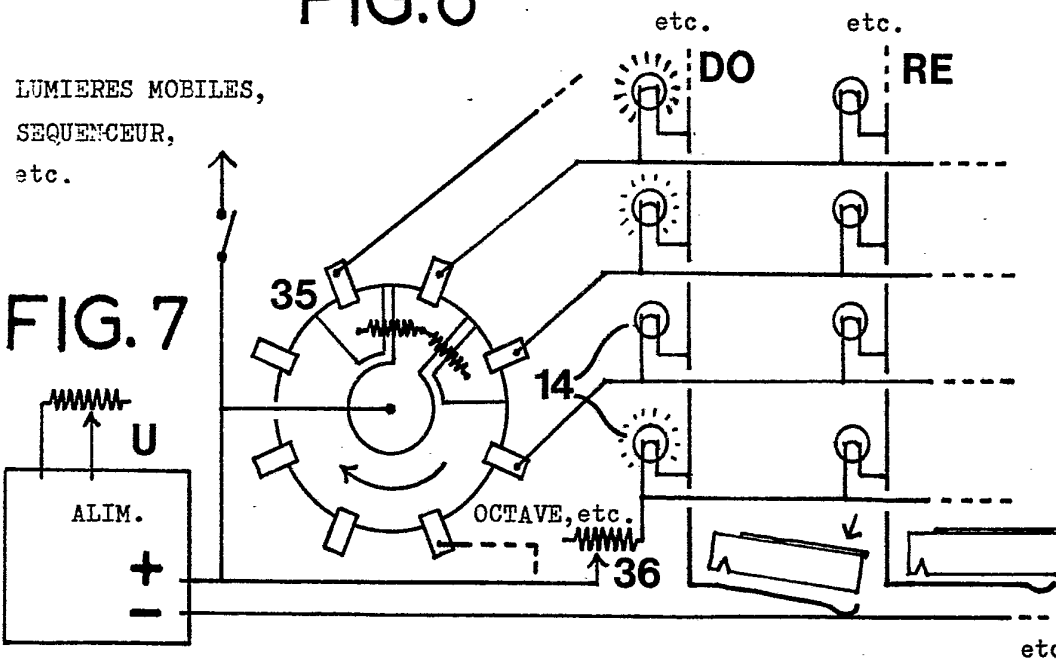


FIG. 7

FIG. 10

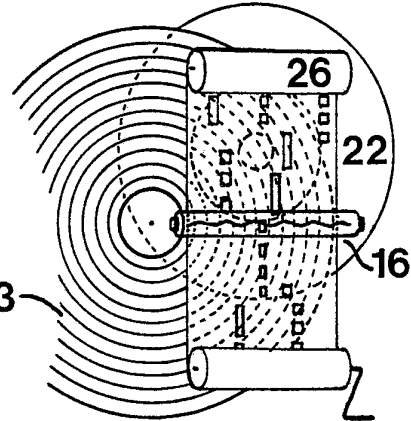
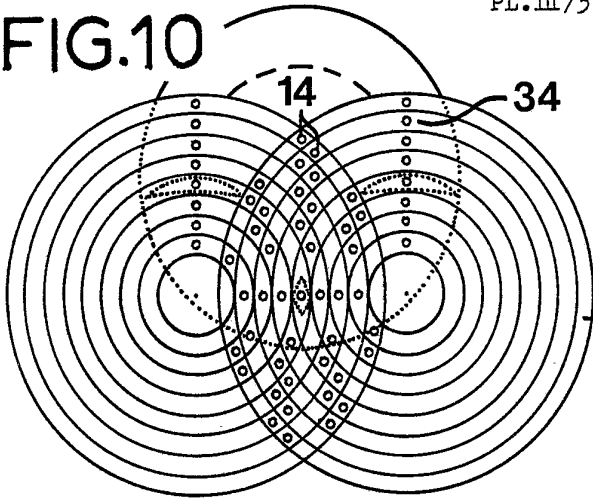


FIG. 9

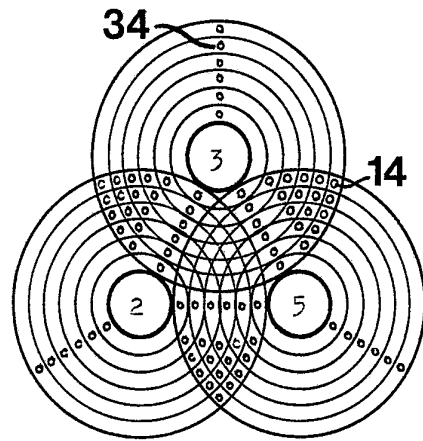
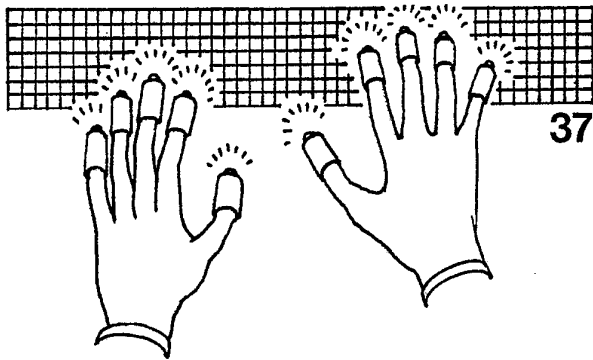


FIG. 11

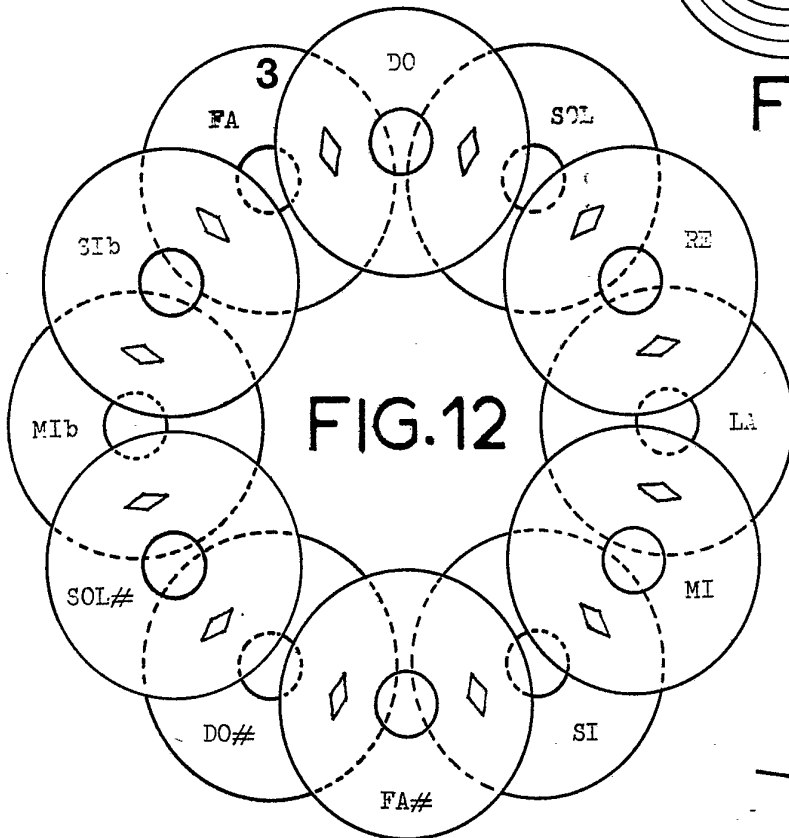


FIG. 12

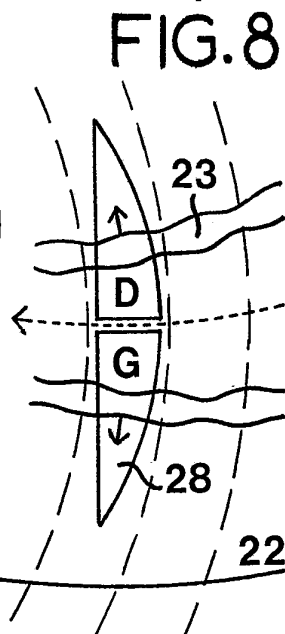


FIG. 8