



AUSLEGESCHRIFT

1 209 857

Nummer: 1 209 857
 Aktenzeichen: A 43353 IX a/51 f
Anmeldetag: 18. Juni 1963
Auslegetag: 27. Januar 1966

1

Die vorliegende Erfindung betrifft ein elektronisches Musikinstrument mit einem mit Tasten versehenen Manual zur Betätigung von Schaltern in einer Schwingkreisschaltung für jeden Ton einer Oktave der verwendeten Tonleiter, wobei die Schaltung zusammengesetzt ist aus einem Steuersender bzw. -Oszillator, vorzugsweise einem Sägezahngenerator und einer damit gekoppelten Kette von Frequenzteilern, die so angeordnet sind, daß sie die Grundfrequenz des Steuersenders so viele Mal teilen, als das Instrument Oktaven hat und wobei Mittel vorgesehen sind, um die von dem Steuersender oder von den Frequenzteilern erhaltenen Signale mit Obertönen und/oder Untertönen aus der Schaltung anzureichern.

Das Hauptziel der Erfindung ist die Bereitstellung der erforderlichen Anzahl von Tönen durch eine Mindestzahl elektrischer Komponenten sowie die Schaffung einfacher Mittel, wodurch alle Töne ein Frequenzspektrum erhalten, welches, vom musikalischen Standpunkt aus gesehen, zufriedenstellend ist und der Erfindung zufolge von der Lage des Tons innerhalb des Tonumfangs des Instrumentes abhängt.

Erfindungsgemäß wird dies dadurch erreicht, daß die höheren Oktaven des Instrumentes stärker mit Obertönen und/oder Untertönen angereichert sind und die Töne der tiefsten Oktaven des Instrumentes nicht oder kaum Obertöne oder Untertöne aufweisen.

Die beste Wellenform des Steuersignals des Instrumentes ist die sogenannte Sägezahnwellenform, welche an solchen harmonischen Oberschwingungen reich ist, die bei der vorliegenden Schaltung vorzuziehen sind.

Das erfindungsgemäße Instrument kann ein Manual mit Tasten zur Erzeugung von Tönen haben, die mit harmonischen Oberschwingungen in der oben beschriebenen Weise angereichert sind; es kann wenigstens ein weiteres Manual haben, dessen Tasten der Erzeugung von Tönen mit oder ohne Obertöne dienen. Das ersterwähnte Manual dient zum Spielen von Akkorden, das letztere zum Spielen der Melodie, wobei das letztere dazu mit Mitteln versehen werden kann, welche Anschlageffekte ergeben, ähnlich wie bei den Tönen einer Gitarre oder eines Klaviers.

Für beide Manuale können Siebkreise vorgesehen werden, um verschiedene Klangfarben zu erhalten.

Die Erfindung soll nunmehr unter Bezugnahme auf die Zeichnungen, welche eine Ausführungsform der Erfindung darstellen, ausführlicher beschrieben werden. Es bedeutet

Elektronisches Musikinstrument mit Frequenzteilern

Anmelder:

Joh. Mustad Aktiebolag, Göteborg (Schweden)

Vertreter:

Dr.-Ing. E. Hoffmann und Dipl.-Ing. W. Eitle,
 Patentanwälte, München 8, Maria-Theresia-Str. 6

Als Erfinder benannt:

Sune Hearly Bergman, Mölndal (Schweden)

Beanspruchte Priorität:

Schweden vom 18. Juni 1962 (6744) --

2

Fig. 1 Schaltschema für einen Oszillator des Instrumentes sowie eine Reihe damit gekoppelter Frequenzteiler;

Fig. 2 zeigt ein Netzwerk für die erfindungsgemäße Anreicherung der Töne mit Ober- und Untertönen;

Fig. 3 zeigt Frequenzspektren für verschiedene durch das erfindungsgemäße Instrument erzeugte Töne, wobei die voll ausgezogenen Linien die Grundfrequenzen und die dazugehörigen Oberschwingungen, die gestrichelten Linien die subharmonischen Frequenzen und die dazugehörigen Oberschwingungen bezeichnen.

Der Teil des Schaltschemas nach Fig. 1, welcher mit *M0* bezeichnet ist, zeigt die Hauptkonstruktion des Steuersenders des erfindungsgemäßen Instrumentes. Der Sender umfaßt den Trioden-Teil *V1* einer Verbundröhre. Die Anode der Triode *V1* ist über einen Widerstand *R1* an die positive Anodenspannungsklemme *B+* angeschlossen. Die Kathode der Triode *V1* ist angeschlossen an eine Anzapfung bzw. einen Abgriff einer Induktanz *L1*, welche zusammen mit einem Kondensator *C1* den Schwingungskreis des Senders bildet. Dieser Schwingungskreis ist mittels eines Kondensators *C2* mit dem Gitter der Triode gekoppelt. Das entgegengesetzte Ende des Schwingungskreises ist geerdet. Der Sender, welcher ein sogenannter Hartley-Oszillator ist, kann von einer Klemme *1* aus gesteuert werden.

Der in Fig. 1 mit *FD1* bezeichnete Teil zeigt die Hauptkonstruktion eines Frequenzteilers des erfindungsgemäßen Instrumentes. Der Frequenzteiler

umfaßt den Triodenteil $V2$ der Verbundröhre, welche auch den Triodenteil $V1$ enthält. Die Anode der Triode $V2$ ist über den Anodenwiderstand $R4$ an die Klemme $B+$ angeschlossen. Die Kathode ist über den Kathodenwiderstand $R5$ geerdet. Das Gitter der Triode $V2$ ist über den Widerstand $R3$ an die Klemme 5 für die einkommende Frequenz » f « angeschlossen. Zwischen Gitter und Kathode ist ein Kondensator $C4$, zwischen Anode und Kathode ein Kondensator $C5$ geschaltet. Der Ausgang 6 des Frequenzteilers, welcher die Frequenz $f/2$ liefert, ist an die Anode der Triode $V2$ über einen Kondensator $C3$, an das Gitter über den Widerstand $R6$ und an Erde über den Widerstand $R7$ angeschlossen.

Das Schaltschema nach Fig. 1 zeigt ferner die Kombination eines Steuersenders $M0$ mit einer Reihe von Frequenzteilern $FD1$ bis $FD4$. Der Steuersender $M0$, zu welchem die Triode $V1$ gehört, und der erste Frequenzteiler $FD1$, zu welchem die Triode $V2$ gehört, sind um eine Doppel-Triode aufgebaut. In ähnlicher Weise sind die Frequenzteiler $FD2$ und $FD3$ und die folgenden Frequenzteiler des Instrumentes um Doppel-Trioden aufgebaut. Diese Konstruktion bedeutet jedoch keine Beschränkung des Erfindungsbereiches, sondern lediglich eine geeignete wahlweise Ausführung. Die Frequenzteiler $FD2$, $FD3$ und $FD4$ entsprechen dem oben beschriebenen Frequenzteiler $FD1$. Damit entsprechen auch der Anodenwiderstand $R4$, die Widerstände $R5$, $R3$, $R6$ und $R7$ und die Kondensatoren $C3$, $C4$ und $C5$ des Frequenzteilers $FD1$ den Widerständen $R9$, $R14$ und $R19$ bzw. $R10$, $R15$ und $R20$ bzw. $R8$, $R13$ und $R18$ bzw. $R11$, $R16$ und $R21$ bzw. $R12$, $R17$ und $R22$ sowie den Kondensatoren $C6$, $C9$ und $C12$ bzw. $C7$, $C10$ und $C13$ bzw. $C8$, $C11$ und $C14$ der Frequenzteiler $FD2$ bzw. $FD4$. An die Anode des Steuersenders $M0$ ist eine Klemme $T1$ angeschlossen, welche die Signalfrequenz » f « abgibt. Die an die Kathode von $V2$ angeschlossene Klemme $T2$ gibt die Frequenz $f/2$ ab, die an die Kathode von $V3$ angeschlossene Klemme $T3$ die Frequenz $f/4$, die an die Kathode von $V4$ angeschlossene Klemme $T4$ die Frequenz $f/8$ und die an die Kathode von $V5$ angeschlossene Klemme $T5$ die Frequenz $f/16$.

Bei dem erfindungsgemäßen Instrument kann eine Kette, bestehend aus dem Steuersender und den Frequenzteilern nach Fig. 1 für jeden Ton der chromatischen Tonleiter angeordnet werden. Das Instrument umfaßt also 12 solcher Ketten, jede derselben für die Töne gleicher Ordnung oder Lage in den verschiedenen Oktaven des Instrumentes.

Das in Fig. 2 dargestellte Netzwerk ist angeordnet, um der Erfindung zufolge die Töne des Instrumentes mit Ober- und Untertönen anzureichern. Zu diesem Netzwerk gehören die Eingangsklemmen $T1$ bis $T5$, welche den Klemmen gleicher Bezeichnung in der Fig. 1 entsprechen. Die Ausgangsklemmen des Netzwerkes sind mit 11 , 12 und 13 bezeichnet. Die Klemmen 11 und 12 sind mit dem einen festen bzw. stationären Kontakt der durch Tasten betätigten Schalter des Manuals zum Spielen der Melodie verbunden, wobei diese Schalter einen zweiten festen Kontakt haben, der an Erde angeschlossen ist. In der gleichen Weise ist die Klemme 13 durch die entsprechende Leitung an je einen festen Kontakt der Schalter $KO1$, $KO2$, $KO3$ und $KO4$ angeschlossen, welche durch die Tasten des Manuals zum Spielen

von Akkorden betätigt werden. Je ein zweiter fester Kontakt dieser Schalter ist an Erde angeschlossen. In Reihe mit der Klemme $T1$ sind ein Kondensator $C50$ und ein Widerstand $R50$ geschaltet. Diese Reihenschaltung ist an den Verbindungspunkt zwischen den drei Widerständen $R51$, $R52$ und $R53$ angeschlossen, von welchen das andere Ende des Widerstandes $R51$ an den beweglichen Kontakt des Schalters $KO4$, das andere Ende des Widerstandes $R52$ an Erde und das andere Ende des Widerstandes $R53$ an den beweglichen Kontakt des Schalters $KO3$ angeschlossen sind. Der bewegliche Kontakt von $KO4$ ist über einen Widerstand $R54$ mit dem Verbindungspunkt zwischen einem Kondensator $C51$ und einem Widerstand $R55$ verbunden, wobei die beiden letzteren zwischen der Klemme $T2$ und dem beweglichen Kontakt von $KO3$ hintereinandergeschaltet sind. Die Klemme $T2$ ist ferner über die Reihenschaltung des Kondensators $C52$ und des Widerstandes $R56$ an den beweglichen Kontakt von $KS3a$ angeschlossen. Der bewegliche Kontakt von $KO3$ ist über einen Widerstand $R57$ an den Verbindungspunkt zwischen dem Kondensator $C53$ und einem Widerstand $R58$, welche zwischen die Klemme $T3$ und den beweglichen Kontakt von $KO2$ geschaltet sind, angeschlossen. Der Verbindungspunkt zwischen $C53$ und $R58$ ist weiterhin über den Widerstand $R59$ an den beweglichen Kontakt von $KS3b$ angeschlossen. Die Klemme $T3$ ist über die Reihenschaltung eines Kondensators $C54$ und eines Widerstandes $R60$ an den beweglichen Kontakt von $KS2a$ angeschlossen. Der bewegliche Kontakt von $KO2$ ist über den Widerstand $R61$ an den Verbindungspunkt zwischen dem Kondensator $C55$ und einem Widerstand $R62$, die zwischen die Klemme $T4$ und den beweglichen Kontakt von $KO1$ geschaltet sind, angeschlossen. Dieser Verbindungspunkt zwischen $C55$ und $R62$ ist über einen Widerstand $R63$ mit dem beweglichen Kontakt von $KS2b$, die Klemme $T4$ über die Reihenschaltung des Kondensators $C56$ und den Widerstand $R64$ mit dem beweglichen Kontakt von $KS1a$ verbunden. Der bewegliche Kontakt von $KO1$ ist über einen Widerstand $R65$ an den Verbindungspunkt zwischen einem Kondensator $C57$ und einem Widerstand $R66$, die zwischen der Klemme $T5$ und dem beweglichen Kontakt von $KS1b$ hintereinandergeschaltet sind, angeschlossen.

Die Arbeitsweise der Vorrichtung nach den Fig. 1 und 2 soll nunmehr unter Bezugnahme auf die Fig. 3 beschrieben werden.

Die in der Einheit $M0$ (Fig. 1) zusammengefaßten 12 Steuersender bestehen aus LC -Oszillatoren und erzeugen 12 Grundfrequenzen in dem Frequenzbereich von 740 bis zu 1396,8 Hz. Um die Grundfrequenzen der tieferen Töne des Instrumentes zu erhalten, werden die Frequenzen der LC -Oszillatoren an die Frequenzteilerketten (Fig. 1) gelegt, so daß man verschiedene Frequenzen bekommt, welche mittels des in Fig. 2 dargestellten Netzwerkes gemischt werden.

Die Steuersender erzeugen Sägezahnwellen, welche von beträchtlicher Bedeutung sind, wie nachstehend noch ausführlicher erklärt werden wird. Die Induktanz $L1$ und die Kapazität $C1$ bestimmen die Frequenz der Steuersender.

Wie schon zuvor erwähnt wurde, sind die Frequenzteiler so angeordnet, daß sie die einkommende Frequenz durch 2 teilen. Wenn also der Ton C der

zweigestrichenen Oktave an den Frequenzteiler gelegt wird, dann erzeugt der letztere den Ton *C* der eingestrichenen Oktave. Diese Frequenzhalbierung wird in dem nächsten Frequenzteiler der gleichen Kette von Frequenzteilern nach Fig. 1 wiederholt, so daß beispielsweise der Frequenzteiler *FD2* in Fig. 1 den Ton *C* der kleinen Oktave abgibt, wenn die Grundfrequenz des Steuersenders von *M0* der Ton *C* der zweigestrichenen Oktave ist.

Weiterhin sind die Frequenzteiler so angeordnet, daß sie ihre eigenen harmonischen Oberschwingungen bzw. Obertöne erzeugen, welche der Erfindung zufolge dazu benutzt werden, das Frequenzspektrum, wenigstens der Töne in den höheren Oktaven des Instrumentes, zu bereichern bzw. zu ergänzen.

Die Frequenzteiler arbeiten als Spannungsverstärker, wobei die Anodenspannung dazu benutzt wird, den Kondensator *C5* von *FD1*, den Kondensator *C8* von *FD2*, usw. aufzuladen. Die Zeitkonstante für die Hintereinanderschaltung des Kondensators *C3* und des Widerstandes *R7* von *FD1* und der entsprechende Wert für die anderen Frequenzteiler wird so gewählt, daß die Triode des Frequenzteilers während jeder zweiten positiven Spannungsspitze des ankommenden Signals leitend ist. Diese Frequenz kann bis zu 20% in beiden Richtungen schwanken, aber auch während einer solchen Schwankung wird die Funktion des Schwingungskreises als ein Frequenzteiler noch aufrechterhalten. Diese Arbeitsweise soll nunmehr unter Bezugnahme auf den Frequenzteiler *FD1* beschrieben werden.

Die bei *FD1* ankommende Frequenz ist »*f*«. Der Schwingungskreis sei betrachtet in einem Augenblick, wo die Triode *V2* abgeschaltet und der Kondensator *C3* nicht aufgeladen ist. Die Signalfrequenz »*f*« ist so schwach, daß sie die Triode *V2* nicht leitend machen kann. Wenn der Kondensator *C3* durch die Anodenspannung an dem Widerstand *R7* aufgeladen wird, erhält der Verbindungspunkt zwischen dem Kondensator *C3* und dem Widerstand *R7* ein zunehmendes positives Potential, welches über den Widerstand *R6* auf das Gitter der Triode übertragen wird, und zwar mit einer Phasenverschiebung, welche sich nach der Beziehung zwischen dem Widerstand *R6* und dem Kondensator *C4* richtet. Der Anodenstrom unterliegt einer weiteren Phasenverschiebung, und die durch die Rückkoppelung erhaltene zusammengesetzte Wellenform des Gitters erhöht und erniedrigt das Gitterpotential bei einer Zeitkonstante, die etwa der doppelten Periode der Signalfrequenz »*f*« entspricht. Jede zweite Spitze der Signalspannung erreicht dann eine Höhe, welche ausreicht, um die Triode *V2* auf einen kurzen Augenblick leitend zu machen, so daß also der Triodenstrom aus Impulsen besteht. Bei jedem dieser Impulse verschwindet die Ladung des Kondensators *C3*, und der soeben beschriebene Vorgang wiederholt sich. Damit hat das von *FD1* erhaltene Signal eine Frequenz von *f/2*.

Die Wellenform des aus den Frequenzteilern erhaltenen Signals wird in der Hauptsache durch die Eigenschaften des Teilers selbst bestimmt, in gewissem Umfange aber auch von der Wellenform des Signals, das an das Gitter der Triode des Frequenzteilers gelegt wird. Das Ausgangssignal des Frequenzteilers ist also keine reine Sinuswelle, sondern enthält auch eine Anzahl harmonischer Oberschwingungen bzw. Obertöne zu seiner Grundfrequenz,

welche in der Hauptsache durch den Frequenzteiler selbst erzeugt werden. Diese Obertöne werden der Erfindung zufolge dazu benutzt, die entsprechenden Töne in anderen Oktaven zu ergänzen bzw. zu bereichern, um Töne zu erhalten, welche, vom musikalischen Standpunkt aus gesehen, ein geeignetes Frequenzspektrum besitzen. Dieses Frequenzspektrum kann also nicht nur durch Mischen der verschiedenen Frequenzen nach Fig. 2 eingestellt werden, sondern auch durch die geeignete Wahl der Frequenzteiler-Konstruktion. Auf diese Weise verfügt man über viele Möglichkeiten der Erzeugung von Tönen mit geeigneter Klangfarbe bei Verwendung einer verhältnismäßig geringen Anzahl von Oszillatoren, Frequenzteilern und sonstigen Bestandteilen des elektronischen Teils des Instrumentes.

Die Fig. 3a zeigt das Frequenzspektrum der Ausgangsspannung des Steuersenders von *M0*, während die Fig. 3b bis 3d die Frequenzspektren der Ausgangssignale der Frequenzteiler *FD1* bis *FD3* darstellen. Die Fig. 3e bis 3g zeigen das Ergebnis der erfindungsgemäßen Misch- bzw. Anreicherungsmethode. Wie aus der Fig. 3 hervorgeht, nimmt der Gehalt des Ausgangssignals der Frequenzteiler an harmonischen Oberschwingungen längs deren Kette ab, was darauf zurückzuführen ist, daß das an solchen Oberschwingungen reiche Oszillatorsignal auf die Frequenzteiler längs deren Kette einen verminderten Einfluß hat. Das trägt zu dem gewünschten Ziel der Erfindung bei, nämlich daß die höheren Töne des Instruments an Obertönen reicher sein sollen als die tieferen Töne. Das wirkungsvollste Mittel, um dieses gewünschte Ergebnis zu erreichen, ist jedoch die Frequenzmischmethode nach Fig. 2.

Die Fig. 3 veranschaulicht verschiedene Signalfrequenzen, wobei die Amplitude des Signals der Höhe der betreffenden Frequenzlinie entspricht, während die Zahl über der Linie die Zahl der Schwingungen in der Sekunde angibt.

Die in der Fig. 1 dargestellten Vorrichtungen sind so angeordnet, daß sie bestimmte Grundfrequenzen und die von denselben durch Frequenzteilung abgeleiteten Frequenzen erzeugen. Die so erhaltenen Signale haben auch einen bestimmten Gehalt an harmonischen Oberschwingungen. Jede Kette der Frequenzteiler hat eine Anzahl von Signalklemmen *T1*, *T2*, *T3* usw., und zwar haben sechs der Ketten fünf Ausgangsklemmen, während die verbleibenden sechs Ketten nur vier Ausgangsklemmen haben.

Das Schaltschema nach der Fig. 2 zeigt eine Kette von Frequenzteilern mit den 5 Ausgangssignalklemmen *T1* bis *T5*. *T1* ist die Klemme für die höchste Frequenz der Kette, wobei diese Frequenz von der Anode des Steuersenders kommt. Das Signal von *T1* geht durch den Kondensator *C50*, worauf die Signalspannung durch die Widerstände *R50* und *R52* geteilt wird, so daß das von dem Verbindungspunkt zwischen den letzteren abgeleitete Signal die gleiche Amplitude bekommt wie die Signale von den Kathoden der Frequenzteiler, an welche die Klemmen *T2* bis *T5* angeschlossen sind. Der Zweck der Kondensatoren *C51* bis *C56* ist das Verhindern eines Durchgangs von Gleichstrom, so daß die verschiedenen durch Tasten betätigten Schaltstellen das Potential Null bekommen, um störende »Schaltgeräusche« zu vermeiden. Gemäß Fig. 2 sind alle durch Tasten betätigten Kontakte in der Ruhelage geerdet. Die Töne, die man von den Klemmen *T2*

bis *T5* nach Fig. 1 erhält, sind nach der Frequenzteilung verhältnismäßig arm an harmonischen Obertönen. Der Zweck des Systems nach Fig. 2 ist die Anreicherung dieser Töne mit Ober- und Untertönen, so daß die Klangfarbe in musikalischer Hinsicht zufriedenstellender ist. Da die Töne, welche man mittels des Manuals zum Spielen akkordischer Töne erhält, neutralen Charakter haben, d. h. eine Klangfarbe zwischen beispielsweise Flöte, Violine und Klavier, hat es sich der vorliegenden Erfindung zufolge als zweckmäßig erwiesen, daß die akkordischen Töne in erster Linie mit Ober- und Untertönen anzureichern sind. Weiterhin soll gemäß vorliegender Erfindung der Anteil an Ober- und Untertönen um so höher sein, je höher der betreffende akkordische Ton ist, so daß also die tiefsten Töne des Manuals nur wenige oder überhaupt keine Ober- und Untertöne enthalten, während die höchsten Töne sehr reich an Ober- und Untertönen sind. Auf diese Weise ist also der höchste akkordische Ton der dominante Ton, was in der Regel recht erwünscht ist, da dieser Ton auch die Melodie trägt, wenn kein weiteres Manual verwendet wird. Ein weiterer wichtiger Gesichtspunkt ist der, daß die tiefsten Töne des Manuals in der Regel als akkordische Töne sehr unklar werden, wenn sie zu reich an harmonischen Oberschwingungen sind.

Die Art und Weise, in welcher die nach Fig. 1 erhaltenen Töne der Erfindung zufolge mit harmonischen Oberschwingungen und subharmonischen Frequenzen versehen werden, soll nunmehr ausführlicher dargestellt werden.

Mittels des durch eine Taste betätigten Kontaktes des Schalters *KO4* in Fig. 2 erhält man aus der Schaltung die höchste Grundtonfrequenz — 880 Hz. Diese Frequenz wird in der Hauptsache geliefert durch den Steuersender in *M0* über die Klemme *T1*, in gewissem Umfange aber auch durch den Frequenzteiler *FD1* über den Widerstand *R54* als zweite Harmonische zu der Ausgangsgrundfrequenz dieses Teilers. Ferner liefert der Teiler *FD1* seine Grundfrequenz — 440 Hz —, welche damit die Subharmonische zu der durch den Schalter *KO4* erhaltenen Grundfrequenz bildet. Außerdem liefert *FD1* seine anderen Obertöne oder Harmonischen, welche nur teilweise mit den Obertönen des Oszillators *M0* zusammenfallen. Das Resultat ergibt sich aus der Fig. 3e, welche zeigt, daß der Ton mit der Grundfrequenz 880 Hz reicher an Ober- und Untertönen geworden ist im Vergleich zu dem Ton mit der Grundfrequenz 880 Hz, den man direkt von dem Steuersender *M0* bekommt. Die Subharmonische 440 Hz hat eine kleinere Amplitude als die Grundfrequenz 880 Hz, so daß die letztere den zusammengesetzten Ton beherrscht, denn auch die Obertöne haben eine kleinere Amplitude als die Grundfrequenz. Man sieht ferner, daß die Grundfrequenz von 880 Hz durch Verstärkung in *FD1* nunmehr eine höhere bzw. größere Amplitude hat als die zweite Harmonische von 1760 Hz, deren Amplitude in dem Frequenzspektrum nach Fig. 3a größer ist, für den Oszillator *M0*, als die Grundfrequenz des letzteren. Diese Modifikation bedeutet eine Abschwächung des verhältnismäßig scharfen Charakters des Tons, den man direkt aus dem Steuersender bekommt.

Gemäß Fig. 2 erhält man die Zunahme in Obertönen des Tons, den man nach der Frequenzteilung bei *T2* bekommt, über den Widerstand *R53*, mittels

dessen die Obertöne von *T1* auf *T2* übertragen werden. Der Durchgang des Tons von *T2* wird durch den durch eine Taste betätigten Schalter *KO3* gesteuert. Für den von *T2* erhaltenen Ton erfolgt die Anreicherung mit Ober- und Untertönen nach einer steigenden Amplitudenskala längs der Reihe von Frequenzteilerketten in einer Oktave, und zwar durch die geeignete Wahl der Widerstände *R53* in den verschiedenen Ketten. Von einer tieferen Taste in dem akkordischen Manual zu einer höheren Taste in einer Oktave nimmt der Wert von *R53* von einem verhältnismäßig hohen Wert zu einem verhältnismäßig niedrigen Wert ab. Die Übertragung der Harmonischen nimmt also allmählich von den tieferen Tönen nach den höheren Tönen zu.

Der durch *KO3* erhaltene Ton empfängt auch eine Subharmonische mit der Frequenz 220 Hz aus dem Frequenzteiler *FD2*, ebenso die Harmonischen und Obertöne dieser Subharmonischen über den Widerstand *R57*. Man sieht also, daß der durch den Schalter *KO3* erhaltene Ton angereichert worden ist, und zwar einerseits mit höheren Harmonischen aus dem Oszillator *M0*, andererseits mit tieferen Harmonischen aus dem Frequenzteiler *FD2* und mit der Grundfrequenz des letzteren, welche als Subharmonische für die Grundfrequenz des durch den Schalter *KO3* erhaltenen Tons dient. Auf diese Weise hat man also dem Ton in musikalischer Hinsicht eine sehr geeignete Klangfarbe verliehen.

Das Signal bei *KO2* besteht aus einer Kombination der Signale von *T4* und *T3* und hat die Grundfrequenz 220 Hz. Das Frequenzspektrum des Tons ist in der Fig. 3g dargestellt. Der Ton erhält über die Widerstände *R58*, *R57* und *R53* die Grundfrequenz und die Obertöne von dem Oszillator über die Klemme *T1*, aber die Amplitude der übertragenen Frequenzen ist verhältnismäßig klein, weil auch die Summe der hintereinandergeschalteten Widerstände klein ist.

In ähnlicher Weise empfängt das Signal bei *KO2* die Grundfrequenz aus dem Frequenzteiler *FD1* über *T2* und die Obertöne dazu über die Reihenschaltung der Widerstände *R58* und *R57*.

Die Grundfrequenz des bei *KO1* erhaltenen Tons entspricht derjenigen des Frequenzteilers *FD3*, welche man über die Klemme *T4* bekommt. Wie aus dem Schaltschema nach Fig. 2 hervorgeht, wird diese Grundfrequenz an Harmonischen angereichert mittels der Frequenzen, die man von *T1*, *T2* und *T3* über die Widerstände *R62*, *R61*, *R58*, *R57* und *R53* erhält, da aber die meisten dieser Harmonischen durch eine Vielzahl der erwähnten Widerstände hindurchgehen müssen, bevor sie den Schalter *KO1* erreichen, ist der Anteil des bei *KO1* erhaltenen Tons an Harmonischen verhältnismäßig niedrig, was mit dem Ziel der Erfindung übereinstimmt, nämlich in den tieferen Tönen des Instrumentes weniger Obertöne zu haben als in den höheren Tönen. Ebenso empfängt der bei *KO1* erhaltene Ton eine Subharmonische von *T5* über den Widerstand *R65* sowie die Harmonischen zu dieser Subharmonischen, aber auch diese übertragenen Frequenzen haben eine verhältnismäßig kleine Amplitude, um den Ton nicht unklar zu gestalten, was von besonderer Bedeutung ist, wenn der Ton als akkordischer Ton verwendet werden soll.

Aus dem Vorstehenden ergibt sich, daß die durch die erfindungsgemäße Frequenzmischmethode bei

KO1 bis KO4 erhaltenen Töne hinsichtlich ihrer Klangfarbe ausgeglichen werden, wobei jedoch der Anteil an Harmonischen mit abnehmender Grundfrequenz der Töne ebenfalls abnimmt, was durch sehr einfache Mittel erreicht wird.

Die Signale zu den Schaltern KS1 bis KS3, welche durch die Tasten des Manuals zum Spielen der Melodietöne, dem sogenannten Solo-Manual, betätigt werden, erhält man direkt von den Ausgangsklemmen der Frequenzteiler T4, T3 bzw. T2. In diesem Falle werden die Töne nicht mit höheren oder niederen Frequenzen, d. h. Obertönen und Untertönen, aus dem Steuersender oder den benachbarten Frequenzteilern angereichert, und zwar weil die Töne des Solo-Manuals leicht zu unterscheiden sein müssen von den akkordischen Tönen, die mittels der Tasten des Akkord-Manuals erzeugt werden. Es ist also erwünscht, daß die Töne des Solo-Manuals eine besondere und veränderliche Klangfarbe haben, wobei hier nicht dargestellte Mittel vorgesehen sind, um den Solotönen die Klangfarbe einer Flöte, einer Violine, eines Klaviers usw. zu verleihen, beispielsweise durch geeignete Filter- bzw. Siebkombinationen, welche im Zusammenhang mit der vorliegenden Erfindung nicht beschrieben zu werden brauchen. Der Bereich der aus dem Solo-Manual zu erhaltenden Grundfrequenzen ist verhältnismäßig schmal; er erstreckt sich nämlich von 87,3 Hz bis zu 349,2 Hz.

Alle durch das erfindungsgemäße Instrument erzeugten Frequenzen werden stetig als elektrische Signale erzeugt, d. h., alle Steuersender schwingen dauernd, solange das Instrument betätigt wird, also während der Zeit, in welcher die Trioden der Schaltung nach Fig. 1 an die Stromzuleitung angeschlossen sind.

Es wurde bereits oben erwähnt, daß Siebketten vorgesehen sind, um für die auf dem Solo-Manual angeschlagenen Töne verschiedene Klangfarben zu bekommen. Weitere Mittel können verwendet werden, um Beginn und Ende eines Tons so zu gestalten, daß bei Betätigung einer Taste zu scharfe Übergänge vermieden werden. Ebenso können Mittel verwendet werden, welche den akkordischen Tönen des Instrumentes eine verschiedene Klangfarbe geben. Da aber alle diese Mittel keinen Teil der vorliegenden Erfindung bilden, werden sie hier auch nicht weiter beschrieben.

Die von den verschiedenen Schaltern in Fig. 2 erhaltenen Signale gelangen zu einer Frequenzmisch-

stufe und zu einem Verstärker über eine Lautstärkenregelung, die vorzugsweise durch Pedal betätigt wird, und schließlich zu einem Tonwiedergabegerät.

Patentansprüche:

1. Elektronisches Musikinstrument mit einem mit Tasten versehenen Manual zur Betätigung von Schaltern in einer Schwingkreisschaltung für jeden Ton einer Oktave der verwendeten Tonleiter, wobei die Schaltung zusammengesetzt ist aus einem Steuersender bzw. -Oszillator, vorzugsweise einem Sägezahngenerator und einer damit gekoppelten Kette von Frequenzteilern, die so angeordnet sind, daß sie die Grundfrequenz des Steuersenders so viele Male teilen, als das Instrument Oktaven hat und wobei Mittel vorgesehen sind, um die von dem Steuersender oder von den Frequenzteilern erhaltenen Signale mit Obertönen und/oder Untertönen aus der Schaltung anzureichern, dadurch gekennzeichnet, daß die höheren Oktaven des Instrumentes stärker mit Obertönen und/oder Untertönen angereichert sind und die Töne der tiefsten Oktaven des Instrumentes nicht oder kaum Obertöne oder Untertöne aufweisen.

2. Elektronisches Musikinstrument nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Obertöne dem betreffenden Steuersender über einen oder mehrere damit gekoppelte Widerstände entnommen werden.

3. Elektronisches Musikinstrument nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Obertöne dem Frequenzteiler für den entsprechenden Ton in der nächsttieferen Oktave entnommen werden, wobei dieser Frequenzteiler so angeordnet ist, daß er außer seiner Grundfrequenz noch zugehörige Obertöne erzeugt.

4. Elektronisches Musikinstrument nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß zwei Manuale vorgesehen sind, von denen das eine zum Spielen akkordischer Töne und das andere zum Spielen der Melodie-Töne dient, welche ohne Frequenzanreicherung direkt den entsprechenden Frequenzteilern entnommen werden.

In Betracht gezogene Druckschriften:

Alan Douglas: The Electronic Musical Instrument Manual, 3rd edition, S. 54 bis 58, Fig. 135 und 200, Verlag Sir Isaac Pitman and Sons, London, 1957.

Hierzu 1 Blatt Zeichnungen

FIG.1

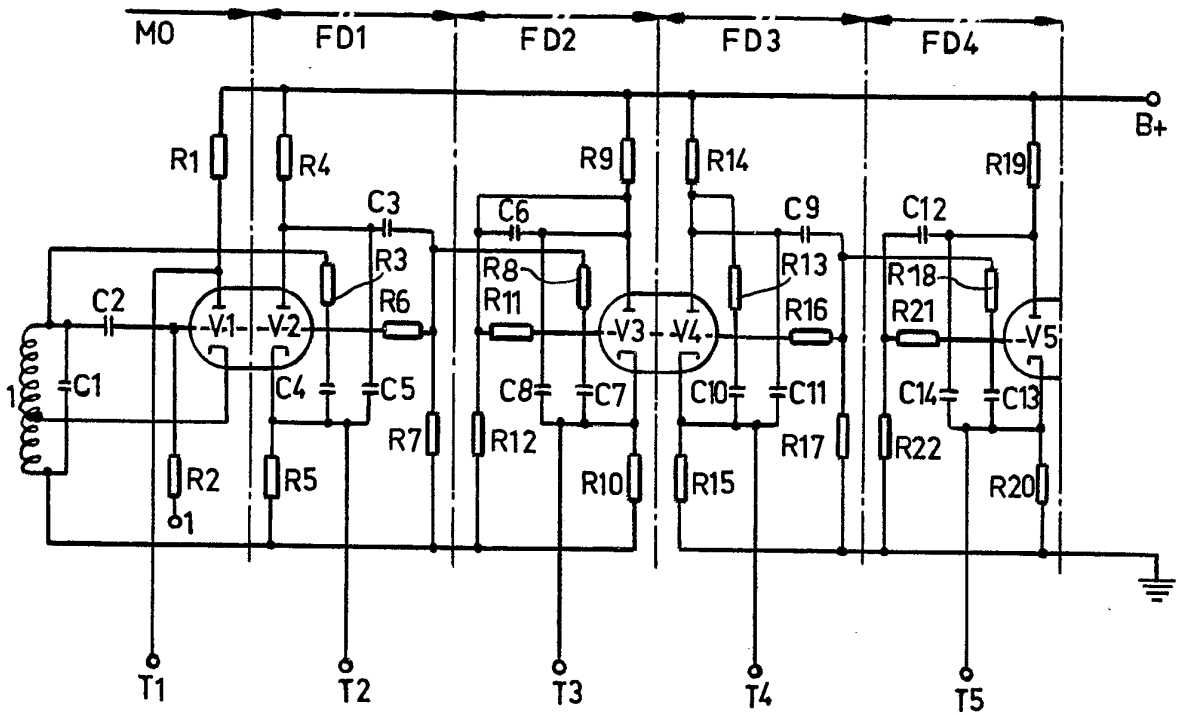


FIG.2

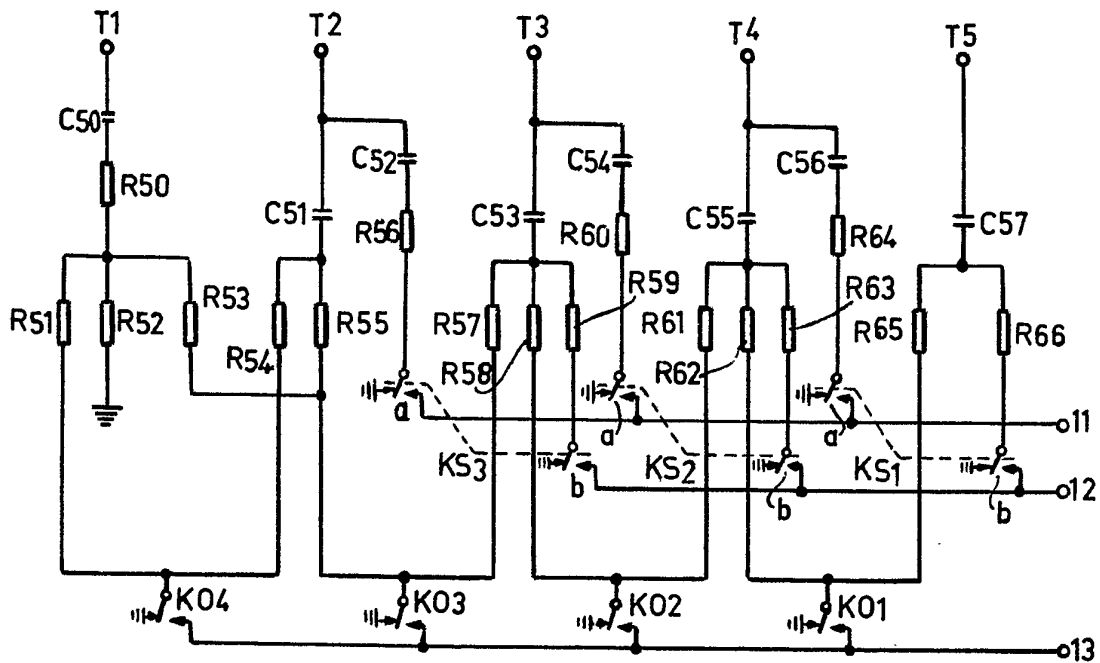


FIG.3

