



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

Int. Cl.³: G 10 H

1/14

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

PATENT A5

11

646 263

21 Gesuchsnummer: 2577/79

22 Anmeldungsdatum: 19.03.1979

30 Priorität(en):
18.03.1978 JP 53-31369
17.04.1978 JP 53-45528
20.04.1978 JP 53-46836
13.06.1978 JP 53-71064

24 Patent erteilt: 15.11.1984

45 Patentschrift
veröffentlicht: 15.11.1984

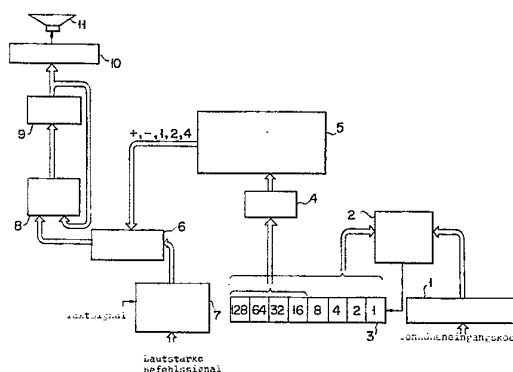
73 Inhaber:
Casio Computer Co., Ltd., Shinjuku-ku/Tokyo
(JP)

72 Erfinder:
Kashio, Toshio, Setagaya-ku/Tokyo (JP)

74 Vertreter:
E. Blum & Co., Zürich

54 Elektronisches Musikinstrument.

57 Um Töne auf digitaler Grundlage synthetisieren zu können, weist das Instrument eine Tonfrequenzsollwertschaltung (2) auf, in welcher gemäss einem Tonhöhen-eingangsregister (1) für Tonhöhenkodes, die bei Betätigung von den Spieltasten abgegeben werden, ein Tonfrequenztaktsignal erzeugt wird. In einer Zählerschaltung (3) werden die Tonwellenperioden auf Grund der Zählung des Taktsignals festgelegt und in eine Anzahl Blöcke unterteilt. Jedem Block wird eine Adresse zugeordnet, die über einen Dekoder (4) an eine Vorrichtung (5) zur Bildung der Wellenfunktion gelangt. Darin wird jedem Block gemäss einem Programm ein Differenzkoeffizient zugeordnet, der in einer Vervielfacherschaltung (6) mit einem die Lautstärke bestimmenden, ganzzahligen Signalwert, dem sog. Hüllkurvenkoeffizienten multipliziert wird. Dieser Signalwert wird durch einen Hüllkurvenzähler (7) gemäss gespeicherten Hüllkurvenformen gebildet. Die so zu jedem Block gebildeten Differenzwerte werden mittels einem Addierer (8) und einem Akkumulator (9) zur gewünschten Wellenform zusammengefügt.



PATENTANSPRÜCHE

1. Elektronisches Musikinstrument mit einer Lautstärkensteuereinrichtung (54, 55, 67-1 bis 67-5) zur Erzeugung eines Signalwerts (E) für die digitale Steuerung der Lautstärken- bzw. abnahme als Funktion der seit der Betätigung einer Spieltaste (113) jeweils verstrichenen Zeit, mit einer Adressenzuordnungsvorrichtung (34, 40, 41) zur aufeinanderfolgenden Festsetzung von Wellenform-Blockadressen gemäss den Noten der zu erzeugenden Töne, mit einer Vorrichtung (35) zur Festlegung der Wellenform für die Tonwelle bei jeder Blockadresse mittels einem blockbezogenen Differenzwert und einer Addiervorrichtung (49, 52) zum Addieren der einzelnen Differenzwerte zur Erzeugung der Tonwelle, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung (35) zur Bildung der Wellenform derart ausgebildet ist, dass der blockbezogene Differenzwert jeweils ein ganzzahliges Vielfaches des Signalwerts der Lautstärkensteuereinrichtung ist.

2. Elektronisches Musikinstrument nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass mittels der Vorrichtung (35) zur Bildung der Wellenform wahlweise verschiedene Wellenformen erzeugbar sind, von denen jede einer bestimmten Anzahl der erwähnten Blockadressen entspricht.

3. Elektronisches Musikinstrument nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung (35) zur Bildung der Wellenform mit einem Zähler (34-3) verbunden ist, der die Anzahl der Wellenperioden zählt, sowie an eine Vorrichtung (74) zur wahlweisen Ausgabe der verschiedenen Wellenformen in jeder Periode, wobei die Vorrichtung (35) zur Bildung der Wellenform den blockbezogenen Differenzwert bestimmt.

4. Elektronisches Musikinstrument nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung (35) zur Bildung der Wellenform mit einer Schaltung (69) zum Verschieben des Signalwerts für die Lautstärkensteuerung aus der Lautstärkensteuereinrichtung verbunden ist, um dadurch den blockbezogenen Differenzwert zu bilden.

5. Elektronisches Musikinstrument nach einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass mit der Vorrichtung (35) zur Bildung der Wellenform wahlweise eine von zwei verschiedenen Wellenformen (α/β) für jede Blockadresse festlegbar ist.

6. Elektronisches Musikinstrument nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung (35) zur Bildung der Wellenform mit einer Schalteinrichtung (R_3) verbunden ist zum Invertieren der zwei Wellenformen.

7. Elektronisches Musikinstrument nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung (35) zur Bildung der Wellenform mit der Lautstärkensteuereinrichtung sowie mit einer Schaltung (69, 72) verbunden ist, welche m Blöcke, die eine Periode bilden, in eine Mehrzahl von Gruppen einteilt, jede dieser Gruppen bestimmt und den blockbezogenen Differenzwert der Tonwelle mit einem positiven, negativen oder Null-Wert versieht, um eine Mehrzahl unterschiedlicher Steuerwerte zu erzeugen, die den Gruppen zugeordnet sind und um die unterschiedlichen Steuerwerte innerhalb jedes Blocks mit dem positiven, negativen oder Null-Wert zu multiplizieren.

8. Elektronisches Musikinstrument nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung (35) zur Bildung der Wellenform die m Blöcke in zwei Gruppen einteilt.

9. Elektronisches Musikinstrument nach einem der Ansprüche 3 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung (35) zur Bildung der Wellenform eine Schalteranordnung (S_{10}, S_{11}, S_{12}) aufweist für die Ansteuerung der Vorrichtung (74) zur wahlweisen Ausgabe der verschiedenen Wellenformen in jeder Periode.

10. Elektronisches Musikinstrument nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrich-

tung (35) zur Bildung der Wellenform einen blockbezogenen Differenzwert festlegt, wobei dessen Absolutwert 2^n -mal dem Signalwert der Lautstärkensteuerung entspricht, mit n = eine ganze Zahl.

11. Elektronisches Musikinstrument nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung (35) zur Bildung der Wellenform einen Festwertspeicher (ROM) aufweist.

12. Elektronisches Musikinstrument nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung (35) zur Bildung der Wellenform den blockbezogenen Differenzwert festlegt, der ein ganzzahliges Vielfaches des Signalwerts für die Lautstärkensteuerung ist, wobei dieses ganzzahlige Vielfache aus einer Mehrzahl vorgegebener positiver und negativer Werte wählbar ist.

13. Elektronisches Musikinstrument nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung (35) zur Bildung der Wellenform zu jeder Blockadresse einen blockbezogenen Differenzwert erzeugt, der ein Zwei- oder Mehrfaches des Signalwerts für die Lautstärkensteuerung aus der Lautstärkensteuereinrichtung beträgt.

Die Erfindung bezieht sich auf ein elektronisches Musikinstrument mit einer Lautstärkensteuereinrichtung zur Erzeugung eines Signalwerts für die digitale Steuerung der Lautstärken- bzw. -abnahme als Funktion der seit der Betätigung einer Spieltaste jeweils verstrichenen Zeit, mit einer Adressenzuordnungsvorrichtung zur aufeinanderfolgenden Festsetzung von Wellenform-Blockadressen gemäss den Noten der zu erzeugenden Töne, mit einer Vorrichtung zur Bildung der Wellenform für die Tonwelle zu jeder Blockadresse mittels einem blockbezogenen Differenzwert und einer Addiervorrichtung zum Addieren der einzelnen Differenzwerte zur Erzeugung der Tonwelle.

Bisher wurden hauptsächlich Analogschaltungen für elektronische Musikinstrumente, wie elektronische Orgeln, elektronische Klaviere und Musiksynthesizer verwendet. Jedoch machten digitale Schaltungen in letzter Zeit bedeutende Fortschritte und wurden teilweise auch in diesem Bereich eingesetzt.

Dabei ist ein sehr kompliziertes Vorgehen erforderlich, um die wichtigsten Einheiten (eine Tonwellenform bildende Einheit, eine Tonhöhenfrequenz bildende Einheit, eine Einheit zur Bildung einer Lautstärkenkurve mit ansteigenden abfallenden Bereichen und ähnliches) der Tonerzeugerstufe eines elektronischen Musikinstrumentes in einem voll integrierten Schaltkreis (LSI) auf digitaler Basis herzustellen. Bisher gelang es nicht, ein elektronisches Musikinstrument mit einer einfachen Ausführung, die sich aus einer vollständigen Anwendung der Digitaltechnologie ergibt, zu entwickeln.

Bei elektronischen Musikinstrumenten ist die Bildung von verschiedenen Musiktonwellenformen zur Erzeugung von Musiktönen mit verschiedener Klangfarbe von grösster Wichtigkeit. Aus diesem Grunde wurden viele Vorschläge zur Erzeugung der Musiktonwellen gemacht. Gemäss einem Vorschlag werden Sinuswellen, die von einer Grundwelle bis zu bestimmten höheren Harmonischen reichen in einer Vielzahl von Speichern in Form von Digitalsignalen, die die Amplituden der Wellen darstellen, gespeichert. Zur Erzeugung eines Musiktons werden Sinuswellen bestimmter Ordnung selektiv und gleichzeitig ausgelesen und die ausgelesenen Sinuswellen dann synthetisiert, um eine bestimmte Wellenform zu bilden. Bei einem anderen Vorschlag werden Digitalsignale, die Grundwellen wie eine Dreieckswelle, eine Sinuswelle, eine Rechteckwelle und eine Sägezahnwelle darstellen, permanent

in einem Wellenformspeicher gespeichert. Ein weiterer Vorschlag geht dahin, Signale, die gegebene Musiktonwellen in digitaler oder analoger Form darstellen, in einem festen Speicher zu speichern.

Um eine künstliche Musiktonwelle zu erhalten, die einigermaßen einem natürlichen Musikton entspricht, wird nicht nur ein analoger Musikton benötigt, sondern es muss dem analogen Musikton auch eine Lautstärkenhüllkurve, die Faktoren wie Amplitudenanstieg und -rückgang einschliesst, überlagert werden. Bisher wurden jedoch keine Vorschläge gemacht, um die Lautstärkenhüllkurve den Tonwellen mittels Digitaltechnologie wirksam zu überlagern. Die bekannte Überlagerung von Lautstärkenhüllkurven erfolgte bisher durch Analogtechnologie oder unter Verwendung einer komplexen Steuerschaltung. Eine vom Frequenzspektrum abhängige Wellenform (z.B. eine harmonische Struktur in einem gewöhnlichen Zustand) und eine Lautstärkenhüllkurve, die von einem Amplitudenanstieg bis zu einem Amplitudenabfall reicht, oder die Dämpfung sind im allgemeinen die Hauptfaktoren, welche die Klangfarbe eines durch ein natürliches Musikinstrument erzeugten Musiktons bestimmen. Die Klangfarbe, die dem natürlichen Instrument eigen ist, wird jedoch auch durch verschiedene andere Faktoren, z.B. die zeitliche Änderung der harmonischen Struktur, die sich aus der Verzögerung der höheren Harmonischen z.B. bei der Tonerzeugung durch Blechblasinstrumente ergeben, beeinflusst. Deshalb muss die zeitliche Änderung der harmonischen Struktur zusätzlich zu den Wellenformen und der Lautstärkenhüllkurve berücksichtigt werden, um einen dumpfen und hervorstechenden Toneindruck, der durch elektrische Signale des elektronischen Musikinstruments erzeugt wird, zu beseitigen und um einen natürlichen Toneindruck zu erhalten.

Bei herkömmlichen elektronischen Musikinstrumenten, z.B. elektronischen Orgeln, wird die Struktur der Harmonischen nicht für jeden Ton geändert und eine Lautstärkenhüllkurve wird lediglich den einzelnen einfachen Musiktonwellen überlagert. Bei einem anderen Beispiel, bei dem die Musiktöne eines Klaviers oder Cembalos zum voraus eingestellt sind, ist die erzeugte Musiktonwelle eine einzelne, zum voraus bestimmte Welle. Ein bekannter Synthetisierer, der ein Einzeltoninstrument ist, sieht ein zeitlich änderndes Filter-Frequenzband vor bei der Analogfilterung durch Verwendung eines spannungsgesteuerten Filters oder ähnlichem. Die Änderungsrichtung des Frequenzbandes ist relativ einfach, z.B. von niedriger Frequenz zu hoher Frequenz oder von hoher Frequenz zu niedriger Frequenz. Demzufolge werden zusätzliche tonerzeugende Einheiten zur Sicherstellung eines besseren, natürlichen Tongefühls benötigt. Der Synthetisierer, der eine Akkorderzeugung ermöglicht, benötigt für jede Spieltaste einen Filter und eine Tonerzeugungs-Einrichtung. Dies führt zu komplexen und platzbedürftigen Schaltkreisausführungen des Musikinstruments und zu erhöhten Herstellungskosten.

Bei bekannten elektronischen Musikinstrumenten wird die Analogtechnik zur Lösung des genannten Problems der zeitlichen Änderung der Struktur der höheren Harmonischen verwendet. Die direkte Verwendung solcher Technik für die Akkorderzeugung stellt aber wieder viele zu lösende Probleme. Bisher wurde keine zufriedenstellende Musiktonwellenbildung mittels hoch integrierter Schaltkreisen geschaffen, bei welcher die Struktur der Harmonischen für jeden Ton veränderbar ist.

Ferner ist auf die Bildung der Tonleiter-Stufen einzugehen. Bei elektronischen Musikinstrumenten werden die Tonfrequenzen, die den Spieltasten entsprechen, auf der Basis einer temperierten Tonleiter gebildet. Im allgemeinen wird ein sogenanntes frequenzteilendes Tonquellensystem zur Bildung der Tonfrequenzen verwendet. In dieser Einrichtung

wird eine Bezugstaktfrequenz mittels einer Mehrzahl von Frequenzteilerstufen geteilt. Die entsprechenden Tonfrequenzen werden durch Auswahl geeigneter Kombinationen der Frequenzteilungsverhältnisse unter den Frequenzteilern gebildet. Die gewünschte Wellenform wird dabei in der erzeugten Tonfrequenz, die der betätigten Spieltaste entspricht, aus einem Wellenformspeicher ausgelesen. Dieses bekannte elektronische Musikinstrument ist hauptsächlich für Einzeltonwiedergabe ausgebildet. Die Akkordwiedergabe durch gleichzeitiges Betätigen einer Mehrzahl von Spieltasten erfordert deshalb Tönhöhensteuerschaltungen für jede Spieltaste, um so parallele Vorgänge zu ermöglichen. Dies führt zu einer beträchtlich grösseren Schaltung. Es ist eine Abwandlung denkbar, bei welcher eine einzige Tönhöhensteuerschaltung für eine Anzahl von Spieltasten gemeinsam verwendet und für eine Mehrfachausnutzung durch Zeitteilung ausgelegt wird. Da die Auflösung für n-Funktionstasten $1/n$ ist, wird in diesem Fall pro Spieltaste eine Zeitsteuerung auf n zeitliche Vorgänge durchgeführt. Wenn ausserdem für jede Spieltaste eine Tonleiterfrequenz festgelegt ist und ein Musikton erzeugt werden soll, ergibt sich eine sehr komplizierte Schaltung. Bisher wurden deshalb keine Tonleiterfrequenzsteuereinrichtungen in Digitaltechnik geschaffen, die einfach in der Konstruktion und gut für die Akkorddarbietung geeignet sind. Dies trifft auch für digitale Einrichtungen zu, die das Akkordspiel durch Mehrfachstabenbetätigung und entsprechender dynamischer Verarbeitung durch Zeitteilung ermöglichen.

Ziel der Erfindung ist es deshalb, ein elektronisches Musikinstrument zu schaffen, bei dem die Musiktonerzeugung mittels Digitaltechnik erfolgt.

Insbesondere soll ein elektronisches Musikinstrument geschaffen werden, bei dem die Hauptteile der Schaltung zur Erzeugung von Musiktönen im wesentlichen als hoch integrierbare Digitalschaltkreise ausgebildet sein können.

Ferner wird angestrebt, eine zeitliche Änderung der Struktur der höheren Harmonischen mittels Digitaltechnik zu erzielen, um so Musiktöne mit attraktivem Klang zu erzeugen. Die angewandte Technik soll ferner die simultane Befehls-eingabe und Erzeugung verschiedener Tonwellenformen erlauben, wobei zudem die Frequenzen der verschiedenen Tonwellen in ein Verhältnis $M:N$ bringen sind.

Eine weitere Aufgabe geht dahin, unterschiedliche Lautstärkenhüllkurven für unterschiedliche Wellenformen erzeugen zu können, um dadurch eine grössere Varietät von synthetisierten Musiktonwellen zu erreichen.

Diese Ziele werden beim eingangs erwähnten Instrument dadurch ermöglicht, dass die Vorrichtung zur Bildung der Wellenform derart ausgebildet ist, dass der blockbezogene Differenzwert jeweils ein ganzzahliges Vielfaches des Signalwerts der Lautstärkensteuereinrichtung ist.

Mit einer solchen Ausführung wird ein elektronisches Musikinstrument in Digitaltechnik geschaffen, bei welchem die Bildung einer Tonwelle auf der Basis eines blockbezogenen Befehls gleichzeitig mit der Lautstärkensteuerung möglich ist. Dieses System ist für eine digitale Lautstärkensteuerung mit unterschiedlichen Lautstärkenanstieg- und -abfallkurven geeignet, wie dies bei Klavieren, Gitarren und ähnlichen Instrumenten beobachtet wird. Ein Lautstärkewechsel sowie eine Wellenformänderung kann in geeigneter Weise so eingestellt werden, dass die Struktur der höheren Harmonischen sich in der Zeit ändern kann, wodurch Musiktöne mit guter Klangfarbe erzeugt werden können. Zum Akkordspiel kann eine dynamische Einzeltonerzeugungs-Einrichtung für die Anzahl von Funktionstasten mit unabhängiger Tönhöhensteuerung verwendet werden. Dies vereinfacht die Schaltungsausführung.

Damit kann ein Hauptsteuerteil des elektronischen Musikinstrumentes ausser der Tonerzeugerstufe mittels hoch

integrierter Schaltkreise aufgebaut werden.

Im folgenden wird ein Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand der beiliegenden Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 ein Blockschema eines Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemässen elektronischen Musikinstrumentes,

Fig. 2 ein Diagramm zur Erklärung eines Hüllkurvenverfahrens, wie es in dem in Fig. 1 dargestellten Instrument angewendet wird,

Fig. 3 ein Diagramm zur Erklärung der Grundoperation des in Fig. 1 dargestellten Instrumentes zur Bildung einer Musiktonwelle,

Fig. 4A, 4B und 4C zeigen die relativen Änderungen der Tonwellen entsprechend dem Wert eines Hüllkurvenkoeffizienten,

Fig. 5A bis 5F die logischen Symbole, die im erfindungsgemässen Ausführungsbeispiel verwendet werden,

Fig. 6 ein Diagramm, das die Zuordnung der Schaltschemata von Fig. 7A bis 7C zueinander zeigt,

Fig. 7A bis 7D ein detailliertes Schaltschema der in Fig. 1 als Blockschema dargestellten Schaltung,

Fig. 8 ein Zeitdiagramm, das die möglichen Ausgabezustände in Bezug zu den Tonhöhen für jeden Zustand einer in den Fig. 7A und 7B dargestellten Blockadresse zeigt,

Fig. 9 ein Zeitdiagramm, das die Zustände eines zusätzlichen Taktausganges für die Oktavenbestimmung entsprechend der Betätigung des in Fig. 7A dargestellten Synchronisierungsregisters, zeigt,

Fig. 10 eine Tabelle, die die Beziehung zwischen den Schrittzahlen und den in den Fig. 7A und 7B dargestellten Tonhöhen zeigt,

Fig. 11A bis 11C ein Zeitdiagramm zur Erläuterung der Periodendauer der entsprechenden Tonhöhen,

Fig. 12 ein Blockdiagramm, welches die detaillierte Ausführung eines Schieberegisters, das in Fig. 7C dargestellt ist, zeigt,

Fig. 13 ein Diagramm, das verschiedene Arten von Lautstärkenhüllkurven, wie sie in dieser Erfindung verwendet werden, zeigt,

Fig. 14 ein Diagramm, das die Inhalte von Befehlen zur Kombination von Lautstärkenkurven, die durch Adressen α und β festgelegt sind, darstellt,

Fig. 15 ein Diagramm einer Musiktonwelle, die durch die Blockadressen α und β bezeichnet ist,

Fig. 16 ein Diagramm eines ein Wellenformprogramm bestimmenden Teiles von Fig. 7A,

Fig. 17 eine Tabelle, die die Ausgangsadditionswerte zeigt, wie in der Schaltung von Fig. 7A verwendet,

Fig. 18 ein Zeitdiagramm, das die Operation eines Zählers zum Zählen der Zyklenzahlen von Fig. 7A zeigt,

Fig. 19 eine Tabelle, die ein Grundverhältnis zwischen der Zyklenzahl und Arbeitszuständen von Fig. 7B zeigt,

Fig. 20 ein Diagramm, das die Zustände der Betriebsarten α und β einer Periode zeigt,

Fig. 21 eine Darstellung zur Erläuterung einer Operation des Instrumentes bei den α - und β -Betriebsarten,

Fig. 22 bis 24 Tabellen, welche Wellenformen zur Darstellung der Tremolosteuerung aufzeigen,

Fig. 25A und 25B Tabellen, die Wellenformen zur Darstellung der Tremolosteuerung einer gezupften Seite darstellen,

Fig. 26 ein Diagramm, das die Zuordnung der Fig. 27A und 27B zeigt,

Fig. 27A bis 27B ein Schaltschema eines Ausführungsbeispiels einer Steuerschaltung zur Steuerung der in Fig. 7A bis 7D dargestellten Schaltung,

Fig. 28A und 28B ein Zeitdiagramm, das die sich auf die Wiedergabe im Duett, Quartett oder ähnliches beziehende

Operation mit Bezug auf die in Fig. 27A dargestellte Schaltung darstellt,

Fig. 29A und 29B ein Zeitdiagramm, das das Verhältnis zwischen Eingangstaktung der Spieltasten und einem Synchronisierungssignal zeigt,

Fig. 30 eine Tabelle, die einen Vorgang einer Taktauswahl darstellt, die auf eine Änderung des den Takt erzeugenden Schaltkreises beruht,

Fig. 31 ein Zeitdiagramm zur Erläuterung der Vibrato-steuerung,

Fig. 32 ein Diagramm, das Lautstärkenhüllkurven zeigt, die Änderungen mit Bezug auf den Zeitverlauf zu einem Zeitpunkt des Anstiegs darstellen,

Fig. 33 ein Diagramm, das Änderungen von Lautstärkenhüllkurven mit Bezug auf den Zeitverlauf beim Abklingen zeigt, und

Fig. 34 zeigt ein Diagramm, das die Änderung der Lautstärke mit Bezug auf den Zeitverlauf beim Loslassen der Taste zeigt.

Zuerst wird das Prinzip eines erfindungsgemässen elektronischen Musikinstrumentes mit Bezug auf die Fig. 1, die ein Blockdiagramm des Instrumentes aufzeigt, beschrieben.

Ein Tonhöheingangsregister 1 speichert die durch das Niederdrücken der Spieltasten 113 (Fig. 27B-2), welche in herkömmlicher Weise ausgebildet und in Fig. 1 nicht dargestellt sind, erzeugten Tonhöheingangs-kodes mit einem Basisumfang von vier Oktaven mit je zwölf Tönen. Der in das Register 1 eingeschriebene Tonhöheingangs-kode wird an eine Tonfrequenzsollwertschaltung 2 angelegt, um die Tonfrequenz zu steuern. Beim Empfang des Tonhöheingangs-kode erzeugt die Sollwertschaltung 2 ein Tonfrequenztakt-signal, das dem angelegten Tonhöheingangs-kode entspricht, und welches dann als ein Zähl-signal einer Periodenzähl-Schaltung 3 zugeführt wird, welche die Periode, d.h. die Schwingungsdauer einer zu erzeugenden Musiktonwelle der entsprechenden Frequenz in mehreren Zähl-schritten abzählt. Die dazu verwendete Periodenzähl-schaltung 3 ist mit Vorteil ein Binärzähler. Die Periodenzähl-schaltung 3, die in diesem Beispiel verwendet wird, ist als 8-Bit-Zähler aufgebaut, die jeweils mit «1», «2», «4», «8», «16», «32», «64» und «128» gewichtet sind, und der «256»-Dezimalzahlen von «0» bis «255» zählen kann. Dessen Verwendung erlaubt es, eine Periode der Musiktonwelle durch 256 Zähl-schritte entsprechend der Zählung bis 256 auszudrücken. Die «256» Zähl-schritte sind in m-Blöcke unterteilt, die jeweils einen oder mehrere Zähl-schritte enthalten. In diesem Beispiel ist $m = 16$, d.h. eine Periode des Musiktones ist in 16 Blöcke unterteilt. Jeder Block wird durch «16» Zähl-schritte (entsprechend «0» bis «15» Dezimalzahlen) ausgedrückt. Die Zählstände der Periodenzähl-Schaltung 3, die durch 4 binäre Zustände mit Stellenwerten «16», «32», «64» und «128» dargestellt sind, können den «16» Blöcken zugeordnet werden, wie in Tabelle 1 dargestellt.

Tabelle 1

	Zählungen der				Block-adressen	Zählungen der				Block-adressen
	16	32	64	128		16	32	64	128	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	8
1	0	0	0	1	1	0	0	0	1	9
0	1	0	0	2	0	1	0	0	1	10
1	1	0	0	3	1	1	0	0	1	11
0	0	1	0	4	0	0	1	0	1	12
1	0	1	0	5	1	0	1	0	1	13
0	1	1	0	6	0	1	1	0	1	14
1	1	1	0	7	1	1	1	0	1	15

Die 8-Bit-Ausgänge aus den entsprechenden Stufen der Periodenzählschaltung 3 werden der Sollwertschaltung 2 zugeführt, um die Frequenz des Taktfrequenzsignals entsprechend dem Tonhöhereingangskode zu steuern wie später beschrieben wird. Die oberen vier Bits (die Stellenwerte «16», «32», «64» und «128») der Periodenzähl-Schaltung 3 werden als Blockadressensignal für die 16 Blöcke an einen das Wellenformprogramm für jeden Block bestimmenden Schaltungsteil 5 über einen Dekoder 4 angelegt. Der das Wellenformprogramm bestimmende Schaltungsteil 5 legt die Wellenform des zu erzeugenden Tones fest, die in 16 Blöcke, d.h. die Blöcke 0 bis 15 aufgegliedert ist. Ein Änderungswert (als absoluter Wert «0», «1», «2» oder «4» bei diesem Ausführungsbeispiel) der Amplitude bei ansteigender oder abfallender Wellenform wird zu jeder Blockadresse durch eine mit einem positiven oder negativen Vorzeichen versehene Zahl ausgedrückt. Dieser Änderungswert (oder Differenzwert) der Amplitude sei Differenzkoeffizient genannt. Signale, die einen Differenzkoeffizienten und das Vorzeichen «+» oder «-» darstellen, und für jede Blockadresse durch den das Wellenformprogramm bestimmenden Schaltungsteil 5 festgelegt werden, werden aufeinanderfolgend und synchron mit einem Blockadressensignal, das von dem Dekoder 4 abgegeben wird, an eine Vervielfacherschaltung 6 ausgegeben. Die Vervielfacherschaltung 6 wird mit einem Signalwert versorgt, der als Zählstand eines die Hüllkurve jeder Tonwelle bestimmenden Zählers gebildet wird, der nachfolgend Hüllkurvenzähler 7 genannt sein soll, um so eine Lautstärkenregelung digital auszuführen, zudem die Wiedergabelautstärke jeweils mit dem Zeitverlauf nach dem Betätigen einer Spieltaste entsprechend erhöht oder verringert wird. Die Vervielfacherschaltung 6 vervielfacht somit den Differenzkoeffizienten aus dem das Wellenformprogramm bestimmenden Schaltungsteil 5 um den genannten Steuerwert gemäss den Vorzeichen «+» und «-» und synchron mit der Blockadresse. Der Hüllkurvenzähler 7 zählt aufwärts oder rückwärts in einem Takt, der als Hüllkurventakt bezeichnet wird, und sein Zählstand bestimmt so eine Lautstärkenkurve, die einen Anstiegs-, Übergangs- und Abklingabschnitt aufweist und einer von mehreren möglichen Lautstärkenkurvenarten oder Umhüllenden entspricht, wie später noch beschrieben wird. Die Zählstände des Hüllzählers 7 sind ganze Werte von «0» bis «31» und werden als Hüllkurvenkoeffizient E bezeichnet. In Fig. 2 ist die zeitliche Veränderung des Hüllkurvenkoeffizienten zu einem möglichen Beispiel einer Umhüllenden dargestellt.

Der Differenzkoeffizient, der vorher durch den die Wellenform bestimmenden Teil 5 für jede Blockadresse bestimmt wurde, entspricht einem ganzzahligen Vielfachen des entsprechenden Hüllkurvenkoeffizienten E, dem die Vorzeichen «+» oder «-» zugeordnet sind, wie in Fig. 2 gezeigt. Deshalb werden in der Vervielfacherschaltung 6 die Operationen «+» bzw. «-» (Differentialkoeffizient $\times$ Hüllkurvenkoeffizient E) ausgeführt. Ein Beispiel ist schematisch in Fig. 3 dargestellt. Es zeigt den Zusammenhang des Hüllkurvenkoeffizientwertes E und des Differenzkoeffizienten der Blöcke mit den Blockadressen «0» bis «15» bei der Bildung einer Musiktonwelle während einer Periode. Die entsprechenden Amplituden der Musiktonwelle, einschliesslich der Lautstärkensteuerwerte zu Zeitpunkten, wo der Hüllkurvenkoeffizient E gemäss der in Fig. 2 dargestellten Umhüllenden die Werte «5», «10», «20» und «30» annimmt, sind in Fig. 4A, 4B und 4C dargestellt. Diese Zeitpunkte entsprechen den in Fig. 2 mit dem Symbol $\times$ bezeichneten Punkten. Die relative Änderung der Amplitude der Musiktonwelle erfolgt dabei natürlich sukzessive entsprechend der zeitlichen Änderung des Hüllkurvenkoeffizientwertes E. Im vorliegenden Beispiel erfolgt nur bei der Blockadresse «0» keine Bezeichnung des Differenzial-

koeffizienten, «+» und «-» und die relative Änderung der Musiktonwelle ist immer Null.

Das Ausgangssignal der Vervielfacherschaltung 6 wird an einen Eingang eines Addierers 8 angelegt, dessen Ausgangssignal über einen Akkumulator 9 an die Eingangsseite des Addierers 8 zurückgeführt wird. In dieser Schaltung wird ein Änderungsbetrag, welcher der Ausgangswert der Vervielfacherschaltung zum jeweils vorliegenden Block ist, zum Ausgangswert der Vervielfacherschaltung bzw. dem vorangehenden Block hinzuaddiert. Die in der Fig. 3 und in den Fig. 4A, 4B und 4C dargestellten Signalverläufe entstehen aus Ausgangssignalen des Akkumulators 9. Die Ausgangssignale des Akkumulators 9 werden über einen D/A-Wandler 10 an einen Lautsprecher 11 angelegt, der dann Töne in der Tonhöhe, die der betätigten Spieltaste entspricht, erzeugt.

Die logischen Symbole, die bei der Beschreibung der Erfindung verwendet werden, sollen nun zuerst anhand der Fig. 5A, 5B, 5C, 5D und 5E dargestellt werden, welche logische Formeln, Wahrheitstabellen, allgemeine logische Symbole und kombinierte Schaltkreise in ihrem gegenseitigen Zusammenhang zeigen, bevor auf die detaillierte Beschreibung der vorliegenden Erfindung eingetreten wird. Die Invertersymbole, die den Eingangsleitungen von UND-Gattern und ODER-Gattern zugeordnet sind, gelten nur für die Gatter, die mit solchen Symbolen versehen sind.

Nachfolgend werden nun die bereits erwähnten Elemente der Schaltung eines Ausführungsbeispiels des elektronischen Musikinstruments im einzelnen anhand der Fig. 7A bis 7D beschrieben, wobei Fig. 6 die gegenseitige Zuordnung dieser Figuren zeigt. Um den Zusammenhang mit den im Blockschema von Fig. 1 genannten Elementen klar zu machen, sei die sogenannte Schaltung zunächst kurz im Überblick dargestellt.

Das genannte Tonhöhereingangsregister setzt sich aus einem Tonkoderegister 20 und einem Oktavenkoderegister 21 zusammen (Fig. 7A-2), während die Periodenzählschaltung 3 ein Periodenzählregister 34 (Fig. 7A-1 und 7A-2) sowie einen Addierer 40 (Fig. 7A-2) und eine Subtrahierschaltung 41 (Fig. 7B-2) besitzt. Die Tonfrequenzsollwertschaltung 2 wird im wesentlichen durch die Tonschrittmatrixschaltung 39 (Fig. 7B-2) gebildet. Der genannte Dekoder 4 sowie der das Wellenformprogramm bestimmende Schaltungsteil 5 sind im wesentlichen durch den Schaltungsteil 35 in Fig. 7A-1 dargestellt, der im einzelnen in den Fig. 16A und B erläutert ist. Die Vervielfacherschaltung 6 entspricht im wesentlichen dem Schieberegister 69 (Fig. 7C-1), während der Hüllkurvenzähler 7 sich aus dem Hüllkurvenregister 54 (Fig. 7D-2), dem Addierer 55 und den UND-Toren 67-1 bis 67-5 (Fig. 7C-2) zusammensetzt. Der Addierer 8 von Fig. 1 entspricht der Addierschaltung 52 (Fig. 7C-1) und der Akkumulator 9 dem Schieberegister 49 (Fig. 7C-1), insbesondere dem in Fig. 12 gezeigten Addierer 49-26 und der Sperrschaltung 49-27.

Wie nun Fig. 7A zeigt, hat ein Tonkoderegister 20 Eingangsklemmen von 4-Bits (Stellenwerte von «1», «2», «4», «8») und 8 Zeilenspeicher, in welchen 4-Bits parallel in der durch den Pfeil angegebenen Richtung verschoben werden können. Ein Oktavenkoderegister 21 hat Eingangsklemmen von 2-Bits (Stellenwerte «1» und «2») und 8 Zeilenspeicher, durch welchen 2-Bits parallel in der durch den Pfeil angegebenen Richtung verschoben werden können. Diese Register speichern die Toneingangskodes und Oktaveneingangskodes, die von den betätigten Funktionstasten abgegeben werden. Synchron mit der Erzeugung eines Eingangsbefehlssignals, das sich auf die Betätigung einer Spieltaste, wie später beschrieben wird, bezieht, wird insbesondere der entsprechende Toneingangskode und Oktaveneingangskode dem Tonkoderegister 20 und dem Oktavenkoderegister 21 über UND-Gatter 22 bis 27, ODER-Gatter 28-1 bis 28-4 und

ODER-Gatter 29 und 30 eingegeben. Der Tonkode und der Oktavenkode (als ein Tonhöhenkode bezeichnet) werden nacheinander und parallel in der durch den Pfeil angegebenen Richtung in Abhängigkeit eines Schiebeimpulses $\emptyset_0$ (ein Basistakt im vorliegenden System) verschoben. Nach 8 $\emptyset_0$ Verschiebungen werden den entsprechenden Registern durch Sperren der Gatter 31-1 bis 31-4 und 32 und 33 zugeführt. Auf diese Weise werden diese Codes einer sog. dynamischen Verschiebung unterworfen. Synchron mit einem neuen Eingangssignal werden die Gatter 31-1 bis 31-4 und 32 bis 33 geschlossen, sodass die Tonhöhenkodes, die in den entsprechenden Registern 20 und 21 gespeichert sind, gelöscht werden.

Wie vorstehend beschrieben, haben das Tonkoderegister 20 und das Oktavenkoderegister 21 8 Zeilenspeicher. Werden 8 unterschiedliche Spieltasten gleichzeitig gedrückt, empfangen diese Register demzufolge die entsprechenden Toneingangskodes und Oktaveneingangskodes mit genauer Taktung synchron mit dem Eingangsbefehl und ermöglichen die dynamische Verschiebung dieser Codes. D.h. acht Töne werden in Zeitteilung gesteuert. Der Tonkode und der Oktavenkode sind in den Tabellen 2 und 3 dargestellt.

Tabelle 2

Tonbezeichnung	Tonkode				Tabelle 3	
					Oktavenfolge	Oktavenkode
	8	4	2	1		
C	1	1	1	1	O ₁	0 0
B	1	1	1	0	O ₂	0 1
A#	1	0	1	1	O ₃	1 0
A	1	0	1	0	O ₄	1 1
G#	1	0	0	1		
G	1	0	0	0		
F#	0	1	1	1		
F	0	1	1	0		
E	0	0	1	1		
D#	0	0	1	0		
D	0	0	0	1		
C#	0	0	0	0		

Ein Periodenzählregister 34 zählt eine Periode einer Musikonwelle entsprechend den Tonhöhenkodes, die in den Registern 20 und 21 gespeichert sind. Ähnlich den Registern 20 und 21 ist das Periodenzählregister 34 mit 8 Zeilenspeichern versehen. Es wird durch einen Schiebeimpuls $\emptyset_0$ betätigt. Das Register besteht aus einem Blockzählregister 34-1, einem Synchronisierregister (TC-Register) 34-2 und einem Periodenzahlregister 34-3. Um eine Periode einer Musikonwelle über den Zeitablauf in «16» Blöcke zu unterteilen, wird zur Speicherung der Adressen jedes Blockes ein 4-Bit-Hexadezimalregister 34-1 verwendet. Das Register 34-2 ist ein 4-Bit-Hexadezimalregister, das auf der Basis «16» zählt, um die Zahl der Zählsschritte für jeden einzelnen Block zu steuern, um ein Summentaktsignal zu erzeugen, zur Steuerung der Taktzählung. Das Periodenzahlregister 34-3 ist ein 3-Bit-Oktalregister, das bei jedem Zyklus des Blockzählregisters 34-1 arbeitet. Die Zählstände jedes Zeilenspeichers, die durch jeden Ausgang des Periodenschaltregisters 34-3 erzeugt werden, werden direkt durch die für jeden Block das Wellenformprogramm bestimmende Einheit 35 geleitet und über Sperrgatter 37-1 bis 37-7 in einem in Fig. 7B dargestellten Addierer 36 gehalten. Während des Umlaufzyklus wird dem Binärzähler 36 während der zusätzlichen Taktsignalerzeugung, die oben erwähnt ist, «+1» dazu addiert. Der 4-Bit-Ausgang (gewichtet als «1», «2», «4» und «8») (Fig. 8A) wird an eine Blockabtasterschaltung 38 angelegt, um eine bestimmte Blockadresse in den «16» Blockadressen abzutasten. Die

Schaltung 38 produziert aus dem Ausgang 0 ein «0»-Blockadresssignal, wie in Fig. 8B dargestellt und aus den Ausgängen ①, ②, ③ und ④ werden Ausgangssignale erhalten, wie in Fig. 8C dargestellt. Die Ausgangssignale ① bis ④ werden an eine Tonhöhenmatrixschaltung 39 angelegt, um eine Schrittkorrekturzahl für jede Tonhöhe zu bestimmen. Das Ausgangssignal am Ausgang ① ist ein die Blockadresse ① darstellendes Signal mit einem Zustand «1, 2, 4, 8» bei dem die Gewichte «1», «2», «4» und «8» alle «0» sind, mit einer Serieverbindung eines invertierten UND-Gatters 38-1 und Sperrgattern 38-2 und 38-3. Das Ausgangssignal am Ausgang ① wird direkt von der Schaltung 38 abgenommen und stellt ein Adressensignal für eine ungrade Blockzahl dar. Am Ausgang ② werden Adressensignale, die die Blöcke «2», «6», «10» und «14» darstellen, mit einem Zustand 2. 1, bei dem das Gewicht «2» gleich «1» und das Gewicht gleich «0» ist, durch ein Sperrgatter 38-4 abgegeben. Am Ausgang ③ werden Adressensignale, die die Blöcke «4» und «12» darstellen, an eine Reihenschaltung von Sperrgattern 38-5 und 38-6 abgegeben, und zwar mit einem Zustand «4·2·1» bei dem das Gewicht «4» gleich «1» und die Gewichte «2» und «1» beide «0» sind. Am Ausgang ④ wird ein Adressensignal, das den Block «8» darstellt, über eine Reihenschaltung von Sperrgattern 38-7 bis 38-9 abgegeben, und zwar mit einem Zustand «8·4·2·1» bei dem das Gewicht «8» gleich «1» und die Gewichte «4», «2» und «1», «0» sind.

Die Ausgänge des 4-Bit-Registers 34-2 sind an den Eingang eines Addierers 40 angeschlossen. Die 5-Bit-Ausgänge des Addierers 40 sind mit einer Subtrahierschaltung 41 verbunden. Die 4-Bit-Ausgänge der Subtrahierschaltung werden über Sperrgatter 42-1 bis 42-4, die den Umlauf steuern, an die entsprechenden Eingänge zurückgeführt. Die Ausgänge des Registers 34-2 sind mit dem Taktgenerator 43 verbunden, welcher die zusätzlichen Taktsignale erzeugt und dem Addierer 36 in Übereinstimmung mit den entsprechenden Oktaven zuführt. Die drei mit «4», «2» und «1» gewichteten Bit-Ausgänge des Registers 34-2 werden an ein Schieberegister 44 angelegt. An den Taktgenerator 43 und das Schieberegister 44 sind die Ausgangssignale eines Oktavendekoders 45 angelegt, der in Abhängigkeit des Zustandes des 2-Bit-Ausgangssignals aus dem Oktavenregister 21 ein erstes bis viertes Oktavensignal O₁ bis O₄ erzeugt. Ein invertiertes UND-Gatter 45-1 des Oktavendekoders 45 erzeugt insbesondere ein erstes Oktavensignal O₁, wenn der in der Tabelle 3 dargestellte Kodezustand festgestellt wird. Das Sperrgatter 45-2 gibt ein zweites Oktavensignal O₂, ein Sperrgatter 35-3, ein drittes Oktavensignal O₃ und ein UND-Gatter 45-4 ein viertes Oktavensignal O₄ ab. Wie ersichtlich ist, werden die Oktavensignale O₁ bis O₃ an die UND-Gatter 43-1 bis 43-3 angelegt, das Oktavensignal O₂ an ein UND-Gatter 44-1 des Schieberegisters 44, das Oktavensignal O₃ an UND-Gatter 44-2 und 44-3 und das Oktavensignal O₄ an UND-Gatter 44-4 bis 44-6 angelegt. Die als «4», «2» und «1» gewichteten Ausgangssignale aus dem Register 34-2 werden an das UND-Gatter 43-1 der Taktgeneratorschaltung 43 über ODER-Gatter 43-4 und 43-5 angelegt. Das mit «2» und «4» gewichtete Ausgangssignal aus dem ODER-Gatter 43-4 wird an das UND-Gatter 43-2, das mit «8» gewichtete Ausgangssignal wird an das UND-Gatter 43-3 angelegt. Die Ausgänge dieser UND-Gatter sind mit den Sperrgattern 43-6 und 43-7 und einem invertierten UND-Gatter 43-8 verbunden. Das mit «8» gewichtete Ausgangssignal wird ferner an das invertierte UND-Gatter 43-8 angelegt. Der Ausgang des invertierten UND-Gatters 43-8 ist mit dem Sperrgatter 43-7 verbunden, dessen Ausgang in Reihe mit dem Sperrgatter 43-6 geschaltet ist. Das zusätzliche Taktsignal wird auf der Basis des Ausgangssignals des Sperrgatters 43-6 gebildet. Wie aus der Fig. 9A, die einen Zählzustand des Registers 43-2 in einem Zeilenspeicher darstellt, ersichtlich

ist, werden die in Fig. 9B dargestellten Ausgangssignale auf den Ausgangsleitungen (a), (b) und (c) der Taktgeneratorschaltung 43 werden als Signale synchron mit der Erzeugung der Oktavensignale O_1 bis O_4 aus dem Oktavendekoder 45 abgegeben. Insbesondere wird es als zusätzliches Taktsignal aus dem Taktsignalgenerator 43 nur dann abgegeben, wenn das Register 43-2 über das erste Oktavensignal O_1 eine «0» über das zweite Oktavensignal P_2 «0» und «1», für das dritte Oktavensignal O_3 «0» bis «7» zählt. Das so erhaltene zusätzliche Taktsignal wird an ein Addition «+8» befehlendes Signal an den Addierer 40, an ein Torsignal an die UND-Gatter 46-1 bis 46-4 und als ein die Addition «+1» befehlendes Signal an den Addierer 36 angelegt.

Die Oktavensignale O_1 bis O_4 , die von dem Oktavendekoder 45 abgegeben werden, als «-1», «-2», «-4» und «-8» Befehlssignale durch die Taktgeneratorschaltung 43 an die Subtrahierschaltung 41 (Fig. 7B) angelegt. In einer Rückführschleife Register 34-2 → Addierer 40 → Subtrahierschaltung 41 → Register 34-2 addiert der Addierer 40 demzufolge «+8» zu den Inhalten des Registers 34-2, und zwar synchron mit dem zusätzlichen Taktsignal. Von diesem Additionsergebnis wird ein Wert («-1» vom Oktavensignal O_1 , «-2» vom Oktavensignal O_2 , «-4» vom Oktavensignal O_3 , «-8» vom Oktavensignal O_4) entsprechend den Oktavensignalen O_1 bis O_4 abgezählt. Dem Addierer 40 wird eine Schrittkorrektur, und zwar entsprechend dem Ton aus den UND-Gattern 46-1 bis 46-4 führt, welche synchron mit der Erzeugung des zusätzlichen Taktsignals aus der Tonschrittmatrixschaltung 39 entsprechend einem Blockzählzustand des Blockregisters 34-1 freigegeben werden. D.h. eine Periode einer Musiktonwelle ist aus «16» Blöcken in Bezug auf die Zeit zusammengesetzt und jede Blockadresse besteht aus Takten (mehr als das achtfache einer Basistaktperiode), die das Achtfache oder mehr des Basistaktes $\emptyset_0$ sind. Ein einzelner Basistakt $\emptyset_0$ entspricht einem Schritt der Musiktonwelle und deshalb hat jede Blockadresse 8 oder mehr Schritte. Wenn jede der «16» Blockadressen einer Periode der Musiktonwelle 8 Schritte enthält, dann weist eine Periode total 128 Schritte auf, wobei die Gesamtschrittzahl der höchsten Tonhöhe in diesem System entspricht (130 Schritte entsprechen der höchsten Tonhöhe ($C\#$) in diesem System wie aus der nachfolgenden Beschreibung ersichtlich ist). Durch Anhebung der Schrittzahl zwischen benachbarten Tönen und der höchsten Tonhöhe zu der Tonhöhe unterhalb einer Oktave auf $12\sqrt{2}$ wird die Periode der Welle in Übereinstimmung mit dem Ton länger, so dass ein tiefer Ton erhalten wird. Eine Schrittkorrekturzahl zur Periodeneinstellung entsprechend dem Ton ist in die Grundschruttmatrixschaltung 39 eingegeben.

Die in Fig. 7B dargestellte Tonschrittmatrixschaltung weist grundsätzlich einen Steuerwert zur Erzeugung einer Periodensteuerung entsprechend dem Ton in Form von groben und feinen Zahlen eines Periodeneinstellwertes durch Addition im Register 34 auf. Die Schaltung 39 wird mit den Ausgangssignalen der Ausgänge ①, ②, ③ und ④ der Abtastschaltung 38 und den 4-Bit-Ausgangssignalen des Tonregisters 20 gespeist. Die Tonschrittmatrixschaltung 39 ist mit einem Matrixschaltkreis 39-1 zur Abtastung der Kodezustände der 12 in Tabelle 2 aufgeführten Töne. Der Schaltkreis 39-1 weist Ausgangsleitungen ① bis ⑫ entsprechend den Tönen auf. Diese Ausgangsleitungen sind über einen ersten Matrixschaltkreis 39-2 mit ODER-Funktion und einen zweiten Matrixschaltkreis 39-3 mit ODER-Funktion mit den UND-Gattern 39-4 bis 39-14 verbunden. Der erste ODER-Schaltkreis 39-2 gibt einen Schrittsummanden in Form eines Kodes über Ausgangsleitungen X_1 bis X_3 ab, um die feinen Zahlen «0,0,1,1,2,2,3,4,5,5,6,7» in der Reihenfolge C bis $C\#$ für jeden Ton zu steuern. Der Schrittsummand wird zu jedem der «16» Blöcke addiert, wie in Tabelle 4 gezeigt ist.

Tabelle 4

Ton	Ausgangskode			Schrittsummand
	X_1	X_2	X_3	
1 C	0	0	0	0
2 B	0	0	0	0
3 A#	1	0	0	1
4 A	1	0	0	1
5 G#	0	1	0	2
6 G	0	1	0	2
7 F#	1	1	0	3
8 F	0	0	1	4
9 E	1	0	1	5
10 D#	1	0	1	5
11 D	0	1	1	6
12 C#	1	1	1	7

Der zweite Matrixschaltkreis 39-3 wird dazu verwendet, einen Korrektursummanden in Übereinstimmung mit der groben Zahl an den entsprechenden Bereich in einer Periode der Musiktonwelle anzulegen. Um den Schrittkorrektursummanden bei der Taktung der Blockadresse einheitlich anzuwenden, werden die Ausgangssignale, aus den Ausgängen ① bis ④ der Abtastschaltung 38 in Übereinstimmung mit den entsprechenden Tönen und die Blockadressen, die mit dem «○» gekennzeichnet sind in Übereinstimmung mit dem Ton ausgewählt, das in Fig. 8B gezeigt ist. Diese ausgewählte Mehrzahl von Blockadressen dienen als Steuertakt für die grobe Zahl. Dieses ausgewählte Signal wird in Übereinstimmung mit dem Ton an die UND-Gatter 39-4 bis 39-14 angelegt. Diese Ausgänge der UND-Gatter 39-4 bis 39-14 sind mit der Serieschaltung aus den UND-Gattern 39-15 bis 39-25 verbunden, und die Ausgangsleitung X_4 des letzten ODER-Gatters 39-25 gibt für jeden Ton ein «+1»-Korrektursignal an die aus den Blockadressen «1» bis «15» ausgewählte Blockadresse ab. Mit anderen Worten erhält die aus der Matrixschaltung 39 abgegebene Schrittkorrekturzahl einen Periodensteuerwert (Schrittsummand zur Steuerung der feinen Zahl und Schrittsummand entsprechend der groben Zahl). Das Ausgangssignal aus den Ausgangsleitungen X_1 , X_2 , X_3 und X_4 der Matrixschaltung 39 werden an Sperrgatter 47-1 bis 47-4 angelegt, die ausser, wenn auf den Ausgangsleitungen X_1 , X_2 , X_3 und X_4 der Matrixschaltung 39 ein das Adressensignal, welches den Block «0» darstellt, abgegeben wird, leitend sind. Die Ausgangssignale der Sperrgatter 47-1 bis 47-3 werden über ODER-Gatter 48-1 bis 48-3 an UND-Gatter 46-2 bis 46-4 angelegt. Das Ausgangssignal aus dem Sperrgatter 47-4 liegt an dem UND-Gatter 46-1 an. Ausser wenn das Adressensignal, welches den Block «0» darstellt, abgegeben wird, werden der Schrittsummand für jede Blockadresse und ein Schrittkorrektursummand, durch welchen «+1» der ausgewählten Blockadresse hinzugefügt wird, zusammen mit «+8» als ein Additionssignal an den Addierer 40 angelegt, und zwar synchron mit der Erzeugung des zusätzlichen Taktsignals. Während der Erzeugung eines Adressensignals, das den Block «0» darstellt, und von der Abtastschaltung 38 abgegeben wird, wird ein «+2»-Korrekturwert über das ODER-Gatter 48-4 und das UND-Gatter 46-2 an den Addierer 40 angelegt und wird zusammen mit der «+8»-Addition und synchron mit der Erzeugung des zusätzlichen Taktsignals addiert. Die Additionswert für jede Adresse, die dem Addierer 40 zugeführt wird, ist wie in Fig. 10 dargestellt, ist demzufolge die höchste Oktave (viertes Oktavensignal O_4) und dieser Wert entspricht der Schrittzahl (Zahl der Basistakte) innerhalb jeder Blockadresse. Die Schrittzahl einer Periode der Musiktonwelle für jeden Ton ist in der rechten Kolonne

von Fig. 10 dargestellt. Darauf beträgt die Schrittzahl zwischen benachbarten Tönen $12\sqrt{2}$. Selbstverständlich werden die unterschiedlichen dem Addierer 40 zugeführten zusätzlichen Takte für die entsprechenden Oktavensignale O_1 bis O_4 verwendet und auch der in der Subtrahierschaltung 41 abgezogene Wert ist für die Oktavensignale O_1 bis O_4 ebenfalls unterschiedlich. Wird die Oktave tiefer (sie nähert sich dem Oktavensignal O_1) wird die Dauer einer Periode der Musiktonwelle länger. Das Periodenregister 34, das Tonregister 20 und das Oktavenregister 21 sind jeweils mit 8 Zeilenspeichern versehen. In jedem Register wird ein Verschiebezyklus durch 8 $\emptyset_0$ Verschiebeimpulse durchgeführt. Die Tonwellenform ist somit auf der Basis dieses einen Zyklus gesteuert. Da das erfindungsgemäße System ein Schieberegister verwendet, ist es möglich, die Wellenformen in einer genauen Position innerhalb eines Umlaufs des Registers einzustellen. Insbesondere ist das System mit 8 Zeilenspeichern in der der tonabgebenden Stufe (die einem D/A-Wandlerschaltkreis folgt), wie in Fig. 7C dargestellt ist, und mit einem Schieberegister 49 versehen, welches durch den Basistakt $\emptyset_0$ vorgeschoben wird. Das Schieberegister 49 ist so ausgelegt, dass einer der 8 Zeilenspeicher durch den Kode, der durch 3-Bits (gewichtet mit «1», «2» und «4») ausgedrückt und von dem Schieberegister 44 in Fig. 7A abgegeben wird, adressiert. Die Adressen «0» bis «7» sind den Zeilenspeichern so zugeordnet, dass die Adresse «0» dem nahe der Ausgangsseite des Schieberegisters 49 liegenden Zeilenspeicher und die Adressen «7» dem von der Ausgangsseite entferntesten Zeilenspeicher zugeordnet ist. Durch diese Adressenbezeichnung ist im Maximum eine Zeitverzögerung von 8 $\emptyset_0$ Verschiebungen möglich. Die Adresse des Schieberegisters 49 wird nur bezeichnet, wenn das von im Generator 43 abgegebene, zusätzliche Taktsignal über UND-Gatter 50 und 51 anliegt, wie das in Fig. 7C dargestellt ist. Das Ausgangssignal aus dem UND-Gatter 51, das an das Schieberegister 49 angelegt wird, wird als Einschaltssignal bezeichnet.

Das mit «1» gewichtete Signal aus dem Register 34-2 wird an die UND-Gatter 44-1, 44-3 und 44-6 im Schieberegister 44, wie in Fig. 7A dargestellt ist, angelegt. Das mit «4» gewichtete Ausgangssignal wird an das UND-Gatter 44-4 und das mit «2» gewichtete Ausgangssignal wird an die UND-Gatter 44-2 und 44-5 angelegt. Das UND-Gatter 44-6 ist mit der Ausgangsleitung Y_1 , die UND-Gatter 44-3 und 44-5 mit der Ausgangsleitung Y_2 über das ODER-Gatter 44-7 und die UND-Gatter 44-4 und 44-5 mit der Ausgangsleitung Y_4 über das ODER-Gatter 44-9 verbunden, wobei die Ausgangssignale des ODER-Gatters 44-8 und des UND-Gatters 44-1 an das ODER-Gatter 44-9 angelegt. Somit werden die 3-Bit-Ausgangssignale, die auf den Ausgangsleitungen Y_1 , Y_2 und Y_4 liegen, als ein Adressenbezeichnungskode an das Schieberegister 49 angelegt. Das Ausgangssignal aus dem Register 34-2 wird zu einem Adressenbezeichnungssignal, das den Oktavensignalen O_1 bis O_4 entspricht, wie in Tabelle 5 dargestellt ist. Das Ausgangssignal aus dem Addierer 52 wird durch den $\emptyset_0$ -Impuls durch den adressierten Zeilenspeicher vorgeschoben und von dem Schieberegister 49 abgegeben.

Tabelle 5

Ausgang synchronisier- tes 5 Zählregister	Adressenbezeichnung		Schieberegister			
	O_4	O_3	O_2	O_1		
	1 2 4 8	1 2 4	1 2 4	1 2 4	1 2 4	
10	0 0 0 0	0 0 0 0	0 0 0 0	0 0 0 0	0 0 0 0	
	1 1 0 0	1 1 0 0	1 0 1 0	4 0 0 1		
	2 0 1 0	2 0 1 0	4 0 0 1	0 0 0 0		
	3 1 1 0	3 1 1 0	6 0 1 1	4 0 0 1		
	4 0 0 1	4 0 0 1	0 0 0 0	0 0 0 0		
	5 1 0 1	5 1 0 1	2 0 1 0	4 0 0 1		
15	6 0 1 1	6 0 1 1	4 0 0 1	0 0 0 0		
	7 1 1 1	7 1 1 1	6 0 1 1	4 0 0 1		
	8 0 0 0	0 0 0 0	0 0 0 0	0 0 0 0		
	9 1 0 0	1 1 0 0	2 0 1 0	4 0 0 1		
	10 0 1 0	2 0 1 0	4 0 0 1	0 0 0 0		
20	11 1 1 0	3 1 1 0	6 0 1 1	4 0 0 1		
	12 0 0 1	4 0 0 1	0 0 0 0	0 0 0 0		
	13 1 0 1	5 1 0 1	2 0 1 0	4 0 0 1		
	14 0 1 1	6 0 1 1	4 0 0 1	0 0 0 0		
25	15 1 1 1	7 1 1 1	6 0 1 1	4 0 0 0	0 0 0 0	

Eine Periode der Musiktonwelle für jeden Ton wird jeweils durch Schritte eines Basistaktimpulses $\emptyset_0$ mit verschiedenen Schrittzahlen für die entsprechenden Töne unterteilt. Für ein besseres Verständnis der Periodenbildung für jeden Ton wird der Vorgang mit Bezug auf die Fig. 11A beschrieben. Der in Fig. 11A gezeigte Vorgang bezieht sich auf einen Pfeil, in dem die höchste Oktave O_4 ist und der Ton «C» ist. Zu der Zeit, wo sich das Register 34 in dem Anfangszustand «0» befindet wird von dem Generator 43 ein zusätzliches Taktsignal erzeugt. Demzufolge wird synchron mit dem Adressensignal, das den Block «0» bezeichnet und durch die Blockzustandsabtasterschaltung 38 erzeugt wird, der «+2» Korrekturwert zusammen mit dem «+8» Additionsbefehl an den Addierer 40 angelegt und dann wird in dem Addierer 40 eine Addition (0 + 10) durchgeführt. In der Subtrahierschaltung 41 wird in Abhängigkeit des vierten Oktavensignals O_4 «-8» von dem addierten Wert «10» abgezogen. Der erhaltene Wert «2» wird an das Register 34-2 zurückgeführt. Das zusätzliche Taktsignal wird als ein «+1»-Additionsbefehl an den Addierer 36 und als ein Einschaltssignal an das Schieberegister 49 angelegt, wie das in Fig. 7C dargestellt ist. Zu diesem Zeitpunkt ist die Adresse des Schieberegisters «0». Unter dieser Bedingung befindet sich der Zeilenspeicher «0» des Schieberegisters 49 im Ausgabezustand und gibt den durch den Addierer 52 zu erzeugenden Ausgangswert frei. Nach 8 $\emptyset_0$ -Verschiebeimpulsen gibt das Register 34-2 «2» und das Register 34-1 «1» ab (Fig. 11A, 11B und 11E). Zu diesem Zeitpunkt ist das Ausgangssignal aus dem Register 34-1 «1», so dass das Ausgangssignal aus dem Ausgang ① der Abtasterschaltung 38 an die Matrixschaltung 39 angelegt wird. Im Falle des Tones «C» gibt die Matrixschaltung 39 kein Ausgangssignal ab, wodurch kein Schrittkorrekturwert an den Addierer 40 angelegt wird. Nur der «+8»-Befehl wird synchron mit dem zusätzlichen Taktsignal an den Addierer 40 angelegt, wodurch die Addition (2 + 8) durch diesen ausgeführt wird. Ferner führt die Subtrahierschaltung 41 eine «-8»-Subtraktion aus und das daraus erhaltene Resultat der Subtraktion «2» wird an das Register 34-2 zurückgeführt. Synchron mit dem zusätzlichen Taktsignal wird ein «+1»-Signal an den Addierer 36 angelegt, und der Additionswert «2» wird an das Register 34-1 zurückgeführt. Das zusätzliche Taktsignal wird als ein Einschaltssignal dem Schie-

beregister 49 zugeführt, und der Ausgangswert «2» aus dem Register 34-2 wird an das Schieberegister 44 angelegt. Demzufolge wird ein Signal «1» auf der Ausgangsleitung Y₂ abgegeben. Wie aus Tabelle 5 ersichtlich ist, bezeichnet es die Adresse «2» des Schieberegisters 49. Daraus ergibt sich, dass das Taktsignal der Blockadresse «1», das von dem Schieberegister 49 abgegeben wird, um 2Ø₀-Verschiebetakte nacheilt, wie das aus der Kurve (i) in Fig. 11A ersichtlich ist. Das heisst, wenn die Blockadressen «0» und «1» sind wird der Abstand zwischen diesen 10 Schritten unterteilt. Anschliessend wird ein ähnlicher Vorgang wiederholt. Im Falle des Tones «C» sind die benachbarten Blockadressen um 8 Schritte beabstandet und wie in Fig. 10 dargestellt ist, hat die Musiktone 130 Schritte. Die Verarbeitung der Töne «B» und «C#» bei dem vierten Oktavensignal O₄ sind in dem dem Zustandsdiagramm von Fig. 11A ähnlichen Diagrammen in den Fig. 11B und 11C dargestellt.

Die Einzelheiten des Schieberegisters 49 und des Addierers 52 in Fig. 7C sind in Fig. 12 dargestellt. Die Bezugswerte 49-1 bis 49-8 bezeichnen 8 Zeilenspeicher (die Zeilenspeicher 49-4 bis 49-7 sind in der Zeichnung weggelassen) mit jeweils 10-Bits. Diese Zeilenspeicher werden durch das Basistaktsignal Ø₀ vorgeschoben. An den Eingangsseiten der Zeilenspeicher 49-1 bis 49-8 sind Eingangssteuerschaltkreise 49-9 bis 49-16 vorgesehen. Zur Vereinfachung ist in der Zeichnung nur eine Gatter-Schaltung für ein Bit dargestellt. Ähnliche Gatter-Schaltkreise werden für alle anderen Bits verwendet. Ein Adressenbezeichnungssignal von drei Bit, das über die Leitungen Y₁, Y₂ und Y₄ aus dem Schieberegister 44, das in Fig. 7A dargestellt ist, an den Dekoder 49-17 des Schieberegisters 49 angelegt, wenn die Adressen «0» bis «7» dargestellt werden. Die Zeilenspeicher 49-1 bis 49-8 bezeichnen die Adressen «0» bis «7». Die Bezeichnungssignale der Adressen «0» bis «7» werden an die UND-Gatter 49-18 bis 49-25, an welche ein Endschaftssignal anliegt, angelegt. Die Ausgänge dieser Gatter sind mit den Eingangssteuerschaltkreisen 49-9 bis 49-16 verbunden. Das Ausgangssignal aus dem Addierer 52 gelangt über die Eingangssteuerschaltkreise 49-9 bis 49-16 in den bestimmten Zeilenspeicher und werden durch diesen hindurchgeschoben. Das Ausgangssignal aus dem Zeilenspeicher 49-1 wird über einen Addierer 49-26 und eine Sperrschaltung 49-27 an einen D/A-Wandler angelegt (Fig. 1). Das Ausgangssignal aus der Sperrschaltung 49-27 wird über den Addierer 49-26 zurückgeführt, so dass es akkumuliert wird. Das Ausgangssignal aus dem Zeilenspeicher gerade vor dem Ausgang des bestimmten Zeilenspeichers 49-1 bis 49-8 wird über das ODER-Gatter 49-28 (nur für ein Bit dargestellt) an die dem Addierer 52 entsprechend gewichtet Stufe angelegt.

Ein in Fig. 7A dargestelltes Setzregister 53 besteht aus 8 Zeilenspeichern jeweils für ein Bit. Ein Hüllkurvenregister besteht aus 8 Zeilenspeichern, die in der Richtung des Pfeiles parallel geschaltet sind. Dieses Register 54 ist ein 7-Bit-Zeilenspeicher gewichtet mit «1», «2», «4», «8», «16», «32» und «64». Im Betrieb werden beide Register 53, 54 synchron mit dem Verschiebeimpuls Ø₀ in Richtung des Pfeiles vorgeschoben. Das Tonregister 20, das Oktavenregister 21, das Periodenregister 34, das Einstellregister 53 und das Hüllkurvenregister 54 sind so ausgelegt, dass sie den Zeilenspeichern entsprechen. Für den von dem Oktavenregister 21 und dem Tonregister 20 abgegebenen Tonhöhenkode werden die diesen entsprechenden Steuersignale von dem Periodenregister 34, dem Einstellregister 53 und dem Hüllkurvenregister 54 erzeugt. Der Hüllkurvenkoeffizient wird durch 32 Zählwerte von «0» bis «31», die durch 5-Bit, gewichtet mit «1», «2», «4», «8» und «16», ausgedrückt werden, aus dem Hüllkurvenregister 54 gesteuert. 2 mit «32» und «64» gewichtete Bits zeichnen vier Hüllkurvenzustände, Anstieg (A), Übergang (D), Abklingen (R) und Frei. Die Ausgänge an den

7-Bit-Ausgangstufen des Hüllkurvenregisters 54 werden an die entsprechend gewichteten Eingangsklemmen des Addierers 55 angelegt. Die entsprechenden Bit-Ausgänge aus dem Addierer 55-1 zum Zählen des Hüllkurvensteuerwerts im Addierer 55 werden umlaufend an die mit «1», «2», «4», «8» und «16» gewichteten Eingangsklemmen des Hüllkurvenregisters 54 über Sperrgatter 56-1 bis 56-5 zum Sperren der Ausgabe, wenn ein Trägersignal am Addierer 55-1 auftritt, angelegt. Das von dem Addierer 55-1 erzeugte Trägersignal wird an die Eingangsklemme eines Addierers 55-3 für die Zustandszählung angelegt, und zwar über das Sperrgatter 55-2, das durch ein Ausgangssignal des invertierten UND-Gatters 57, welches einen Freizustand «00» an dem mit «32» und «64» gewichteten Ausgängen des Hüllkurvenregisters 54 abtastet. Mit anderen Worten, der Addierer 55-3 akzeptiert das Trägersignal, wenn der Hüllkurvenzustand nicht frei ist. Das Ausgangssignal des Addierers 55-3 wird an den mit «32» und «64» gewichteten Eingangsklemmen des Hüllkurvenregisters 54 durch die Sperrgatter 58-1 und 58-2 gehalten. Das die Betätigung der Funktionstaste bezeichnende Signal wird an die Eingangsseite der mit «32» gewichteten Stufe des Hüllkurvenregisters 54 über das ODER-Gatter 59 angelegt, so dass wenn ein solches Signal erzeugt wird, der Hüllkurvenzustand sofort einen Anstiegszustand annimmt. Das Verhältnis zwischen den Hüllkurvenzuständen und dem Kodezustand, der mit «32» und «64» gewichteten Stufen von 2-Bits ist in Tabelle 6 angegeben.

Tabelle 6

Stellenwert	Hüllkurvenzustand	
	32	64
0	0	Taste ist ausgeschaltet, frei
1	0	Anstieg
0	1	Übergang
1	1	Abklingen

Das Ausgangssignal aus dem in Fig. 7A dargestellten Einstellregister 53 wird an eine der Eingangsklemmen jedes Gatters 60 und 61 angelegt. Die andere Eingangsklemme des UND-Gatters 60 ist an den Ausgang des UND-Gatters 62 angeschlossen, um ein logisches Produkt aus dem Adressensignal, das den Block «0» bezeichnet und dem zusätzlichen Taktsignal, das vom Taktgenerator 43 abgegeben wird, zu empfangen. Das Einstellregister 53 wird durch Anlegen eines Taktsignals, das von dem Sperrgatter 63 über die ODER-Gatter 64 und 65 abgegeben wird, gesetzt. Das Sperrgatter 63 wird mit dem Ausgangssignal aus einer Serieschaltung der Sperrgatter 66-1 bis 66-5 zur Abtastung aller 0-Zustände des Hüllkurvenregisters 54 und dem invertierten Gatter 66-5 gespeist. Bei allen 0-Zuständen werden die Hüllkurve durch das Sperrgatter 63 zurückgehalten. Wird ein «1»-Signal im Einstellregister 53 gesetzt, wird synchron mit dem zusätzlichen Taktsignal des «0»-Blockes dem UND-Gatter 62 das UND-Gatter leitend. Es wird dann das zusätzliche Taktsignal an den Addierer 55 angelegt, während gleichzeitig das Sperrgatter 63 gesperrt wird. Dadurch wird ein «0»-Signal in das Einstellregister 53 eingegeben, um es freizugeben. Das zusätzliche Taktsignal aus dem UND-Gatter 60 wird als ein Torsignal an die UND-Gatter 67-1 bis 67-5 angelegt, wodurch ein Additionswert für eine später anzugebende Hüllkurve durch den Addierer 55 durchgeleitet wird. Dadurch wird die Hüllkurve mit der Zeit in den Anstieg-, Übergang- und Abklingenzustand vorgeschoben. D.h. das Einstellregister 53 wird verwendet, um einen Additionswert für die Hüllkurve, der an den Addierer 55 angelegt ist, mit der «0» Blockadresse der Musiktone zu synchronisieren. Ist der Ausgang des Regi-

sters 53 «0» und das Hüllkurvenregister 54 in allen Stufen 0, gibt das Sperrgatter 68 ein Rückstellsignal ab. Das 5-Bit-Signal, gewichtet mit «1», «2», «4», «8» und «16», das wird entsprechend an die Exklusiv-ODER-Gatter 69-1 bis 69-5 des Schieberegisters 69 angelegt.

Die in der Fig. 7C dargestellten Schalter S_1 bis S_6 werden verwendet, um Arten einzelner Volumenkurven α und β zu steuern. Die Gruppe der Schalter S_1 , S_3 und S_5 bezeichnen den Einsatz (A), den Übergang (D) und die Freigabe (R) auf der Volumenkurve α . Die Gruppe der Schalter S_2 , S_4 und S_6 bezeichnen die Zustände A, D und R der Volumenkurve β . Wie in Fig. 13 dargestellt ist, können drei Schalter sieben Volumenkurvenarten bezeichnen. In diesem Beispiel können zwei Volumenkurvenarten gleichzeitig ausgewählt werden, wobei eine als eine α -Volumenkurve und die andere als eine β -Volumenkurve bezeichnet wird. Die Kombination dieser α - und β -Kurven sind in Fig. 14 dargestellt.

Wie mit Bezug auf die Fig. 1 bis 3 beschrieben, bezeichnet der das Wellenformprogramm bezeichnende Teil 35, der in Fig. 7A dargestellt ist, eine Periode einer Musikonwelle durch einen unterschiedlichen Koeffizienten mit «+» oder «-» für den Wellenanstieg oder den Wellenabfall bei jeder Blockadresse der einen Periode. Der Zahl 35 kann auch die Art der Volumenkurve α - und β -Kurve durch Erzeugung eines «0»-Signals zur Kennzeichnung der α -Kurve und eines «1»-Signals zur Kennzeichnung der β -Kurve. Ein Beispiel für die Kennzeichnung ist in Fig. 15 dargestellt. Wie aus dieser Figur ersichtlich ist, wird der Wert des Differentialkoeffizienten durch Ziffern «1», «2» und «4» und Vorzeichen «+» und «-» gekennzeichnet und die Volumenkurve wird durch α und β gekennzeichnet. Die Einzelheiten des das Wellenformprogramm bezeichnenden Teiles sind in Fig. 16 dargestellt. Für jede Blockadresse «1» bis «15» sind Schalter A_1 bis A_{15} und B_1 bis B_{15} zur Kennzeichnung der Absolutwerte «1», «2» und «4», Schalter C_1 bis C_{15} zur Kennzeichnung der α - und β -Volumenkurven und Schalter D_1 bis D_{15} zur Kennzeichnung von «+» und «-» vorgesehen. Eine gemeinsame Leitung der entsprechenden Schaltergruppen für jede Blockadresse führt Blockzustandabtastsignale mit Zählwerten «1» bis «15» aus dem Blockzählregister 34-1. Die Schalter A_1 bis A_{15} und B_1 bis B_{15} jedes Blockes erzeugen über Dekoder E_1 bis E_{15} drei Erkennungssignale von den Differenzialkoeffizienten «1», «2» und «4». Die entsprechenden Erkennungssignale werden über ein ODER-Gatter abgegeben. Die Blockadresse «0» weist immer «0»-Zustände auf und wird somit nicht durch die Schalter gekennzeichnet und deshalb werden die Blockadressen «1» bis «15» durch den Schalter gekennzeichnet. Ein (-) Befehlssignal, das durch den Teil 35 für jede Adresse bezeichnet wird, wird an den in Fig. 7C dargestellten Addierer 52 angelegt, das Befehlssignal «1», «2» oder «4» wird an das in Fig. 7C dargestellte Schieberegister 69 angelegt und ein β -Befehlssignal wird an die in Fig. 7B dargestellten Exklusiv-ODER-Gatter 70 und 71 angelegt. Das β -Befehlssignal durchläuft das Exklusiv-ODER-Gatter 70 und wird an die Sperrgatter 72-1 bis 72-3 und die UND-Gatter 72-4 bis 72-6 in einer Volumenkurvensteuerschaltung 72 angelegt. Die UND-Gatter 72-4 bis 72-6 geben Ausgangssignale synchron mit einem die β -Kurve kennzeichnenden Signal mit einem logischen Zustand «1», die Sperrgatter 72-1 bis 72-3 geben Ausgangssignale synchron mit einem die α -Kurve kennzeichnenden Signal mit einem logischen Zustand «0» ab, und zwar in Übereinstimmung mit dem durch die Schalter S_1 bis S_6 gekennzeichneten α oder β . Die Ausgänge des Sperrgatters 72-1 und des UND-Gatters 72-4 sind mit dem ODER-Gatter 72-7, die Ausgänge des Sperrgatters 72-2 und des UND-Gatters 72-5 mit dem ODER-Gatter 72-8 und die Ausgänge des Sperrgatters 72-3 und des UND-Gatters 72-6 sind mit dem ODER-Gatter 72-9 verbunden. Der

Ausgang des ODER-Gatters 72-7 ist an das UND-Gatter 72-10, die Sperrgatter 72-11 und 72-12 und das UND-Gatter 72-13 angeschlossen. Der Ausgang des ODER-Gatters 72-8 ist an das UND-Gatter 72-14 und das Sperrgatter 72-12 und der Ausgang des ODER-Gatters 72-9 ist an das UND-Gatter 72-15 angeschlossen. Der Ausgang des UND-Gatters 72-14 ist an das Sperrgatter 72-11 und das UND-Gatter 72-13 angeschlossen. Das UND-Gatter 72-10 und das Sperrgatter 72-11 sind über das ODER-Gatter 72-16 an das ODER-Gatter 72-17 angeschlossen. Der Ausgang des Sperrgatters 72-12 ist über das UND-Gatter 72-18 an ein ODER-Gatter 72-19 angeschlossen. Die UND-Gatter 72-13 und 72-15 sind an ein ODER-Gatter 72-20 angeschlossen. Die ODER-Gatter 72-17 bis 72-20 sind hintereinandergeschaltet und der Ausgang des ODER-Gatters 72-17 wird an das UND-Gatter 50 angeschlossen. Ein Abtastsignal aus der Abtastschaltung 73 wird an die UND-Gatter 72-10, 72-14, 72-15 und 72-18 angelegt. Das invertierte UND-Gatter 73-1 tastet einen «00»-Klarzustand der Hüllkurve, das Sperrgatter 73-2 einen Einsatzzustand, das Sperrgatter 73-3 einen Übergangszustand und das UND-Gatter 73-4 einen Freigabezustand ab. Das Sperrgatter 73-2 ist mit dem UND-Gatter 72-10 und das Sperrgatter 73-3 ist mit dem UND-Gatter 72-14 und 72-18 verbunden. Die Ausgangssignale aus diesen Gattern dienen als Torsignale. Das Ausgangssignal aus dem invertierten UND-Gatter 73-1 wird zusammen mit einem Abtastsignal aller «0»-Zustände aus dem Hüllkurvenregister 54 an das Sperrgatter 73-5 angelegt. Das Ausgangssignal aus dem Sperrgatter 73-5 wird zusammen mit dem Ausgangssignal aus dem UND-Gatter 73-4 über das ODER-Gatter 73-6 als ein Torsignal an das UND-Gatter 73-15 angelegt. Demzufolge gibt das ODER-Gatter 72-16 in der Volumenkurvensteuerschaltung 72 ein Ausgangssignal ab, wenn sich die Hüllkurve im Anstiegszustand befindet und die Volumenkurve durch ④ bis ⑦, die in Fig. 13 gezeigt ist, bezeichnet ist, und wenn erstere im Übergangszustand und letztere durch ② und ③ gekennzeichnet ist, wie in Fig. 13 dargestellt ist. Das UND-Gatter 72-18 gibt ein «31» Befehlssignal im Fall von ④ in Fig. 13 ab, welches keinen Übergang bezeichnet, wenn der Hüllkurvenzustand im Übergangszustand ist und eine Einsatzkennzeichnung gegeben wird. Das ODER-Gatter 72 gibt ein Signal zur Kennzeichnung eines Komplementwertes ab, welcher ein invertierter Hüllkurvenkoeffizientwert in den Fällen ①, ③, ⑤, ⑥, ⑦ in Fig. 13 ist, und welcher eine abwärts zeigende Kennzeichnung für den Übergang- und den Abklingzustand der Hüllkurve ist. Das ODER-Gatter 72-17 gibt ein Signal ab, das den Anstieg (A), den Übergang (D) und das Abklingen (R) darstellt, wenn diese Zustände durch den entsprechenden Schalter angezeigt werden. Das zu diesem Zeitpunkt erzeugte, zusätzliche Taktsignal wird als ein Einschaltssignal dem Schieberegister 49 zugeführt. Das von dem UND-Gatter 72-18 abgegebene «31»-Befehlssignal wird an die ODER-Gatter 69-6 bis 69-10 und das komplementäre Befehlssignal aus dem ODER-Gatter 72-20 wird über das Exklusiv-ODER-Gatter 69-11 an die Exklusiv-ODER-Gatter 69-1 bis 69-5 abgegeben. Im Schieberegister 69 werden, wenn das «31»-Befehlssignal und das komplementäre Befehlssignal nicht anliegen, die Hüllkurvenkoeffizientwerte, die mit «1», «2», «4», «8» und «16» gewichtet sind, aus dem Hüllkurvenspeicher 54 durch die Exklusiv-ODER-Gatter 69-1 bis 69-5 abgegeben und einem gewichteten Verschiebevorgang (in diesem Fall $\pm$ Differenzialkoeffizientwert $\times$ Hüllkurvenkoeffizientwert E) in Übereinstimmung mit den gekennzeichneten Differenzialkoeffizientwerten «1», «2» und «4» für jede Blockadresse, die von dem das Wellenformprogramm bezeichnenden Teil 35 bezeichnet sind, unterzogen und der Wert der Multiplikation wird dem Addierer 52 zugeführt. Ein Signal, das den Differenzialkoeffizientwert «1» bezeichnet, wird an eine Eingangsklemme jedes

UND-Gatters 69-12 bis 69-16 angelegt, ein Signal das den Differenzialkoeffizientwert «2» kennzeichnet, wird an eine der Eingangsklemmen jedes UND-Gatters 69-17 bis 69-21 ausgelegt. Ein Signal, das den Differenzialkoeffizientwert «4» kennzeichnet, wird an eine der Eingangsklemmen jedes UND-Gatters 69-22 bis 69-26 angelegt. An den anderen Eingangsklemmen jedes UND-Gatters 69-12, 69-17 und 69-22 liegt ein Signal an, das dem Gewicht «1» des Hüllkurvenkoeffizientwertes entspricht. An der anderen Eingangsklemme jedes UND-Gatters 69-13, 69-18 und 69-23 liegt ein Signal an, das dem Gewicht «2» entspricht. An der anderen Eingangsklemme jedes UND-Gatters 69-14, 69-19 und 69-24 liegt ein Signal an, das dem Gewicht «4» entspricht. An den anderen Eingangsklemmen jedes ODER-Gatters 69-15, 69-20 und 69-25 liegt ein Signal an, das dem Gewicht «8» entspricht. An den anderen Eingangsklemmen jedes UND-Gatters 69-16, 69-21 und 69-26 liegt ein Signal an, das dem Gewicht «16» entspricht. Wie dargestellt, ist das UND-Gatter 69-12 an die mit «1» gewichtete Eingangsklemme des Addierers 52, die UND-Gatter 69-13 und 69-17 an die mit «2» gewichteten Eingangsklemmen über das ODER-Gatter 69-27, die UND-Gatter 69-14, 69-18 und 69-22 an die mit «4» gewichteten Eingangsklemmen über die ODER-Gatter 69-28 und 69-29, die UND-Gatter 69-15, 69-19 und 69-23 an die mit «8» gewichteten Eingangsklemmen über die ODER-Gatter 69-30 und 69-31, die UND-Gatter 69-16, 69-20 und 69-24 an die mit «16» gewichteten Eingangsklemmen über die ODER-Gatter 60-32 und 69-33, die UND-Gatter 69-21 und 69-25 an die mit «32» gewichteten Eingangsklemmen über das ODER-Gatter 69-34 und das UND-Gatter 69-26 an die mit «64» gewichtete Eingangsklemme angeschlossen. Durch diese Verbindung erzeugt das Schieberegister 69 Multiplikationswerte, wie in Fig. 17 dargestellt ist, in Übereinstimmung mit dem Differenzialkoeffizientwerten «1», «2» und «4». Wenn die Volumenkurvensteuerschaltung 72 ein «31»-Befehlssignal erzeugt und es an die ODER-Gatter 69-6 bis 69-10 abgibt, wird der Hüllkurvenkoeffizientwert einen Wert «31» haben, unabhängig vom Ausgangssignal aus dem Hüllkurvenregister 54. Wird der Komplementärbefehl an das Exklusiv-ODER-Gatter 69-11 angelegt, wird der Hüllkurvenkoeffizient mit 5-Bits dem Hüllkurvenregister 54 invertiert und die in der Fig. 17 dargestellten Multiplikationswerte werden zu Inversen werden.

Wie aus Fig. 15 ersichtlich ist, ist die Differenz aus den in Fig. 4 bis 7 dargestellten Fall, der das die Multiplikation für jede Blockadresse in Übereinstimmung mit einer Volumenkurve α oder β durchgeführt wird, d.h. $\pm$ Differentialkoeffizientwert $\times$ Hüllkurvenkoeffizientwert E (E ist E wenn es der α -Volumenkurve folgt und ist E wenn es der β -Volumenkurve folgt). Auf diese Weise wird der Multiplikationswert, der in den Addierer 52 eingegeben wird, an das Schieberegister 49 angelegt.

Durch die Kennzeichnung von zwei Volumenkurven α und β kann das System somit gleichzeitig Wellenformen α und β bezeichnen. Sind die Wellenformen unterschiedlich, können Anstieg und Abklingen der Volumenkurven geändert werden, dass eine geeignete Kombination derselben eine grössere Anzahl von Musiktonwellen ermöglicht. Demzufolge bildet die zeitliche Änderung einer harmonischen Struktur der Wellenform eine bemerkenswerte Möglichkeit, eine Musiktonwelle mit guter Klangfarbe zu erzeugen. Mit dem so ausgebildeten Musikinstrument kann ein Musikton mit Merkmalen, die dem insbesondere durch Blasinstrumente und Streicher erzeugten Ton eigen sind, erzeugt werden.

Die Schalter S_{10} , S_{11} und S_{12} in Fig. 7B werden verwendet, um die α - und β -Periodenart zu kennzeichnen. Die Ausgangssignale aus diesen Schaltern werden der Perioden- oder Tastverhältnissteuerschaltung 74 zugeleitet. Durch das EIN- und AUS-Schalten dieser drei Schalter wird ein durch 8 Ziffern

«0» bis «7» dargestelltes Kennzeichnungssignal aus der Matrixschaltung 74-1 über Ausgangsleitungen abgegeben. Die 3-Bit-Ausgangssignale (gewichtete als «16», «32» und «64») aus dem in Fig. 7A dargestellten Periodenzählregister 34-3, welches für jede Periode der Wellenform gezählt wird, werden auch der Steuerschaltung 74 zugeführt. Das invertierte UND-Gatter 74-3 gibt entsprechend dem Periodenzählstand den in Fig. 18B gezeigten Ausgangszustand ab, und das ODER-Gatter 74-4 gibt den in der Fig. 18A gezeigten Ausgangszustand mit einer Bedingung ($\overline{16} \cdot 32 \cdot 16 \cdot 32 \cdot \overline{64}$) und zwar in Abhängigkeit des Zustandes des UND-Gatters 74-5, des Sperrgatters 74-6 und des invertierten UND-Gatters 74-3. Das in Fig. 18A dargestellte Signal ($\overline{16}$) des Periodenzählregisters 34-3 wird an die Sperrgatter 74-7 und 74-8 angelegt. Der Ausgang des invertierten UND-Gatters 74-3 ist mit den UND-Gattern 74-9 und 74-10 verbunden. Der Ausgang des ODER-Gatters 74-4 ist mit den UND-Gattern 74-12 verbunden.

Eine grundsätzliche Beziehung zwischen Tastverhältnis und einem Zykluszahlzustand wird mit Bezug auf Fig. 19 beschrieben. In der Figur bezeichnet «0» einen Zyklus ohne Wellenformausgabe und «1» einen Zyklus mit Wellenformausgabe. Tastverhältnisse «1», « $\frac{1}{2}$ » und « $\frac{1}{4}$ » bedeuten, dass eine Wellenformausgabe jeweils einmal pro Zyklus, einmal pro zwei Zyklen und einmal pro vier Zyklen erfolgt. Das Tastverhältnis « $\frac{1}{3}$ » wird durch direktes Einstellen des Zykluszahlstandes auf «6» Zykluszahlstände erreicht, wobei die Zyklen «4» und «5» nicht gezählt werden. Bei der Bezeichnung von «6» und «7», die durch die Ziffern «0» bis «7» in Übereinstimmung mit den Kombinationen von drei Bit spezifiziert werden, erzeugt die Matrixschaltung 74-2 ein K_1 -Ausgangssignal, das zusammen mit dem Ausgangssignal des Gewichtes 64 aus dem Addierer 36 an das UND-Gatter 74-13 angelegt wird das über das ODER-Gatter 74-14 an die mit «32» gewichtete Eingangsklemme des Periodenzählregisters 34-3 angelegt wird. Somit wird die Zählung des Zykluszustandes «4» und «5» übersprungen. Das K_2 -Ausgangssignal der Matrixschaltung 74-2 wird an das ODER-Gatter 74-15, das K_3 -Ausgangssignal an das ODER-Gatter 74-16, das K_4 -Ausgangssignal an das ODER-Gatter 74-15 über das Sperrgatter 74-5, das K_5 -Ausgangssignal an das ODER-Gatter 74-16 über das Sperrgatter 74-8, das K_6 -Ausgangssignal an das ODER-Gatter 74-17 über das UND-Gatter 74-9 und das K_8 -Ausgangssignal an das ODER-Gatter 74-19 über das UND-Gatter 74-11 und das K_9 -Ausgangssignal an das ODER-Gatter 74-20 über das UND-Gatter 74-12 angelegt. Die ODER-Gatter 74-16, 74-18 und 74-20 sind in Serie geschaltet, um (α) zu erzeugen. Die ODER-Gatter 74-16, 74-18 und 74-20 sind in Serie geschaltet, um ein Ausgangssignal X_2 (β) zu erzeugen. Die Ausgangssignale aus den Ausgangsleitungen X_1 (α) und X_2 (β) entsprechen demzufolge den Ziffern «0» bis «7» für die α - und β -Periodenartbezeichnung, wie das in Fig. 20 dargestellt ist. Wie gezeigt, führt die Leitung X_1 (α) eine Periode M auf der Basis der Wellenform durch – Bezeichnung und die Ausgangsleitung X_2 (β) führt eine Periode N auf der Basis der Wellenform durch α -Bezeichnung. In den Periodenarten «0» bis «5» sind die Perioden M und N deshalb beide ganzzahlig in den Periodenarten «6» und «7» ist falls eine der Abgaben M und N ganzzahlig ist, ist die andere aber nicht ganzzahlig. Die Ausgangssignale X_1 (α) und X_2 (β) werden an Sperrgatter 75 und das UND-Gatter 76 angelegt. Synchron mit einem α - β -Bezeichnungssignal, das von dem Exklusiv-ODER-Gatter 71 abgegeben wird, wird das Sperrgatter 75 von einem Signal («0»), das UND-Gatter 76 von einem Signal («1») leitend gemacht. Diese Ausgangssignale werden über die UND-Gatter 77 und 78, und das ODER-Gatter 79 dem UND-Gatter 51 zugeführt.

Der Schalter R_2 ist an das Exklusiv-ODER-Gatter 71

angeschlossen und invertiert ein α - β -Bezeichnungssignal für jede Blockadresse, die von dem das Wellenform bezeichnenden Teil 35 ausgegeben wird mit der Ergebnis, dass das UND-Gatter 76 ein Ausgangssignal synchron mit dem α -Bezeichnungssignal und das Sperrgatter 75 ein Ausgangssignal synchron mit dem β -Bezeichnungssignal abgibt. Das Ausgangssignal X_1 wird eine α -Abgabe und das Ausgangssignal X_2 eine β -Abgabe. Der Schalter R_2 ist an die Sperrgatter 80 und 81 angeschlossen, an welcher ein Signal P und das invertierte Signal $\bar{P}$ anliegt, und welches angibt, ob α und β getrennt werden oder nicht. Im Betrieb geben die Sperrgatter 80 und 81 keine Ausgangssignale ab, und die Sperrgatter 77 und 78 geben somit X_1 (α) und X_2 (β) Signale ab, wenn der Schalter P_1 betätigt ist und die Signale X_1 (α) und X_2 (β) abgegeben werden. Ist der Schalter R_2 nicht betätigt, geben die Sperrgatter 80 und 81 ein Signal P und ein Signal $\bar{P}$ (diese Signale werden nur bei einer Duettausführung erzeugt) und der gerade Zeilenspeicher wird durch bezeichnet und dies ist aus der Tabelle in Fig. 21 ersichtlich. Beim Aufstellen der in Fig. 21 dargestellten Tabelle wurde auf einen Hinweis auf den Schalter R_2 und einen Schalter R_3 verzichtet. Die durch den Schalter R_2 bezeichnete Nichttrennung der Signale ist nur für die DuettDarbietung wirksam. Der Schalter R_3 ist an das Exklusiv-ODER-Gatter 70 angeschlossen und wenn er betätigt wird, wird das α/β -Signal, das für jeden Block durch den das Wellenformprogramm bezeichnenden Teil 35 spezifiziert wird, invertiert. Das heisst die Verbindungen von α und β werden alle invertiert. Auf diese Weise kann der Oktavenbetrieb durch die α - und β -Abgabeartbezeichnung ausgeführt werden und die Abgabe der Musiktönenwellenänderungen und auch die Klangfarbe kann für jede Oktave geändert werden. Es wird nun der in Fig. 21 dargestellte Vorgang beschrieben, bei dem für α , β keine Trennung erfolgt in dem Fall eine Artbezeichnung wächst, wobei $\alpha:\beta$ gleich 1:15 ist und β ein Ton ist, der hauptsächlich um ein Vier-Ton-Intervall tiefer als α ist. Bei der Artbezeichnung «7» ist eine Abgabe β zweimal so lang wie jene von α . Die Wellenform β kann als eine zusammengesetzte Welle von Wellen mit der $\frac{2}{3}$ und Doppelperiode von der das α -Welle angenommen werden. β ist ein Ton, der eine Komponente, die hauptsächlich um einen Fünf-Ton-Intervall tiefer als α ist, und eine weitere Komponente enthält, die um eine Oktave tiefer als α ist. Die Perioden zwischen den unterschiedlichen Wellenformen können entsprechend dem Verhältnis $M:N$ gesteuert werden. Die Harmonischen dieser Wellen können geändert werden. Und wenn solche Wellen mit geänderten Harmonischen kombiniert sind, wird die Harmonische der kombinierten Welle ferner unterschiedlich geändert. Eine solche kombinierte oder zusammengesetzte Welle erzeugt ein Musiktongefühl mit einer besseren natürlichen Zeitänderung.

In Fig. 7 ist der Schalter T_1 ein das Tremolo bezeichnender Schalter (ein flaches Tremolo genannt). T_2 ist ein das Tremolo bezeichnender Schalter, durch welchen ein Tremolo nur während des Betriebes angelegt wird. Zur Bezeichnung eines Berührungstremolos wird der das Tremolo bezeichnende Schalter losgelassen. Die Schalter T_3 , T_4 und T_5 bezeichnen die Tiefe (eine Amplitude genannt) eines Tremolos, welche die Maximalamplitude «1» (Tiefe 100%), « $\frac{1}{2}$ » (50%) bzw. « $\frac{1}{4}$ » (25%) bezeichnen. Das Signal aus dem Schalter T_1 oder T_2 wird über ein ODER-Gatter 82 an die UND-Gatter 83-1 bis 83-3 angelegt. Demzufolge wird ein Ausgangssignal mit einer spezifizierten Amplitude erzeugt und an eine Tremolo-Steuerschaltung 84 angelegt. Die UND-Gatter 83-1 bis 83-3 sind über die ODER-Gatter 84-1 oder 84-2 mit den UND-Gattern 84-3 und 84-4 verbunden. Das Ausgangssignal des UND-Gatters 83-2 wird an das ODER-Gatter 84-6 angelegt. Das UND-Gatter 84-7 ist über das UND-Gatter 84-5 mit dem mit «64» gewichteten Ausgang des Hüllkurvenregisters 54

verbunden. Demzufolge ist im Übergangszustand und im Freigabezustand der mit «16» gewichtete Ausgang des Hüllkurvenregisters 54 immer «1». Das Ausgangssignal aus dem UND-Gatter 84-8 zur Abtastung des Freigabezustandes wird an das UND-Gatter 84-3 angelegt, dessen Ausgangssignal über ein Sperrgatter 84-9, welches durch eine andere als eine Mandolinenbezeichnung leitend gemacht wird, an das ODER-Gatter 84-10 angelegt. Das Sperrgatter 84-7 ist im Freigabezustand nicht leitend, weil das Sperrgatter 84-11 bereit gemacht ist. Bei der Bezeichnung des Tremolos wird das Ausgangssignal aus dem mit «64» gewichteten Ausgang des Hüllkurvenregisters 54 an das UND-Gatter 84-4 angelegt, an dessen Ausgang immer ein «1»-Signal über das ODER-Gatter 84-12 an der mit «64» gewichteten Ausgangsklemme des Hüllkurvenregisters 54 erzeugt. Demzufolge kann der Zustand der Hüllkurve keinen Freizustand «00» annehmen, sondern der Übergangszustand und Freigabezustand wird abwechselnd wiederholt. Das Ausgangssignal des UND-Gatters 83-3 wird über das UND-Gatter 84-13, an welchem das Ausgangssignal aus dem mit «64» gewichteten Ausgang des Hüllkurvenregisters 54 angelegt ist, an die ODER-Gatter 84-14 und 84-15 und auch an das Sperrgatter 84-16 angelegt. Ähnlich wie das Sperrgatter 84-7 wird das Sperrgatter 84-16 im Freigabezustand nicht leitend gemacht, während die Sperrgatter 84-17 und 84-8 leitend werden. Das Ausgangssignal aus dem «32» gewichteten Ausgang des Hüllkurvenregisters 54 wird ferner an das Sperrgatter 84-21 über das Sperrgatter 84-20 angelegt. Das Sperrgatter 84-20 ist mit dem UND-Gatter 84-19 verbunden, welches nur leitend ist, wenn der Tremolosaitenschalter T_6 betätigt ist. Da die Ausgangssignale aus dem UND-Gatter 84-4 an das Sperrgatter 84-21 angelegt werden, wird es durch die Tremolokennzeichnung nicht leitend und sein Ausgangszustand bleibt immer «0». Demzufolge gibt die Abtastschaltung 73 nur ein Übergangszustandssignal aus dem Sperrgatter 73-3 ab. Bei den Tremolo-bezeichnungsschaltern T_1 und T_2 ist der Hüllkurvenkoeffizientwert des Hüllkurvenregisters 54 wie in den Fig. 22 bis 24 dargestellt, in Übereinstimmung mit der tiefen Angabe der Amplitude $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$ oder $\frac{3}{4}$ und den Volumenkurven (Fig. 13). Mit Bezug auf die Volumenkurven ①, ④, ⑤, die in Fig. 13 dargestellt sind, liegt kein Tremolo an. T_6 ist ein Ziehkнопf. Nach Betätigung des Schalters wird das Ausgangssignal des Sperrgatters 84-22, welches unter der Bedingung erzeugt wird, dass die Hüllkurve sich im Freigabezustand befindet und das Hüllkurvenregister 54 sich oberhalb «16» befindet, erzeugt wird, dem UND-Gatter 84-19 zugeleitet. Wird der Zustand «00» am Hüllkurvenregister 54 durch das invertierte Gatter 73-1 in der Abtastschaltung 73 abgetastet, wird ein Freigabesignal an das UND-Gatter 72-15 über das Sperrgatter 73-5 und das ODER-Gatter 73-6 angelegt. In der ersten Hälfte des Abklingzustandes arbeitet es deshalb als ein Übergangstaktsignal, und es wird dem Zupfen ähnliches Tremolo auf der Lautstärkenkurve erhalten, wie das in den Fig. 25A und 25B dargestellt ist (in diesem Fall ist die Tremolotiefe mit $\frac{1}{4}$ bezeichnet).

Der Schalter T_2 ist wirksam, wenn der Schalter T_1 vorher ausgeschaltet wurde und das Tremolo ist nur im Betrieb wirksam.

Entsprechend den Zuständen an den mit «32» und «64» gewichteten Ausgängen des Hüllkurvenregisters 74 gibt das Sperrgatter 85 ein Anstiegabtastsignal ① das Sperrgatter 86 ein Übergangsabtastsignal ②, ein Serieschaltkreis, ein Abklingabtastsignal ③, das Sperrgatter 66-6 ein hohes Abklingabtastsignal ④, und eine Serieschaltung der UND-Gatter 89 und 90 ein schwaches Abklingabtastsignal ⑤, ab. Die Bezugsziffer 91 bezeichnet ein Einstellregister zur Bezeichnung eines starken Abklingens, welches mit 8 Zeilen speichern von einem Bit versehen ist. Diese Speicher werden

im Betrieb in Abhängigkeit des Verschiebeimpulses $\emptyset_0$ vorge-schoben. Das starke Abklingen mf bedeutet eine relative schnelle Dämpfung der Hüllkurve um das Auftreten von Taktönen zu verhindern, wenn eine Funktionstaste losge-lassen wurde (insbesondere, wenn ein Dauerton, ähnlich einem Organklang, bezeichnet wurde). Wird ein mf -Einstellsignal abgegeben, wird das Signal deshalb über ein ODER-Gatter 92 an ein Sperrgatter 93 abgegeben, welches leitend ist, wenn kein Eingangssignal besteht und über ein Sperrgatter 94, das durch ein invertiertes Signal aus dem UND-Gatter 62 leitend gemacht wird, an ein Einstellregister 91 angelegt. Das Aus-gangssignal aus dem Sperrgatter 93 setzt das Register 53 für den Hüllkurventakt über ein UND-Gatter 95, ein Sperrgatter 96, welches leitend ist, ausser wenn der Hüllkurvenzustand «00» ist, ein ODER-Gatter 64 und ein ODER-Gatter 65, syn-chron mit dem Ausgangssignal (eine zusätzliche Taktung, wenn ein Adressensignal, das den Block «0» bezeichnet, erzeugt wird) aus dem UND-Gatter 62. Nach dem Setzen führt das Register 53 eine starke Ablingoperation durch. Die soweit gemachte Beschreibung bezieht sich auf einen Haupt-teil des erfindungsgemässen elektronischen Musikinstrumen-tes. Taktsignale zur Steuerung der Schaltkreise, die in Fig. 7A, 7B, 7C und 7D dargestellt sind, verschiedene Taktsignale zur Steuerung der Hüllkurve, Mehrfachaufführungssteuersignale wie Duettsteuersignale, Funktionstasteneingangssteuerung wird unter der Berücksichtigung der in den Fig. 27A und 27B dargestellten Schaltschema beschrieben.

Ein Basistaktsignal $\emptyset_0$ (z.B. 272510 Hz) das von einem Taktgenerator 100 abgegeben wird, wird an einen Zeilenzäh-ler 101 angelegt, welcher Zählungen entsprechend eines Umlaufes von 8 Zeilenspeichern, welche jeweils die Register 20, 21, 34, 53 und 54 in den Fig. 7A bis 7D bilden, ausführt. Der Zähler 101 ist ein 2^3 Binärzähler. Die Steuerschaltung 102 wird mit Signalen gespeist, die von den Kontaktstellungen W_1 (keine Mehrfachaufführung), W_2 (Duett) und W_3 (Quartett) eines mehrstelligen Schalters W entstammen. Demzufolge wird ein in der Fig. 28B dargestelltes Ausgangssignal über ein Sperrgatter 102-1 und 102-2 an die Ausgangsleitung ① abge-gelassen. In der Stellung W_1 wird ein «1»-Signal durch ODER-Gatter 102-3 und 102-4 an eine Ausgangsleitung ② abgege-ben. Durch ODER-Gatter 102-5 und 102-6 wird ein «1»-Signal an eine Ausgangsleitung ③ abgegeben. In der Stellung W_2 wird durch ein UND-Gatter 102-7 und die ODER-Gatter 102-3 und 102-4 ein in der Fig. 28C dargestell-tes Ausgangssignal an eine Ausgangsleitung ④ abgegeben. Da sind Fig. 28C dargestellte Ausgangssignal wird über ein Sperrgatter 102-8 und ODER-Gatter 102-9, 102-5 und 102-6 an eine Ausgangsleitung ⑤ abgegeben. In der Stellung W_3 wird durch UND-Gatter 102-10 und 102-11 und ein ODER-Gatter 102-4 ein in der Fig. 28D gezeigtes Ausgangssignal an eine Ausgangsleitung ⑥ abgegeben. Ein in Fig. 28C darge-stelltes Ausgangssignal wird über Sperrgatter 102-12 und 102-13 und ein ODER-Gatter 102-6 an eine Ausgangsleitung ⑦ abgegeben. Die entsprechenden Bit-Zustände eines Oktett-signals, eines Quartettsignals, ein Duettssignal am Kontakt W_4 des Schalters W und der Zeilenzähler 102 werden einem Takt-signalgenerator 103 für eine Mehrfachdarbietung zugeführt. Bei dieser Schaltung gibt ein ODER-Gatter 103-1 ein Quar-tettsignal oder ein Oktettsignal und ein ODER-Gatter 103-2 gibt ein Mehrfachdarbietungssignal, welches in Abhängigkeit eines Duett-, Quartett- oder Oktettsignals erzeugt wird, ab. Das Signal aus dem UND-Gatter 103-2 wird an ein UND-Gatter 103-3 und an ein Sperrgatter 103-4 abgegeben. Dem mit «1» gewichtete Ausgangssignal des Zeilenzählers 101 als ein P und $\bar{P}$ -Signal aus den entsprechenden Gattern abgege-ben, an die Sperrgatter 80 und 81 in Fig. 7C angelegt. Das Signal aus dem ODER-Gatter 103-2 wird an ein UND-Gatter 103-5 angelegt, von dem ein mit «1» gewichtetes Ausgangssi-

gnal des Zeilenzählers 101 als ein «+1»-Befehlssignal über ein ODER-Gatter 104 abgegeben wird. Das Ausgangssignal des ODER-Gatters 103-1 wird an ein UND-Gatter 103-6 angelegt, so dass der mit «2» gewichtete Ausgang des Zeilen-zählers 101 ein Ausgangssignal abgibt, welches nacheinander an ein ODER-Gatter 103-8 über ein ODER-Gatter 103-7 angelegt wird. Ein Duettssignal wird an ein Sperrgatter 103-9 angelegt, aus dem ein invertiertes Signal des Zeilenzählers 101 abgegeben und über ein ODER-Gatter 107 an ein ODER-Gatter 103-8 angelegt wird. Das vom ODER-Gatter 103-2 abgegebene Mehrfachdarbietungssignal wird über ein ODER-Gatter 103-10 als ein invertiertes Signal an das ODER-Gatter 103-8 angelegt. Am ODER-Gatter 103-10 liegt ein Signal aus einem Schalter B für das Vibrator an. Das ODER-Gatter 103-8 gibt die in Fig. 28(b), (g) und (i) darge-stellten Ausgangssignale über ein ODER-Gatter 105 ab. Liegt ein Oktettsignal an einem UND-Gatter 103-11 an, wird ein mit «4» gewichtetes Ausgangssignal aus dem Zeilenzähler 101 von dem UND-Gatter 103-11 über ein ODER-Gatter 106 als ein Signal abgegeben, das in Fig. 28B (k) dargestellt ist. Von dem ODER-Gatter 104 und 105 werden, wenn ein Duett-signal anliegt, die in der Fig. 28B (f) und (g) dargestellten Taktsignale abgegeben. Wie in der Fig. 28B (h) und (i) darge-stellten Aktsignale werden von den ODER-Gatter 104 und 105 abgegeben, wenn ein Quartettsignal anliegt. Die in Fig. 28B (j), (k) und (l) dargestellten Taktsignale werden von den ODER-Gattern 104 bis 106 abgegeben, wenn ein Oktett-signal anliegt, und werden an die UND-Gatter 97-1 bis 97-3 angelegt und dann synchron mit einem Adressensignal, das den Block «0» bezeichnet, an einen Addierer 40 angelegt. Der zusätzliche Wert in der Mehrfachdarbietung wie das Duettssi-gnal, wird dazu verwendet, eine Frequenz Unterschiede in den entsprechenden Zeilenspeichern zu erzeugen. Die vom Steuertaktgenerator 102 abgegebenen Taktsignale auf den Leitungen ①, ② und ③ werden an eine Eingangssteuerschal-tung 107 angelegt, und das Taktsignal auf der Ausgangslei-tung ④ wird an einen in der Fig. 27B dargestellten Oktaven-zähler 108 angelegt. Der Oktavenzähler 108 ist ein 2^3 Binär-zähler, der von $8\emptyset_0$ Taktsignalen betrieben wird. Die zwei unteren Bits im Zähler (gewichtete mit «1» und «2») dienen als ein Oktavenkode eines vier Oktavenkodes (Fig. 29A). Die entsprechenden drei Bitausgangssignale des Oktavenzählers 108 werden an einen Signalgenerator 109 und an einen Deko-der 110 angelegt. Der binäre Zustand «000» der drei Bits wird durch ein invertiertes UND-Gatter 109-1 und 109-2 abgeta-stet. Das in Fig. 29A (b) gezeigte Taktsignal wird als ein Abtastausgang ④ abgegeben und als ein Zählschrittssignal an den Tonzähler 110 abgegeben. Der Tonzähler 111 ist so aus-geführt, dass die unteren zwei Bits als ein Zähler für 3 Werte funktionieren auf ihr Träger einen Binärzähler für ein oberes Bit antreiben [(c) in Fig. 39A]. Ein Tonzähler besteht aus 4 Bits, die durch Kombination desselben mit dem wichtigsten Bit des Zählers 108 erhalten werden. Demzufolge dient der 4-Bit-Ausgang als ein Tonkode, wie in Fig. 7A dargestellt ist. Das Ausgangssignal aus dem Zähler 111 wird an den Signal-generator 109 und einen Dekoder 112 angelegt. Acht Aus-gänge ① bis ⑧ des Dekoders 110 geben unterschiedliche Taktsignale ab, wie das in Fig. 29B (d) dargestellt ist, die dann an acht Spaltenleitungen der Funktionstasten 113 angelegt werden. Die Spieltastatur 113 enthält 48 Spieltasten, die in einer Matrix angeordnet sind, wobei sechs Ausgangsleitungen an die UND-Gatter 114-1 bis 114-6 eines die Funktionstasten-betätigung abtastenden Abtastschaltkreises 114 angeschlossen sind. Die UND-Gatter 114-1 bis 114-6 werden mit sechs unterschiedlichen Taktsignalen [(e) in Fig. 29B] auf den Aus-gangsleitungen ① bis ⑥ eines Dekoders 112 gespeist. Von den UND-Gattern 114-1 bis 114-6 werden Tastentaktsignale, die den betätigten Spieltasten der 48 Tasten entsprechen, über

eine Serieschaltung von ODER-Gattern 114-7 bis 114-11 abgegeben und an einen Tastereingang F/F 107-1 einer Eingangssteuerschaltung abgegeben. Die vom Signalgenerator 109 abgegebenen Taktsignale werden in Übereinstimmung mit den Zählern 108 und 111 abgetastet. Das in (f) in Fig. 27B dargestellte Taktsignal aus dem Ausgang ⑤ wird durch die Sperrgatter 109-3 und 109-5 abgetastet. Das in (g) in Fig. 29B dargestellte Taktsignal auf einer Ausgangsleitung ⑥ wird durch ein invertiertes UND-Gatter 109-1 und Sperrgatter 109-2 und 109-5 bis 109-8 abgetastet. Ein in (h) in Fig. 29B dargestelltes Taktsignal auf einer Ausgangsleitung ⑧ wird durch ein UND-Gatter 109-9 und Sperrgatter 109-10 und 109-11 abgetastet. Das Ausgangssignal S_4 des Zählers 111 auf einer Ausgangsleitung ⑨ und ein (i) in Fig. 29B dargestelltes Signal auf einer Ausgangsleitung ⑩ werden durch ein Sperrgatter 109-12 abgetastet. Ein in (j) in Fig. 27B dargestelltes Taktsignal auf einer Ausgangsleitung ⑪ wird unter Verwendung eines UND-Gatters 109-13 und eines Sperrgatters 109-14 abgetastet. Ein Schieberegister 115-1 eines Taktsignalgenerators 115 arbeitet dynamisch mit 24 Bits und wird durch ein Taktsignal, das jede achte Zeilenzeit auf der Ausgangsleitung ⑫ des Steuertaktgenerators 102 abgegeben wird, verschoben. Demzufolge ist ein Umlauf des Schieberegisters 115-1 mit einem Total von 24 Tönen, welche die Summe von 8 Tönen des Zählers 108 und 3 Tönen des Zählers 111 ist, synchronisiert. Das Schieberegister 115-1 enthält einen ersten bis dritten Zählteil jeweils mit 8 Bits. Der erste und zweite Zählteil werden zur Erzeugung von Taktsignalen für das Vibrato und die Hüllkurve verwendet. Der dritte Zählteil wird zum Zählen eines gegebenen Zeitraumes, wenn eine neue Funktionstaste gedrückt wird, verwendet. Der erste Zählteil ist ein 8-Bit-Binärlzähler, der durch die Taktsignale auf einer Ausgangsleitung ⑬ des Signalgenerators 109 (Fig. 29B) betätigt wird. Der zweite Zählteil ist ein 8-Bit-Binärlzähler mit zwei unteren Bits zum Zählen von drei Werten, welcher in Abhängigkeit eines Taktsignals auf der Ausgangsleitung ⑭ gesteuert wird. Der dritte Zählteil ist ein Binärlzähler, der durch ein Taktsignal auf der Ausgangsleitung ⑮ gesteuert wird. Das Ausgangssignal eines Ausganges d_1 des Schieberegisters 115-1 wird an einen Addierer 115-3 über ein ODER-Gatter, dessen Ausgang an die Eingangsseite des Schieberegisters 115-1 angelegt ist, an einen Addierer 115-3 angelegt. Das Übertragungssignal des Addierers 115-3 wird über einen Übertrag Flip/Flop 107-2 an ein Sperrgatter 115-4 angelegt. Das Ausgangssignal des Sperrgatters 115-4 wird bei Erzeugung des Taktsignals auf der Ausgangsleitung (i) des Signalgenerators 109 gesperrt. Das Ausgangssignal ist auch über ein ODER-Gatter 115-5 an den Addierer 115-3 angelegt. Das Ausgangssignal auf der Ausgangsleitung (i) wird über ein Sperrgatter 115-6 auch an das ODER-Gatter 115-5 angelegt. Der Ausgang d_2 des Schieberegisters 115-1 ist an ein invertiertes UND-Gatter 115-7 und an ein Sperrgatter 115-8, der Ausgang d_3 an ein Sperrgatter 115-9 und ein UND-Gatter 115-12, der Ausgang d_4 an ein Sperrgatter 115-13 und an ein UND-Gatter 115-10, der Ausgang d_5 an ein Sperrgatter 115-11 und ein UND-Gatter 115-12, der Ausgang d_6 an ein Sperrgatter 115-13 und an ein UND-Gatter 115-14, der Ausgang d_7 an ein Sperrgatter 115-15 und ein UND-Gatter 115-16 und der Ausgang d_8 an ein UND-Gatter 115-17 angeschlossen. Das invertierte UND-Gatter 115-7 und die Sperrgatter 115-9, 115-11, 115-13 und 115-15 sind mit den UND-Gattern 115-10, 115-12, 115-14, 115-16 und 115-17 verbunden. Die Ausgangssignale aus den entsprechenden UND-Gattern werden als monostabile Impulse, jeder mit einer Weite von $8\phi_0$ abgegeben. Der Ausgang d_1 ist an das Sperrgatter 115-8 angeschlossen, dessen Ausgang mit einem UND-Gatter 115-18 verbunden ist. Ein Taktsignal auf der Ausgangsleitung ⑬ der Schaltung 109 wird an ein UND-Gatter 115-18 und über ein

ODER-Gatter 115-2 auch an einen Addierer 115-3 angelegt. D.h. es steuert einen Binärlzähler für drei Werte in dem zweiten Zählteil. Das Ausgangssignal vom Ausgang d_1 des Schieberegisters 115-1 wird an ein UND-Gatter 115-19 angelegt, und das Ausgangssignal des UND-Gatters 115-14 wird an ein UND-Gatter 115-20 angelegt. Diese Ausgangssignale werden als Rückstell- und Stellsignale in ein Flip/Flop 115-21 (ohne Verzögerung) zur Bestimmung einer Zeit zur Unterdrückung der durch Prellen von Gatterkontakten erzeugten Störimpulse synchron mit einem Taktsignal auf der Ausgangsleitung ⑬ angelegt.

Die Bezugsziffer 116 bezeichnet eine Auswahl schaltung zum Auswählen eines Vibratotaktes. Bei dieser Schaltung wird ein Taktsignal aus dem UND-Gatter 115-10 an ein UND-Gatter 116-1 angelegt und ein Taktsignal aus dem UND-Gatter 115-12 wird an ein UND-Gatter 116-2 angelegt. Die Ausgangssignale aus den UND-Gattern 116-1 und 116-2 werden über ein ODER-Gatter 116-3 an ein UND-Gatter 116-4 und ein Sperrgatter 116-5 angelegt. Das Ausgangssignal des Sperrgatters 116-5 wird an ein UND-Gatter 116-6 angelegt, an welchem ein Taktsignal auf der Ausgangsleitung ⑬ des Signalgenerators 109 liegt. Das Ausgangssignal von einem UND-Gatter 116-4 wird an ein UND-Gatter 116-7 angelegt, an welchem ein Taktsignal aus der Ausgangsleitung ⑮ angelegt ist. Die Ausgangssignale der UND-Gatter werden als ein Vibratotaktsignal ϕ_B über ein ODER-Gatter 116-8 abgegeben. Das Vibratotaktsignal ϕ_B wird zu unterschiedlichen Taktsignalen je nach dem welcher Schalter S_A und S_B geschaltet ist. Wie aus Fig. 3 ersichtlich ist, gibt der Schalter S_A an, ob ein Taktsignal, das durch den ersten Zählteil des Schieberegisters 115-1 abgegeben wird, oder ob das Taktsignal, das durch den zweiten Zählteil bestimmt wird, abgegeben wird. Das Vibratotaktsignal ϕ_B wird als ein Zählsignal an den 2³ Binärlzähler 117 angelegt. Der Zähler 117 erzeugt die in (a) in Fig. 31 dargestellten Signale in den entsprechenden Stufen, welche nachfolgend an eine Vibratosteuerung 118 angelegt werden. Entsprechend diesem Zählzustand wird ein in Fig. 31B dargestelltes Taktsignal durch ein Sperrgatter 118-1 und ein UND-Gatter 118-2 an einem Ausgang e_1 abgetastet. Ein in Fig. 31C dargestelltes Taktsignal wird durch ein Sperrgatter 118-3 und ein UND-Gatter 118-4 an einem Ausgang e_2 abgetastet. Ein in Fig. 31D dargestelltes Signal wird durch die UND-Gatter 118-5 und 118-6 an einem Ausgang e_3 abgetastet. Ein in Fig. 31E dargestelltes Taktsignal wird durch ein invertiertes UND-Gatter 118-7 und ein UND-Gatter 118-8 an einem Ausgang e_4 abgetastet. Ein in Fig. 31F dargestelltes Taktsignal wird durch ein Sperrgatter 118-9 an einem Ausgang e_5 abgetastet. Ein in Fig. 31G dargestelltes Taktsignal wird durch ein Sperrgatter 118-10 an einem Ausgang e_6 abgetastet. Ein Serieschaltkreis aus den ODER-Gattern 118-10 und 118-11 zur Ermittlung einer logischen Summe der Ausgänge e_1 , e_3 und e_6 tastet ein in Fig. 31H aufgezeigtes Taktsignal ab und gibt es an einem Ausgang e_7 ab. Ein Serieschaltkreis aus den ODER-Gattern 118-13 und 118-14 zur Ermittlung einer logischen Summe der Ausgänge e_1 , e_2 und e_5 tastet ein in (i) in Fig. 31 dargestelltes Taktsignal ab und gibt es an einen Ausgang e_8 ab.

Demzufolge werden die Taktsignale e_7 , e_8 und e_4 an den UND-Gattern 97-1 bis 97-3, an welchen ein den «0»-Block bezeichnendes Signal, das in Fig. 7A dargestellt ist, über die UND-Gatter 118-15 bis 118-17 und die ODER-Gatter 104 und 105 anliegt, abgegeben, wenn der Schalter B in eine Operationsstellung gebracht ist. D.h. dass zu Vibratorzeiten die Ausgänge ΔP_1 , ΔP_2 , ΔO_4 entsprechend den Inhalten des Zählers 117 abgegeben werden. Die Bezugsziffer 119 bezeichnet eine Hüllkurventaktauswahl schaltung zur Auswahl eines Hüllkurventaktes, der an ein in Fig. 7B dargestelltes Sperrgatter 63 angelegt wird. Mit R_A und R_B sind Schalter zur Aus-

wahl eines Taktsignals im Abklingzustand bezeichnet. Mit D_A und D_B sind Schalter zur Auswahl eines Taktpulses im Übergangszustand bezeichnet. Mit R_C ist ein Schalter zur Auswahl eines Taktsignals für das langsame Abklingen bezeichnet. Mit O_A ist ein Schalter zur Bezeichnung eines Organs ähnlich einer Hüllkurve bezeichnet. Ein von dem UND-Gatter 115-12 abgegebenes Taktsignal wird an die UND-Gatter 119-1 bis 119-3 angelegt. Ein Taktsignal aus einem UND-Gatter 115-14 wird an die UND-Gatter 119-4 bis 119-6 angelegt. Ein von einem UND-Gatter 115-16 abgegebenes Taktsignal wird an die UND-Gatter 119-7 bis 119-9 angelegt. Ein von einem UND-Gatter 115-17 abgegebenes Taktsignal wird an die UND-Gatter 119-10 und 119-11 angelegt. Ein über den Schalter R_B abgegebenes Ausgangssignal wird an die UND-Gatter 119-1, 119-4, 119-7 und 119-10 abgegeben. Die Ausgangssignale dieser UND-Gatter werden an eine Serieschaltung aus den ODER-Gattern 119-12 bis 119-14 angelegt. Das Ausgangssignal aus dieser Serieschaltung wird einem UND-Gatter 119-15 und einem Sperrgatter 119-16 zugeführt. Das Taktsignal aus dem Ausgang $\oplus$ des Signalgenerators 109 wird an die UND-Gatter 119-17 bis 119-19 und ein Taktsignal aus dem Ausgang $\odot$ an die UND-Gatter 119-20 bis 119-22 angelegt. Das UND-Gatter 119-15 und ein Sperrgatter 119-16 sind mit den UND-Gattern 119-20 und 119-17 verbunden. Die Ausgänge dieser Gatter werden als ein Eingabetaktsignal $\emptyset_R$ über ein UND-Gatter 119-24, an das ein in Fig. 7D gezeigtes Abklingabtastsignal über ein ODER-Gatter 119-24 anliegt, abgegeben. Wie aus Fig. 30 ersichtlich ist, bestimmt ein Schalter R_A , ob ein Taktsignal, das durch den ersten Zählteil des Schieberegisters 115-1 bestimmt wird, abgegeben wird, oder ob ein Taktsignal, das durch den zweiten Zählteil des Schieberegisters 115-1 bestimmt wird, abgegeben wird. Ein Ausgangssignal aus einem Schalter D_B wird an die UND-Gatter 119-2, 119-5 und 119-8 angelegt. Die Ausgangssignale dieser UND-Gatter werden an eine Serieschaltung aus den ODER-Gattern 119-25 und 119-26 angelegt. Das Ausgangssignal aus der Serieschaltung wird an ein UND-Gatter 119-27 und ein Sperrgatter 119-28 angelegt. Die Ausgangssignale des UND-Gatters 119-27 und des Sperrgatters 119-28 werden über UND-Gatter 119-21 und 119-18 und ein ODER-Gatter 29 an ein UND-Gatter 119-30 angelegt, welche ein Übergangstaktsignal abgeben, wenn das in Fig. 7D dargestellte Übergangszustandabtastsignal erscheint. Ein Ausgangssignal des Schalters R_C wird an die UND-Gatter 119-6, 119-9 und 119-11 angelegt, deren Ausgangssignale an eine Serieschaltung aus ODER-Gattern 119-31 und 119-32 angelegt werden. Das Ausgangssignal aus der Serieschaltung bewirkt, dass die UND-Gatter 119-33 und 119-19 ein Taktsignal $\emptyset_{sr}$ für das langsame Abklingen zu der Zeit abgeben, wenn das aus der in Fig. 7B dargestellten Schaltung abgegebene Signal für das langsame Abklingen erzeugt ist. Das UND-Gatter 119-3 gibt ein Ausgangssignal zu der Zeit ab, wenn von der in Fig. 7D dargestellten Schaltung ein Abtastsignal für ein schnelles Abklingen oder ein Abtastsignal für einen Anstieg über ein ODER-Gatter 119-37 abgegeben werden, erzeugt werden und bei Empfang des Ausgangssignals aus dem Gatter 119-3, gibt das UND-Gatter 119-22 ein Taktsignal $\emptyset_{hr}$ für die schnelles Abklingen oder ein Taktsignal $\emptyset_A$ für einen Anstieg ab. Ein von dem UND-Gatter 119-24 abgegebenes Abklingtaktsignal $\emptyset_B$, ein von dem UND-Gatter 119-30 abgegebenes Übergangstaktsignal $\emptyset_D$, ein von dem UND-Gatter 119-19 abgegebenes Taktsignal $\emptyset_{sr}$ und ein von dem UND-Gatter 119-22 abgegebenes Taktsignal $\emptyset_{hr}$ werden als ein Hüllkurventaktsignal, das von der Serieschaltung aus den ODER-Gattern 119-34, 119-35 und 119-36 abgegeben wird, an das in Fig. 7D dargestellte Sperrgatter 63 abgegeben.

Eine Schaltung 120 bestimmt einen Zusatzwert und gibt ihn an einen Addierer 55 für die Hüllkurve ab, die in Fig. 7C

im Anstiegs-, Übergangs- und Abklingzustand sowie im Zustand des langsamen und schnellen Abklings dargestellt ist. Eine Anstiegszeit und eine Abfallzeit einer Hüllkurve bezüglich der Zeit kann rasch durch Addition oder Subtraktion eines zusätzlichen Wertes zu einem bestimmten Hüllkurvenkoeffizientwert gesteuert werden. Ein Auswahlsschalter Aa ist mit fünf Kontakten versehen. Die Ausgangssignale von diesen Kontakten bewirken, dass die UND-Gatter 120-1 bis 120-5 über ODER-Gatter 120-6 und 120-10 die Addition von «+1», «+2», «+4», «+8» und «+32» fehlende Signale abgeben. Das Bezugszeichen Da bezeichnet einen Auswahlsschalter mit fünf Kontakten. Die Ausgangssignale bewirken, dass die UND-Gatter 120-11 bis 120-15 und die ODER-Gatter 120-6 bis 120-10 die Addition von «+1», «+2», «+4», «+8» und «+32» fehlende Signale abgeben. Wird ein Abklingabtastsignal erzeugt, wird über ein ODER-Gatter 120-16 ein die Addition von «+1» befehlendes Signal abgegeben. Wird ein das langsame Abklingen abtastendes Signal erzeugt, wird über ein ODER-Gatter 120-17 ein die Addition von «+1» befehlendes Signal abgegeben. Wird ein das schnelle Abklingen abtastendes Signal erzeugt, wird über ein ODER-Gatter 120-18 ein die Addition von «+8» befehlendes Signal abgegeben. Diese Additionswertsignale werden über UND-Gatter 67-1 bis 67-5 an einen in Fig. 7C dargestellten Addierer 55 abgegeben.

Die Taktsignale im ersten und zweiten Zählteil, die von den UND-Gatter 115-10, 115-12, 115-14, 115-16 und 115-17 abgegeben werden, werden wie durch die $\odot$ in Fig. 30 gekennzeichnet, entsprechend den Bezeichnungen der Vibratotakttauswahlschaltung 116 und der Hüllkurventaktauswahlschaltung 119 ausgewählt. Ferner kann ein Additionswert zum Addierer 55 für die Hüllkurve synchron mit dem ausgewählten Zeittaktsignal ausgewählt werden.

Die Fig. 32, 33 und 34 zeigen Zeitänderungen der Hüllkurvenkoeffizientwerte während dem Anstieg, Übergang und Abklingen.

Das Taktsignal, das einer betätigten Spieltaste entspricht und von der Abtastschaltung 114 abgegeben wird, wird an einen Flip/Flop 107-1 für die Tasteneingangssynchronisierung angelegt. Der Ausgang dieses Flip/Flop 107-1 ist mit einem UND-Gatter 107-3 verbunden. Das UND-Gatter 107-3 gibt synchron mit einem Ausgangssignal aus einem Flip/Flop 115-21 ein Ausgangssignal an das Sperrgatter 107-4 ab, welche nacheinander ein Taste-ein-Signal abgibt. Das Sperrgatter 107-4 gibt ein Ausgangssignal an ein UND-Gatter 107-6 ab, wenn es durch eine neue Tastenbetätigung ein erstes monostabiles Taste-ein-Signal empfängt und wenn das Ausgangssignal aus einem 48-Bit-Schieberegister 107-5 entsprechend der Zahl (48) der Spieltaste «0» ist. Das UND-Gatter 107-6 spricht auf ein Rückstellsignal an, das von dem in Fig. 7A dargestellten Sperrgatter 68 abgegeben wird, und gibt ein Eingangssignal zum Einstellen einer Tonhöhe einer weiteren Taste und des Anstiegszustands einer Hüllkurve ab. Dieses Eingangssignal bezeichnet auch eine Mehrzahl von Zeilen speichern entsprechend einem Mehrfachdarbietungszustand. Das von dem in Fig. 7A dargestellten Sperrgatter 63 abgegebene Rückstellsignal wird an das UND-Gatter 107-7 und das Sperrgatter 107-8 der Eingangssteuerschaltung 107 angelegt. Das Ausgangssignal des UND-Gatters 107-7 wird durch das ODER-Gatter 107-9 und das Sperrgatter 107-10 gehalten und ist mit einer Sperrung gekoppelt, durch welche die Abgabe durch das Sperrgatter 107 verhindert wird. Die Ausgangssignale des UND-Gatters 107-7 und des Sperrgatters 107-8 werden als ein Torsignal abgegeben. Die in Fig. 28A (b) gezeigten Signale verhindern die Ausgabe eines Ausgangssignals aus einem Sperrgatter 107-10 über ein Sperrgatter 107-12 aus dem Ausgang $\odot$ und geben die Verriegelung frei. Das Sperrgatter 107-11 gibt demzufolge ein Signal synchron mit dem Signal

am Ausgang ©, das der Mehrfachdarbietung entspricht, ab, und das UND-Gatter 107-6 gibt bei Erzeugung eines Tastein-Signals ein Ausgangssignal ab. Das Ausgangssignal des UND-Gatters 107-6 wird an das Sperrgatter 107-13 und das UND-Gatter 107-14 angelegt. Das UND-Gatter 107-14 gibt synchron mit den Ausgangssignalen aus dem Ausgang © der Schaltung 102 ein Ausgangssignal ab. Das Ausgangssignal wird dann an den Flip/Flop 107-16 zur Erzeugung einer ein Bit-Verzögerung (Verzögerungszeit $1\varnothing_0$) über das ODER-Gatter 107-15 angelegt. Das Ausgangssignal des Flip/Flop wird über das Sperrgatter 107-17 an das Gatter 107-15 angelegt. Durch diese Verbindung wird es zurückgeführt. Die Rückführung wird gehalten, bis das Sperrgatter 107-17 durch ein Ausgangssignal [(b) in Fig. 28A] aus dem Ausgang © der Schaltung 102 gesperrt wird. Demzufolge wird das Ausgangssignal aus dem Sperrgatter 107-13 weiter abgegeben, bis dieses durch das Ausgangssignal aus dem Sperrgatter 107-17 gesperrt wird. Das Sperrgatter 107-13 gibt somit Eingangssignale mit einer Weite von $1\varnothing_0$ (im Fall, dass keine Mehrfachdarbietung erfolgt) mit einer Weite $2\varnothing_0$ (im Falle eines Duetts), eine Weite $4\varnothing_0$ (im Falle eines Quartetts) und eine Weite von $8\varnothing_0$ (Oktett) ab. Im Falle des Duetts werden vier Kombinationen Speicherzeilen L_0 und L_1 , L_2 und L_3 , L_4 und L_5 und L_6 und L_7 angewendet, im Falle des Quartetts werden zwei Speicherzeilenkombinationen L_0 bis L_3 und L_4 bis L_7 angewendet und im Falle des Oktetts wird eine einzelne Kombination L_0 bis L_7 angewendet. Der gleiche Tonhöhenkode wird an eine Mehrzahl von Zeilenspeicher des Tonregisters 20 und des Oktavenregisters 21 angelegt und gleichzeitig befindet sich eine Mehrzahl von Zeilenspeichern des in Fig. 7D dargestellten Hüllkurvenregisters 54 im Einsatzzustand und die entsprechenden Register sind betriebsbereit. Das Ausgangssignal des UND-Gatters 107-6 wird zusammen mit dem Ausgangssignal des Flip/Flop 107-16 mit einem Bit Verzögerung an das UND-Gatter 107-20 über das ODER-Gatter 107-18 und das ODER-Gatter 107-19, an welchem das Ausgangssignal aus dem Schieberegister 107-5 angelegt ist, angelegt. Das ODER-Gatter 107-18 gibt synchron mit dem Eingangssignal ein Ausgangssignal ab und dessen Ausgangssignal wird als ein Einschreibsignal an das Schieberegister 107-5 durch das Taktsignal, das der gedrückten Taste entspricht und durch das ODER-Gatter 107-21 abgegeben wird, angelegt. Empfängt das Schieberegister 107-5 ein «1»-Signal, wird es synchron mit dem Taktsignal [(b) in Fig. 28A] aus dem Ausgang © des Steuertaktgenerators 102 vorgeschoben. Das eingelesene Signal wird im Umlauf gehalten, solange wie eine Funktionstaste gedrückt ist. Der Umlauf wird unterbrochen, wenn die Taste losgelassen wird. Das Ausgangssignal des UND-Gatters 107-20 wird als ein Gatter-Sperrbefehl an das Sperrgatter 107-22 angelegt.

Beim Drücken der Spieltaste wird ein Taste-in-Signal von dem Sperrgatter 107-4 abgegeben, welches mittels des ODER-Gatters 107-23 den Flip/Flop 107-24 setzt. Der Setz-ausgang wird durch das Sperrgatter 107-25 zurückgeführt. Die Aufrechterhaltung des Umlaufes wird bei Erzeugung des Ausgangssignals aus einem UND-Gatter 107-26 für die logische Summierung der Taktsignale [(f) in Fig. 29] aus dem Ausgang © der Steuerschaltung 109 und dem Ausgangssignal aus einem Flip/Flop 107-2 unterbrochen. An das Sperrgatter 115-22 in der Taktschaltung 115 wird das Setzausgangssignal des Flip/Flop 107-24 angelegt, wodurch der dritte Zählteil im Schieberegister seine Zähloperation beginnt. Somit kann die Haltezeit aus dem dritten Zählteil erhalten werden. In diesem System wird die Haltezeit so ausgewählt, dass sie etwa 45 ms nachdem eine Funktionstaste gedrückt ist, anhält. Das Aus-

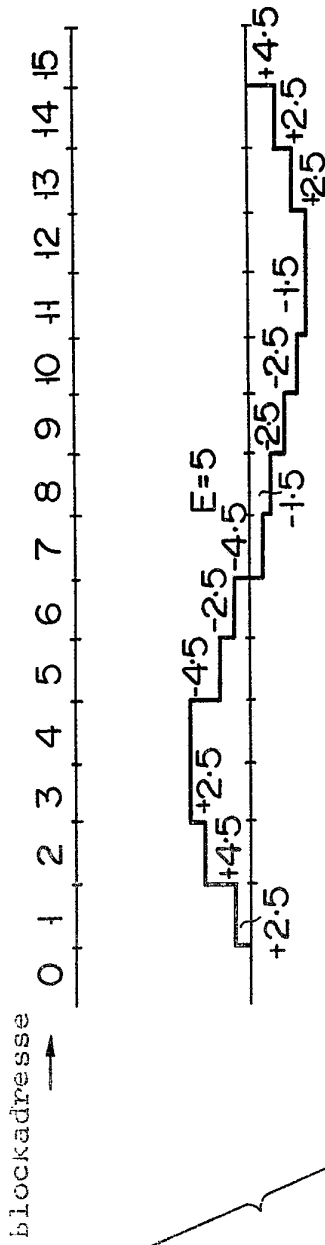
gangssignal des Flip/Flop 107-24 wird zusammen mit dem Ausgangssignal des Schalters O_A über das ODER-Gatter 107-27 an das Sperrgatter 107-22 angelegt. Das Ausgangssignal des Sperrgatters 107-22 wird an das UND-Gatter 107-28 angelegt. Das UND-Gatter 107-28 wurde mit einem Koinzidenzsignal aus einer Koinzidenzschaltung 121 gespeist. Das UND-Gatter 107-28 gibt ein das schnelle Abklingen einstellendes Signal (Ⓢ -Einstellen) ab, welches nacheinander in ein Einstellregister 91 über das ODER-Gatter 92 eingegeben wird. Die Koinzidenzschaltung 121 wird verwendet, um zu prüfen, ob ein Tonhöhenkode, der von den entsprechenden Stufen O_1 , O_2 , S_1 , S_2 , S_4 und S_8 der Zähler 108 und 111 abgegeben wird, mit einem Tonhöhenkode, der von dem Tonregister 20 und dem Oktavenregister 21 in Fig. 7A abgegeben wird, zusammenfällt. Steht der Schalter O_A auf AUS, wird ein Tonhöhenkode in die Zeilenspeicher des Tonregisters und des Oktavenregisters innerhalb der Haltezeit des Flip/Flop 107-24 eingegeben. In dem Fall, wo eine Spieltaste freigegeben ist, gibt das UND-Gatter 107-28 ein das schnelle Abklingen einstellendes Signal ab, und ist in diesem Zustand. Wie vorstehend beschrieben, bezeichnet das schnelle Abklingen einen Zustand bei dem, wenn eine Spieltaste freigegeben ist, ein Klang sofort verschwindet. Wenn der Schalter O_A auf EIN, und wenn die Funktionstaste losgelassen ist, der Zeilenspeicher mit dem gleichen Tonhöhenkode wie der der losgelassenen Taste wird in einen durch diesen Vorgang zuverlässiger Ausschaltzustand der Taste realisiert.

Wie vorstehend beschrieben, können mit der beschriebenen Ausführung eine Mehrzahl von Wellenformen gleichzeitig bezeichnet und zusammengesetzt werden und bei unterschiedlichen Wellenformen können der Lautstärkenanstieg und -abfall unterschiedlich ausgeführt werden. Deshalb hat ein so erzeugter Musikton einen natürlichen Klang und eine gute Klangfarbe. Bei dem vorstehenden Ausführungsbeispiel werden zwei Arten von Volumenkurven α und β verwendet, können jedoch auch zwei oder mehrere Volumenkurven angewendet werden.

Bei dem erfindungsgemässen Tondauersteuersystem wird ein Periodensteuerwert der Periodeneinstelleinrichtung zur Einstellung der Periodenzähler entsprechend dem Ton in grobe und feine Werte unterteilt werden und führen eine dynamische Verschiebung für jeweils eine Mehrzahl von Zeilenspeichern aus. Mit derart unterteilten Werten kann die Kupplung in aufsteigender Folge (+) eines Zählers in Übereinstimmung mit entsprechenden Tönen digital gesteuert werden. Ausserdem sind die Steuerwerte durch eine Matrixschaltung gespeichert, so dass die Schaltausführung sehr einfach ist und in hoch integrierter Technik ausgeführt werden kann. Es ist jedoch auch möglich, eine verzögerte Steuerung durch Strecken der Takte der Zähler um eine gegebene Taktfrequenz in Übereinstimmung mit dem Ton zu steuern.

Für den das Wellenformprogramm bezeichnenden Teil 35 kann auch ein Festspeicher (ROM) verwendet werden. Die Daten können auf einer Magnetkarte gespeichert werden und davon ausgelesen und in einem Flip/Flop gespeichert werden. Die Blockzahl einer Periode eines Musiktones ist nicht auf 16 begrenzt. Die Differenzialkoeffizientwerte für jeden Block sind nicht auf die Ziffern «1», «2», «4» begrenzt. Der dem D/A-Wandler folgenden Stufe kann an eine Filterschaltung hinzugefügt werden. In diesem Fall können zur Schalterauswahl eine Mehrzahl von Filtern verwendet werden. Ferner kann für das Tonregister 20, das Oktaveregister 21, das Periodenzählregister 34 und das Hüllkurvenregister 54 ein (RAM) verwendet werden.

FIG. 4A



⇓

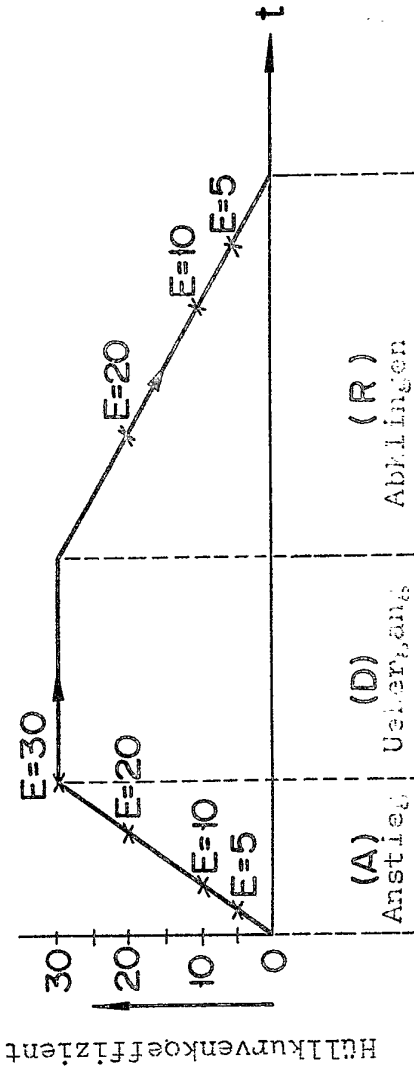
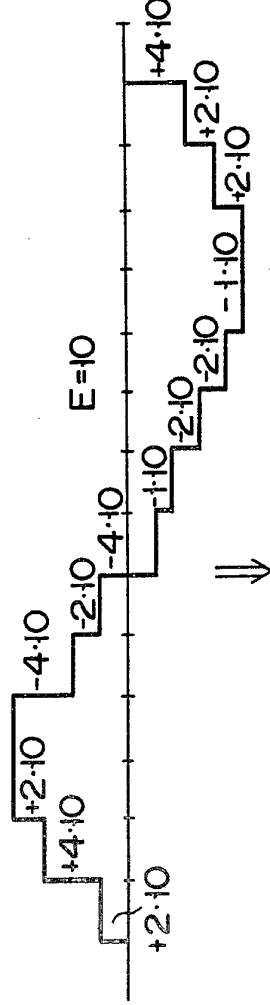
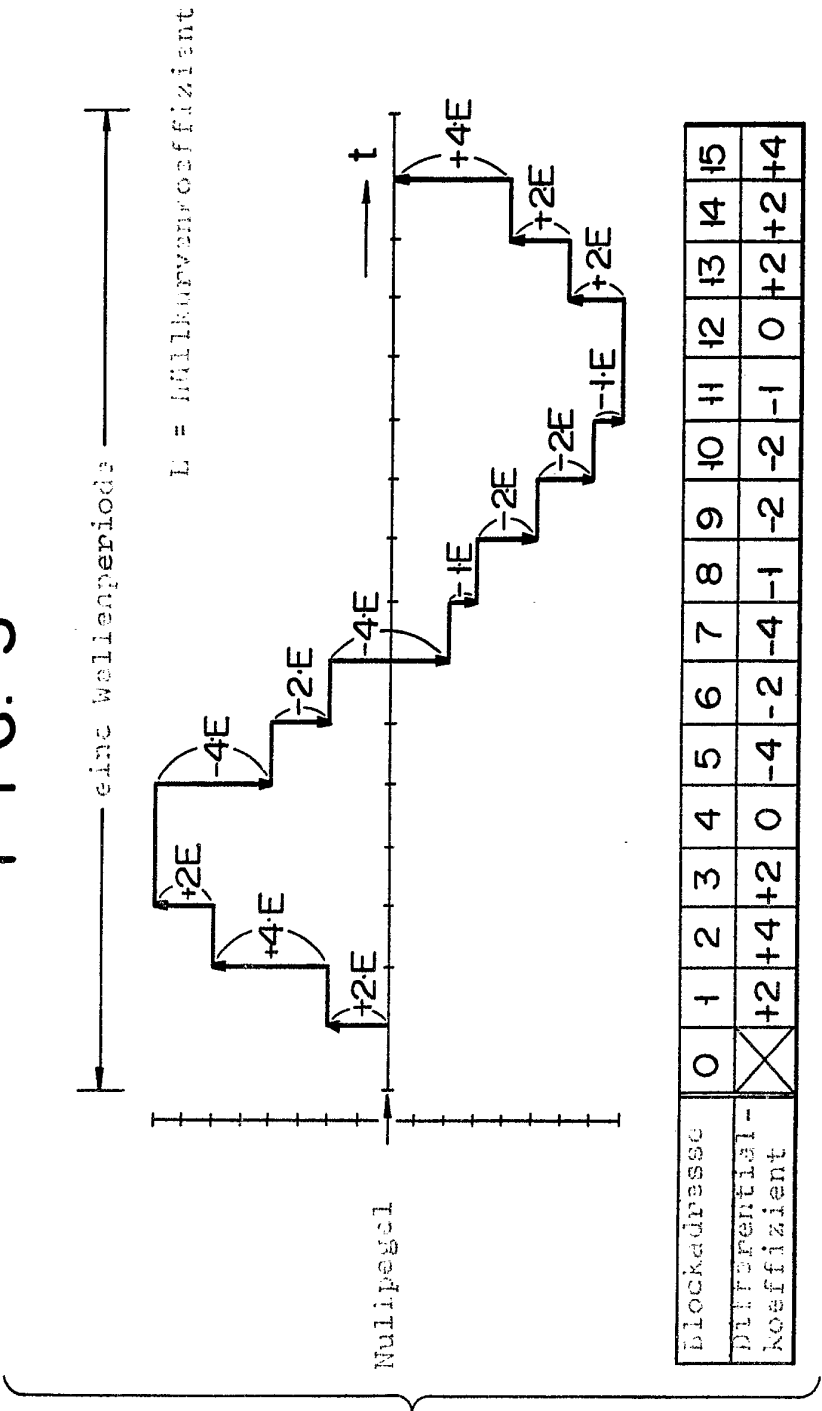
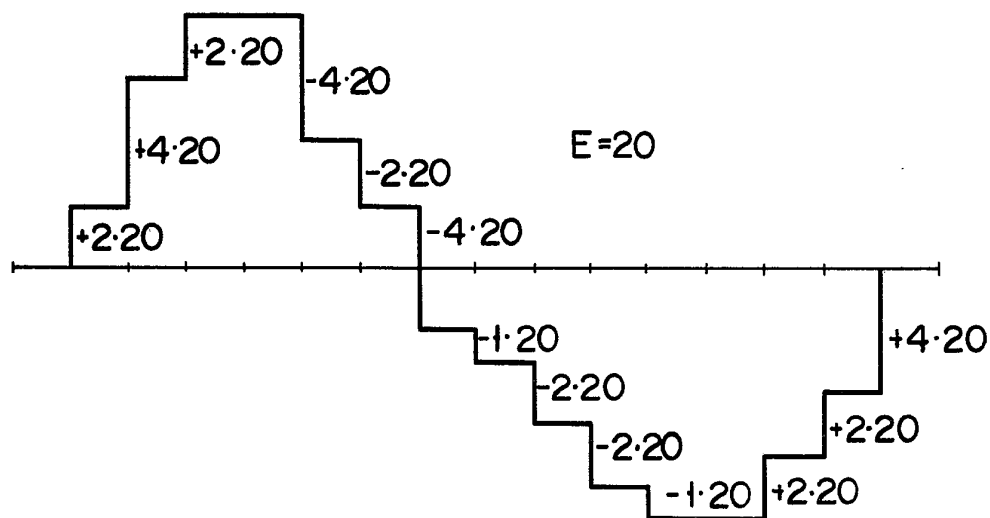


FIG. 2

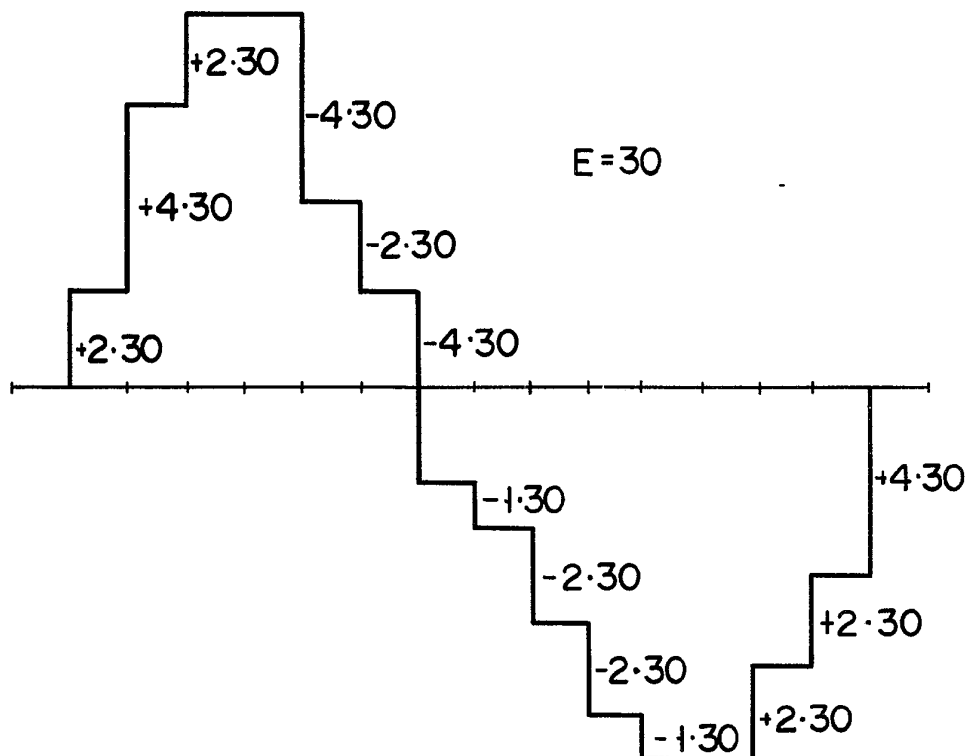
FIG. 3



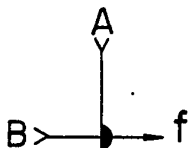
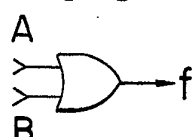
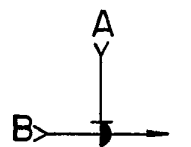
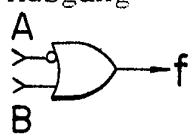
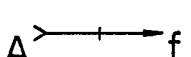
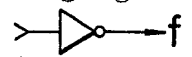
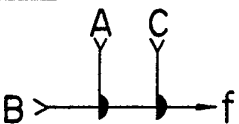
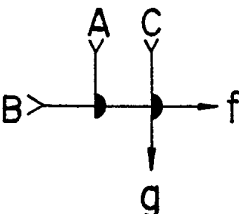
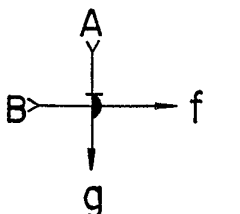
F I G. 4B



F I G. 4C



F I G. 5A

	verwendetes Logiksymbol	Logik- gleichung	Wahrheits- tabelle	bekanntes Logiksymbol															
ODLR- Gatter		$f=A+B$	Eingang<table><tr><td>A</td><td>B</td><td>f</td></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr></table>Ausgang	A	B	f	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	
A	B	f																	
0	0	0																	
0	1	1																	
1	0	1																	
1	1	1																	
		$f=\bar{A}+B$	Ein- gang<table><tr><td>A</td><td>B</td><td>f</td></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr></table>Ausgang	A	B	f	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	
A	B	f																	
0	0	0																	
0	1	1																	
1	0	1																	
1	1	1																	
Inverter		$f=\bar{A}$	Ein- gang<table><tr><td>A</td><td>f</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td></tr></table>Ausgang	A	f	0	1	1	0										
A	f																		
0	1																		
1	0																		
Beispiele kombinierter logischer Schaltkreise		$f=A+B+C$																	
		$f=A+B+C$ $g=C$																	
		$f=\bar{A}+B$ $g=A$		(Der Inverter ist nur für die entsprechenden Gatter verwend- bar)															

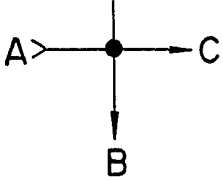
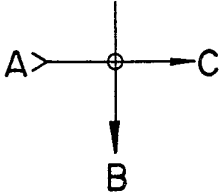
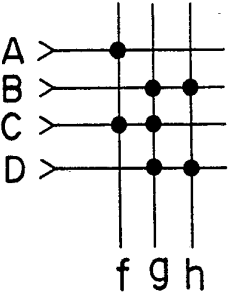
F I G. 5B

	verwendetes Logiksymbol	Logikgleichg.	Wahrheitstabelle	bekanntes Logiksymbol																		
UND-Gatter		$f = A \cdot B$	<table><tr><th colspan="2">Ein-gang</th><th>Aus-gang</th></tr><tr><th>A</th><th>B</th><th>f</th></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr></table>	Ein-gang		Aus-gang	A	B	f	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	1	
Ein-gang		Aus-gang																				
A	B	f																				
0	0	0																				
0	1	0																				
1	0	0																				
1	1	1																				
Sperr-Gatter (1)		$f = \bar{A} \cdot B$	<table><tr><th colspan="2">Ein-gang</th><th>Aus-gang</th></tr><tr><th>A</th><th>B</th><th>f</th></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>0</td></tr></table>	Ein-gang		Aus-gang	A	B	f	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	1	0	
Ein-gang		Aus-gang																				
A	B	f																				
0	0	0																				
0	1	0																				
1	0	1																				
1	1	0																				
Sperr-Gatter (2)		$f = A \cdot \bar{B}$	<table><tr><th colspan="2">Ein-gang</th><th>Aus-gang</th></tr><tr><th>A</th><th>B</th><th>f</th></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>0</td></tr></table>	Ein-gang		Aus-gang	A	B	f	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	1	0	
Ein-gang		Aus-gang																				
A	B	f																				
0	0	0																				
0	1	1																				
1	0	0																				
1	1	0																				
invertiertes UND-Gatter		$f = \bar{A} \cdot \bar{B}$	<table><tr><th colspan="2">Ein-gang</th><th>Aus-gang</th></tr><tr><th>A</th><th>B</th><th>f</th></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>1</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr></table>	Ein-gang		Aus-gang	A	B	f	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	1	1	
Ein-gang		Aus-gang																				
A	B	f																				
0	0	1																				
0	1	0																				
1	0	0																				
1	1	1																				
Beispiele kombinierter logischer Schaltkreise		$f = A \cdot B$ $g = \bar{A}$																				
		$f = \bar{A} \cdot B$ $g = \bar{A}$																				
		$f = A \cdot B \cdot \bar{C}$ $g = \bar{C}$																				
	(Der Inverter ist nur für die entsprechenden Gatter verwendbar)																					
		$f = A \cdot \bar{B}$ $g = \bar{A} \cdot C$ $h = \bar{A} \cdot D$ $i = A$																				

F I G. 5D

	verwendetes Logiksymbol	Logik- gleichung	bekanntes Logiksymbol
Matrix-Schaltkreise mit UND-Funktion		$\begin{aligned} m &= A \cdot B \cdot C \\ l &= \bar{A} \cdot B \cdot C \\ k &= A \cdot \bar{B} \cdot C \\ j &= \bar{A} \cdot \bar{B} \cdot C \\ i &= A \cdot B \cdot \bar{C} \\ h &= \bar{A} \cdot B \cdot \bar{C} \\ g &= A \cdot \bar{B} \cdot \bar{C} \\ f &= \bar{A} \cdot \bar{B} \cdot \bar{C} \end{aligned}$	

F I G. 5E

	verwendetes Logiksymbol	Logik- gleichung	bekanntes Logiksymbol
Matrix-Schalt- kreis mit ODER- Funktion		$B=A$ $C=A$	
Beispiel		$f = A + C$ $g = B + C + D$ $h = B + D$	

F I G. 5F

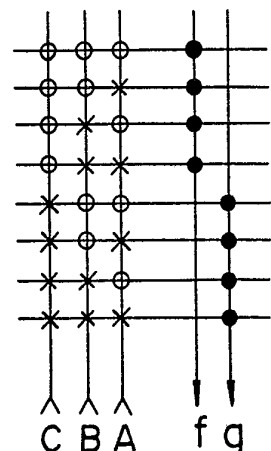
Matrix-Schaltkreis mit UND-ODER-Funktion		$f = \bar{A} \cdot \bar{B} \cdot C + A \cdot \bar{B} \cdot C + \bar{A} \cdot B \cdot C + A \cdot B \cdot C$ $g = \bar{A} \cdot \bar{B} \cdot C + A \cdot \bar{B} \cdot \bar{C} + \bar{A} \cdot B \cdot \bar{C} + A \cdot B \cdot \bar{C}$
---	---	---

FIG. 5C

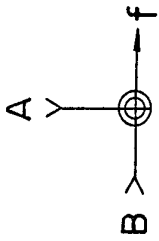
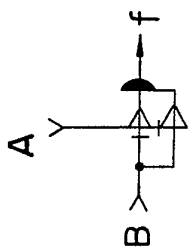
	verwendetes Logiksymbol	Ersatzschaltkreis	Logikgleichung	Wahrheitstabelle	bekanntes Logiksymbol																	
			$f = \bar{A}B + A\bar{B}$	<table><tr><th colspan="2">Eingang</th><th rowspan="2">Ausgang f</th></tr><tr><th>A</th><th>B</th></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>0</td></tr></table>	Eingang		Ausgang f	A	B	0	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	0	
Eingang		Ausgang f																				
A	B																					
0	0	0																				
1	0	1																				
0	1	1																				
1	1	0																				

FIG. 6

FIG. 7C-1	FIG. 7C-2	FIG. 7B-1	FIG. 7B-2
FIG. 7D-1	FIG. 7D-2	FIG. 7A-1	FIG. 7A-2

F I G. 7A-1

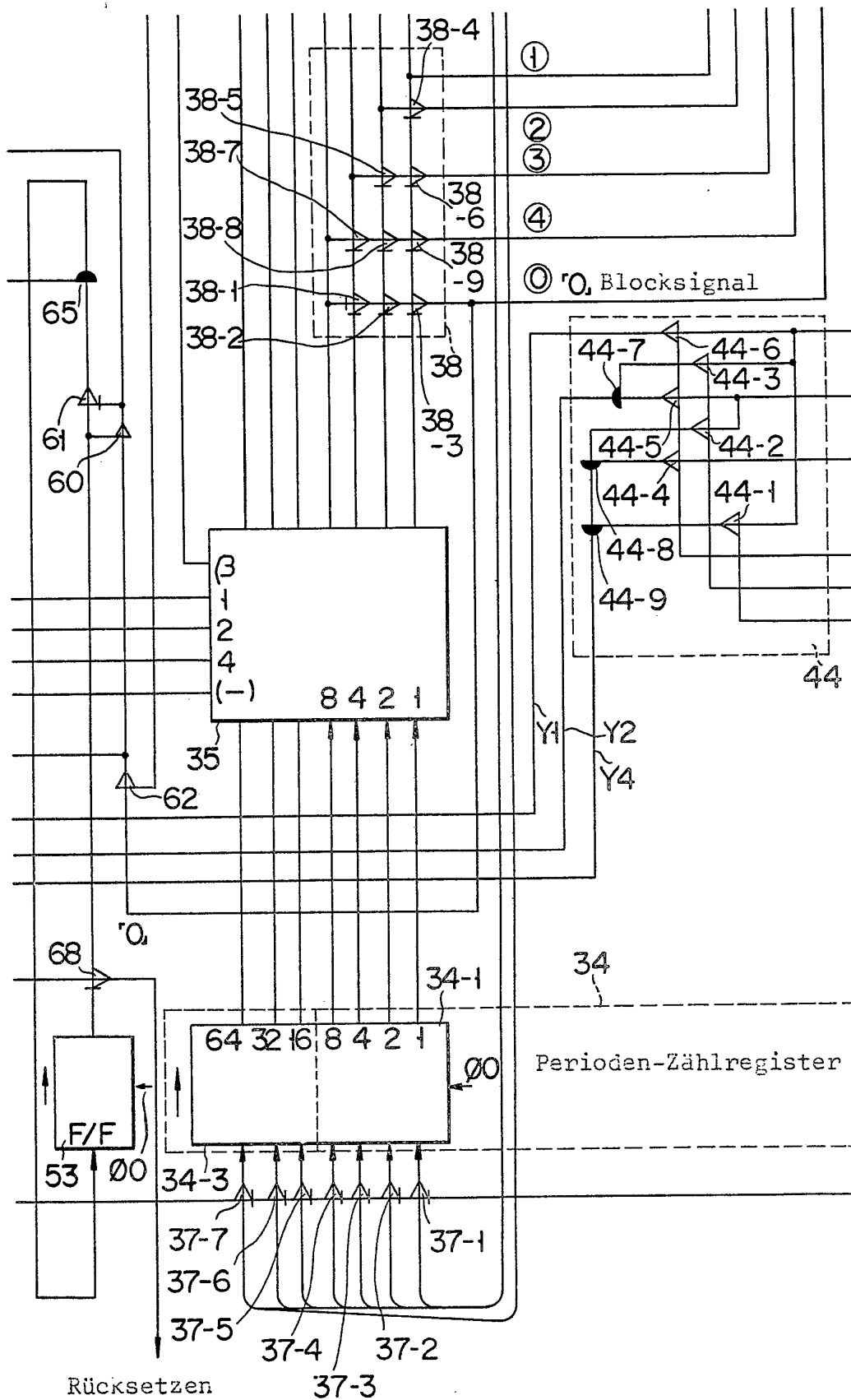
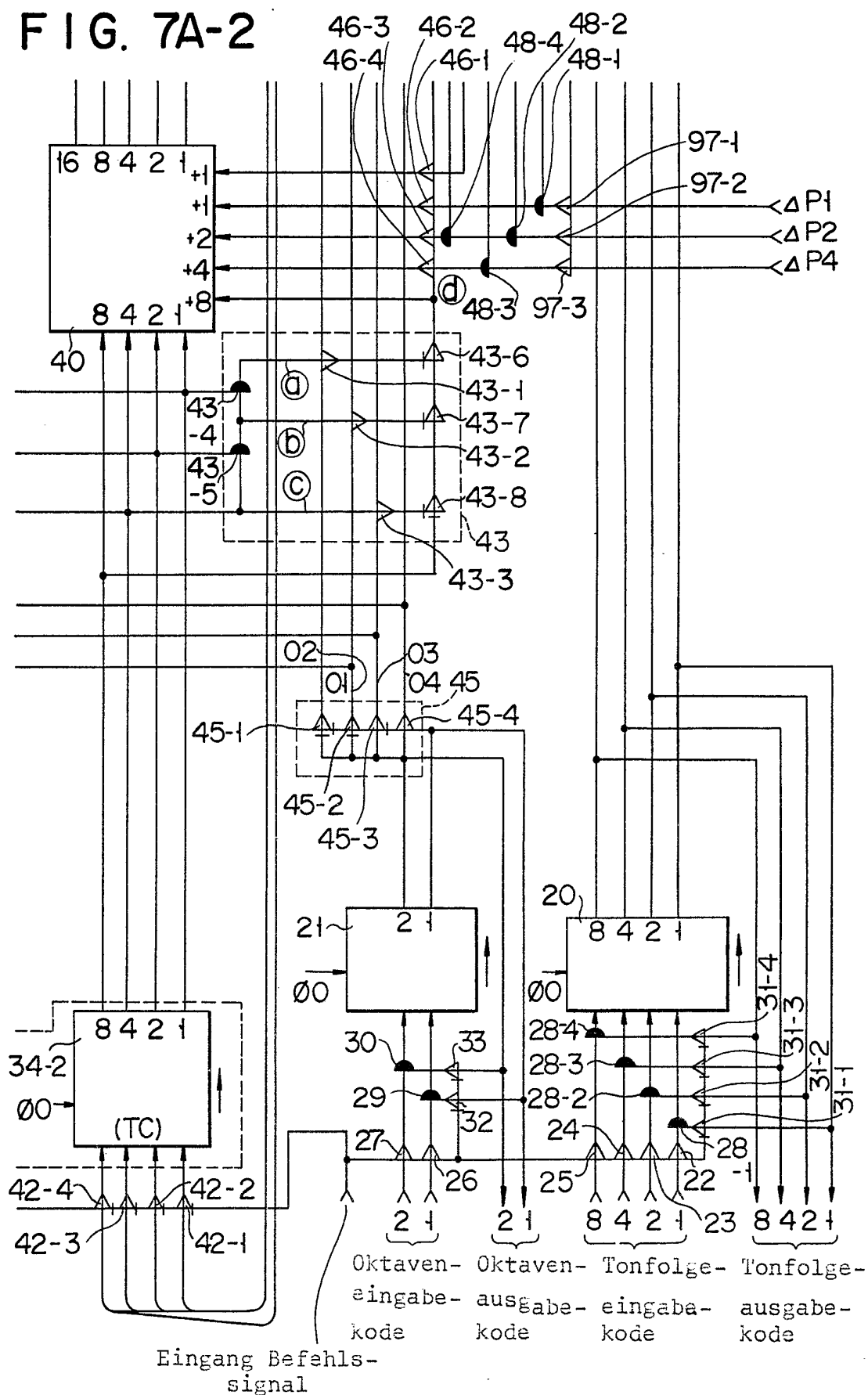
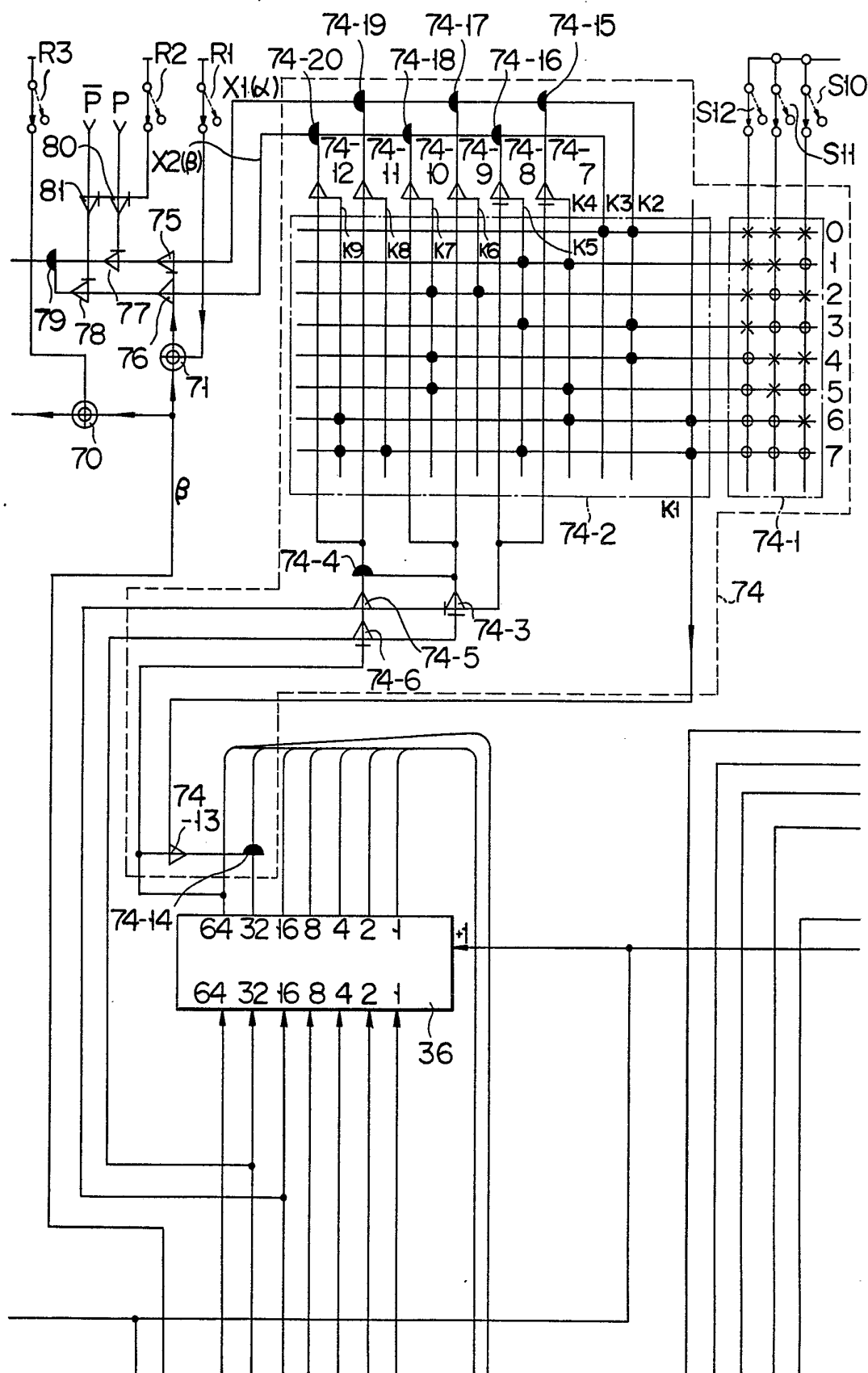


FIG. 7A-2



F I G. 7B-1



F I G. 7B-2

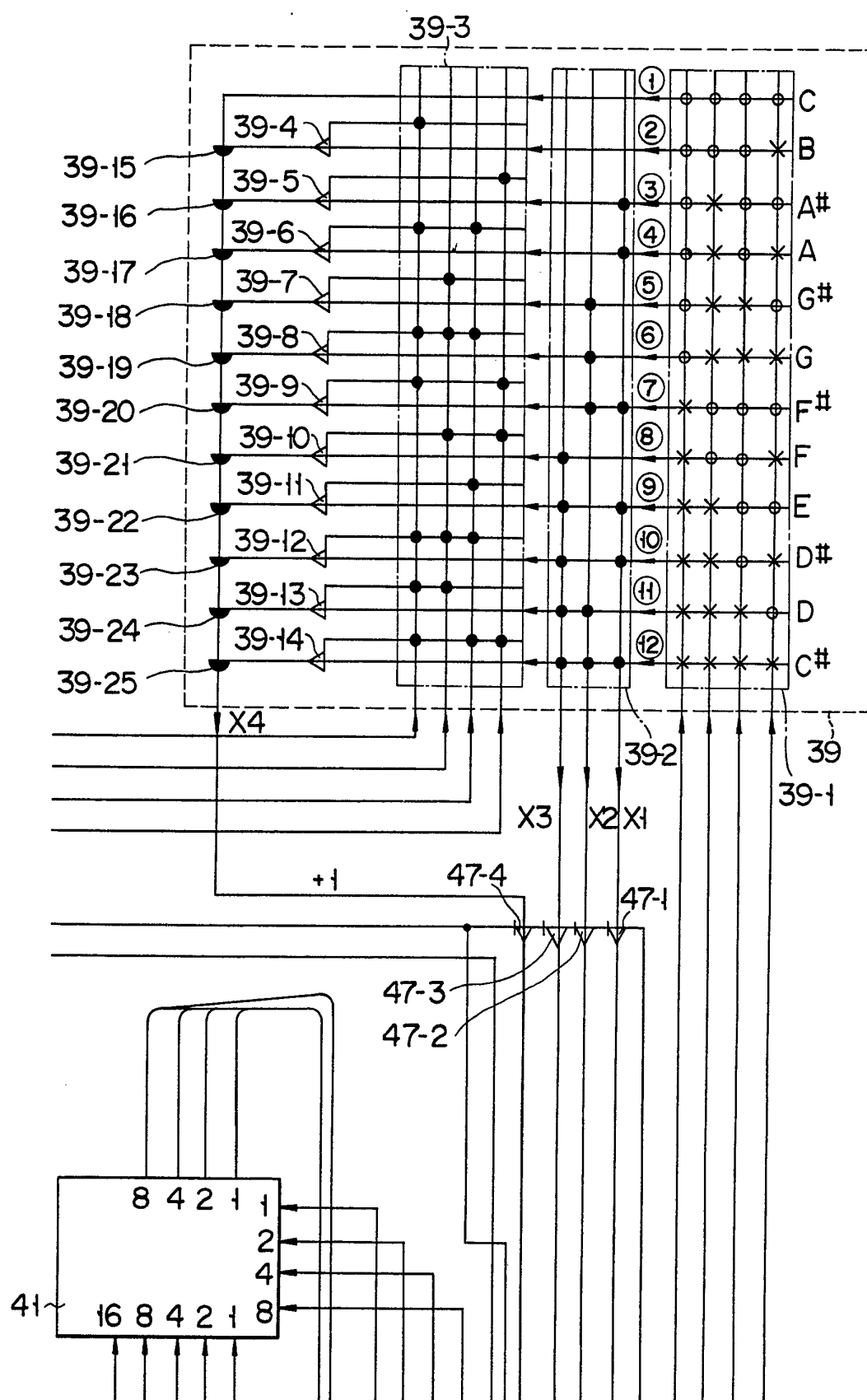
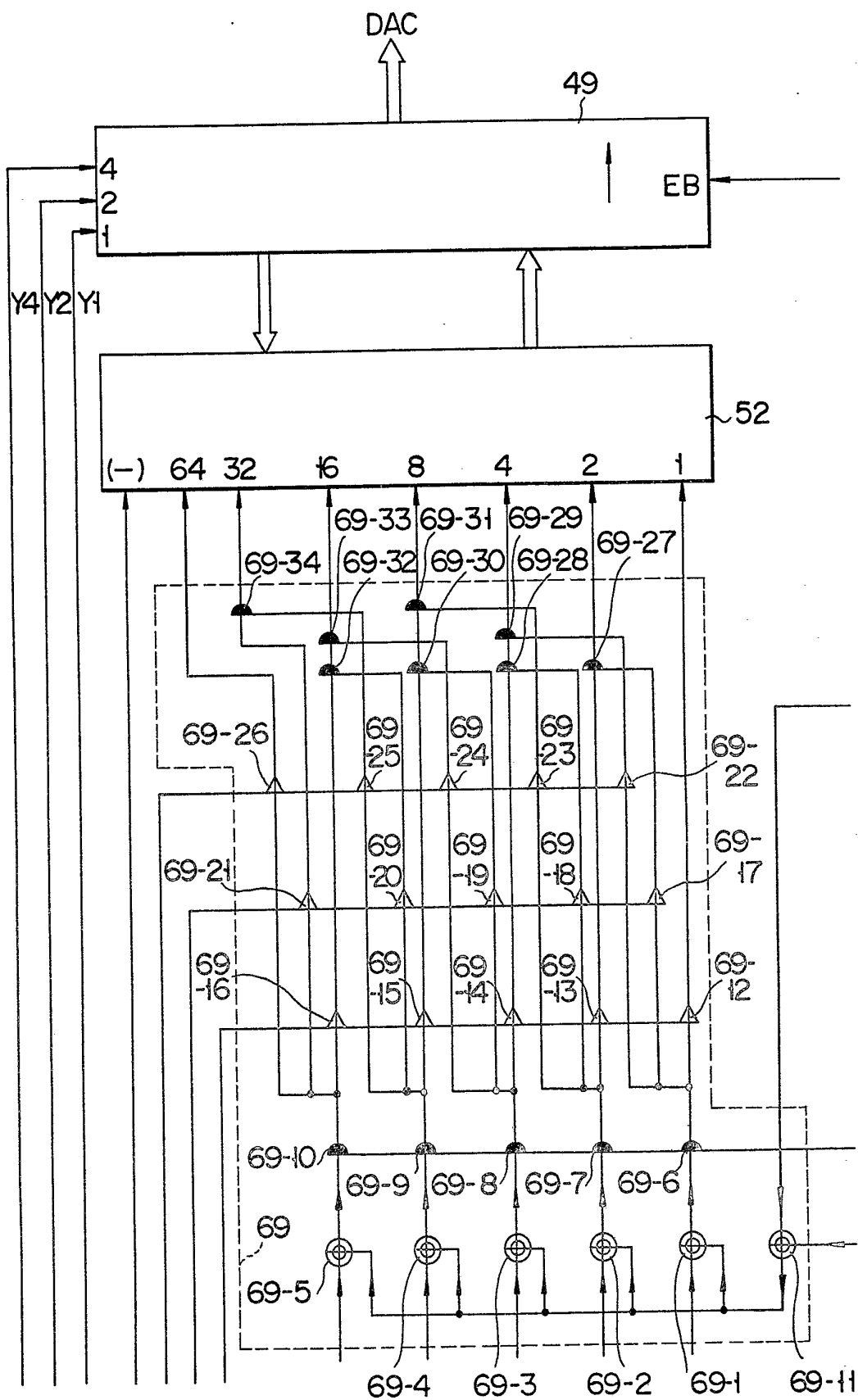
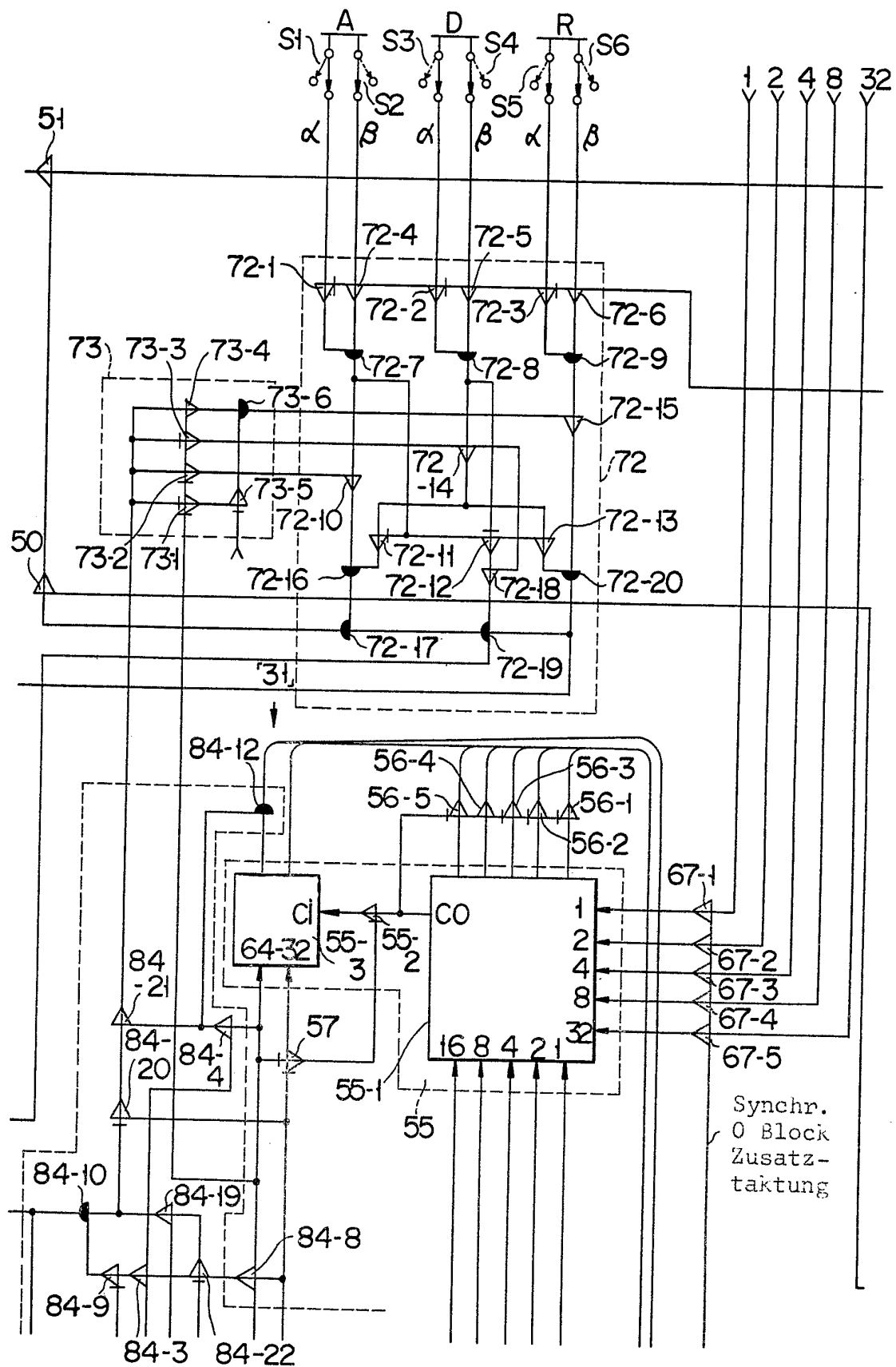


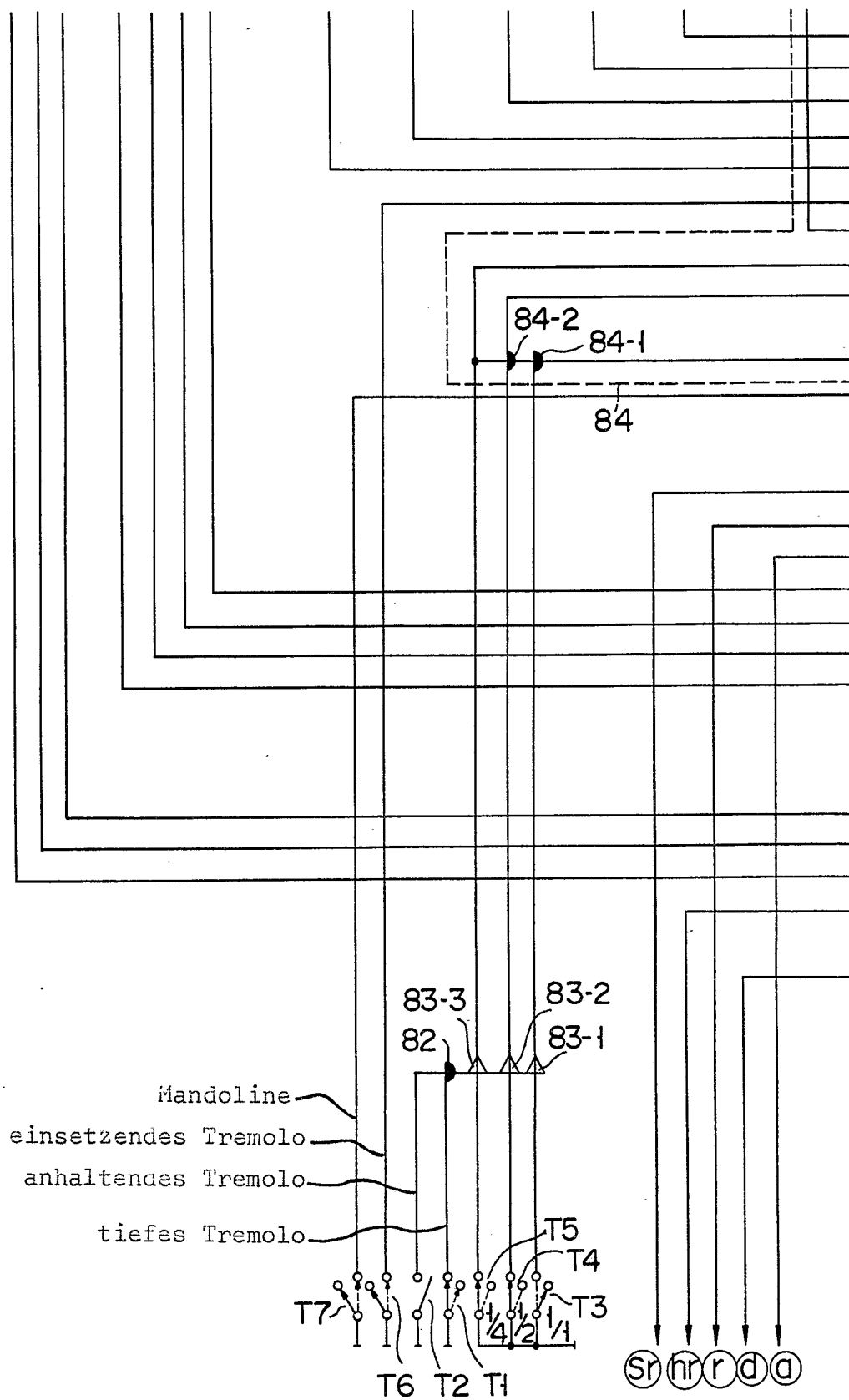
FIG. 7C-1



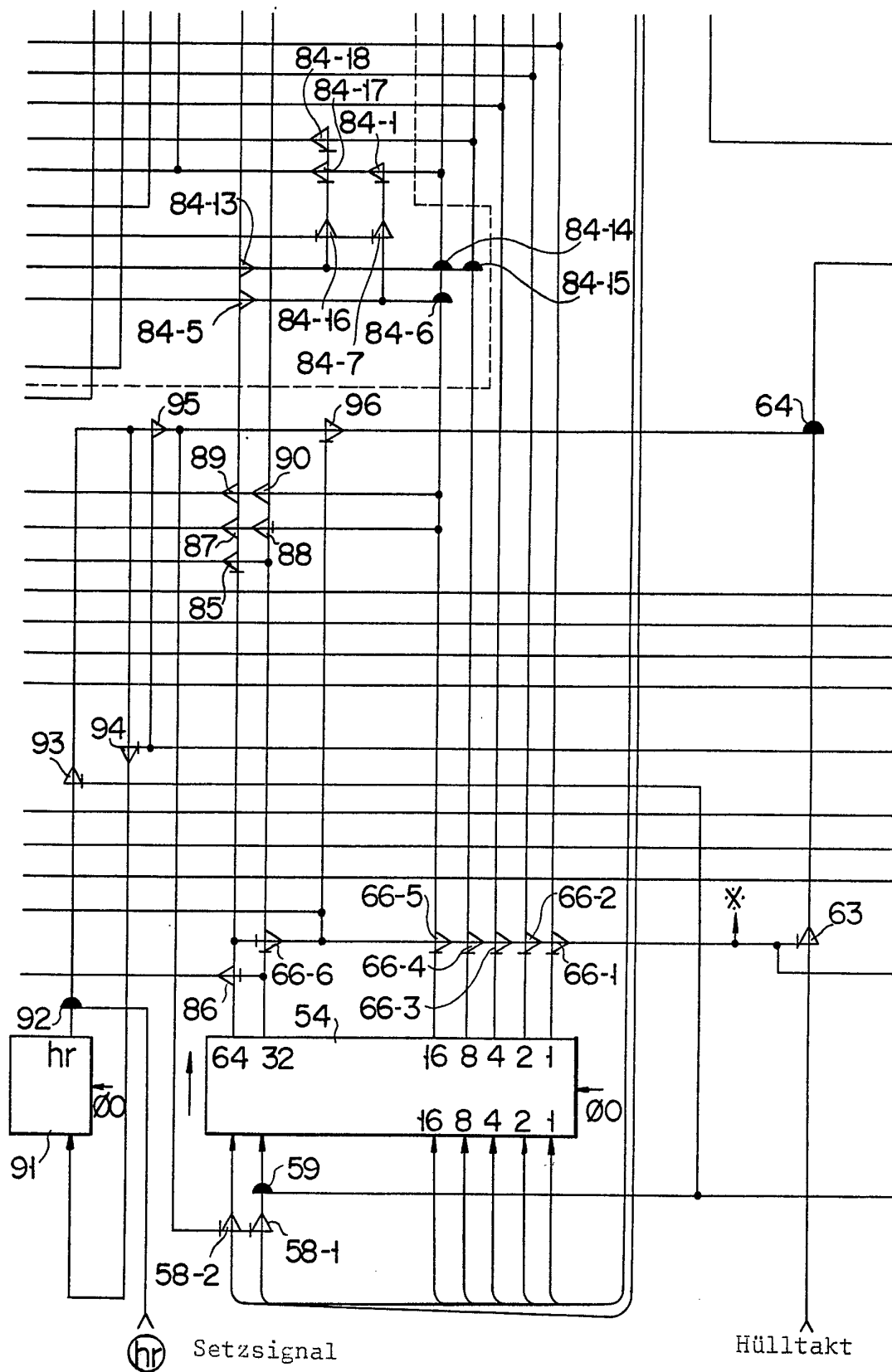
F I G. 7C-2



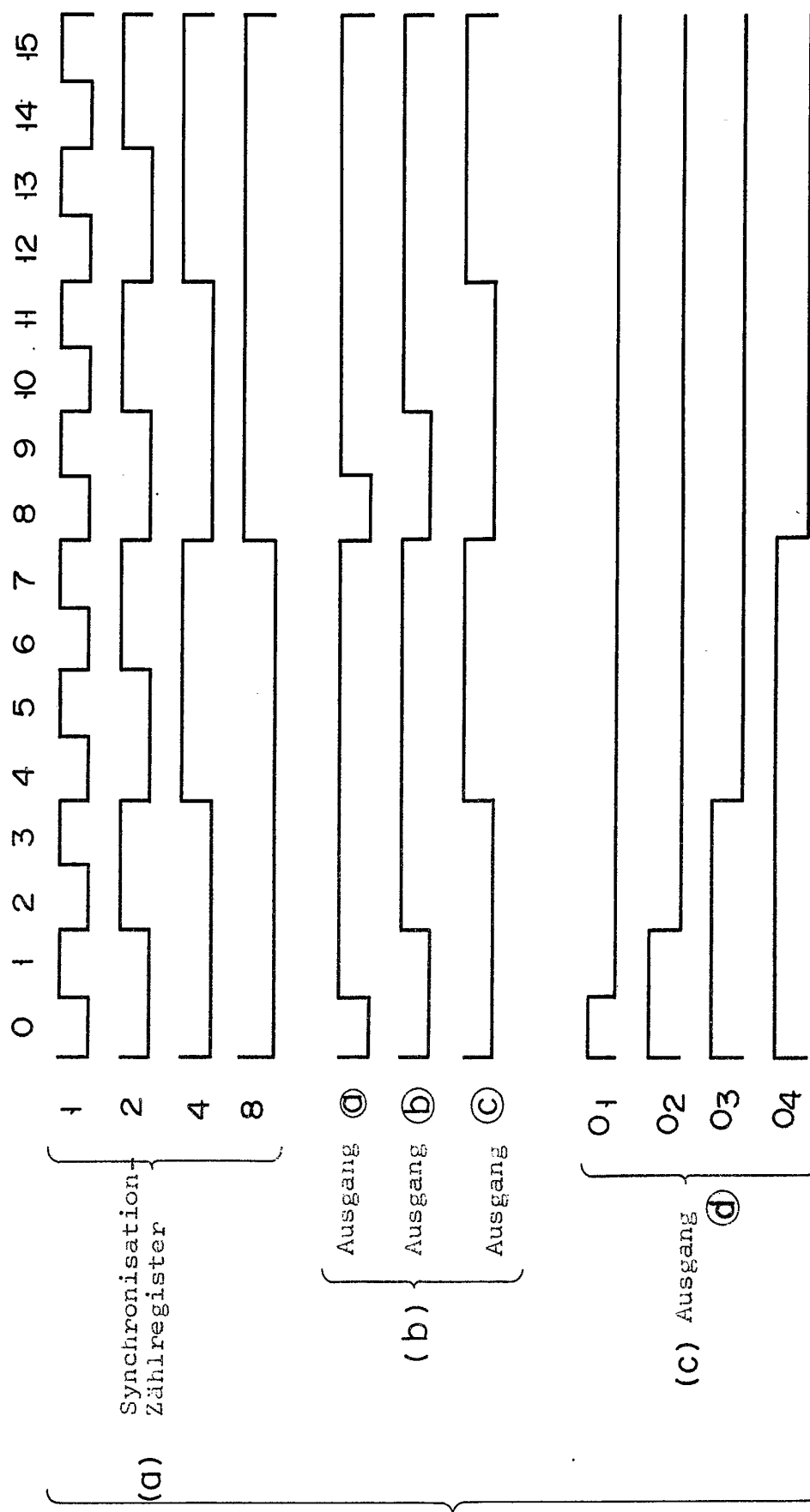
F I G. 7D-1



F I G. 7D-2



F I G. 9



F I G. 10

Block- adresse Tonfolge	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Schritt- zahl
① C	10	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	130
② B	10	9	8	9	8	9	8	9	8	9	8	9	8	9	8	9	138
③ A#	10	9	9	9	9	9	9	9	10	9	9	9	9	9	9	9	146
④ A	10	10	9	10	10	10	9	10	9	10	9	10	10	10	9	10	155
⑤ G#	10	10	11	10	10	10	11	10	10	10	11	10	10	10	11	10	164
⑥ C	10	11	11	11	11	11	11	11	10	11	11	11	11	11	11	11	174
⑦ F#	10	12	12	12	11	12	11	12	12	12	11	12	11	12	11	12	184
⑧ F	10	12	13	12	12	12	13	12	13	12	13	12	12	12	13	12	195
⑨ E	10	13	13	13	14	13	13	13	13	13	13	13	14	13	13	13	207
⑩ D#	10	14	14	14	14	14	14	14	13	14	14	14	14	14	14	14	219
⑪ D	10	15	15	15	14	15	15	15	14	15	15	15	14	15	15	15	232
⑫ C#	10	16	15	16	16	16	15	16	16	16	15	16	16	16	15	16	246

(c)

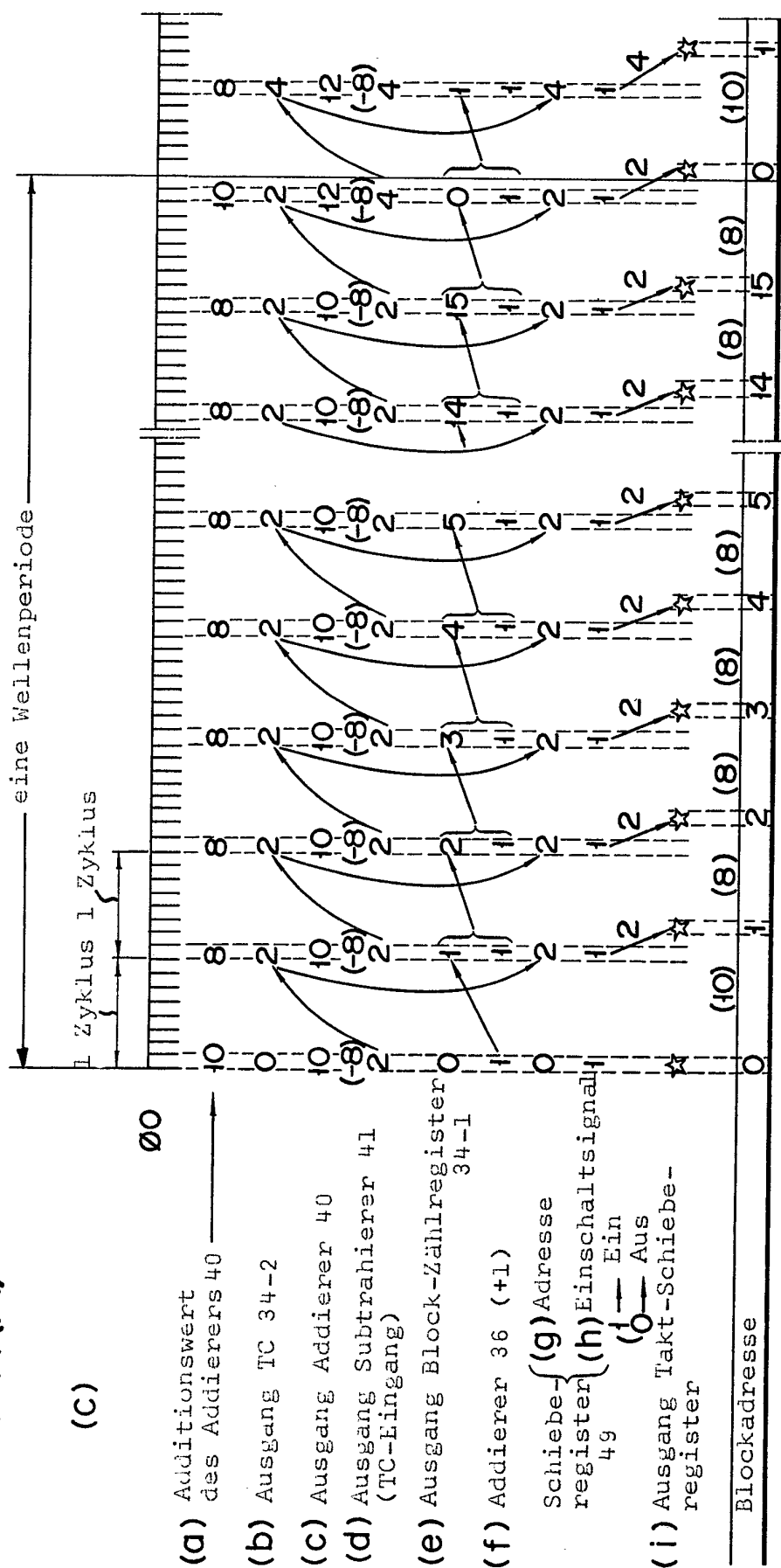


FIG. 11(B)

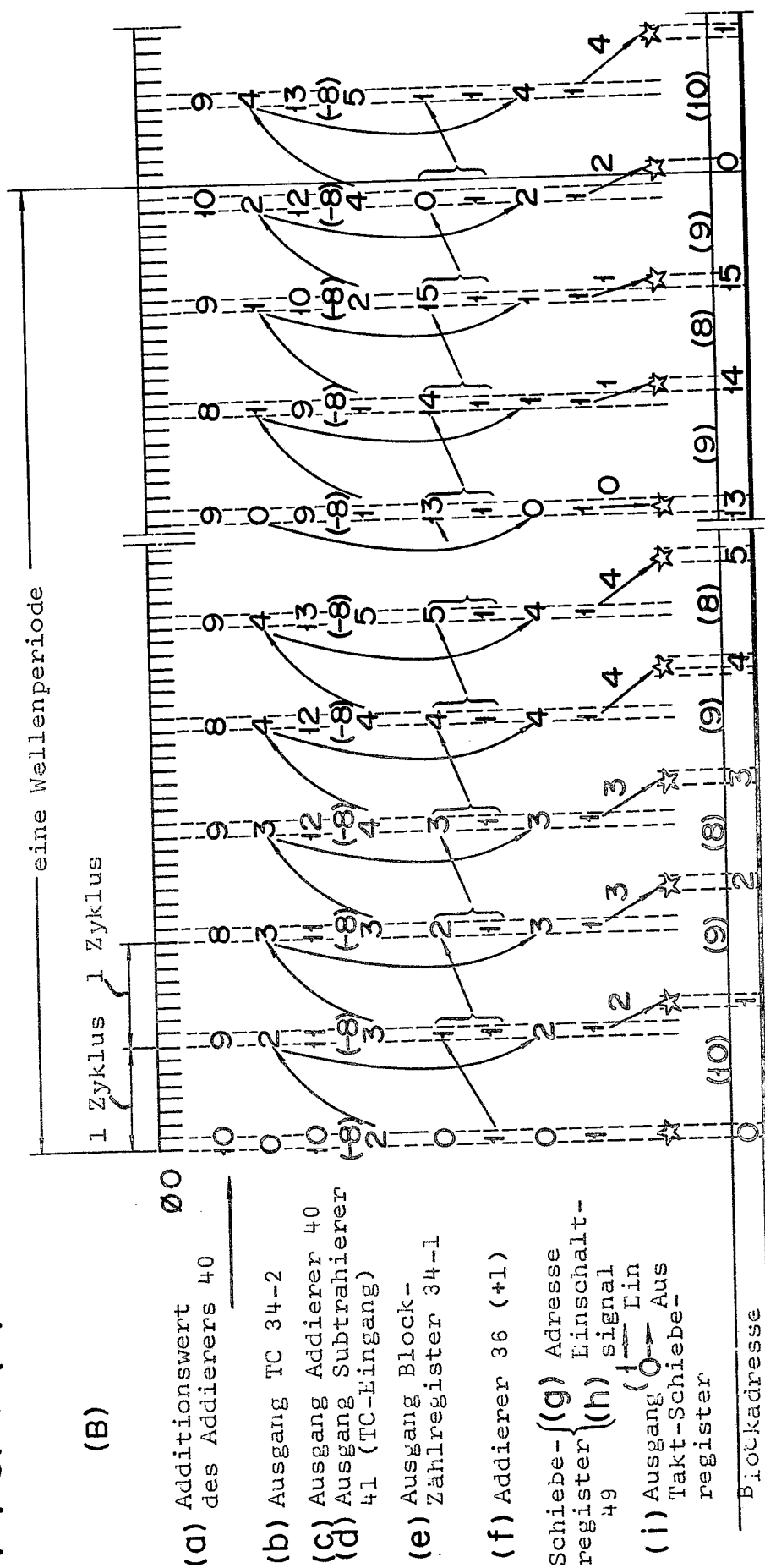


FIG. 11(C)

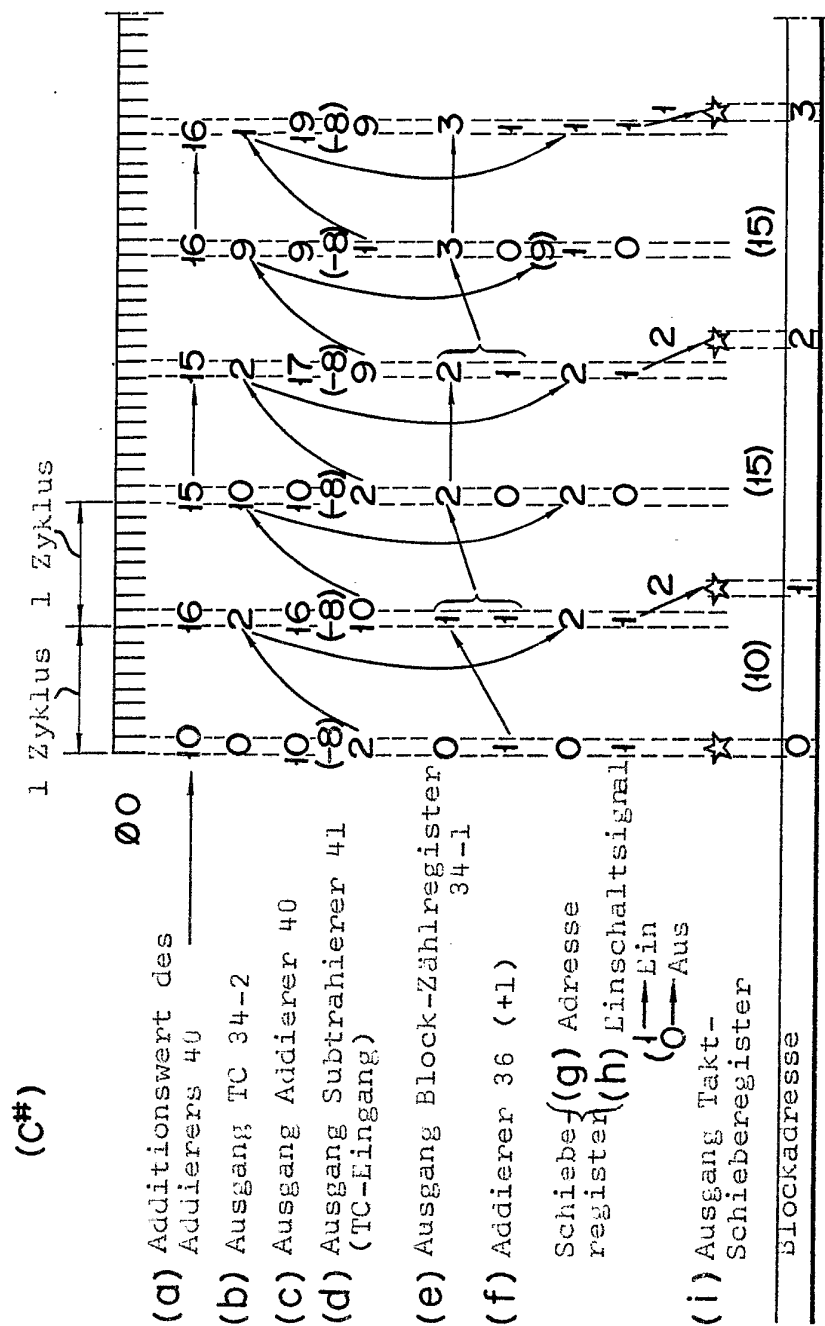


FIG. 12

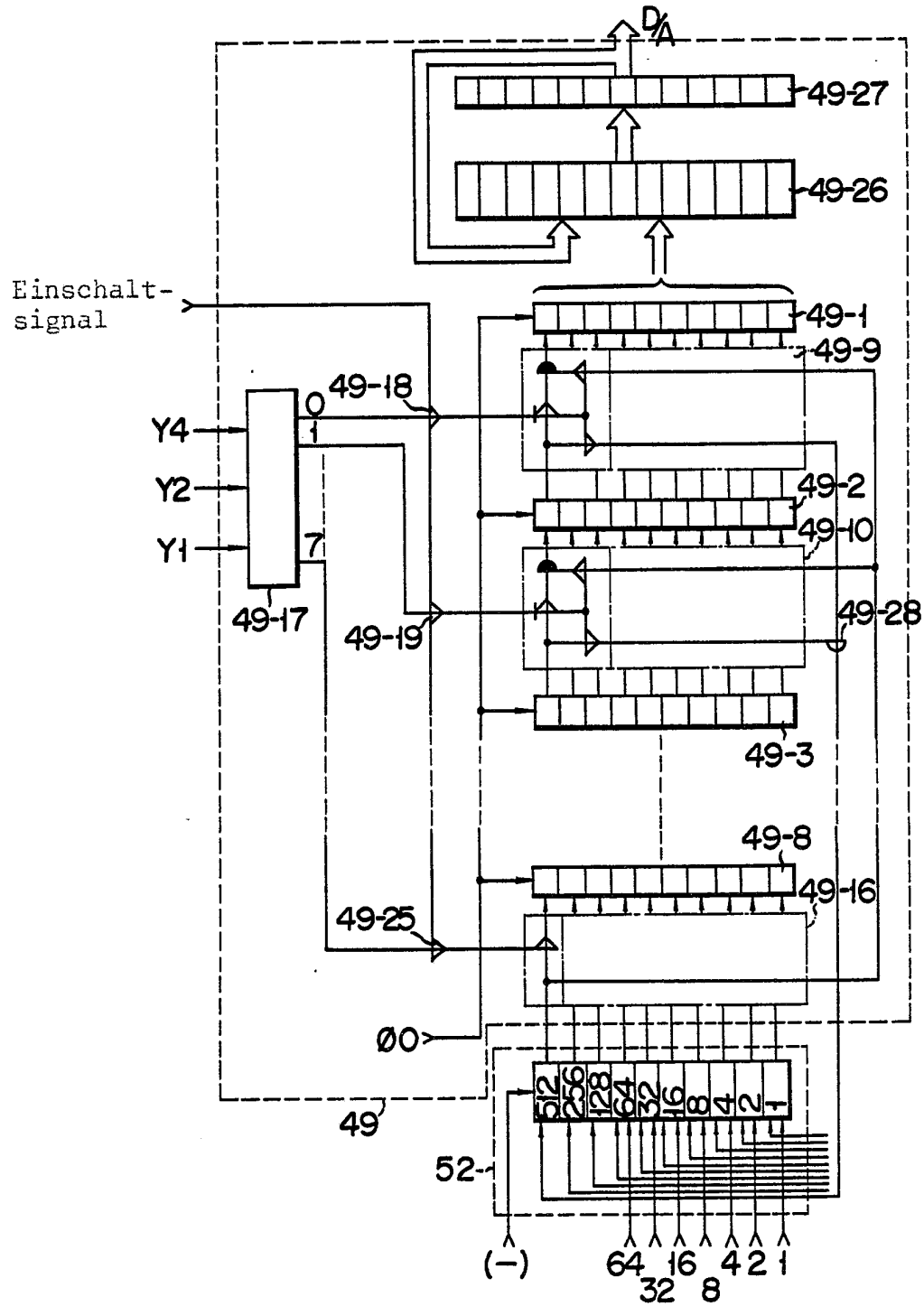
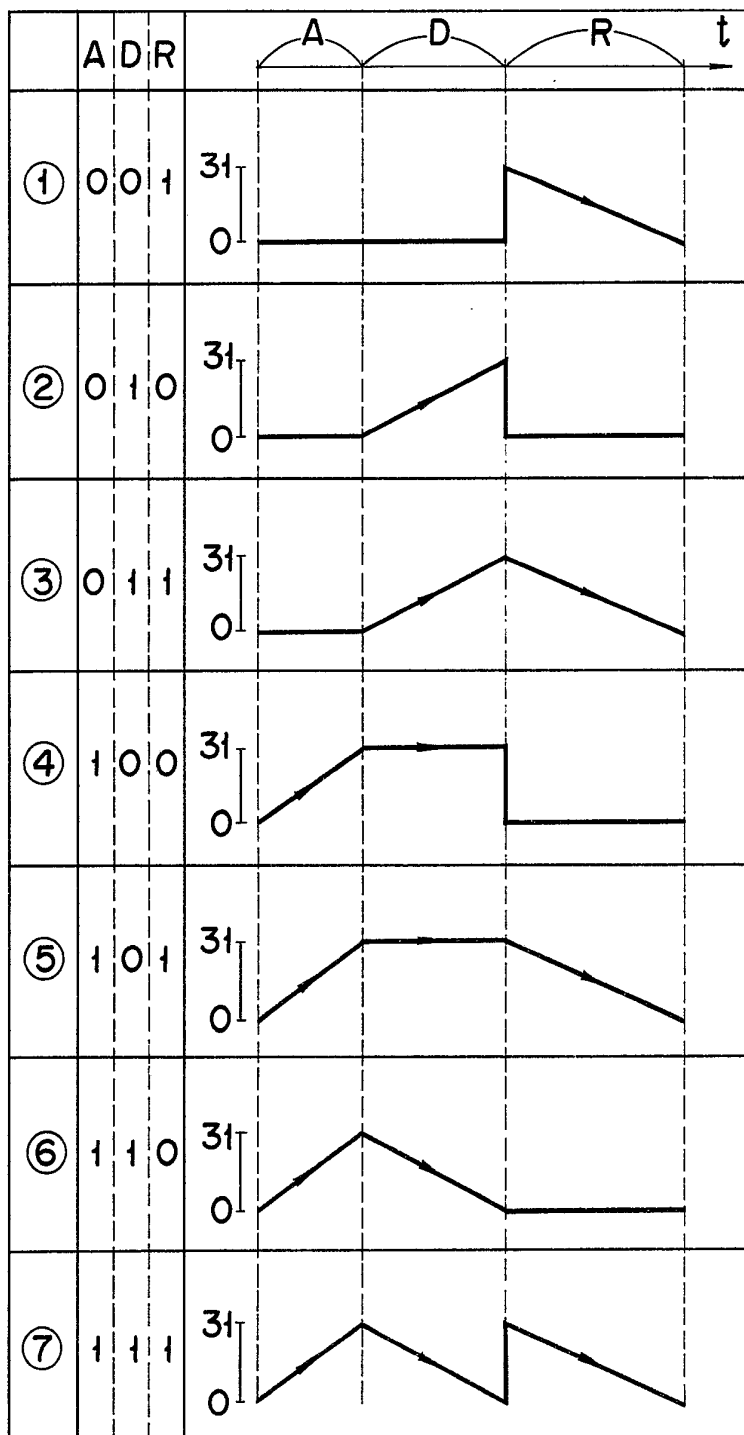


FIG. 13



Befehlsinhalte für die kombinierten Lautstärkekurven α, β																	
α Befehl			β Befehl			α Befehl			β Befehl			α Befehl			β Befehl		
A	D	R	A	D	R	A	D	R	A	D	R	A	D	R	A	D	R
1 0 1			1	0	1	1 1 1			1	0	1	0 0 1			1	0	1
			1	0	0				1	0	0						
			1	1	0				1	1	0						
			1	1	1				1	1	1						
			0	1	1				0	1	1						
1 0 0			0	1	0	0 1 1			0	1	0	0 0 1			0	1	0
			0	0	1				0	0	1						
			1	0	1				1	0	1						
			1	0	0				1	0	0						
			1	1	0				1	1	0						
1 1 0			1	1	1	0 1 1			1	1	1	0 1 0			1	1	1
			0	1	1				0	1	1						
			0	1	0				0	1	0						
			1	0	1				1	0	1						
			1	0	0				1	0	0						

FIG. 14

FIG. 14

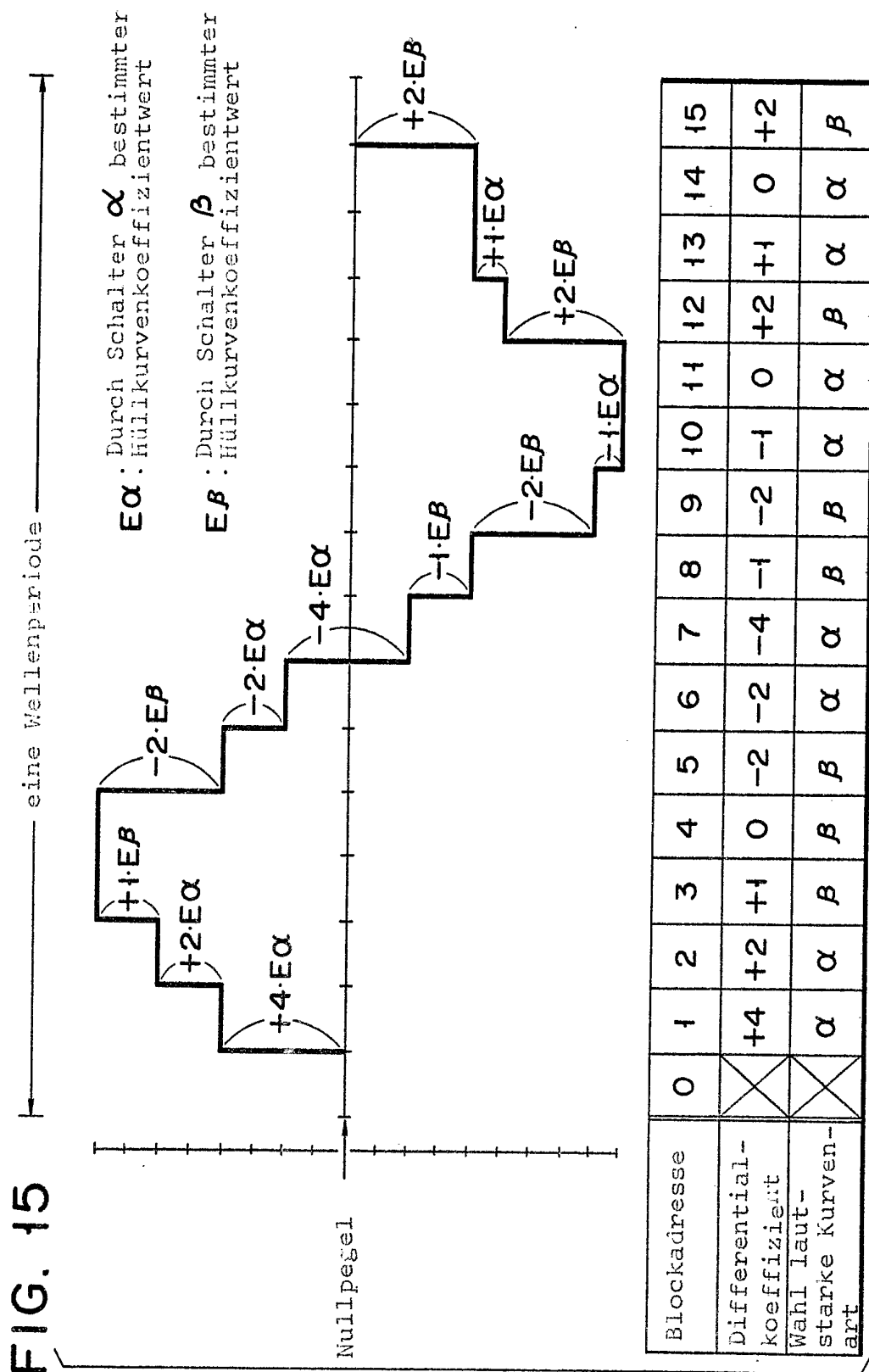


FIG. 16(A)

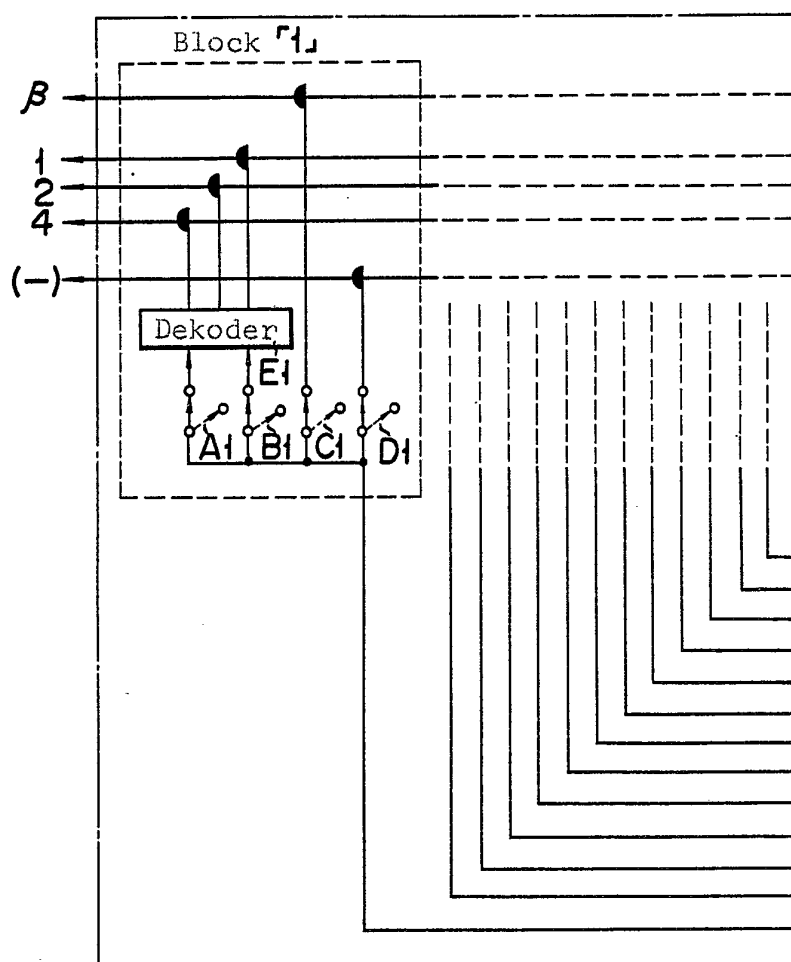
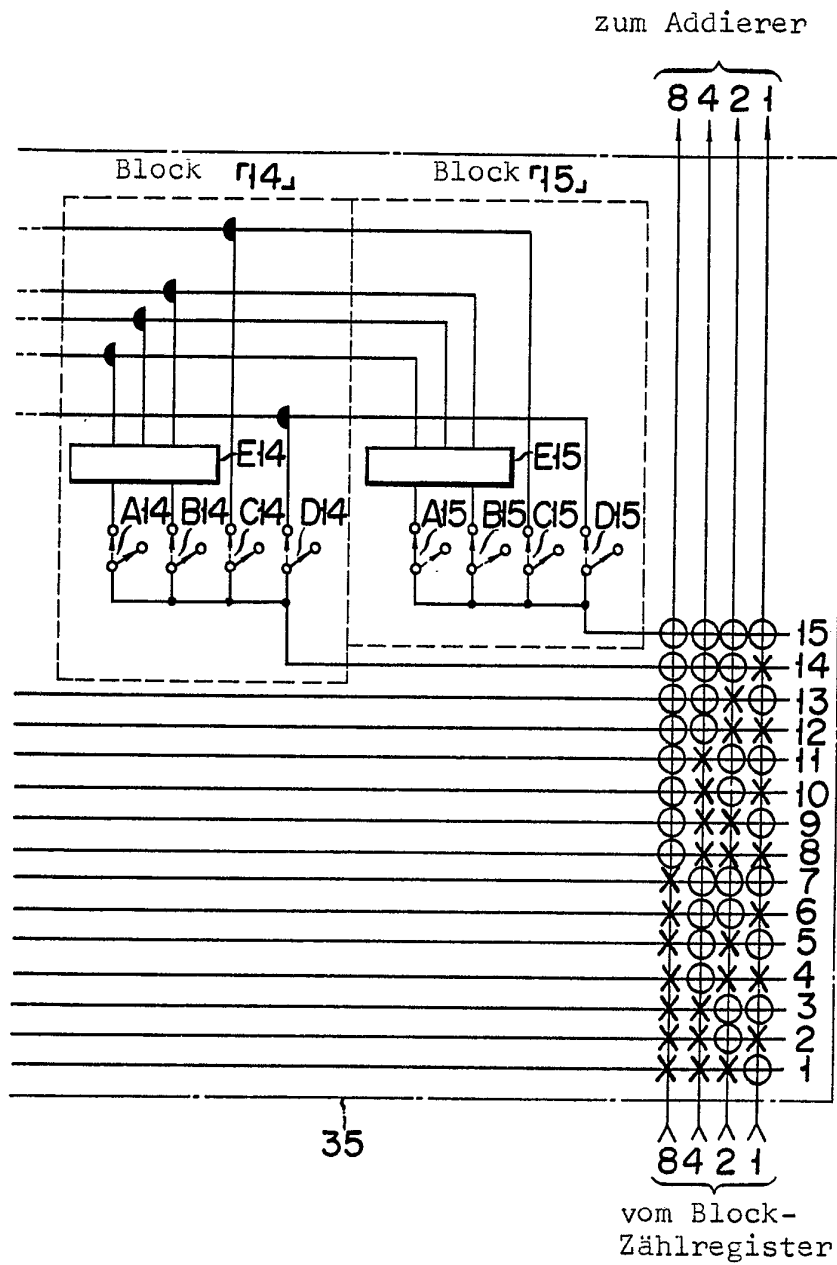


FIG. 16(B)



F I G. 17

Ausgang Hüllzähler						Addierer- eingang im Fall (1)						Addierereingang im Fall (2)						Addierereingang im Fall (4)									
	1	2	4	8	16	1	2	4	8	16		1	2	4	8	16	32		1	2	4	8	16	32	64		
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0	4	0	0	1	0	0	0	0	0	
2	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	4	0	0	1	0	0	0	8	0	0	0	1	0	0	0	0	
3	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	6	0	1	1	0	0	0	12	0	0	1	1	0	0	0	0	
4	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	8	0	0	0	1	0	0	16	0	0	0	0	1	0	0	0	
5	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	10	0	1	0	1	0	0	20	0	0	1	0	1	0	0	0	
6	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	12	0	0	1	1	0	0	24	0	0	0	1	1	0	0	0	
7	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	14	0	1	1	1	0	0	28	0	0	1	1	1	0	0	0	
8	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	16	0	0	0	0	1	0	32	0	0	0	0	0	1	0	0	
9	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	18	0	1	0	0	1	0	36	0	0	1	0	0	1	0	0	
10	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	20	0	0	1	0	1	0	40	0	0	0	1	0	1	0	0	
11	1	1	0	1	0	1	1	0	1	0	22	0	1	1	0	1	0	44	0	0	1	1	0	1	0	0	
12	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	24	0	0	0	1	1	0	48	0	0	0	0	1	1	0	0	
13	1	0	1	1	0	1	0	1	1	0	26	0	1	0	1	1	0	52	0	0	1	0	1	1	0	0	
14	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	28	0	0	1	1	1	0	56	0	0	0	1	1	1	0	0	
15	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	30	0	1	1	1	1	0	60	0	0	1	1	1	1	0	0	
16	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	32	0	0	0	0	0	1	64	0	0	0	0	0	0	0	1	
17	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1	34	0	1	0	0	0	1	68	0	0	1	0	0	0	0	1	
18	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	36	0	0	1	0	0	1	72	0	0	0	1	0	0	0	1	
19	1	1	0	0	1	1	1	0	0	1	38	0	1	1	0	0	1	76	0	0	1	1	0	0	0	1	
20	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	40	0	0	0	1	0	1	80	0	0	0	0	1	0	0	1	
21	1	0	1	0	1	1	0	1	0	1	42	0	1	0	1	0	1	84	0	0	1	0	1	0	0	1	
22	0	1	1	0	1	0	1	1	0	1	44	0	0	1	1	0	1	88	0	0	0	1	1	0	0	1	
23	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	46	0	1	1	1	0	1	92	0	0	1	1	1	0	0	1	
24	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	48	0	0	0	0	1	1	96	0	0	0	0	0	1	1	0	
25	1	0	0	1	1	1	0	0	1	1	50	0	1	0	0	1	1	100	0	0	1	0	0	1	1	0	
26	0	1	0	1	1	0	1	0	1	1	52	0	0	1	0	1	1	104	0	0	0	1	0	1	1	0	
27	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	54	0	1	1	0	1	1	108	0	0	1	1	0	1	1	0	
28	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	56	0	0	0	1	1	1	112	0	0	0	0	1	1	1	0	
29	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	58	0	1	0	1	1	1	116	0	0	1	0	1	1	1	0	
30	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	60	0	0	1	1	1	1	120	0	0	0	1	1	1	1	0	
31	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	62	0	1	1	1	1	1	124	0	0	1	1	1	1	1	0	

FIG. 18

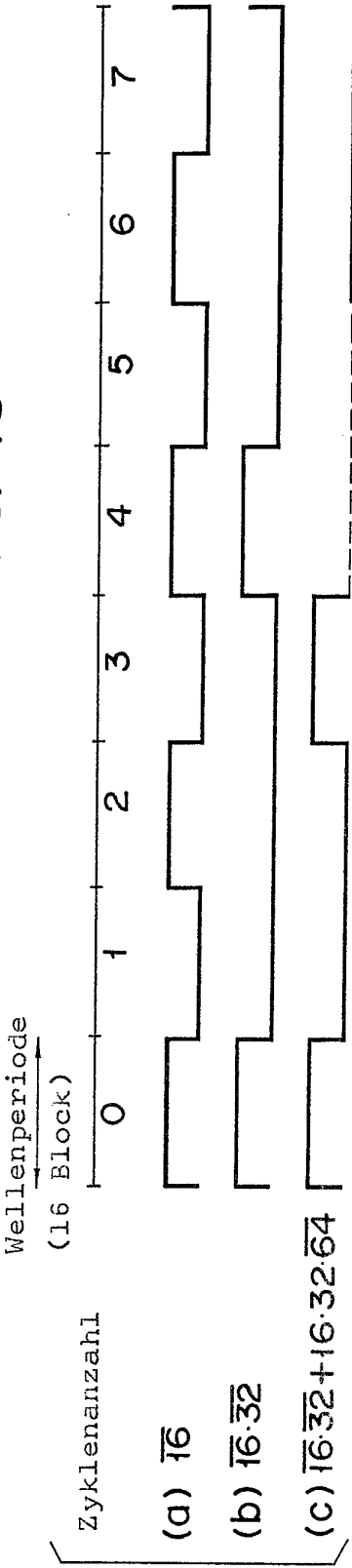


FIG. 19

Zeitverlauf →

Zyklus Tast- verhältnis	0	1	2	3	4	5	6	7
1	1	1	1	1	1	1	1	1
$1/2$	1	0	1	0	1	0	1	0
$1/4$	1	0	0	0	1	0	0	0
$1/3$	0	0	0	1			0	0

FIG. 22

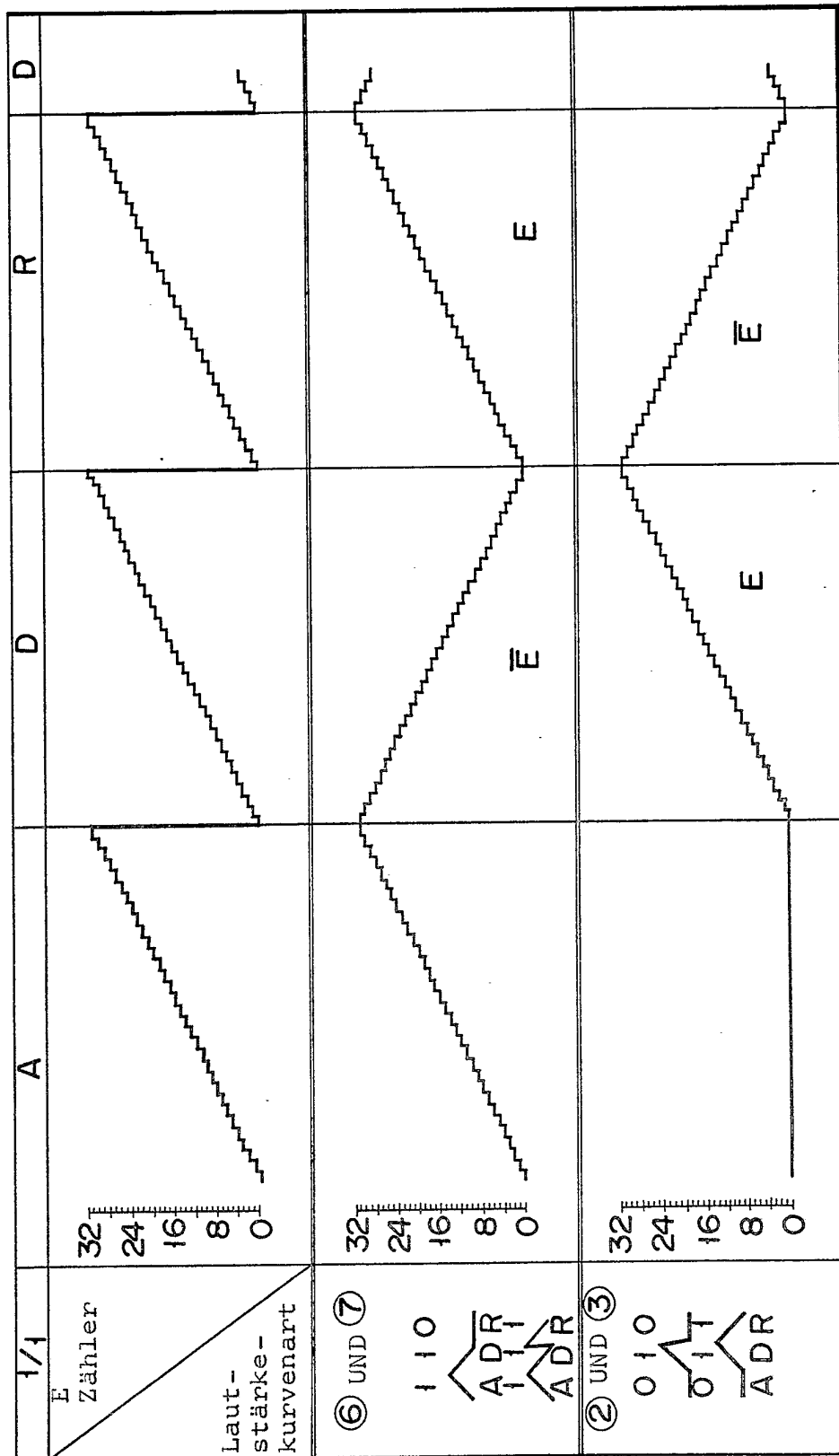


FIG. 23

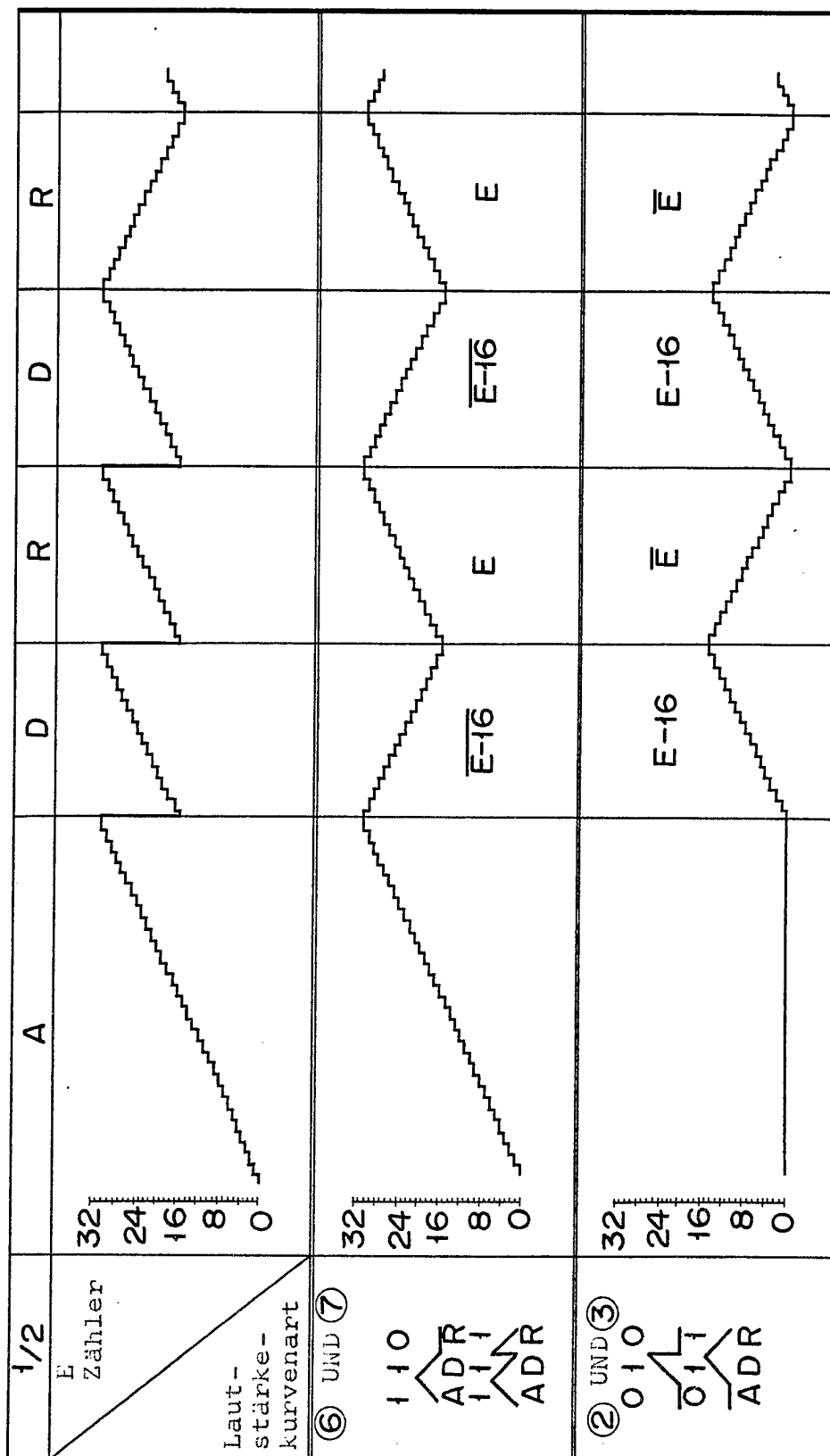


FIG. 24

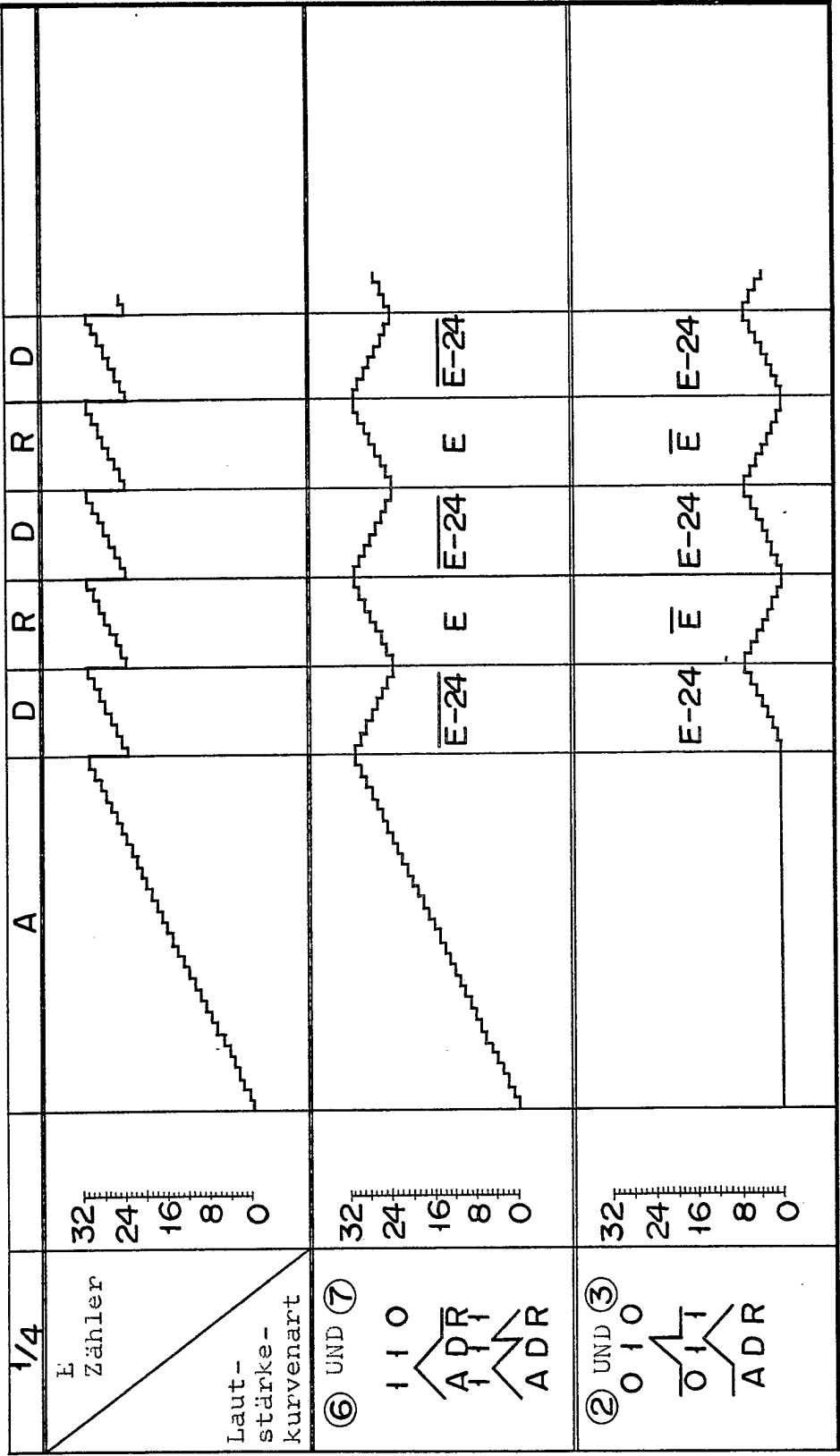
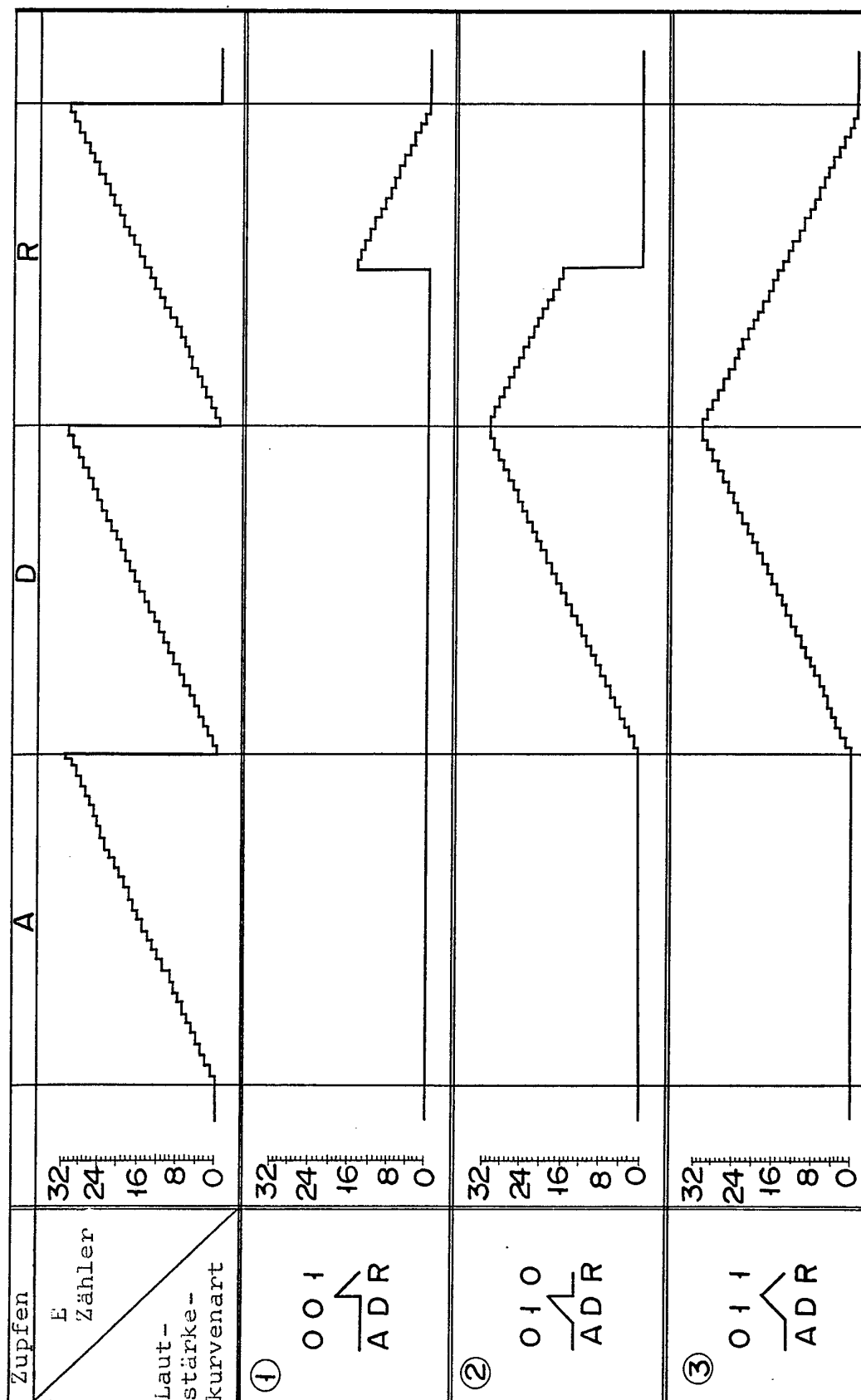


FIG. 25(A)



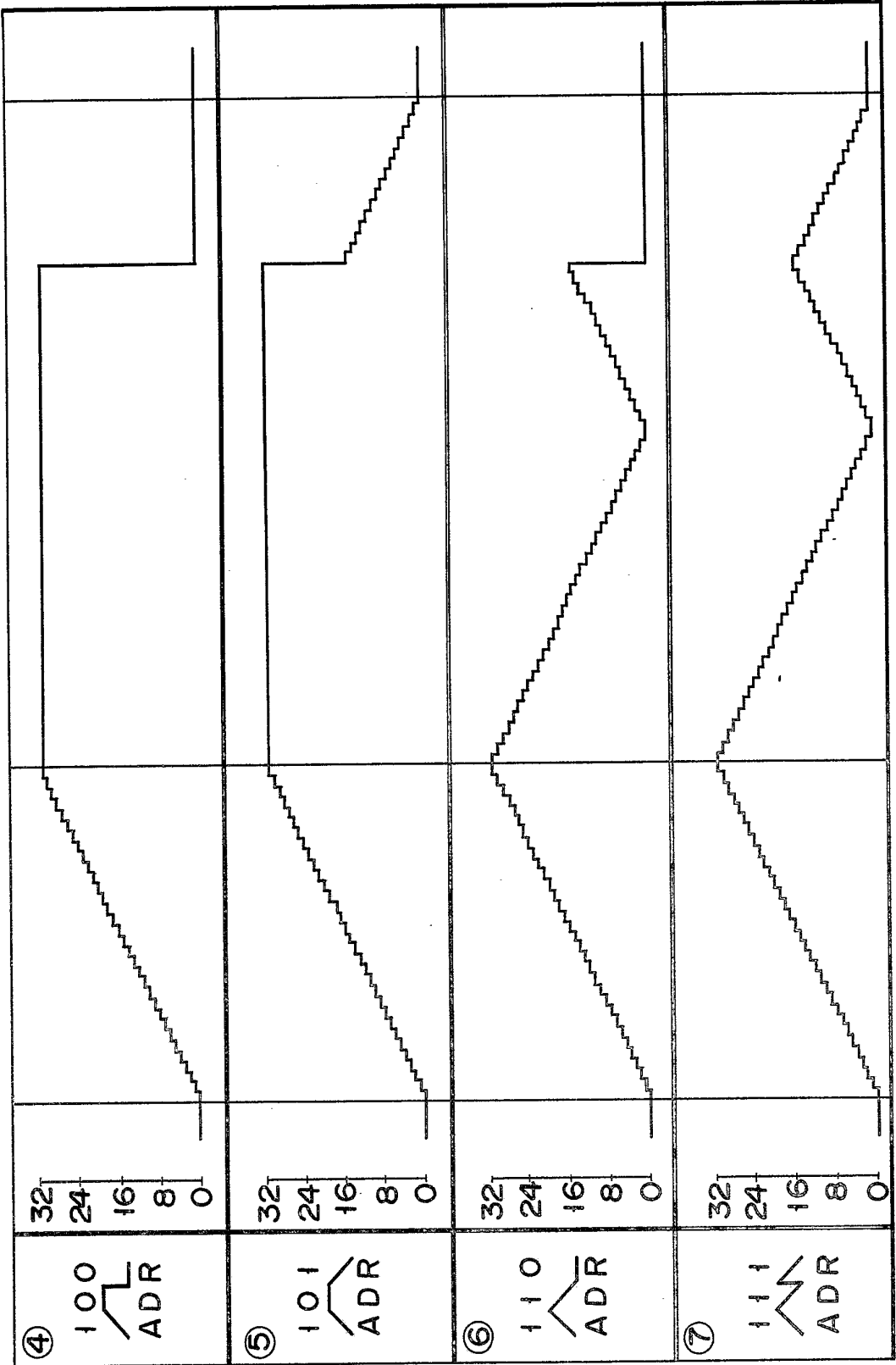
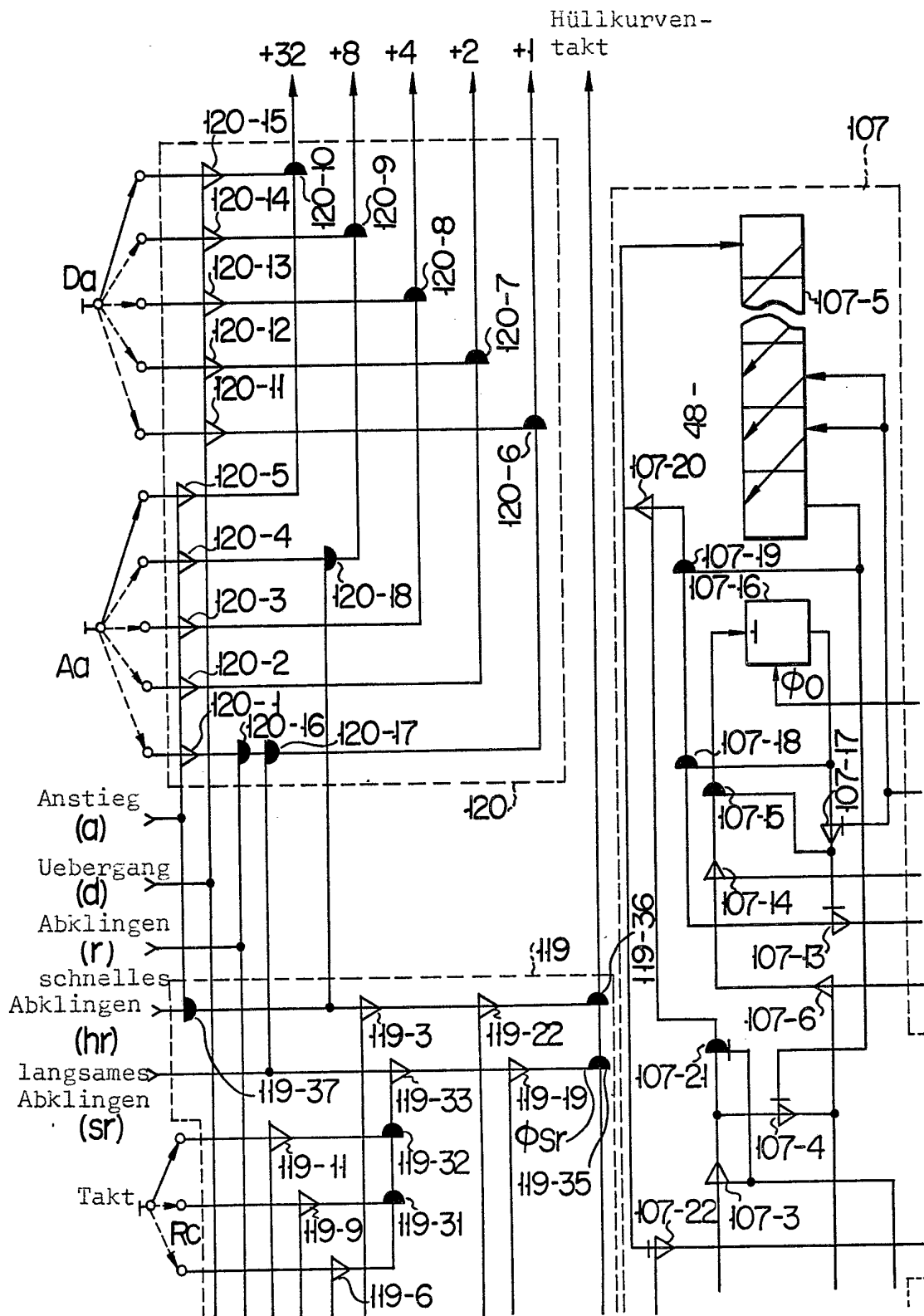


FIG.
25(B)

F I G. 26

FIG. 27A-1	FIG. 27A-2
FIG. 27B-1	FIG. 27B-2

F I G. 27A-1



F I G. 27A-2

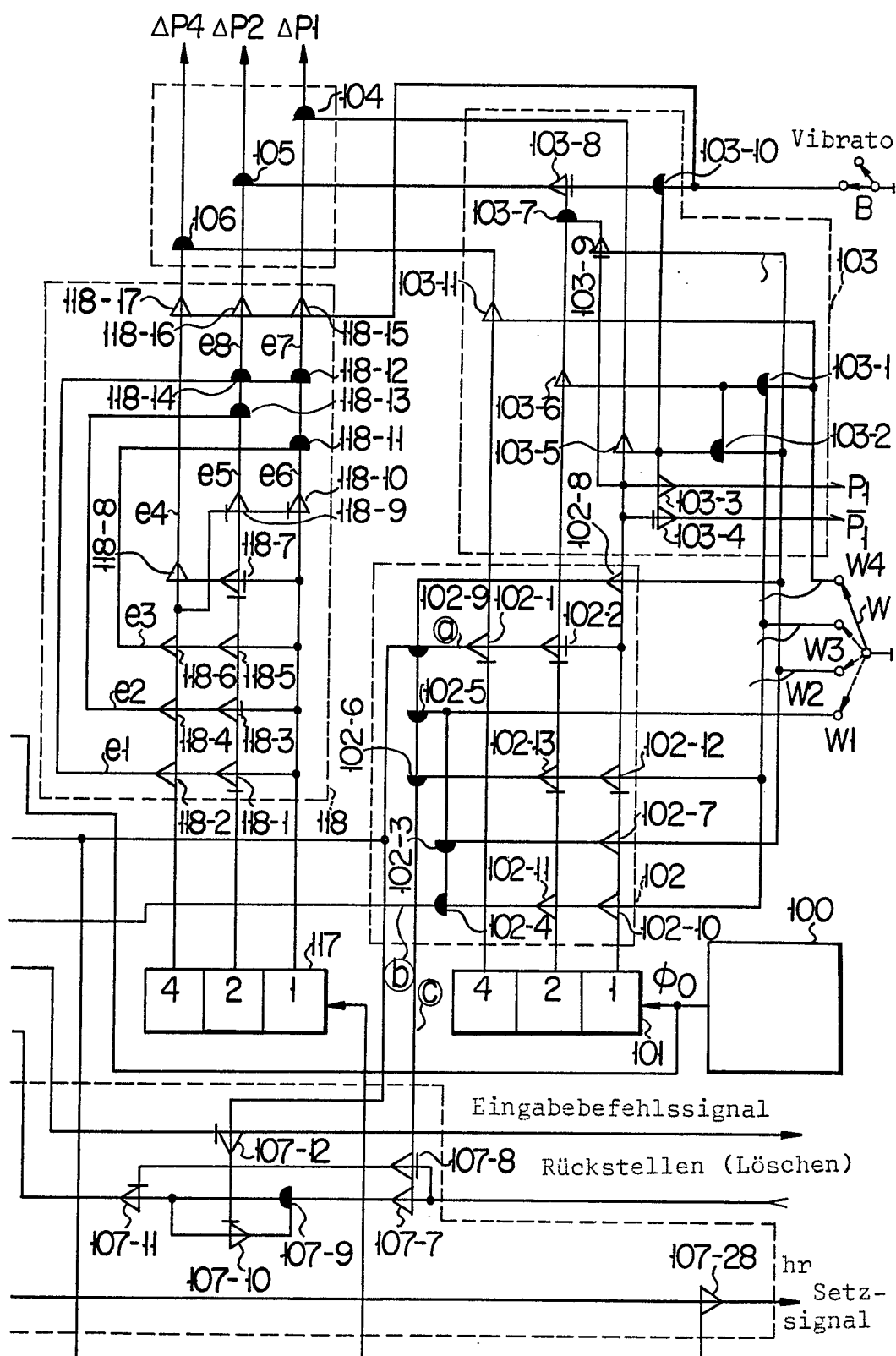


FIG. 27B-1

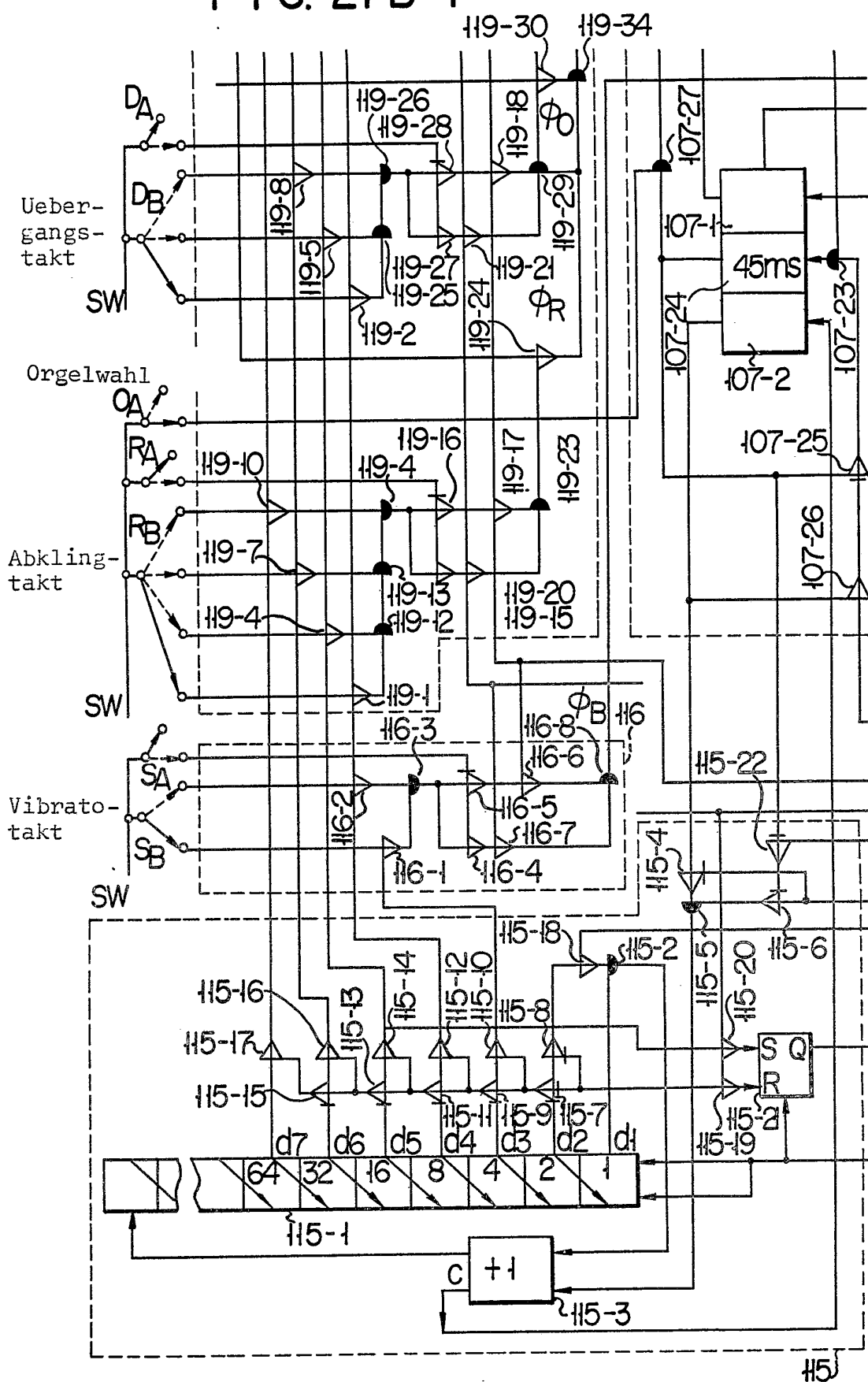
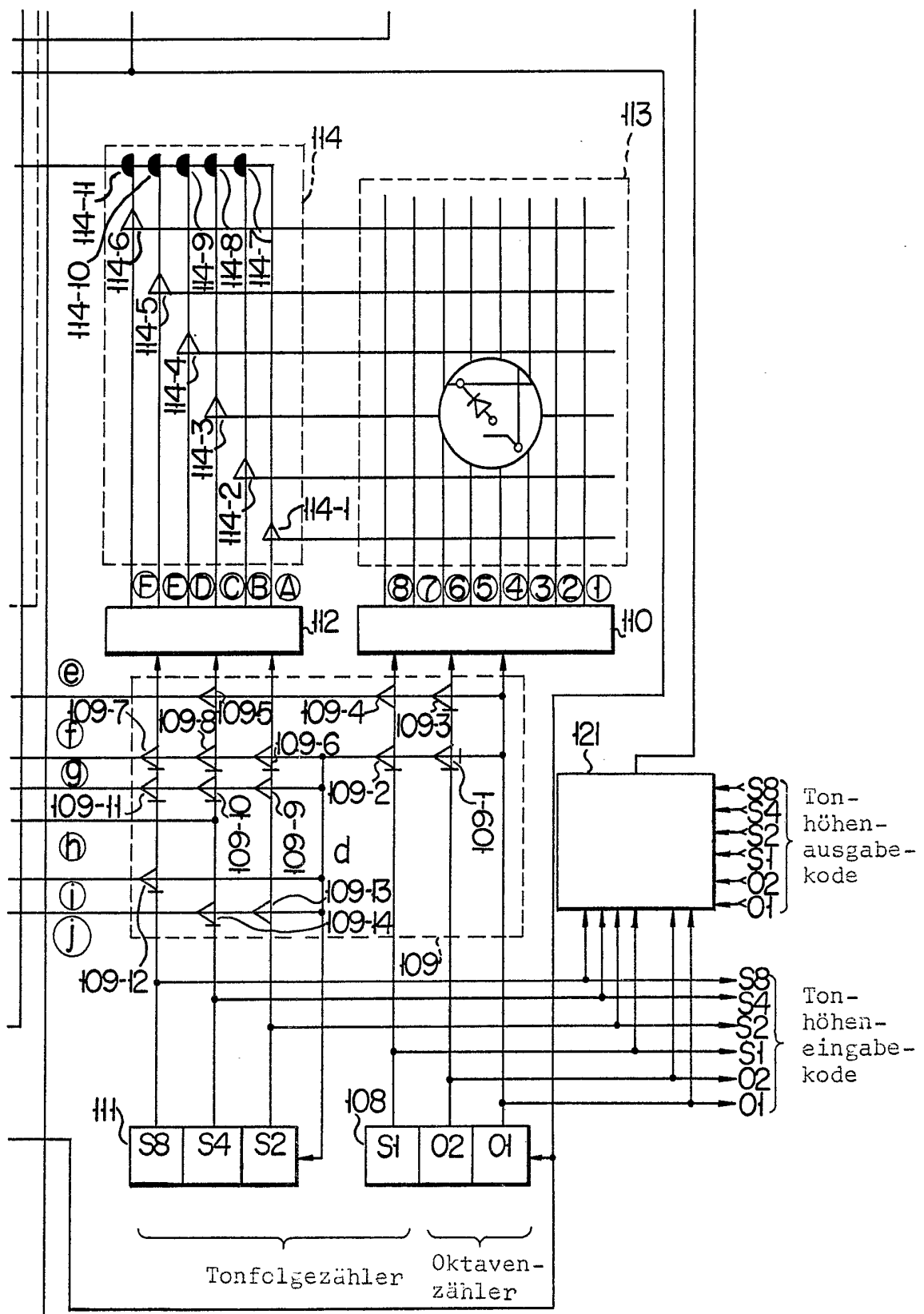
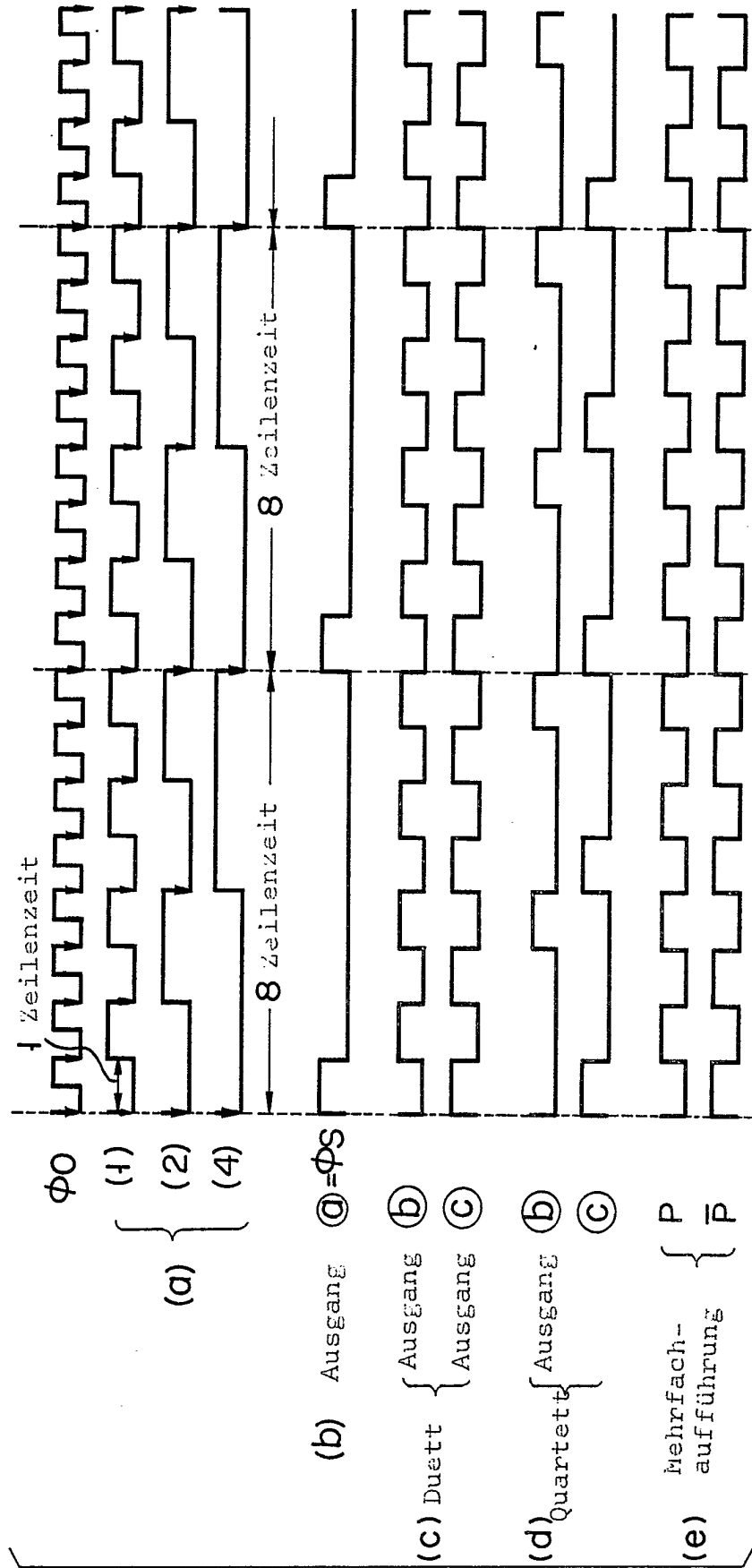


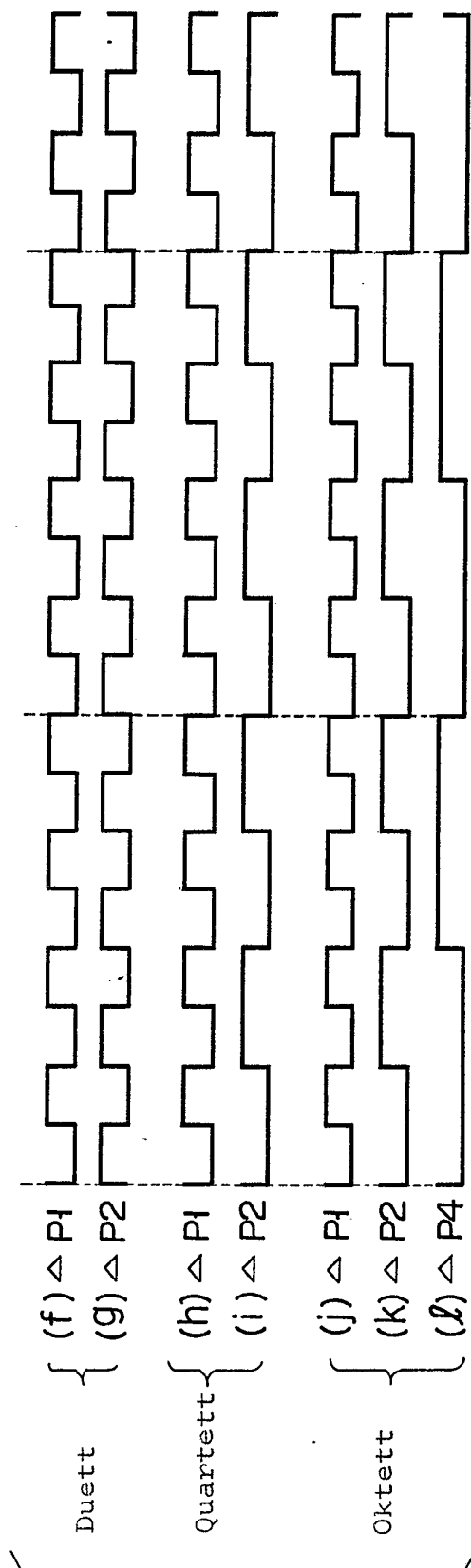
FIG. 27B-2



F I G. 28A

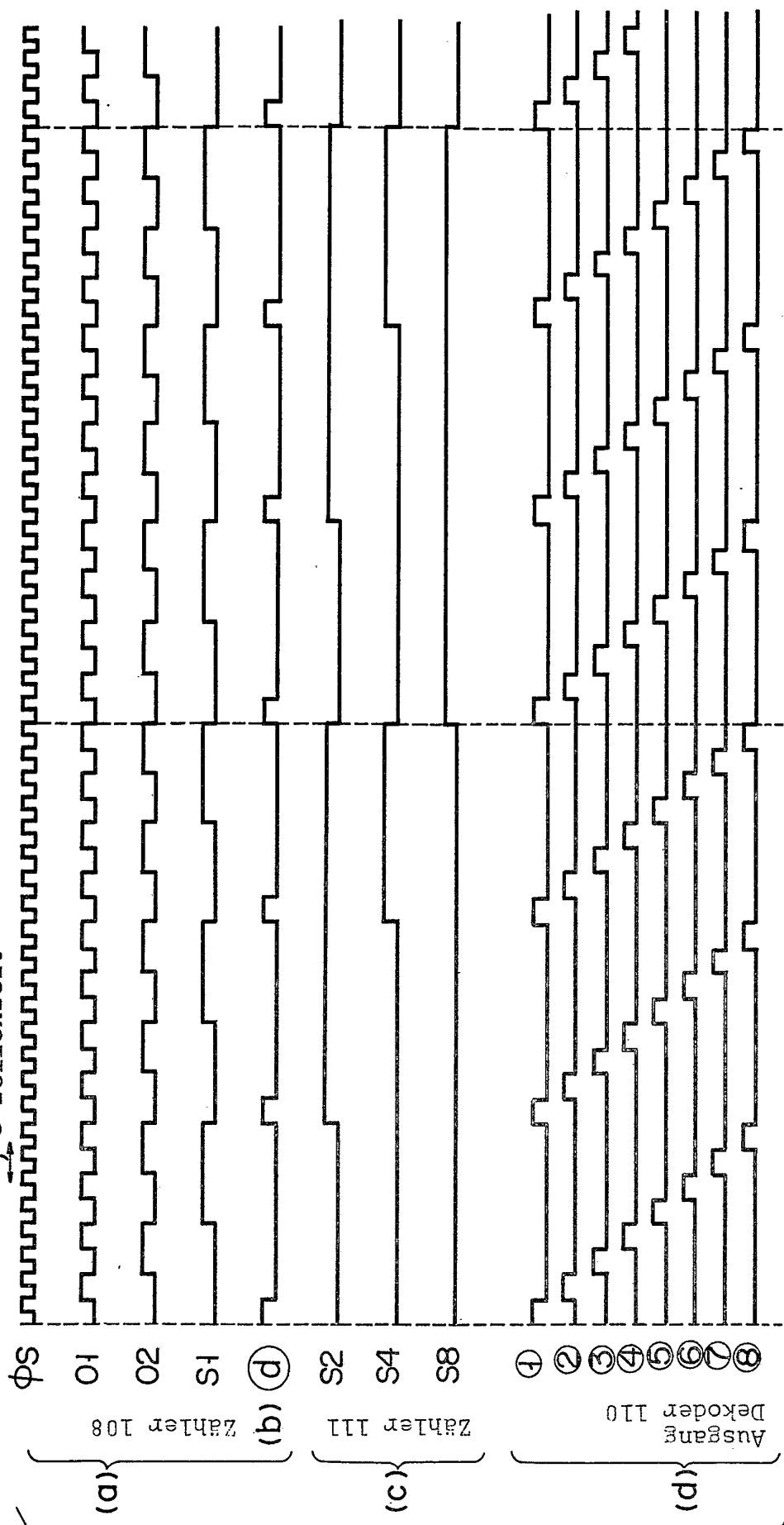


F I G. 28B



F I G. 29A

8 Zeilenzeit



F I G. 29B

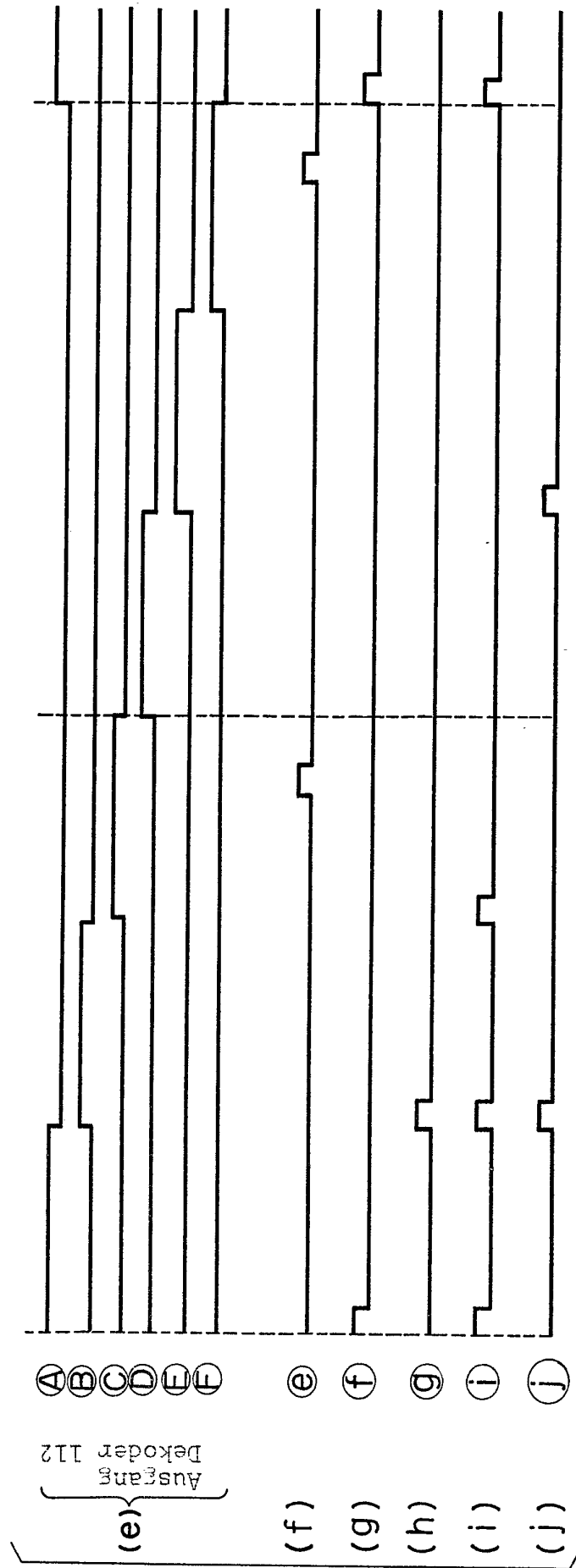
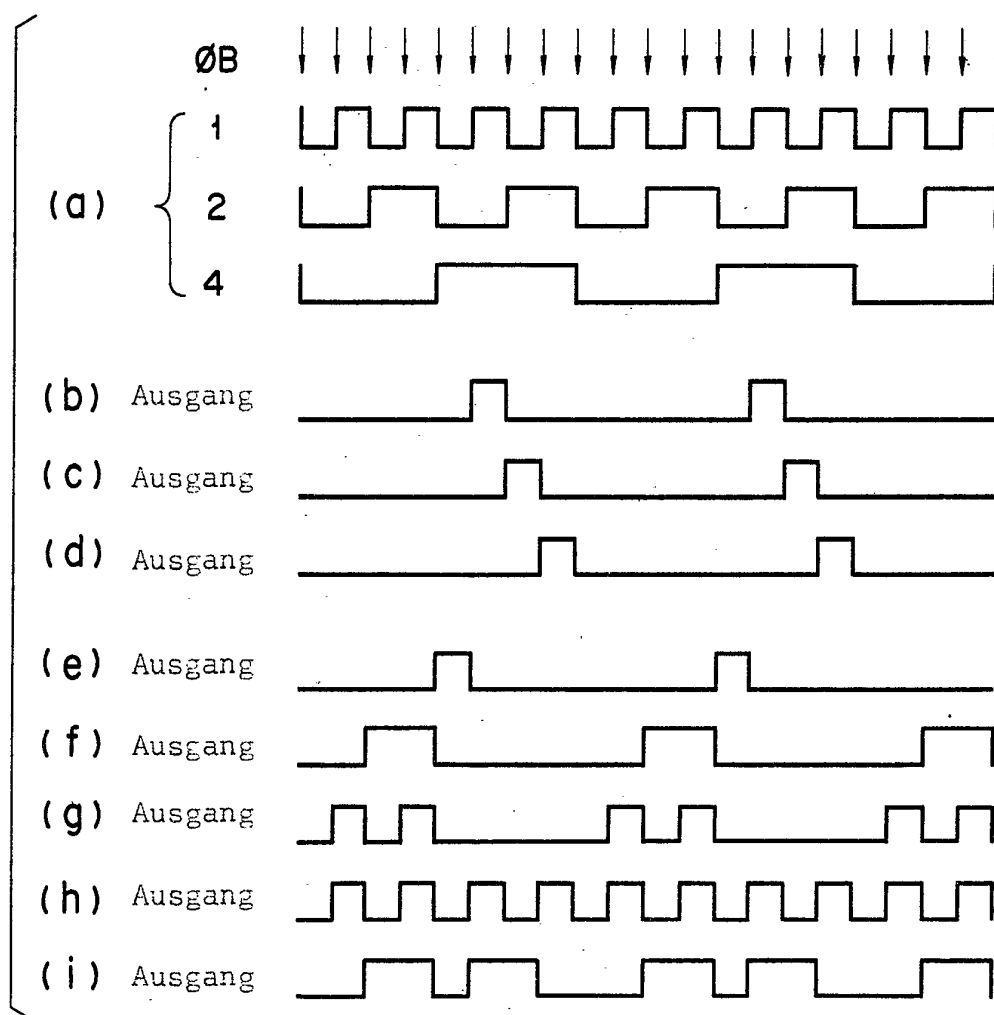


FIG. 31



F I G. 32

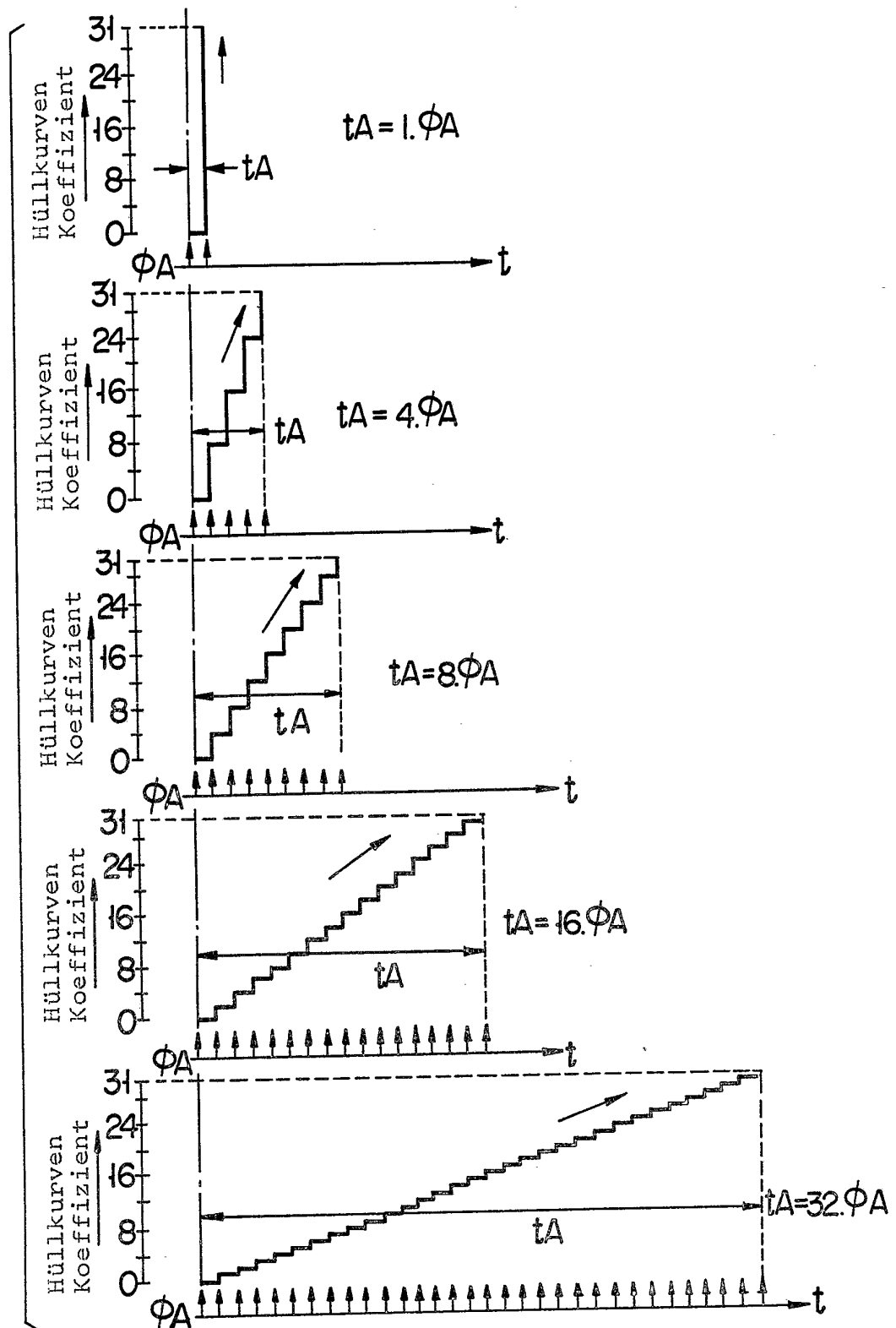
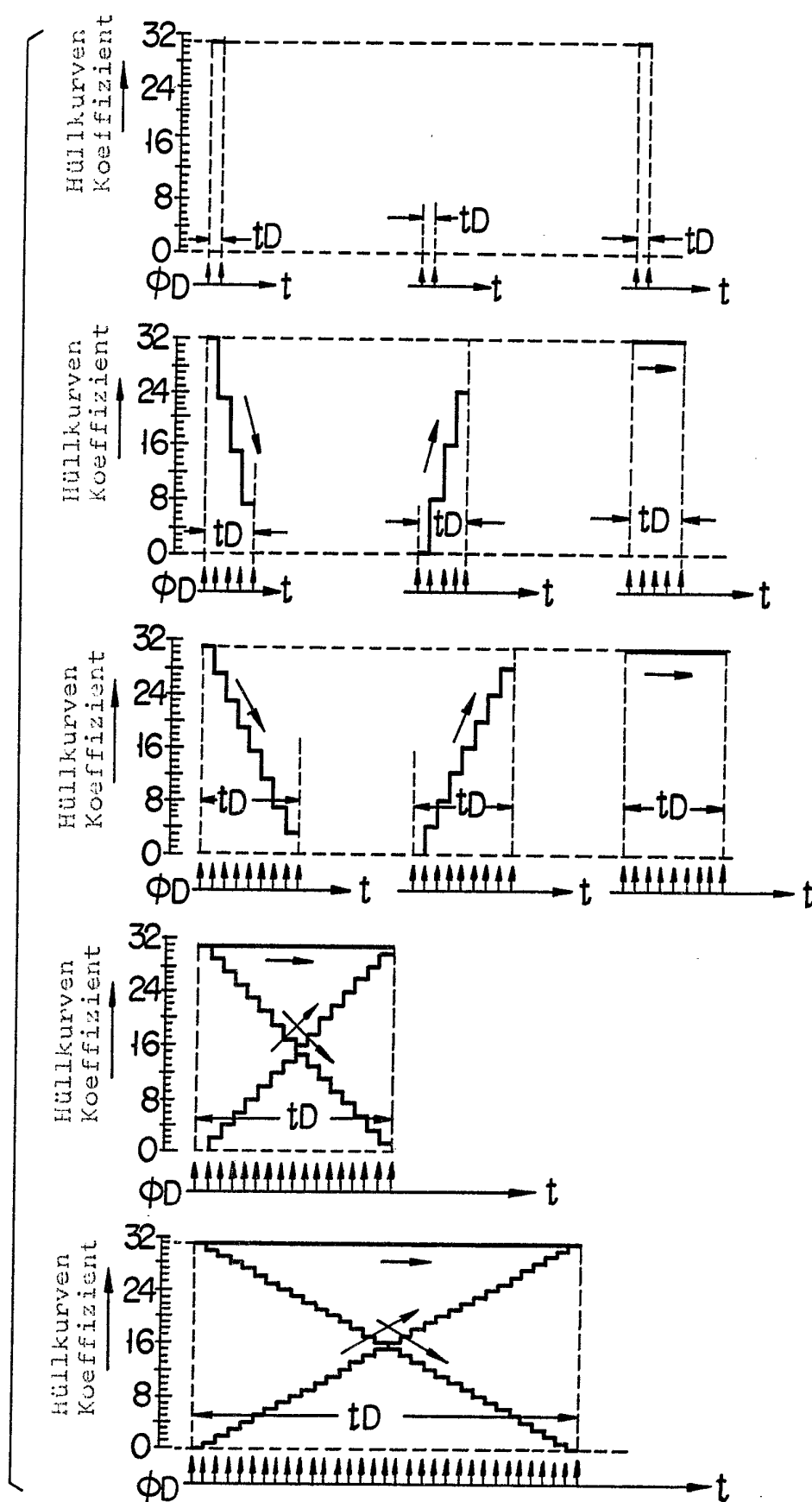


FIG. 33



F I G. 34

