

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) Veröffentlichungsnummer:

0 126 975
A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: 84104615.4

(51) Int. Cl.³: G 10 H 7/00

(22) Anmeldetag: 25.04.84

(30) Priorität: 21.05.83 DE 3318666

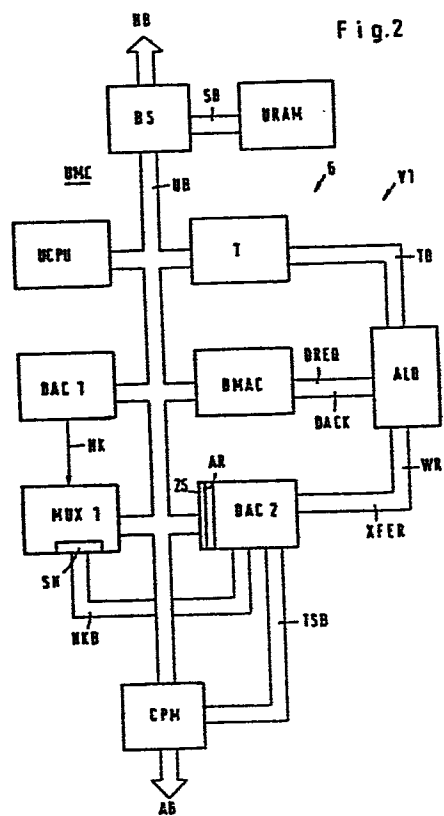
(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
05.12.84 Patentblatt 84/49(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH DE FR GB IT LI LU NL SE(71) Anmelder: WERSI-electronic GmbH & Co. KG
Industriestrasse
D-5401 Halsenbach(DE)(72) Erfinder: Franz, Reinhard
Tulpenstrasse 15
D-5401 Emmelshausen(DE)(72) Erfinder: Dittmar, Wilfried, Dipl.-Ing.
Feldstrasse 18
D-5401 Halsenbach(DE)(72) Erfinder: Scheidegger, Christian, Dipl.-Phys.
Schützenweg 26
CH-9470 Buchs(CH)(72) Erfinder: Fröhlich, Roland, Dipl. Mathematiker
Brunnenstrasse 10
D-5449 Leiningen(DE)(74) Vertreter: Knoblauch, Ulrich, Dr.-Ing.
Kühhornshofweg 10
D-6000 Frankfurt am Main 1(DE)

(54) Elektronisches Tasteninstrument.

(57) Ein elektronisches Tastenmusikinstrument wird durch einen Hauptsystem-Rechner gesteuert. Mindestens ein Stimmenmodul (VI) formt Tonsignale aus Parametern, die ihm in Abhängigkeit von betätigten Eingabeelementen zugeführt werden. Der Stimmenmodul (VI) besitzt ein Untersystem (6) mit einem Untersystem-Bus (UB) und einem Speicher (URAM) und Mikroprozessor (UCPU) aufweisenden Untersystem-Rechner (UMC). Die Stimmenausgänge sind für die Tonsignale von mehr als einer Stimme vorhanden. An den Untersystem-Bus (UB) ist ein Mehrfach-Zeitgeber (T), der für jede Stimme mit einem Vielfachen ihrer Frequenz Signale (TO) abgibt, und ein Digital-Analog-Wandler (DAC2) mit einem Ausgangsregister (AR) für jeden Stimmenausgang angeschlossen. Eine Ablaufsteuerschaltung (ALO) gibt in Abhängigkeit von den Zeitsignalen (TO) Befehle (DREQ) zur Übertragung von Digitaldaten aus dem Untersystem-Speicher (URAM) an den Digital-Analog-Wandler (DAC2) und Befehle (XFER) zur Ablage des Analogsignals in eines der Ausgangsregister (AR). Dies erlaubt es mit geringem Aufwand und ohne Überlastung des Hauptsystem-Rechners mehrere Tonsignale gleichzeitig zu erzeugen.

EP 0 126 975 A2

./...



WS 53

- 1 -

Elektronisches Tastenmusikinstrument

Die Erfindung bezieht sich auf ein elektronisches Tasten-
musikinstrument mit Eingabeelementen, wie Tonauslöse-
tasten und digitalen und/oder analogen Bedienelementen,
mit einem Hauptsystem, das einen Daten-, Adreß- und
5 Steuerleitungen aufweisenden Hauptsystem-Bus und einen
Speicher und Mikroprozessor aufweisenden Hauptsystem--
Rechner besitzt, und mit mindestens einem Stimmenmodul,
der über den Hauptsystem-Bus mit dem Hauptsystem-Rechner
verbunden ist und aus von ihm in Abhängigkeit von den
10 betätigten Eingabeelementen zugeführten Parametern Ton-
signale formt.

Bei einem bekannten elektronischen Tastenmusikinstru-
ment dieser Art erzeugt jeder Stimmenmodul das Tonsignal
15 einer Stimme, indem dieses Signal punktweise aus gespei-
cherten Digitalwerten zusammengesetzt und dann in ein
Analogsignal umgesetzt wird. Diese Digitalwerte sind
im gemeinsamen Datenspeicher als Tabelle oder aufgrund
einer Berechnung durch den Rechner abgelegt. Wenn eine
20 größere Zahl von Tonsignalen, z.B. mehr als 10 Ton-
signalen gleichzeitig erzeugt werden soll, wird der
Datenspeicher sehr groß und die Arbeitsgeschwindigkeit

des Mikroprozessors reicht nicht mehr aus, um alle Stimmen akustisch einwandfrei erklingen zu lassen.

5 Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, bei einem elektronisches Tastenmusikinstrument der eingangs genannten Art die Möglichkeit zu schaffen, mit geringem Mehraufwand eine größere Zahl von Tonsignalen akustisch einwandfrei gleichzeitig zu erzeugen.

10 Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß der Stimmenmodul ein Untersystem mit einem ebenfalls Daten-, Adreß- und Steuerleitungen aufweisenden Untersystem-Bus und mit einem Speicher und Mikroprozessor aufweisenden Untersystem-Rechner besitzt, daß Stimmenausgänge
15 für die Tonsignale von mehr als einer Stimme vorhanden sind, daß an den Untersystem-Bus ein Mehrfach-Zeitgeber, der für jede Stimme mit einem Vielfachen ihrer Frequenz Zeitsignale abgibt und ein Digital-Analog-Wandler mit einem Ausgangsregister für jeden Stimmenausgang angeschlossen ist, und daß eine Ablaufsteuerschaltung vorgesehen ist, die in Abhängigkeit von den Zeitsignalen Befehle zur Übertragung von Digitaldaten aus dem Untersystem-Speicher an den Digital-Analog-Wandler und Befehle zur Abgabe des Analogsignals in eines der Ausgangsregister gibt.
20
25

Durch die Verwendung des Untersystem-Rechners wird der Hauptsystem-Rechner wirksam entlastet. Der Hauptsystem-Rechner braucht lediglich bei einer Änderung der Eingabedaten neue Parameter für die betreffende Stimme zu berechnen und in den Untersystem-Speicher zu übertragen.
30 Alsdann steht die Kapazität des Hauptsystem-Rechners für andere Aufgaben zur Verfügung. Er kann beispielsweise Peripherie-Baugruppen zyklisch abfragen. Der Mehraufwand für den Untersystem-Rechner ist gering, da sowohl an den Mikroprozessor als auch an den Speicher keine hohen Anforderungen gestellt werden müssen. Überdies genügt
35

ein Untersystem-Rechner für die Bildung jeweils mehrerer Tonsignale, so daß der zusätzliche Aufwand für die Untersysteme kleingehalten werden kann. Bei einer Ausführungsform wurden mit einem Untersystem-Rechner vier Stimmen
5 mit insgesamt acht Tonsignalen erzeugt. Das Gesamtinstrument hatte vier derartige Stimmenmodule. Durch die Verwendung eines Zeitgebers, der voneinander unabhängige Zeitsignalfolgen für jede einzelne Stimme abgibt, und durch die Verwendung der Ablaufsteuerschaltung wird
10 erreicht, daß die einzelnen Tonsignale unabhängig voneinander geformt werden können.

Die Ablaufsteuerschaltung kann mit ihrem Übertragungsbe-
fehl beispielsweise direkt auf den Untersystem-Mikropro-
zessor Einfluß nehmen. Wesentlich günstiger ist es aber,
15 eine gesonderte Speicherzugriffssteuerschaltung vorzusehen, die von den Übertragungsbefehlen der Ablaufsteuer-
schaltung aktivierbar ist. Eine solche Schaltung arbeitet schneller, so daß die Arbeit des Untersystem-Mikroprozes-
sors nur kurzzeitig unterbrochen zu werden braucht.
20

Zweckmäßigerweise hat der Digital-Analog-Wandler nur einen Kanal und ein von den Ablagebefehlen gesteuerter Multiplexer verbindet seinen Analog-Ausgang mit den
25 einzelnen Ausgangsregistern.

Eine andere bevorzugte Möglichkeit besteht darin, daß der Digital-Analog-Wandler eine der Zahl der Stimmenaus-
gänge entsprechende Anzahl von Kanälen aufweist, die
30 von den Ablagebefehlen adressiert werden.

Bei einer bevorzugten Ausführungsform ist dafür gesorgt, daß die Ablaufsteuerschaltung eine Vorrangschaltung umfaßt, die das zeitgleiche Auftreten eines zweiten
35 Übertragungsbefehls durch Verzögerung seines Abgabzeitpunkts verhindert, und daß jedem Ausgangsregister mindestens ein Zwischenspeicher zugeordnet ist, dem von

- der Ablaufsteuerschaltung zeitgleich mit dem Zeitsignal ein Weitergabesignal als Ablagebefehl zuführbar ist. Auf diese Weise ist es möglich, gespeicherte Werte, die zur Vermeidung von Interferenzerscheinungen zeitgleich am Ausgangsregister auftreten müssen, beim Abruf vom Untersystem-Speicher und beim Einschreiben in den Eingangsbereich des Digital-Analog-Wandlers zeitlich versetzt zu behandeln.
- 10 Ferner ist es günstig, wenn der Digital-Analog-Wandler ein multiplizierender Wandler ist, dem außer den Digitalwerten für Tonkurven Hüllkurvenspannungen als Multiplikationsfaktoren von Hüllkurven-Registern zuführbar sind, und wenn ein zweiter an den Untersystem-Bus angeschlossener Digital-Analog-Wandler zur Formung der Hüllkurvenspannungen vorgesehen ist. Hierdurch wird Rechenarbeit im Untersystem-Mikroprozessor eingespart, weil Tonkurven und Hüllkurven getrennt erzeugt und dann miteinander multipliziert werden.
- 20 Wenn hierbei der zweite Digital-Analog-Wandler nur einen Kanal aufweist, sollte ihm ein Multiplexer nachgeschaltet sein, der die Analog-Signale auf die Hüllkurven-Register verteilt. Stattdessen kann auch ein Digital-Analog-Wandler mit mehreren adressierbaren Kanälen vorgesehen sein.
- 25 Vorteile bietet es ferner, wenn die Zahl der Stimmenausgänge mindestens doppelt so groß ist wie die Zahl der Zeitgeberkanäle und den Zeitsignalen jeder Stimme jeweils mindestens zwei Ausgangsregister zugeordnet sind. Auf diese Weise lassen sich sehr komplizierte Stimmen erzeugen, für die sonst ein ganz erheblicher Aufwand erforderlich wäre.
- 30
- 35 In weiterer Ausgestaltung der Erfindung ist dafür gesorgt, daß zum bidirektionalen Datenaustausch zwischen Haupt- und Untersystem ein Bus-Schalter vorgesehen ist,

der den Untersystem-Speicher abwechselnd mit dem Haupt-
system-Bus und den Untersystem-Bus verbindet. Weil der
Untersystem-Speicher abwechselnd mit dem Hauptsystem-Bus
und dem Untersystem-Bus verbunden wird, können Daten,
5 die vom Hauptsystem aus eingespeichert werden, vom Unter-
system gelesen werden, während umgekehrt Rückmeldedaten,
die vom Untersystem eingespeichert werden, vom Hauptsy-
stem gelesen werden können. Da Speicher und Schalter
recht hohe Taktfrequenzen haben können, ist es sogar
10 möglich, in jedem Zyklus der Mikroprozessoren nacheinan-
der den Hauptsystem-Bus und den Untersystem-Bus mit
dem Untersystem-Speicher zu verbinden.

Des weiteren können alle Ausgangsregister über je einen
15 Stimmenausgangsschalter mit einer Audio-Leitung verbind-
bar sein. Auf diese Weise läßt sich das betreffende
Ausgangsregister vollständig von den Audio-Leitungen
abtrennen, so daß auch keine Störgeräusche auftreten.
Der Stimmenausgangsschalter kann auch dazu benutzt wer-
den, das Ausgangsregister mit einer von mehreren Audio-
20 Leitungen zu verbinden, beispielsweise wenn noch eine
Nachbehandlung der Tonsignale in einer Effekten-Baugruppe
gewünscht wird.

25 Die Erfindung wird nachstehend anhand in der Zeichnung
dargestellter, bevorzugter Ausführungsformen näher erläu-
tert. Es zeigen:

30 Fig. 1 ein Blockschaltbild des erfindungsgemäßen Tasten-
musikinstrumentes,

Fig. 2 das Blockschaltbild eines Stimmenmoduls,

35 Fig. 3 ein Zeitdiagramm der Bus-Schalter-Arbeitsweise,
und

Fig. 4 das Blockschaltbild eines weiteren Stimmenmoduls.

In Fig. 1 ist ein elektronisches Musikinstrument in der Form einer Orgel veranschaulicht. Sie weist ein Peripherie-Teil 1 auf, dessen Baugruppen sich im wesentlichen an der Vorderseite der Orgel befinden, und einen Funktions-Teil 2, der im wesentlichen im Innern des Orgelgehäuses angeordnet ist. Der Peripherie-Teil 1 weist in diesem Ausführungsbeispiel die folgenden Baugruppen auf:

- 10 - Ein Bedien- und Anzeigefeld PAN1, das Bedientasten und zugehörige Anzeigeelemente für den Orgelbetrieb aufweist, z.B. Registerschalter zum Ein- und Ausschalten von Filtergruppen, Effekten, Tonkanälen u.dgl.
- 15 - Ein Bedien- und Anzeigefeld PAN2, das digitale Eingabeelemente in der Form von Bedientastern und zugehörige Anzeigeelemente aufweist, welche einem eingebauten Rhythmusgerät und Begleitautomaten zugeordnet sind.
- 20 - Ein Bedienfeld POT, das analoge, stetig veränderbare Bedienelemente, z.B. in der Form von Potentiometern aufweist, beispielsweise Sinus-Zugriegel-Lautstärke-Einsteller, Tonhöhenregler u.dgl.
- 25 - Ein Obermanual OM mit Tonauslösetasten.
- Ein Untermanual UM mit Tonauslösetasten.
- 30 - Ein Pedal PD mit Tonauslösetasten.

Die vorgenannten Baugruppen sind über einen Peripherie-Bus PB mit einem Hauptsystem 3 verbunden, das einen MC besitzt, welcher einen Mikroprozessor CPU, einen Programmspeicher ROM und einen Datenspeicher RAM enthält. Mit Hilfe des Hauptsystem-Rechners werden die Zustände der aus den Tonauslösetasten, den digitalen und den

analogen Bedienelementen bestehenden Eingabeelementen zyklisch abgefragt und im Datenspeicher RAM festgehalten.

5 Der Hauptsystem-Rechner MC steuert auch die Anzeigeelemente.

10 Zum Hauptsystem 3 gehört ein Hauptsystem-Bus HB, der wie der Peripherie-Bus Adreß-, Daten- und Steuerleitungen aufweist. An diesen Hauptsystem-Bus sind die nachstehenden Baugruppen des Funktions-Teils 2 angeschlossen:

- 15 - Eine Stimmenerzeugungs-Baugruppe 4 mit mehreren Stimmenmodulen V1, V2 und V3, die beim Betätigen einer Tonauslösetaste in Abhängigkeit von den betätigten Bedienelementen unter Steuerung durch den Rechner MC Tonsignale zu erzeugen vermag, die an einen Audio-Bus ausgebbar sind.
- 20 - Eine Effekterzeugungs-Baugruppe 5 mit mehreren Effektmodulen E1, E2 und E3, welche der Nachbehandlung der von den Stimmenmodulen V1-V3 erzeugten Tonsignale dienen.
- 25 - Eine Schlagzeug-Baugruppe D, die Schlagzeug-Audio-Signale auf den Audio-Bus AB ausgibt.
- 30 - Eine Schnittstellen-Baugruppe IF, die eine bidirektionale Verbindung zwischen Hauptsystem-Bus und Audio-Bus ermöglicht.
- Eine Verstärker-Baugruppe A, welche mehrere Lautsprecher L1 und L2 sowie einen Kopfhöreranschluß KH versorgt.

35 Ferner ist mit dem Audio-Bus AB eine Anschluß-Vorrichtung C verbunden, die den Anschluß von Tonträgern, z.B. von Kassetten, ermöglicht.

Fig. 2 zeigt den Aufbau eines Stimmenmoduls V1, der gleichzeitig vier Stimmen zu erzeugen vermag, wobei jede Stimme aus zwei Tonkurven und zwei Hüllkurven gebildet wird. Demzufolge hat der Stimmenmodul V1 acht
5 Ausgangsregister AR. Zur Stimmenerzeugung dient ein Untersystem 6 mit einem Untersystem-Rechner UMC, der einen Untersystem-Speicher URAM und einen Untersystem-Mikroprozessor UCPU aufweist. Ein Bus-Schalter BS vermag den zu dem Untersystem-Speicher URAM führenden
10 Speicher-Bus SB abwechselnd mit dem Hauptsystem-Bus HB und einem Untersystem-Bus UB zu verbinden. Zu diesem Zweck ist die Taktgeschwindigkeit des Bus-Schalters BS doppelt so groß wie diejenige vom Hauptsystem-Rechner MC und Untersystem-Rechner UMP. Auf diese Weise kann
15 sowohl das Untersystem 6 Daten aus dem Hauptsystem 3 als auch das Hauptsystem Daten aus dem Untersystem übernehmen. In den Untersystem-Speicher URAM werden vom Hauptsystem sowohl das Programm für das Untersystem als auch Parameter für die vier Stimmen geladen.
20

Der Untersystem-Bus UB verbindet den Untersystem-Mikroprozessor UCPU, einen Mehrfach-Zeitgeber T, eine Speicherzugriffssteuerschaltung DMAC, einen 12-bit-Digital-Analog-Wandler DAC1, einen 8-Kanal-Multiplexer MUX1
25 mit acht Hüllkurvenregistern SH in der Form von Abtast- und Haltegliedern, einen doppelt gepufferten 8-Kanal-8-bit-Digital-Analog-Wandler DAC2 und eine als Kreuzpunkt-Matrix CPM ausgelegte Anordnung von Stimmenausgangsschaltern miteinander. Außerdem gibt es eine Ablaufsteuerschaltung ALO. Der Untersystem-Mikroprozessor UCPU dient
30 der Initialisierung, der Berechnung der Hüllkurven sowie der Programmierung des Mehrfach-Zeitgebers T, der Speicherzugriffssteuerschaltung DMAC und der Kreuzpunkt-Matrix CPM. Der Mehrfach-Zeitgeber T bestimmt die Frequenz
35 der vier Stimmen und die Wiederholfrequenz der Hüllkurvenberechnung. Er gibt daher vier voneinander unabhängige Zeitsignale T0, nämlich für jede Stimme eine Folge von

Zeitsignalen mit der vielfachen Frequenz der Stimmen,
ab. Die Speicherzugriffssteuerschaltung DMAC bewirkt
ein wiederholtes Auslesen der Tonkurven-Digitalwerte
für die vier Stimmen aus dem Untersystem-Speicher URAM.
5 Im Digital-Analog-Wandler DAC1 erfolgt die Digital-Ana-
log-Wandlung der Hüllkurven der vier Stimmen, deren
Einzelwerte anschließend über eine Leitung HK und den
Multiplexer MUX1 auf die Hüllkurven-Register SH gegeben
werden. Über den Hüllkurven-Bus HKB werden daher acht
10 verschiedene Hüllkurvenspannungen an den Digital-Analog-
Wandler DAC2 gelegt. Dieser Wandler empfängt mit Hilfe
der Speicherzugriffsschaltung DMAC einzelne Werte aus
einer im Datenspeicher URAM abgelegten Tabelle zur Er-
zeugung von acht Tonkurven. Diese Werte werden in acht
15 Kanälen über einen Zwischenspeicher ZS in digitale Aus-
gangsregister AR übertragen, mit der jeweiligen Hüllkur-
venspannung multipliziert und dann als analoge Tonsignale
auf die entsprechende Leitung des 8-Kanal-Tonsignal-Bus
TSB geleitet. Mittels der Kreuzpunkt-Matrix CPM werden
20 die Tonsignale auf eine oder mehrere Leitungen des Au-
dio-Bus AB geschaltet oder von diesen Leitungen abge-
schaltet.

Hiermit ergibt sich im Betrieb der folgende Ablauf:

25 Beim Initialisieren (Einschalten) wird mittels des
Hauptsystem-Bus HB das Programm für die Untersystem-Mi-
kroprozessor UCPU über den Bus-Schalter BS in die Unter-
system-Speicher URAM geladen. Dieses Programm ist leicht
30 änderbar, da es jeweils vom Hauptsystem bestimmt wird.
Durch Wegschalten eines Resetsignals wird der Untersy-
stem-Mikroprozessor UCPU gestartet und initialisiert
die Baugruppen des Untersystems, wie Zeitgeber T, Kreuz-
punkt-Matrix CPM, Speicherzugriffssteuerschaltung DMAC
35 usw.

Sobald ein beliebiger Ton erklingen soll, gleichgültig ob er durch eine Tonauslösetaste des Obermanuals OM, des Untermanuals UM oder des Pedals PD oder von einer Begleitautomatik ausgelöst ist, schreibt das Hauptsystem
5 über den Bus-Schalter BS Parameter (beispielsweise etwa 170 Bytes) in den Untersystem-Speicher URAM und gibt dann ein Startkommando in diesen Speicher. Der Untersystem-Mikroprozessor UCPU kann dieses Startkommando nach dem nächsten Umschalten des Bus-Schalters lesen und
10 erzeugt darauf die entsprechende Stimme, indem er den Zeitgeber T setzt, die Speicherzugriffssteuerschaltung DMAC aktiviert, die Kreuzpunkt-Matrix CPM auf den gewünschten Audio-Kanal durchschaltet sowie Hüllkurven berechnet und ausgibt.

15 Der Zeitgeber T gibt für die gewählte Stimme Zeitsignale TO mit einem Vielfachen der gewünschten Frequenz an die Ablaufsteuerschaltung ALO ab. Diese gibt einen Übertragungsbefehl DREQ an die Speicherzugriffssteuerschaltung DMAC, die für die gewählte Stimme Digitalwerte
20 einer Tonkurve aus dem Untersystem-Speicher URAM abruft. Sobald dies erfolgt, wird durch ein Bestätigungssignal DACK die Ablaufsteuerschaltung ALO angesteuert, um ein Schreibsignal WR an den Zwischenspeicher ZS des zugehörigen Kanals des Digital-Analog-Wandlers DAC2 abzugeben.
25 Eine Vorrangschaltung in der Ablaufsteuerschaltung ALO sorgt dafür, daß der zur zweiten Tonkurve der gewählten Stimme gehörende Übertragungsbefehl DREQ und der entsprechende Schreibbefehl WR um einen Arbeitszyklus verzögert wird. Die zum gleichen Zeitsignal gehörenden Digitalwerte
30 werden daher zeitlich versetzt in den Zwischenspeicher ZS der entsprechenden Kanäle des Digital-Analog-Wandlers DAC2 eingeschrieben.

35 Dem Zwischenspeicher ZS ist ein digitales Ausgangsregister AR nachgeschaltet, in welches die Zwischenspeicherwerte beim Auftreten eines Ablagebefehls XFER über-

tragen werden. Dieser Ablagebefehl tritt zeitgleich mit dem Zeitsignal T0 auf. Die zeitlich versetzt eingelesenen Daten werden daher zeitgleich vom Ausgangsregister her analog umgesetzt und auf den Tonsignal-Bus TSB abgegeben. Die gleiche zeitliche Versetzung der Übertragungsbefehle DREQ erfolgt auch, wenn die Zeitsignale zweier Stimmen gleichzeitig auftreten sollten.

Der Digital-Analog-Wandler DAC1 setzt die Hüllkurven für die verschiedenen Tonsignale aus im Untersystem berechneten Digitalwerten zusammen. Da dies im Zeitmultiplex-Verfahren erfolgt, werden die über den einen Kanal HK abgegebenen Analogwerte mit dem Multiplexer MUX1 auf die Hüllkurvenregister SH verteilt. Die so gebildeten Hüllkurvenspannungen dienen als Multiplikationsfaktor für die von digitalen Ausgangsregister AR her zugeführten Tonkurvenwerte.

Da für jede Stimme zwei Hüllkurven und zwei Tonkurven zur Verfügung stehen, kann man aus den jeweils zwei Tonsignal-Komponenten äußerst komplizierte Klänge erzeugen. Beispielsweise kann gleichzeitig Sinus + Perkussion oder Piano + Streicher erzeugt werden. Es können aber auch veränderliche Klänge hervorgerufen werden, beispielsweise eine Gitarre mit Saitenton + angezupftem Plektrum oder bei einer Panflöte Sinuston + Rauschen oder eine Schwebung durch gegenläufige Amplitutenmodulation der Komponenten.

Wenn sämtliche Stimmen aller Stimmenmodule belegt sind, aber eine neue Stimme erklingen soll, muß eine der bisher laufenden Stimmen gestoppt werden. Zu diesem Zweck schreibt der Untersystem-Mikroprozessor UCPU für jede Stimme ein Belegsignal in den Untersystem-Speicher URAM, wo ihn der Hauptsystem-Mikroprozessor CPU abrufen kann. Das Belegsignal entspricht der momentanen Lautstärke der Stimme und gibt daher ein Maß für die Bedeutung

der Stimme im Gesamtklang. Falls der Ton perkussiv ist, klingt er von selber aus und das Untersystem meldet dies mit dem Belegsignal Null. Durch Abfragen der Belegsignale aller Untersysteme kann das Hauptsystem, wenn
5 eine neue Stimme ausgegeben werden soll, einen nicht vollständig belegten Stimmenmodul suchen oder wenn alle Stimmen im Moment belegt sind, diejenige mit dem niedrigsten Belegsignal suchen und für diese einen Abbruchbefehl geben. Der Untersystem-Mikroprozessor UCPU liest diesen
10 Befehl und schaltet die Stimme aus, worauf das Belegsignal auf Null geht. Jetzt kann das Hauptsystem die neue Stimme starten.

Wenn das Tonsignal ausgeschaltet werden soll, prüft
15 der Hauptsystem-Rechner, ob dieses Tonsignal im Untersystem noch läuft, also nicht perkussiv ist und noch nicht gestoppt wurde oder bei perkussivem Klang noch nicht ganz ausgeklungen ist. Gegebenenfalls schreibt er einen Freigabebefehl für diese Stimme in den Untersy-
20 stem-Speicher URAM. Das Untersystem geht dann bei der Hüllkurvenberechnung auf die Freigabe-Phase, die je nach Hüllkurvenart kürzer oder länger ist und meldet sich mit dem Belegsignal Null dann frei, wenn die Hüllkurve ganz ausgeklungen ist.

25 Daneben führt das Hauptsystem auf bestimmten Adressen den Untersystem-Speichern URAM die zu den im Moment erzeugten Stimmen gehörigen Lautstärken, Slalomeinstellungen und womöglich andere während der Tondauer veränderliche Parameter nach.
30

Die als Kreuzpunkt-Matrix CPM angeordneten Stimmenausgangsschalter dienen dazu, die Stimmen je nach Art auf bestimmte Nachbehandlungskanäle zu schalten, so daß
35 eine Nachbehaltung in den Effekt-Baugruppen E1 - E3 erfolgen kann, oder zur Unterdrückung von Störsignalen ganz von den Audio-Bus-Leitungen wegzuschalten, wenn

die Stimme nicht belegt ist.

Die Betriebsweise des Bus-Schalters BS ist in Fig. 3 veranschaulicht. In der obersten Zeile sind die Zyklen
5 N, N+1, N+2 ... des Hauptsystem-Mikroprozessors CPU angegeben, in der zweiten Zeile die um die halbe Zyklusdauer versetzten Zyklen i, i+1, i+2 ... des Untersystem-Mikroprozessors UCPU. In der dritten Zeile ist das Schaltsignal bzw. der Schaltzustand des Bus-Schalters
10 BS gezeigt. Die vierte Zeile gibt an, wielange der Speicher-Bus SB jeweils mit dem Hauptsystem-Bus HB und dem Untersystem-Bus UB in Verbindung steht. Der Speicher-Bus SB wird immer in der zweiten Hälfte des jeweiligen Rechnerzyklus an den zugehörigen Bus des Hauptsystems bzw.
15 des Untersystems geschaltet. Dadurch kann jeder Mikroprozessor CPU und UCPU den Untersystem-Speicher URAM lesen und in ihn schreiben, als wäre er normal auf den zugehörigen Bus geschaltet. Da der Untersystem-Speicher URAM schneller arbeitet als die Mikroprozessoren, ist es
20 zulässig, daß er nur über einen Teil der Zykluszeit mit dem jeweiligen Mikroprozessor in Verbindung steht.

Bei der Ausführungsform nach Fig. 4 werden für gleiche Teile dieselben Benennungen wie in Fig. 1 benutzt. Unterschiedlich ist im wesentlichen, daß die Ablaufsteuer-
25 erschaltung ALO direkt auf den Untersystem-Mikroprozessor UCPU einwirkt und beim Auftreten des Übertragungsbefehls DREQ das Hintergrundprogramm dieses Mikroprozessors unterbricht und ein Übergabeprogramm startet. Außerdem
30 werden Tonkurven und Hüllkurven nicht getrennt nachgebildet sondern die Digitalwerte für das ausgehende Tonsignal rechnerisch ermittelt und in den 1-Kanal-Digital-Analog-Wandler DAC3 gegeben. Die Ausgänge des nachgeschalteten Multiplexers MUX2 können daher unmittelbar auf die Aus-
35 gangsregister AR gelegt werden, die über den Tonsignal-Bus TSB mit der Kreuzpunkt-Matrix CPM in Verbindung stehen. Dem Ausgangsregister AR ist ein Zwischenspeicher

ZS vorgeschaltet, der beim Auftreten des mit einem Zeitsignal TO übereinstimmenden Ablagebefehl XFER die Analogwerte der zur gleichen Stimme gehörenden Tonsignale gleichzeitig in das Ausgangsregister gibt, auch wenn
5 sie zuvor nacheinander im Digital-Analog-Wandler DAC3 behandelt worden sein sollen.

Für alle Bauelemente, wie

- 10 Hauptsystem-Mikroprozessor CPU
- Programmspeicher ROM
- Datenspeicher RAM
- Untersystem-Mikroprozessor UCPU
- Untersystem-Speicher URAM
- 15 Bus-Schalter BS
- Mehrfach-Zeitgeber T
- Speicherzugriffssteuerschalter DMAC
- Ablauf-Steuerschaltung ALO
- Multiplexer MUX1
- 20 Multiplexer MUX2
- Kreuzpunkt-Matrix CPM
- Digital-Analog-Wandler DAC1
- Digital-Analog-Wandler DAC2
- Digital-Analog-Wandler DAC3

25

wurden die handelsüblichen Bauteile verwendet.

- 15 -

Patentansprüche

1. Elektronisches Tastenmusikinstrument mit Eingabeelementen, wie Tonauslösetasten und digitalen und/oder analogen Bedienelementen, mit einem Hauptsystem, das einen Daten-, Adreß- und Steuerleitungen aufweisenden Hauptsystem-Bus und einen Speicher und Mikroprozessor aufweisenden Hauptsystem-Rechner besitzt, und mit mindestens einem Stimmenmodul, der über den Hauptsystem-Bus mit dem Hauptsystem-Rechner verbunden ist und aus von ihm in Abhängigkeit von den betätigten Eingabeelementen zugeführten Parametern Tonsignale formt, dadurch gekennzeichnet, daß der Stimmenmodul (V1-V3) ein Untersystem (6) mit einem ebenfalls Daten-, Adreß- und Steuerleitungen aufweisenden Untersystem-Bus (UB) und mit einem Speicher (URAM) und Mikroprozessor (UCPU) aufweisenden Untersystem-Rechner (UMC) besitzt, daß Stimmenausgänge für die Tonsignale von mehr als einer Stimme vorhanden sind, daß an den Untersystem-Bus (UB) ein Mehrfach-Zeitgeber (T), der für jede Stimme mit einem Vielfachen ihrer Frequenz Zeitsignale (TO) abgibt, und ein Digital-Analog-Wandler (DAC2, DAC3) mit einem Ausgangsregister (AR) für jeden Stimmenausgang angeschlossen ist, und daß eine Ablaufsteuerschaltung (ALO) vorgesehen ist, die in Abhängigkeit von den Zeitsignalen Befehle

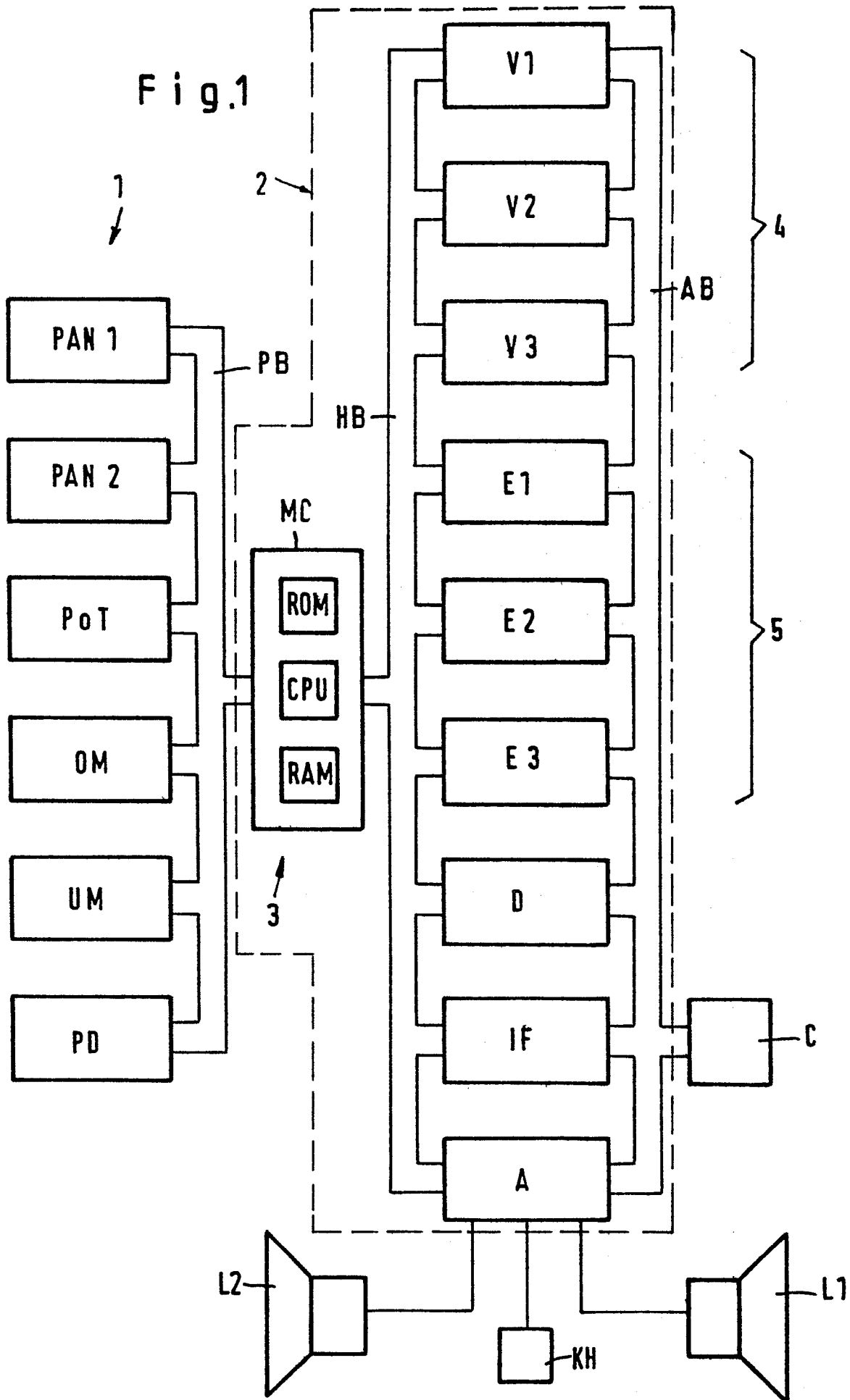
(DREQ) zur Übertragung von Digitaldaten aus dem Untersystem-Speicher an den Digital-Analog-Wandler und Befehle (XFER) zur Ablage des Analogsignals in eines der Ausgangsregister gibt.

- 5
2. Tastenmusikinstrument nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß eine Speicherzugriffssteuerschaltung (DMAC) vorgesehen ist, die von den Übertragungsbe-
- 10 fehlen (DREQ) der Ablaufsteuerschaltung (ALO) aktivierbar ist.
3. Tastenmusikinstrument nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Digital-Analog-Wandler (DAC3) nur einen Kanal aufweist und ein von den Ablagebe-
- 15 fehlen (XFER) gesteuerter Multiplexer (MUX2) seinen Analogausgang mit den einzelnen Ausgangsregistern (AR) verbindet.
4. Tastenmusikinstrument nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Digital-Analog-Wandler (DAC2) eine der Zahl der Stimmenausgänge entsprechende Anzahl von Kanälen aufweist, die von den Ablagebefehlen (XFER) adressiert werden.
- 20
5. Tastenmusikinstrument nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Ablaufsteuerschaltung (ALO) eine Vorrangschaltung umfaßt, die das zeitgleiche Auftreten eines zweiten Übertragungs-
- 25 befehls (DREQ) durch Verzögerung seines Abgabezeitpunkts verhindert, und daß jedem Ausgangsregister (AR) mindestens ein Zwischenspeicher (ZS) zugeordnet ist, dem von der Ablaufsteuerschaltung (ALO) zeitgleich mit dem Zeitsignal (TO) ein Weitergabesignal als Ablagebefehl (XFER) zuführbar ist.
- 30
6. Tastenmusikinstrument nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Digital-Ana-
- 35

- log-Wandler (DAC2) ein multiplizierender Wandler ist, dem außer den Digitalwerten für Tonkurven Hüllkurvenspannungen als Multiplikationsfaktoren von Hüllkurven-Registern (SH) zuführbar sind, und daß
- 5 ein zweiter an den Untersystem-Bus (UB) angeschlossener Digital-Analog-Wandler (DAC1) zur Formung der Hüllkurvenspannungen vorgesehen ist.
7. Tastenmusikinstrument nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß der zweite Digital-Analog-Wandler
- 10 (DAC1) nur einen Kanal aufweist und ihm ein Multiplexer (MUX1) nachgeschaltet ist, der die Analogsignale auf die Hüllkurven-Register (SH) verteilt.
- 15 8. Tastenmusikinstrument nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Zahl der Stimmenaushänge mindestens doppelt so groß ist wie die Zahl der Zeitgeberkanäle und den Zeitsignalen (T0) jeder Stimme jeweils mindestens zwei Ausgangsregister
- 20 (AR) zugeordnet sind.
9. Tastenmusikinstrument nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß zum bidirektionalen Datenaustausch zwischen Haupt- und Untersystem ein
- 25 Bus-Schalter (BS) vorgesehen ist, der den Untersystem-Speicher (URAM) abwechselnd mit dem Hauptsystem-Bus (HB) und dem Untersystem-Bus (UB) verbindet.
10. Tastenmusikinstrument nach einem der Ansprüche 1
- 30 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß alle Ausgangsregister (AR) über je einen Stimmenaushangsschalter mit einer Audioleitung verbindbar sind.

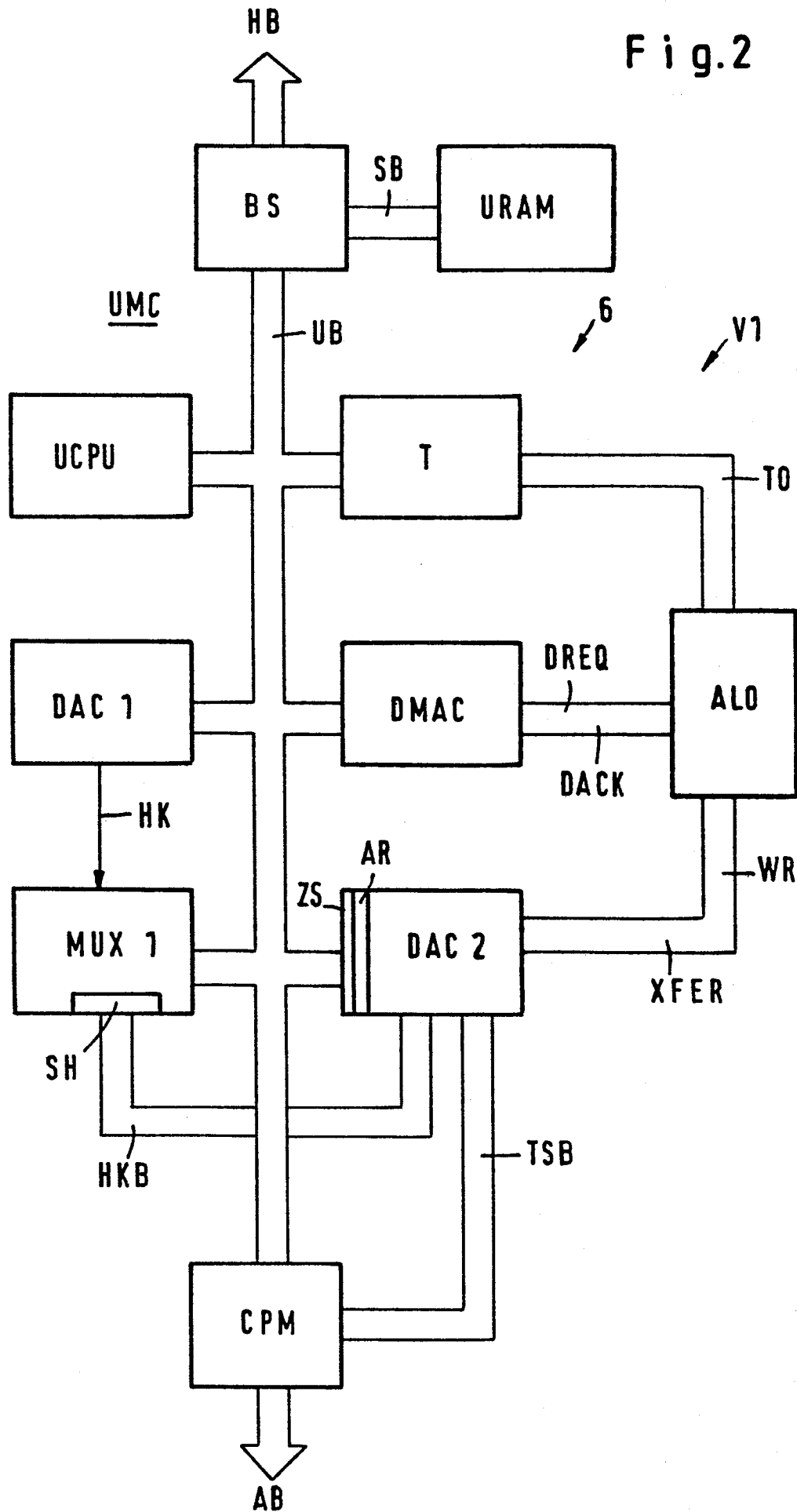
1/3

Fig. 1



2/3

Fig. 2



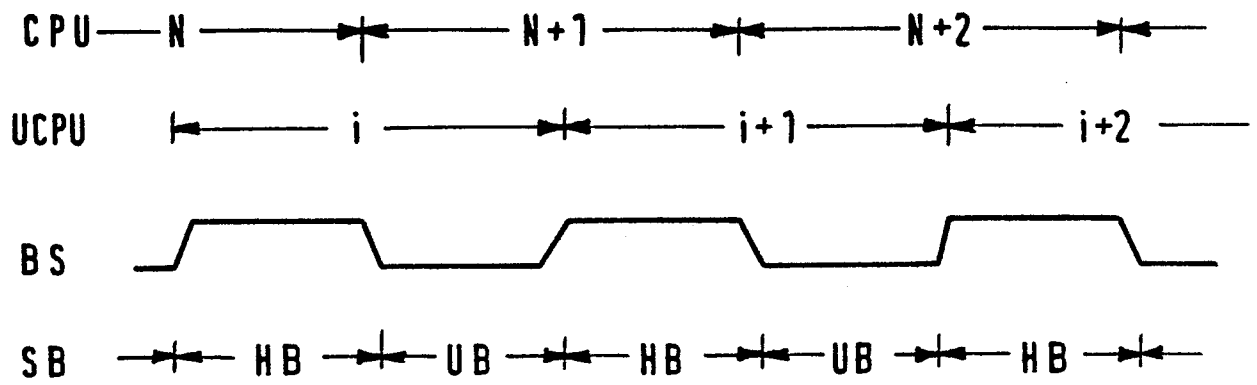


Fig.3

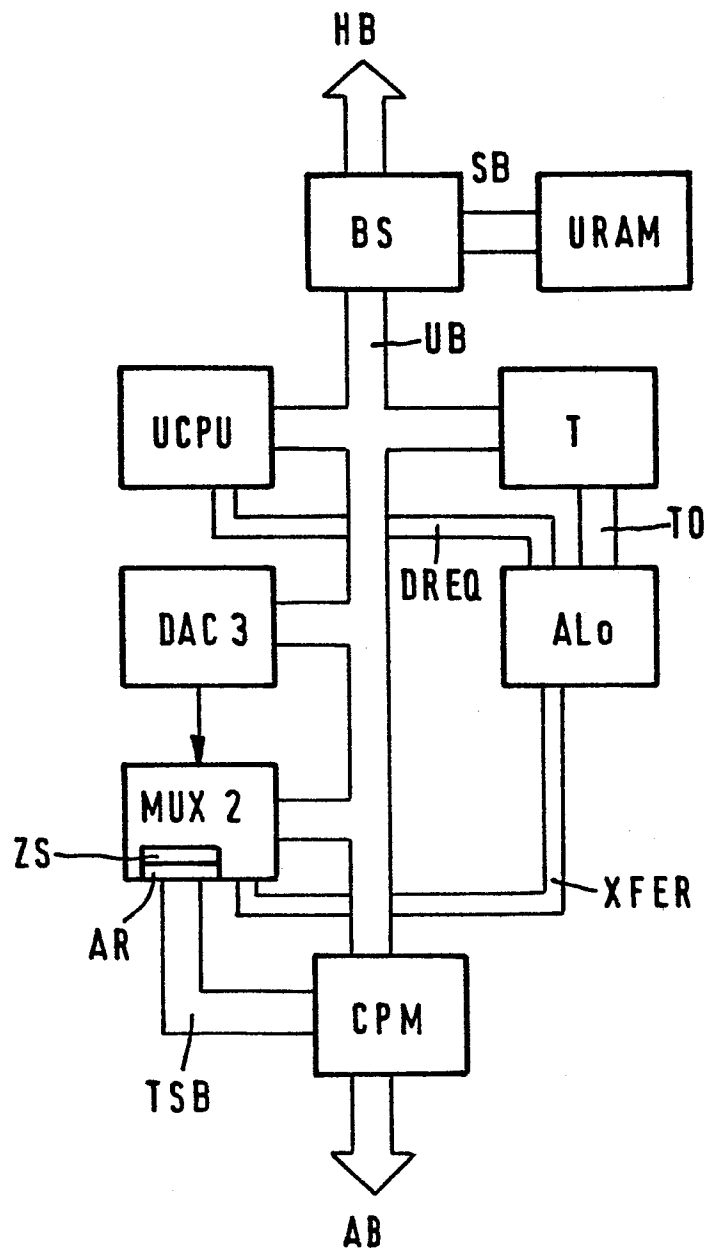


Fig.4