



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(51) Int. Cl.³: H 04 B 1/66
H 04 J 3/16

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978



(12) PATENTSCHRIFT A5

(11)

637 510

(21) Gesuchsnummer: 11115/78

(22) Anmeldungsdatum: 27.10.1978

(24) Patent erteilt: 29.07.1983

(45) Patentschrift
veröffentlicht: 29.07.1983

(73) Inhaber:
International Business Machines Corporation,
Armonk/NY (US)

(72) Erfinder:
Dr. Hans Rudolf Schindler, Langnau am Albis
Peter Vettiger, Langnau am Albis

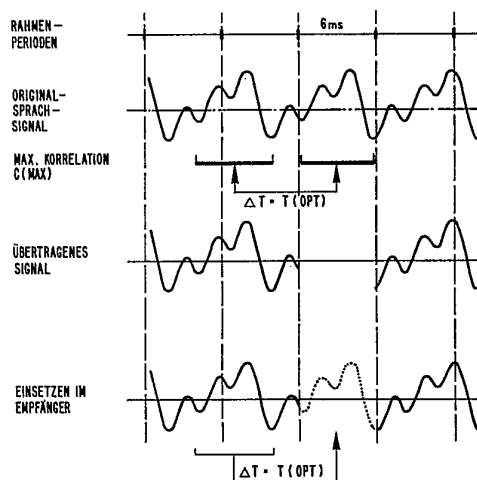
(74) Vertreter:
Dipl.-Ing. Wolfgang Möhlen, c/o IBM Corp.,
Rüschlikon

(54) Verfahren und Anordnung zur Uebertragung von Sprachsignalen sowie Anwendung des Verfahrens.

(57) Bei der Multiplexübertragung von codierten Sprachsignalen in periodischen Zeitrahmen werden zur Redundanzverminderung selektiv einzelne Segmente (Blöcke von codierten Abtastwerten) unterdrückt und auf der Empfängerseite durch gleich lange, optimal korrelierte Ausschnitte aus früher übertragenen Segmenten ersetzt.

Auf der Senderseite wird - für jedes Sprachsignal - für das jeweils neueste codierte Segmente in einer Vielzahl von Vergleichen mit einem schrittweise verschobenen Fensterausschnitt aus vorhergehenden Segmenten festgestellt, welches der bestkorrelierte, d.h. der zum Ersetzen günstigste, Ausschnitt ist, und welches die relative Verschiebung T (OPT) und Korrelation C (MAX) sind.

Für eine Gruppe von Sprachsignalen wird dann dasjenige, oder werden diejenigen, mit der besten Korrelation ausgewählt zur Unterdrückung eines Segments bei der Übertragung. Statt jedes fehlenden Segmentes wird im Rahmenkopf eine Angabe über die zugehörige optimale Verschiebung übertragen. Im Empfänger bleiben für jedes Sprachsignal einige frühere Segmente gespeichert, aus denen dann jeweils mit Hilfe der empfangenen Verschiebungsangabe der optimale Ausschnitt entnommen und als Ersatzsegment verwendet werden kann.



PATENTANSPRÜCHE

1. Verfahren zur codierten Übertragung von Sprachsignalen, bei welchem durch Vergleich einander ähnliche Abschnitte innerhalb je eines Sprachsignals ermittelt und bei welchem ausgewählte Abschnitte dieses Sprachsignals nicht übertragen und am Empfangsort durch vorangehende, gespeicherte ähnliche Abschnitte des gleichen Sprachsignals ersetzt werden, dadurch gekennzeichnet, dass für ein Sprachsignal

- a) im Sender:
 - periodisch ein neues, codiertes Sprachsegment fester zeitlicher Länge entsprechend einer Rahmenperiode eines System-Zeitrasters erzeugt wird, wobei mindestens die beiden letzten vorher erzeugten Sprachsegmente gespeichert bleiben,
 - für jedes neue codierte Sprachsegment festgestellt wird, welches der ähnlichste Signalausschnitt von gleicher Länge wie ein Sprachsegment innerhalb der vorhergehenden Sprachsegmente ist, und welches dessen zeitliche Verschiebung gegenüber dem neuen Sprachsegment ist, und
 - bei der Übertragung jeweils ein ganzes, einer Rahmenperiode entsprechendes Sprachsegment wahlweise unterdrückt wird und statt dessen eine Angabe über die zeitliche Verschiebung des ähnlichsten vorangegangenen Signalausschnitts gleicher Länge übertragen wird, und dass

b) im Empfänger:

- mindestens die beiden jeweils vorhergehenden Sprachsegmente gespeichert bleiben und ein unterdrücktes Sprachsegment aufgrund der empfangenen zeitlichen Verschiebungsangabe durch den ähnlichsten vorangegangenen Signalausschnitt gleicher Länge aus den im Empfänger gespeicherten Sprachsegmenten ersetzt wird (Fig. 1, Fig. 2).

2. Anwendung des Verfahrens nach Patentanspruch 1 in einem Zeitmultiplex-Übertragungssystem, wobei jeweils die Sprachsignale mehrerer Kanäle zu einer Gruppe zusammengefasst werden, dadurch gekennzeichnet, dass für jedes Sprachsignal einer Gruppe ein Korrelationswert als Mass für die Ähnlichkeit zwischen dem jeweils neuen codierten Sprachsegment und dem ähnlichsten vorangegangenen Signalausschnitt gleicher Länge erzeugt und gespeichert wird, dass die Korrelationswerte aller Sprachsignale einer Gruppe miteinander verglichen werden, und dass in jeder Zeitmultiplexperiode beim Sprachsignal mit dem gerade höchsten Korrelationswert oder bei einigen Sprachsignalen mit den gerade höchsten Korrelationswerten der Gruppe je ein Sprachsegment bei der Übertragung unterdrückt und statt dessen ein entsprechender zeitlicher Verschiebungswert übertragen wird.

3. Verfahren nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass bei jedem Sprachsignal maximal jedes dritte codierte Sprachsegment bei der Übertragung unterdrückt wird, so dass vor jeder Unterdrückung eines Segmentes immer mindestens zwei Segmente tatsächlich übertragen wurden.

4. Verfahren nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass bei jedem Sprachsignal für das neueste codierte Sprachsegment mindestens für alle bei einem vorgegebenen Verschiebungskrement möglichen Verschiebungswerte, die grösser als eine Rahmenperiode und kleiner als zwei Rahmenperioden sind, die zugehörigen Korrelationswertangaben erzeugt und gespeichert werden, und dass dann der grösste Korrelationswert ausgewählt und zusammen mit einer Angabe des zugehörigen Verschiebungswerts gespeichert wird.

5. Anordnung zur Durchführung des Verfahrens nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass für eine Mehrzahl von Sprachsignal-Eingangskanälen (18) eine gemeinsame Korrelationseinrichtung mit Eingangsspeicher (12) und Ergebnisspeicher (16) vorgesehen ist, sowie mit Einrichtungen (30, 32, 36, 38, 42, 44, 46) zur schrittweisen Erzeugung und Kumulation von Korrelationswerten für eine Rahmenperiode.

6. Anordnung nach Patentanspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass sie eine Zwischenspeichervorrichtung (46, 48, 50) enthält, um für das Intervall je einer Rahmenperiode für min-

destens einen Sprachsignal-Eingangskanal eine Vielzahl von Korrelationswerten für eine entsprechende Vielzahl von unterschiedlichen Verschiebungswerten zu kumulieren, sowie eine Vergleichseinrichtung (56), die mit der Zwischenspeichervorrichtung und dem Ergebnisspeicher (16) verbunden ist, um mittels einer Vielzahl von Vergleichsoperationen den grössten der kumulierten Korrelationswerte auszuwählen und zusammen mit der zugehörigen Verschiebungswertangabe im Ergebnisspeicher abzuspeichern.

7. Anordnung nach Patentanspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Zwischenspeichervorrichtung einen Speicher (46) mit zwei gleichen Speicherbereichen aufweist sowie Umschalteneinrichtungen (48, 50), mittels deren jeweils einer der Speicherbereiche mit Einrichtungen (30, 32, 36, 38, 42, 44) zur Erzeugung einer Vielzahl von Korrelationswerten, und der andere Speicherbereich mit der Vergleichseinrichtung (56) zur Auswahl des grössten Korrelationswertes verbunden werden kann.

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur codierten Übertragung von Sprachsignalen, bei welchem ausgewählte Abschnitte eines Sprachsignals nicht übertragen und durch frühere, gespeicherte Abschnitte des gleichen Signals ersetzt werden, sowie eine Anwendung des Verfahrens und eine Anordnung zur Durchführung des Verfahrens.

Da normale Sprachsignale viel Redundanz sowie auch Intervalle ohne Information enthalten, kann man durch Verminderung der überflüssigen Signalanteile eine erhöhte Ausnutzung der Übertragungskapazität vorhandener Kanäle erreichen. Auf einer Fernleitung braucht man dann z.B. weniger Multiplexkanäle (d.h. Zeitschlitze in periodischen Zeitrahmen) als die Gesamtzahl von zu übertragenden Sprachsignalen.

Zur Redundanzverminderung sind zahlreiche Verfahren und Einrichtungen bekannt. Eine Methode besteht darin, von allen angeschlossenen Spracheingangskanälen nur jeweils denen einen Fernleitungskanal für eine Periodendauer (z.B. 6 ms) zuzuordnen, über welche gerade ein wirklich «aktives» Sprachsignal eintrifft. Sobald der Sprecher schweigt, wird dem Eingangskanal der Fernleitungskanal wieder entzogen. Systeme, bei denen diese Methode angewendet wird, sind z.B. beschrieben in den US-Patenten 4 032 719, 4 009 343 und 3 644 680 sowie in einem Aufsatz von K. Bullington et al. «Engineering aspects of TASI», Bell System Techn. Journal, März 1959, pp. 353-364. Eine Schwierigkeit bei den Methoden mit sprachaktivitätsgesteuerter Kompression besteht darin, dass bei hoher Belastung ein sogenannter «freezeout» auftritt, d.h. dass einzelnen Sprachsignalen trotz Aktivstatus zeitweise kein Fernleitungskanal mehr zugeteilt wird. Ausserdem können beim Wiederzuteilen eines Fernleitungskanals nach einer Pause Verzögerungen entstehen. Diese Erscheinungen können schliesslich zu einer Verminderung der Sprachqualität führen. Überdies werden bei dieser Methode für alle Eingangskanäle Aktivitätsdetektoren benötigt.

Eine andere Möglichkeit zur Verminderung der benötigten Übertragungskapazität besteht darin, bei der codierten Übertragung von Sprachsignalen solche Abtastwerte auszulassen, die dem jeweils vorher übertragenen Abtastwert gleich oder sehr ähnlich sind, und statt dessen am Empfangsort den zuletzt übertragenen Abtastwert nochmals, evtl. sogar mehrmals zu verwenden. Verfahren, welche dieses Prinzip benutzen, sind z.B. bekannt aus folgenden Publikationen:

R. Weitowitz: Ein redundanzminderndes Sprachmultiplexverfahren mit momentaner Prioritätszuteilung. Proceedings, 1974 International Zurich Seminar on Digital Communications. Vortrag A3.

J.A. Sciulli et al.: A speech predictive encoding communication system for multichannel telephony. IEEE Transactions on Communications, Vol. COM-21 (1973), Seiten 827-835.

Die Einrichtungen zum Feststellen der Gleichheit oder Ähnlichkeit einzelner codierter Abtastwerte, und zum Speichern und Wiedereinsetzen früherer Abtastwerte im Empfänger sind für diese Verfahren zwar relativ einfach. Da sich aber das Auslassen und Wiedereinsetzen auf einzelne Abtastwerte bezieht, muss die Signalisierungsinformation, welche zur Ausnutzung der freiwerdenden Zeitschlitzes benötigt wird, in Form von Zuordnungsmasken oder Adressen in jedem Abtastintervall übertragen werden. Dies erfordert einen erheblichen Teil der Kanalkapazität (in einem Fall 25%), so dass der durch Redundanzminderung mögliche Gewinn an Übertragungskapazität wieder stark verringert wird. Ausserdem werden bei diesen Verfahren mit Behandlung von einzelnen Abtastwerten die Signale grosser Amplitude bevorzugt.

Der Aufsatz «Adaptive predictive speech coding based on pitch-controlled interruption/reiteration techniques» von A. Frei et al., veröffentlicht in den Proceedings der IEEE 1973 International Conference on Communications, Seiten 46-12 bis 46-16, beschreibt ein Verfahren, in dem für die Übertragung der stimmhaften Teile eines Sprachsignals jeweils nur eine Grundtonperiode als deltacodiertes Signal übertragen wird, und bei dem im Empfänger dieser Signalabschnitt variabler Länge in einem Schieberegister gespeichert und bei der Ausgabe mehrfach wiederholt wird. Die benötigte Angabe über die Grundtonperiode wird durch einen besonderen Korrelator gewonnen, der einen deltacodierten Signalausschnitt (Fenster) mit einem verzögerten Signalausschnitt des gleichen Signals vergleicht. (Ein solcher Grundtonperioden-Detektor ist z.B. auch im Schweizer Patent Nr. 549 849 beschrieben.) Dieses Übertragungsverfahren hat den Nachteil, dass mit Abschnitten variabler Länge gearbeitet werden muss, da sich die Grundtonperiode und damit die Länge des zu übertragenden Signalintervalls sowie die Arbeitslänge des Schieberegisters laufend ändert. Für die Übertragung von Einzelsignalen ist dies tragbar, jedoch nicht bei der Zeitmultiplexübertragung einer Vielzahl von Sprachsignalen im Synchronbetrieb (Zeitraumen fester Länge). Andere Nachteile sind das Auftreten von echo-ähnlichen Effekten bei hoher Wiederholungsrate und von Rumpelstörungen infolge von Übergangseffekten (Transienten) bei Abwandern der Grundtonfrequenz.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren sowie eine Anordnung für die Übertragung von Sprachsignalen zu schaffen, mit der eine Redundanzreduktion möglich ist, die praktisch keine Störung oder Verfälschung der übertragenen Signale bewirkt. Im weiteren soll durch das erfindungsgemässe Verfahren nur ein kleiner Anteil der durch Redundanzverminderung eingesparten Übertragungskapazität für benötigte zusätzliche Signalisierungsinformation wieder verlorengehen. Ausserdem soll das erfindungsgemässe Verfahren für Multiplexbetrieb mit Zeitraumen fester Länge geeignet sein, und die gemeinsame Benützung benötigter Einrichtungen für eine Mehrzahl von Sprachkanälen ermöglichen.

Der Gegenstand der Erfindung ist in den Patentansprüchen 1, 2 und 5 dargestellt.

Das erfindungsgemässe Verfahren benötigt zwar einen erhöhten Aufwand an Verarbeitungs- und Speichervorrichtungen. Dieser wird aber durch eine erhebliche Verminderung der erforderlichen Übertragungskapazität kompensiert, was bei Systemen mit teuren Übertragungskanälen wichtig ist, also z.B. besonders bei Satellitensystemen.

Das Verfahren hat ausserdem den Vorteil, dass es mit verschiedenen anderen Verfahren zur Redundanzreduktion, insbesondere mit sprachaktivitätsgesteuerter Kompression, kombiniert werden kann, um in den Fällen, wo diese ihre Grenzen erreichen, noch eine weitere Kompression zur zusätzlichen Verbesserung des Systemwirkungsgrades zu erreichen.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird im folgenden anhand von Zeichnungen beschrieben. Es zeigen:

Fig. 1 Sprachsignaldiagramme zur Veranschaulichung des erfindungsgemässen Verfahrens zum Unterdrücken und

5 Wiedereinsetzen eines Segmentes,

Fig. 2 Sprachsignaldiagramme zur Veranschaulichung der Korrelationsoperationen,

Fig. 3 Blockdiagramm einer Eingangsanordnung mit Speicher- und Korrelationseinrichtungen zur Durchführung des

10 erfindungsgemässen Verfahrens,

Fig. 4 Diagramme zur Veranschaulichung der Lese- und

schreibsequenzen im Eingangsspeicher der Fig. 3,

Fig. 5 Blockdiagramm des Korrelators mit Ergebnisspeicher

der Fig. 3,

Fig. 6 Blockdiagramm einer Sendeanordnung zur Zusammenfassung mehrerer Gruppen von Sprachsignalkanälen, mit

Einrichtungen zur erfindungsgemässen Übertragung,

Fig. 7 Blockdiagramm einer Empfangsanordnung mit Demultiplexer und Sprachspeichern für erfindungsgemässe Wiederherstellung der Sprachsignale, und

Fig. 8 Blockdiagramm eines Speichers gemäss Fig. 7 mit Steuer- und Verarbeitungseinrichtungen zum Wiedereinsetzen

20 unterdrückter Sprachsignalsegmente.

Anhand von Fig. 1 wird zunächst das Prinzip des erfindungsgemässen Verfahrens erläutert.

Es wird davon ausgegangen, dass die Sprachübertragung in Segmenten fester Länge (Dauer) erfolgt, dass also jeweils ein Signalabschnitt gemäss einem festen Zeitraster codiert und (als Block) übertragen wird. Das ist z.B. in Satellitensystemen der

30 Fall, wobei die Blocklänge (das Zeitraster) 6 ms beträgt. Ausserdem wird vorausgesetzt, dass eine Vielzahl von Signalen auf einer Leitung im Zeitmultiplex gemeinsam übertragen wird.

Die Sprachsignale bestehen (mindestens für die Vokale) aus periodischen Schwingungen, wobei die Grundton-Periode

variabel ist, sich aber nur langsam ändert, und ihre Dauer vom jeweiligen Laut und vom Sprecher abhängt.

Die Erfindung geht nun von dem Gedanken aus, bei der Übertragung einzelne Signalabschnitte (Segmente) selektiv zu unterdrücken, um damit Übertragungskapazität einzusparen,

40 und diese unterdrückten Segmente am Empfangsort durch bereits übertragene ähnliche Signalabschnitte zu ersetzen.

Mit der Erfindung wird vorgeschlagen, für jedes neu zusammengestellte Segment des Sprachsignals innerhalb der letzten

beiden, gespeicherten Segmente durch Vergleich denjenigen

45 gleichlangen Signalausschnitt zu finden, welcher zum neuen Segment die beste Korrelation $C(\text{MAX})$ hat, sowie die Zeitverschiebung $\Delta T = T(\text{OPT})$ zwischen diesem optimal korrelierten

Ausschnitt und dem neuen, noch zu übertragenden Segment festzustellen. Bei Bedarf kann dann das neue Segment im über-

tragenen Signal unterdrückt und am Empfangsort durch einen

50 Ausschnitt aus dem vorher übertragenen Signal ersetzt werden. Hierzu ist lediglich die Speicherung der zwei jeweils zuletzt übertragenen Sprachsignalsegmente am Empfangsort sowie die Übertragung einer Angabe über die Zeitverschiebung $\Delta T =$

55 $T(\text{OPT})$ notwendig.

Die drei Vorgänge a) Auffindung des optimal korrelierten Signalausschnittes und Bestimmung von $T(\text{OPT})$, b) Auslas-

sung eines Segmentes bei der Übertragung und c) Ausfüllen der

entstandenen Lücke durch einen früher bereits übertragenen

60 Signalausschnitt, sind in Fig. 1 schematisch dargestellt.

Diese Lösung kann in einem System mit Multiplexübertragung einer Vielzahl von Sprachsignalen eingesetzt werden.

Dabei wird für jedes neue Segment eines jeden Sprachsignals nicht nur die Zeitverschiebung $\Delta T = T(\text{OPT})$, sondern auch ein

65 Mass für die Korrelation $C(\text{MAX})$ zwischen den beiden Signalintervallen (dem neuen Segment und dem bestkorrelierten älteren Signalausschnitt) ermittelt. Damit ist es möglich, aus vielen Signalen diejenigen für eine Signalunterdrückung auszuwählen, welche momentan die beste Korrelation haben, während

man die relativ am schlechtesten korrelierten Signale unverändert (d.h. ohne Unterdrückung eines Segmentes) überträgt.

Bei der erfindungsgemässen Lösung wird also für jedes einzelne Signal für jede Rahmenperiode die Zeitverschiebung $T(OPT)$ für die optimale Korrelation $C(MAX)$ neu ermittelt. Ausserdem wird für die Gesamtheit der im Multiplex zu übertragenden Signale in jeder Rahmenperiode die Reihenfolge ihrer Korrelationswerte $C(MAX)$ nach der Grösse festgestellt.

Vorgang der Korrelation

Mit Hilfe von Fig. 2 soll nun kurz für ein einzelnes Signal der Vergleichsvorgang zur Ermittlung des Signalausschnittes mit der maximalen Korrelation und der betreffenden Zeitverschiebung $T(OPT)$, d.h. der Grundton-Periode erläutert werden.

Es wird davon ausgegangen, dass das Sprachsignal in abgetasteter, codierter Form vorliegt (im Beispiel: Delta-Codierung). Jedes einer Rahmenperiode von 6 ms entsprechende Segment des Sprachsignals enthält 192 Abtastwerte, wobei die Abtastwerte in 24 Bytes zu je 8 Bit gruppiert sind. Die 192 Bit pro Periode von 6 ms erlauben also eine Abtastrate von 32 kHz.

Das neue codierte Sprachsegment muss nun mit einem gleichlangen Fenster oder Signalausschnitt verglichen werden, welcher aus den beiden letzten codierten Segmenten des gleichen Signals ausgewählt ist, wobei nach jedem Vergleichsvorgang eine Verschiebung des Fensters um einen Schritt (1 Bit) erfolgt. Insgesamt müssen also 192 Vergleiche erfolgen; beim ersten wird der Block $FR(n)$ mit dem Block $FR(n-2)$ verglichen, beim letzten mit einem Block, der fast gleich $FR(n-1)$. Die Vergleichsoperation besteht darin, festzustellen, wieviele der einander entsprechenden 192 Bits in beiden Blöcken gleich sind. Absolute Gleichheit ergibt also einen Korrelationswert 192, völlige Verschiedenheit dagegen (z.B. ein Block lauter Nullen, der andere lauter Einsen) ergibt einen Korrelationswert 0.

Die Zusammenhänge zwischen den Vergleichen veranschaulicht folgende Tabelle:

Vergleich Nr. (i)	Zeitverschiebung ΔT	Verschiebung S (Anzahl Bits)	Normierte Verschiebung S'	Korrelations- wert $C_i (0 \leq C_i \leq 192)$
1	12 ms	384	192	C_1
2	(11+31/32) ms	383	191	C_2
3	(11+30/32) ms	382	190	C_3
...	...	...	...	...
190	(6+3/32) ms	195	003	C_{190}
191	(6+2/32) ms	194	002	C_{191}
192	(6+1/32) ms	193	001	C_{192}

Das Ergebnis der Korrelation ist also eine Liste von 192 verschiedenen Korrelationswerten, die den 192 möglichen Zeitverschiebungen ΔT , die auch als Bitverschiebungszahl S ausgedrückt werden können, entsprechen. Diese Korrelationsfunktion hat ein deutliches Maximum, dessen Position der Grundtonperiode (Pitch-Periode) entspricht.

Man kann nun wahlweise statt des neuen Sprachsignalsegmentes nur eine Angabe über den ermittelten optimalen Verschiebungswert $T(OPT)$ bzw. $S(OPT)$ übertragen, und hat dann die Möglichkeit, im Empfänger aus den gespeicherten beiden vorangegangenen Sprachsignalsegmenten denjenigen Ausschnitt zum Ausfüllen der entstandenen Lücke auszuwählen, welcher dieser Verschiebung entspricht. Er sollte die Lücke optimal ausfüllen.

Anhand der Fig. 3 bis 5 wird nun ein Ausführungsbeispiel für einen Korrelator beschrieben, der für eine Mehrzahl von Kanälen (im Beispiel zehn) im Zeitmultiplex benützt wird. Fig. 3 zeigt im Blockdiagramm den Datenfluss von den zehn

Kanälen CH.1 ... CH.10 über einen gemeinsamen Eingangsspeicher 12 und den Korrelator 14 zum Ergebnisspeicher 16. Für jeden der zehn Kanäle CH.1 ... CH.10 ist ein Deltacodierer 18 vorgesehen, dessen Ausgangsbitfolge abwechselnd in eines der beiden Register 20, 22 gelangt. Diese Register dienen als Serie-Parallel-Umsetzer. Die jeweils gefüllten Register werden über eine 8-Bit-Busleitung und einen gemeinsamen Multiplexer 24 nacheinander mit dem Eingangsspeicher 12 verbunden, um jeweils ein Byte pro Kanal zu speichern. Die Adressierung erfolgt über einen mit einer Steuereinheit 26 verbundenen Adressengenerator 28. Die Steuereinheit 26 erzeugt auch drei Taktsignale $C1 \dots C3$ für die Speicherzugriffe und die Korrelationsoperationen.

Der Eingangsspeicher kann für jeden der zehn Kanäle vier aufeinanderfolgende Sprachsignalsegmente, also die Information für vier Zeiträume, speichern. Da für jeden Kanal pro Segment (Zeitraum) 192 Bit, d.h. 24 Byte, benötigt werden, ist insgesamt eine Kapazität von 960 Byte erforderlich. Aus praktischen Gründen wird man einen Block von 1024 Byte (1k Byte) verwenden, der mit 10 Bit adressierbar ist.

Während die Daten für den nächsten Zeitraum $n+1$ eingelesen werden, entnimmt man dem Speicher die Werte für den zuletzt eingelesenen Zeitraum n , um sie mit denen der beiden vorhergehenden, auch noch gespeicherten Zeiträumen $n-1$ und $n-2$ im Korrelator 14 zu korrelieren. Die Adressierung erfolgt auch hierfür über die Adressierschaltung 28.

Die Adressier-Reihenfolge für das Einschreiben ist eine andere als für das Auslesen aus folgendem Grunde: Die an den Eingangskanälen anfallenden Bytes müssen laufend abgenommen werden, d.h. die Eingänge müssen zyklisch bedient werden. Bei der Auswertung, d.h. Korrelation, verwendet man aber alle akkumulierten, zu einem Zeitraum gehörenden Werte eines Kanals, bevor man zum nächsten Kanal (jedoch für den gleichen Zeitraum) übergeht.

Fig. 4 veranschaulicht dies, wobei zur Vereinfachung nur vier Kanäle und zehn Bytes je Rahmen und Kanal dargestellt wurden. Beim Einschreiben speichert man also erst das erste Byte für alle Kanäle, dann das zweite Byte für alle Kanäle usw. Beim Auslesen dagegen holt man nacheinander alle Bytes für den ersten Kanal, dann alle Bytes für den zweiten Kanal usw. Wie schon weiter oben gesagt, werden die Einschreibe- und Lesevorgänge aber abwechselnd, d.h. miteinander verzahnt, ausgeführt.

Die Sequenzen und Zeitverhältnisse bei den Korrelations- und Speicheroperationen werden aus folgender Tabelle I im Zusammenhang mit Fig. 2 deutlich. Die dabei verwendete Notation für die einzelnen Bytes ist auch aus Fig. 2 ersichtlich.

Tabelle I

Zyklus-Nr.	Geholtes Byte	Eingespeichertes Byte
Kanal	Byte	Vergleichen mit (192 Vergleiche mit je 8 Bits aus 25 Bytes)
50	1	B1 (n) CH.1 B1 (n-2) CH.1 B2 (n-2) CH.1 ...
55	2	B23 (n-2) CH.1 B24 (n-2) CH.1 B1 (n-1) CH.1 B2 (n) CH.1 B2 (n-2) CH.1 B3 (n-2) CH.1 ...
60	3	B24 (n-2) CH.1 B1 (n-1) CH.1 B2 (n-1) CH.1 B3 (n-1) CH.1 ...
65	4	B1 (n) CH.1 B2 (n) CH.1 B3 (n) CH.1 ...

Zyklus-Nr.	Kanal	Byte	Vergleich	Geholtes Byte Verglichen mit (192 Vergleiche mit je 8 Bits aus 25 Bytes)	Eingespeichertes Byte
1	3		385 ... 576	B3 (n) CH.1 B3 (n-2) CH.1 ... B3 (n-1) CH.1	B1 (n+1) CH.3
	.		.	.	.
	.		.	.	.
1	10		1729 ... 1920	B10 (n) CH.1 B10 (n-2) CH.1 ... B10 (n-1) CH.1	B1 (n+1) CH.10
1	11		1921 ... 2112	B11 (n) CH.1 B11 (n-2) CH.1 ... B11 (n-1) CH.1	B2 (n+1) CH.1
	.		.	.	.
	.		.	.	.
1	24		4417 ... 4608	B24 (n) CH.1 B24 (n-2) CH.1 B1 (n-1) CH.1 ... B23 (n-1) CH.1 B24 (n-1) CH.1	B3 (n+1) CH.4
2	1		001 ... 192	B1 (n) CH.2 B1 (n-2) CH.2 ... B1 (n-1) CH.2	B3 (n+1) CH.5
	.		.	.	.
	.		.	.	.
10	23		4225 ... 4416	B23 (n) CH.10 B23 (n-2) CH.10 B24 (n-2) CH.10 B1 (n-1) CH.10 ... B23 (n-1) CH.10	B24 (n+1) CH.9
10	24		4417 ... 4608	B24 (n) CH.10 B24 (n-2) CH.10 B1 (n-1) CH.10 ... B24 (n-1) CH.10	B24 (n+1) CH.10
1	1		001 ... 192	B1 (n+1) CH.1 B1 (n-1) CH.1 B2 (n-1) CH.1 ... B24 (n-1) CH.1 B1 (n) CH.1	B1 (n+2) CH.1
1	2		193 ... 384	B2 (n+1) CH.1 B2 (n-1) CH.1 ... B2 (n) CH.1	B1 (n+2) CH.2
	.		.	.	.
	.		.	.	.
	.		.	.	.

Zykluszeiten

a) Ein Kanalzyklus mit 24 Bytezyklen für je 192 Vergleiche dauert 600 μ s.

b) Ein Bytezyklus mit 192 Vergleichen dauert 25 μ s (Taktsignal C3 = 40 kHz).

c) Nachschieben einer weiteren 8-Bit-Gruppe (d.h. eines Byte) nach je 8 Vergleichen, d.h. alle 1.04 μ s (Taktsignal C2 = 5 960 kHz).

d) Ein Vergleichszyklus dauert 130 ns (Taktsignal C1 = 7680 KHz).

Alle Vergleiche werden zuerst für Kanal 1 durchgeführt. Als erstes wird das Byte B1 (n) CH.1 geholt und mit einem 8-Bit-Fenster verglichen, das über 192 verschiedene Positionen vom Byte B1 (n-2) CH.1 bis zum Byte B1 (n-1) CH.1 verschoben wird. In dieser Zeit wird nur ein Byte des nächsten Rahmens gespeichert, nämlich B1 (n+1) CH.1. Danach wird das Byte B2 (n) CH.1 geholt und wieder 192 Vergleichsoperationen unterzogen, diesmal mit einer Fensterverschiebung von B2 (n-2) CH.1 bis B2 (n-1) CH.1. Die sich ergebenden Zwischenergebnisse werden mit den bereits vorhandenen zu 192 neuen Zwischenergebnissen kumuliert. Während dieser Zeit wird ein einziges weiteres Byte für den nächsten Rahmen eingelesen, nämlich B1 (n+1) CH.2. So geht es weiter für Kanal 1 wie in der Tabelle I angedeutet, bis alle 24 Bytes korreliert sind und das Ergebnis für Kanal 1 und Rahmen n im Speicher vorliegt.

Dann wird mit der Korrelation zu Kanal 2 übergegangen. Das Einschreiben geschieht synchron, aber mit zyklischer 25 Bedienung aller Kanäle.

Korrelator und Ergebnisspeicher

Einzelheiten des Korrelators 14 und des Ergebnisspeichers 16 von Fig. 2 sind in Fig. 5 gezeigt und werden anschliessend 30 erläutert, wobei Tabelle I zum besseren Verständnis helfen kann.

Der Vergleich zur Korrelation erfolgt byteweise in einem Vergleichsregister 30, der z.B. aus acht Antivalenzschaltungen besteht. Das 8-Bit-Ausgangsfeld bei X gibt an, in welchen Bitpositionen die 8-Bit-Eingangsfelder A und B gleiche Binärwerte 35 enthalten. Am Eingang A befindet sich ein 8-Bit-Register 32 mit vorgeschaltetem Puffer 34, am Eingang B zwei zusammenhängende Schieberegister 36 und 38, die parallel geladen werden können. Dem Register 36 ist noch ein Puffer 40 vorgeschaltet. 40 Die Arbeitsweise dieser Eingaberegister wird weiter unten erläutert. Mit dem Ausgang des Vergleichers 30 ist ein Codeumsetzer 42 (Festspeicher oder Codierbaum) verbunden, der das 8-Bit-Vergleichsergebnis in eine Digitaldarstellung umwandelt, welche die Anzahl übereinstimmender Bits der Felder A und B angibt (also 0 ... 8).

Zur Akkumulation der Korrelationswerte C(i), getrennt nach normierten Verschiebungswerten S' (wobei S' = S-192), ist ein Addierer 44 und ein Speicher 46 mit zwei gleichen Bereichen vorgesehen. Der Eingang A' des Addierers ist mit dem 50 Ausgang des Codeumsetzers 42 verbunden. Der Eingang B' kann über eine erste Umschalteneinrichtung 48 abwechselnd mit dem Ausgang je einer Hälfte des Speichers 46, und der Ausgang X' über eine zweite Umschalteneinrichtung 50 abwechselnd mit dem Eingang der gleichen Hälfte des Speichers 46 verbunden 55 werden. Jede der beiden Speicherhälften umfasst 192 Bytepositionen von je 8 Bits.

Zur zyklischen sequentiellen Adressierung aller Speicherplätze beider Hälften ist ein Adressgenerator 52 vorhanden. Ein Modulo-24-Zähler 54 wird durch jeden Impuls des Taktsignals 60 C3 (alle 25 μ s) jedesmal weitergeschaltet, wenn ein neuer Vergleichszyklus für ein Byte gestartet wird. Nach 600 μ s, d.h. nach 24 Vergleichszyklen, gibt dieser Zähler ein Signal «Kanalwechsel» ab, welches an die Umschalteneinrichtungen 48 und 50 gelangt.

65 Zur Auswahl des grössten Korrelationswertes aus den 192 für je einen Kanal im Speicher 46 akkumulierten Werte dient ein Vergleichsregister 56. Dieser Vergleichsregister gibt an seinem Ausgang X'' den grösseren der jeweils seinen beiden Eingängen A'' und B'' zugeführten Werte ab. (Wenn beide gleich sind, wird der

Wert vom Eingang B'' zum Ausgang übertragen.) Ausserdem gibt er auf einer besonderen Leitung einen Steuerimpuls ab, wenn $A'' > B''$. Der Eingang A'' ist über die Umschalteneinrichtung 48 mit dem Ausgang jeweils einer Hälfte des Speichers 46 verbunden (und zwar derjenigen, die gerade nicht mit dem Addierer verbunden ist). Vom Ausgang X'' führt eine Verbindung sowohl zurück zum Eingang B'' als zu einem Dateneingang des Ergebnisspeichers 16.

Der Ergebnisspeicher 16 hat zwei Blöcke zu je 10 Byte-Speicherplätzen zur Aufnahme der optimalen Verschiebungswerte $S(OPT)'$ und der maximalen Korrelationswerte $C(MAX)$ für die zehn Eingangskanäle. Der Dateneingang für die eine Speicherhälfte (S' -Werte) ist mit dem Ausgang des Adressgenerators 52 verbunden, der Dateneingang für die andere Speicherhälfte (C -Werte) mit dem X''-Ausgang des Vergleichers 56. Adressiert wird jeweils ein Paar von Bytestellen durch eine Adressschaltung 58, die zyklisch nacheinander je eine von zehn möglichen Adressen abgibt, und jeweils durch einen Ausgangsimpuls des Zählers 54 («Kanalwechsel») weitergeschaltet wird. Ausserdem ist der Speicher mit der Leitung für das Steuersignal 20 $A'' > B''$ verbunden. Bei Auftreten eines solchen Steuerimpulses wird die gerade vom Adressgenerator 52 abgegebene Adresse als S' -Wert in die von der Adressschaltung 58 adressierte Speicherstelle eingeschrieben. Der Ausgang des Ergebnisspeichers 16 ist mit einem Sammelspeicher verbunden, der später im Zusammenhang mit Fig. 7 erläutert wird.

Funktionsweise des Korrelators

Wie bereits erwähnt, wird der in Fig. 5 gezeigte Korrelator im Zeitmultiplexbetrieb für zehn Eingangskanäle benützt. Es wird jeweils für ein Sprachsegment (6 ms Zeitrahmen) eines Eingangskanals die Korrelation vollständig durchgeführt, bevor der nächste Kanal bearbeitet wird.

Für einen Kanalvergleichszyklus oder kurz «Kanalzyklus» stehen also 600 μs (ein Zehntel der Rahmenperiode) zur Verfügung. In dieser Zeit müssen die Teilkorrelationswerte für die 24 Bytes des vorliegenden Segments ermittelt und akkumuliert werden. Für einen Byte-Vergleichszyklus oder kurz «Byte-Zyklus» stehen also 25 μs ($\frac{1}{24}$ der Kanalzykluszeit) zur Verfügung. In jedem Bytezyklus muss das betreffende Byte mit 192 verschiedenen, je 8 Bit umfassenden Ausschnitten aus den älteren, gespeicherten Sprachsegmenten des gleichen Kanals verglichen werden. Für jeden Elementarvergleich stehen also etwa 130 ns (Frequenz 7680 KHz) zur Verfügung.

Zuerst wird das Byte B1 (n) CH.1 (d.h. das erste der 24 Bytes des Zeitrahmens n für Kanal 1) ins Register 32 eingelesen, um dort für 192 Elementarvergleiche (25 μs) zu verbleiben. Gleichzeitig werden die Bytes B1 (n-2) CH.1 und B2 (n-2) CH.1 in die Register 36 und 38 eingegeben. Die Inhalte der Register 32 und 36 werden verglichen, das Ergebnis (eine die Anzahl übereinstimmender Bits angegebende Zahl zwischen 0 und 8) erscheint am Eingang A' des Addierers 44. Der Adressgenerator 52 gibt zunächst die Adresse 192 ab, so dass am Eingang B' der Inhalt von Platz 192 des linken Speicherteils erscheint (vorläufig noch null, später der bis dahin akkumulierte Wert). Das Ergebnis vom Ausgang X' wird in den Speicherplatz 192, linke Hälfte, eingelesen.

Beim Speicher 46 wird innerhalb einer Elementarvergleichszeit von ca. 130 ns mit der vorliegenden Adresse zuerst eine Leseoperation und dann eine Schreiboperation ausgeführt. Zur Zeitsteuerung dienen die um je ein halbes Intervall verschobenen Taktsignale C1 und $\bar{C}1$.

Die Speicherplätze 192 ... 001 sind den Verschiebungswerten S von 384 bis herab zu 193 zugeordnet (d.h. den normierten Verschiebungswerten S' von 192 bis herab zu 001). Die beiden zuerst verglichenen 8-Bit-Gruppen sind 12 ms, also 384 Bit voneinander entfernt.

Durch das Taktsignal C1 wird nach 130 ns der Inhalt der Register 36 und 38 um ein Bit nach links verschoben. Gleichzei-

tig wird die Adresse im Generator 52 um eins vermindert auf 191. Der nächste Vergleich findet statt, und das Ergebnis wird zum Inhalt des Speicherplatzes 191 addiert, welcher der Bitverschiebung $S = 383$ (bzw. $S' = 191$) zugeordnet ist.

Nach acht Vergleichsoperationen steht der ursprüngliche Inhalt vom Register 38 nun im Register 36, und das Register 38 wird mit dem aus dem Eingangsspeicher 12 entnommenen Byte B3 (n-2) CH.1 geladen.

Durch das Nachladen des Registers 38 mit je einem neuen Byte nach jeweils acht Elementarvergleichszeiten (also Nachladen alle ca. 1,04 μs mit Taktsignal C2) wird eine fortlaufende Verschiebung des Vergleichsfensters von acht Bit Breite um insgesamt 192 Bitpositionen möglich. Beim letzten Vergleich mit dem im Register 32 stehenden Byte B1 (n) CH.1 wird das Teilergebnis in den Speicherplatz 001 eingeschrieben, welcher der Verschiebung $S = 193$ (bzw. $S' = 001$) zugeordnet ist.

Nunmehr beginnt der zweite «Bytezyklus» durch Laden des Bytes B2 (n) CH.1 ins Register 32, wo es für 25 μs oder 192 Vergleiche stehen bleibt; gleichzeitig werden die Bytes B2 (n-2) CH.1 und B3 (n-2) CH.1 in die Register 36 und 38 eingegeben. Der Adressgenerator 52 beginnt gleichzeitig wieder mit der Adresse 192. Dann erfolgen 192 Elementarvergleiche wie oben beschrieben, während 23 Bytes in Register 38 nachgeladen und die 192 Speicherstellen im Speicher 46 adressiert werden.

Nach insgesamt 24 Bytezyklen oder 4608 Elementarvergleichen enthält der Speicher 46 die 192 Korrelationswerte, die dem Vergleich des Segments n vom Kanal Nr. 1 mit 192 verschiedenen Fensterausschnitten aus den beiden gespeicherten älteren Segmenten entsprechen.

Zur Ermittlung des maximalen Korrelationswertes und der zugehörigen optimalen Verschiebung S (bzw. der normierten Verschiebung S'), welche dem im Sprachsignal enthaltenen Grundton entspricht, erfolgt nun eine Umschaltung durch das Ausgangssignal «Kanalwechsel» vom Zähler 54. Daraufhin wird der Ausgang der linken Hälfte des Speichers 46 mit dem Vergleichers 56 verbunden. Gleichzeitig wird die rechte Hälfte des Speichers 46 mit dem Addierer 44 verbunden, so dass im folgenden, 600 μs dauernden «Kanalzyklus» die Korrelationsdaten des Kanals 2 (bzw. des Kanals K+1) in dieser Speicherhälfte akkumuliert werden können. Gleichzeitig wird aus den in der linken Speicherhälfte vorhandenen Korrelationswerten des Kanals 1 (bzw. des Kanals K) mit Hilfe des Vergleichers 56 das Maximum ausgewählt.

Infolge sequentieller Adressierung durch den Adressgenerator 52 wird ein Wert nach dem anderen zum Eingang A'' des Vergleichers 56 übertragen. Während des ganzen Kanalzyklus wählt die Adressschaltung 58 im Ergebnisspeicher 16 das dem Kanal 1 (bzw. Kanal K) zugeordnete Bytepaar. In diesem Speicherplatzpaar steht der jeweils ermittelte maximale Korrelationswert und der zugehörige normierte Verschiebungswert S' (welcher der Adresse des Korrelationswertes im Speicher 46 entspricht). Wenn jeweils der nächste Korrelationswert am Eingang A'' erscheint, wird er mit dem bisherigen Maximum, welches am Eingang B'' vorliegt, verglichen. Ist der neue Korrelationswert grösser, erscheint er am Ausgang X'' und am Eingang B'' und wird ausserdem mitsamt seiner bisherigen Adresse, d.h. dem zugehörigen S' -Wert, das bisherige Wertepaar im Speicher 16 ersetzen. Andernfalls bleiben die vorherigen Werte im Speicher 16 und am Eingang B'' erhalten. Am Schluss des Kanalzyklus enthält der dem Kanal 1 zugeordnete Doppelplatz im Speicher 16 die Werte $C(MAX)$ und $S(OPT)'$ für das n-te Segment (n-ter Zeitrahmen) vom Kanal 1.

In gleicher Weise wie beschrieben werden im Laufe von 10 Kanalzyklen, also innerhalb einer Zeitrahmendauer von 6 ms, im Ergebnisspeicher 16 die normierten optimalen Verschiebungszeiten $S(OPT)'$ und die zugehörigen Korrelationswerte $C(MAX)$ für das zuletzt empfangene 6 ms-Sprachsignalsegment jedes der zehn betroffenen Kanäle gesammelt. Dies können nun zur erfindungsgemässen Redundanzreduktion durch selek-

tives Auslassen von Sprachsegmenten bei der Übertragung verwendet werden.

Senderanordnung und selektive Segmentunterdrückung

Eine Senderanordnung zur Zusammenfassung einer Vielzahl von Eingangs-Sprachkanälen auf einen gemeinsamen Übertragungskanal, in der die vorliegende Erfindung zur Anwendung kommt, ist in Fig. 6 in Blockform gezeigt.

Eine Mehrzahl von Busleitungen 60, 62, 64, deren jede von einem Eingangsspeicher 12 (Fig. 3) kommt und die deltacodierten Sprachsignale für zehn Eingangskanäle im Zeitmultiplex überträgt, ist mit einem Gruppenmultiplexer 66 verbunden. Dieser wird von einer Steuereinheit 68 gesteuert und fasst die Signale für die beispielsweise sechs Gruppen von je zehn Kanälen zur Übermittlung auf einer Übertragungsbusleitung 70, im folgenden kurz Fernleitung genannt, zusammen. Auch auf der Fernleitung sind die Signale in Zeitrahmen von je 6 ms organisiert, wobei jeder Rahmen einen Kopfteil mit Steuer- und Zustandsinformationen enthält.

Damit die Kanalanzahl auf der Fernleitung 70 kleiner sein kann als die Summe der Kanäle auf den Gruppenleitungen 60 ... 64, kann der Gruppenmultiplexer entsprechende Konzentrationseinrichtungen enthalten. Wenn nun trotz dieser Einrichtungen die Kapazitätsgrenze erreicht ist, so dass Signale aus Eingangskanälen zurückgewiesen werden müssten oder durch sogenannten «freezeout» beschnitten würden, kann mit Hilfe der Erfindung zusätzliche Übertragungskapazität freigemacht werden. Das erfindungsgemäße Verfahren kann aber auch unabhängig von solchen Konzentrationseinrichtungen alleine für sich zur Redundanzverminderung eingesetzt werden.

Jede Kanalgruppe hat eine Korrelationseinrichtung 72, 74, 76 mit einem Ergebnisspeicher entsprechend Fig. 3 und Fig. 5. Ein gemeinsamer Gruppenspeicher 78 nimmt die Inhalte, d.h. die Werte $C(\text{MAX})$ und $S(\text{OPT})'$, aller Ergebnisspeicher für je einen Zeitrahmen auf. Eine Sortier- und Auswahlrichtung 80 nimmt eine Sortierung aller Korrelationswerte nach deren Grösse vor und erzeugt in einem Speicher 82 eine Liste von Kanalnummern und zugehörigen normierten Verschiebungswerten $S(\text{OPT})'$ nach absteigendem Korrelationswert. In dieser Liste stehen also die zur Unterdrückung eines Sprachsignalsegments am besten geeigneten Kanäle am weitesten oben. Die Liste wird nach jedem Zeitrahmen erneuert.

Wenn nun die Steuereinheit 68 des Gruppenmultiplexers 66 einen zusätzlichen Kanalbedarf feststellt, sendet sie ein Anforderungssignal, welches auch die Anzahl erforderlicher Kanäle angibt, an die Sortier- und Auswahlrichtung 80. Diese entnimmt die entsprechende Anzahl Kanaladressen und zugehörige Verschiebungswerte dem Listenspeicher 82 und gibt diese an die Steuereinheit 68 ab. Diese setzt die Kanalnummern und $S(\text{OPT})'$ -Werte der zu unterdrückenden Segmente in den Kopfteil des nächsten Rahmens ein, setzt dagegen die entsprechenden Sprachsegmente selber nicht in den nächsten Rahmen ein.

Die Zuordnung zwischen Eingangskanälen (auf Leitung 60, 62, 64) und Fernleitungskanälen, welche sich von Rahmen zu Rahmen ändern kann, sowie die entsprechende Signalisierung, z.B. durch eine Zuordnungsmaske im Rahmen-Kopfteil brauchen hier nicht dargestellt zu werden, da sie beispielsweise in den eingangs genannten USA-Patenten ausführlich beschrieben sind.

Von einem Sprachsignal darf nur jedes dritte Rahmensegment unterdrückt werden, da im Empfänger jeweils die zwei vorhergehenden Segmente zur Wiederherstellung eines unterdrückten Segments benötigt werden. Die Sortier- und Auswahlrichtung 80 lässt deshalb jeden Kanal, der zur Unterdrückung ausgewählt wurde, in den nächsten beiden Rahmenzyklen bei der Sortierung aus, so dass er gar nicht im Listenspeicher 82 zur Auswahl erscheint.

Im folgenden Plan ist angegeben, in welchem Zustand und

wo sich die Daten aus vier aufeinanderfolgenden Zeitrahmen während eines Rahmenzyklus in der Sendeanordnung befinden. Der Bearbeitungsablauf ist so organisiert, dass im Gruppenmultiplexer 66 die eigentlichen Sprachsegmente und die zugehörigen Auswahldaten zur selektiven Unterdrückung von einzelnen Segmenten miteinander verfügbar sind.

Die Zeitverhältnisse bei der Speicherung, Korrelationsauswertung und Weitergabe der Sprachsignalsegmente sind folgendermassen:

- Für Rahmen $n+1$: Einspeicherung in die Eingangsspeicher 12;
- Für Rahmen n : Korrelationsauswertung und Sammlung der Werte in den Ergebnisspeichern 16;
- Für Rahmen $n-1$: Übertragung aller Ergebnisdaten in den Gruppenspeicher 78, Erstellung der nach Korrelationswert sortierten Liste und Eingabe in den Listenspeicher 82;
- Für Rahmen $n-2$: Anforderung zusätzlicher Kanäle durch Steuereinheit 68; Entnahme der Kanaldaten für die geeignetsten Kanäle aus dem Listenspeicher 82 und Abgabe an die Steuereinheit 68 zur Erstellung des Rahmenkopfes für die Fernleitung; bei Entnahme der Sprachsignalbytes aus den Eingangsspeichern 12 jeweils Übernahme in Pufferspeicher des Gruppenmultiplexers 66.

Alle diese angegebenen Operationen werden innerhalb eines Rahmenzyklus durchgeführt.

Empfängeranordnung und Wiedereinsetzen unterdrückter Sprachsegmente

In Fig. 7 ist in Blockform eine Empfängeranordnung gezeigt, mit der die im Zeitmultiplex über eine Fernleitung übertragenen Signale wieder auf mehrere Gruppen verteilt werden. Die Fernleitung 70 führt zu einem Gruppendemultiplexer 84 mit Steuereinheit 86, welcher die in Rahmen von je 6 ms Dauer empfangenen Sprachsignalsegmente auf mehrere Busleitungen 88, 90 und 92 verteilt. Jede Busleitung ist mit einer Speichereinrichtung 94 bzw. 96, 98 verbunden, die eine Kapazität von mindestens 960 Byte hat, so dass für 10 Kanäle je 4 Sprachsegmente zu 24 Bytes gespeichert werden können. Jede der Speichereinrichtungen, von denen eine in Fig. 8 genauer gezeigt ist, enthält ausserdem Steuereinrichtungen, die über besondere Leitungen mit der Steuereinheit 86 des Gruppendemultiplexers verbunden sind.

Über Ausgangsbussleitungen 100, 102, 104 sind die Speicher mit Demultiplexern 106, 108, 110 verbunden, deren jeder 10 Ausgänge für je einen Kanal hat. Für jeden einzelnen Ausgangskanal sind noch Pufferregister und ein Decodierer vorgesehen, die aber hier nicht dargestellt sind.

Die Steuerinformation aus dem Kopfteil jedes eintreffenden Rahmens wird in die Steuereinheit 86 eingegeben, welche aufgrund der Kanalbelegungsmaske die jeweilige Zuordnung zwischen Fernleitungskanälen und Kanälen auf den Gruppenbusleitungen 88, 90, 92 erkennt und den Gruppendemultiplexer entsprechend ansteuert. Die Vorgänge müssen im einzelnen nicht beschrieben werden, da Beispiele hierfür in den eingangs genannten USA-Patenten beschrieben sind. Für jeden Kanal, aus dem ein Sprachsegment unterdrückt wurde, wird die entsprechende Kanalnummer und der zugehörige normierte optimale Verschiebungszeit $S(\text{OPT})'$ an die Speichereinrichtung der betreffenden Kanalgruppe weitergeleitet.

Das Wiedereinsetzen unterdrückter Sprachsegmente aufgrund dieser Information wird anhand von Fig. 8 beschrieben.

Ein Speicher 112 mit einer Kapazität von 960 bzw. 1024 Bytes ist an die Busleitung 88 angeschlossen. Sein Ausgang ist über eine Umschalt-/Auswahlrichtung 114 mit einem Bytewähler/Schifter 116 verbunden. Dieser hat zwei 8-Bit-Eingangsgregister R' und R'' , und gibt eine aus diesen Registern ausgewählte 8-Bitgruppe (Fenster) an ein Ausgangsregister Y , das mit der Busleitung 100 zum Demultiplexer 106 verbunden ist. Der Schiebebetrug zur Auswahl des Fensters (eine Zahl zwischen 0

und 8) wird über eine Steuerleitung von einer lokalen Steuereinheit 118 in den Bytewähler/Schifter 116 eingegeben. Die lokale Steuereinheit ist auch mit einem Adressgenerator 120 verbunden, welcher die Schreib- und Leseadressen für den Speicher 112 erzeugt.

Der Ablauf ist wie folgt: Während in die Speicherplätze für den Rahmen $n+1$ neu empfangene Bytes eingespeichert werden, werden aus den Speicherplätzen für den Rahmen n die Bytes ausgelesen. Die Adressierreihenfolge ist dabei wieder für Einschreiben und Auslesen verschieden, wie es in Fig. 4 dargestellt ist.

Wenn nun ein Segment nicht übertragen wurde und deshalb im Speicherblock für den Rahmen n fehlt, muss es durch einen aus den Speicherblöcken für Rahmen $(n-2)$ und $(n-1)$ entnommen Signalausschnitt (Fenster) ersetzt werden, wobei zur Auswahl der empfangene Wert $S(OPT)'$ dient. Wie in Fig. 8 gezeigt, gibt $S(OPT) = S(OPT)' + 192$ die Verschiebung zwischen dem fehlenden Segment und dem gewünschten Ersatzsegment (Signalausschnitt aus zwei älteren Segmenten) an, während das Komplement $\overline{S(OPT)'}$ den Abstand des Ersatzsegmentes von der linken Segmentgrenze angibt. Dieser Abstand (8-Bit-Wort) enthält einen Wert q (die ersten 5 Bits) zur Auffindung des Anfangsbytes sowie einen Wert r (die 3 letzten Bits) zur Angabe des Startbits innerhalb des gewählten Byte. Zur Gewinnung eines Ersatzbytes Y beim Auslesen entnimmt man zunächst zwei aufeinanderfolgende Bytes $B(k)$ und $B(k+1)$ den Speicherbereichen für $B(n-2)$ bzw. $B(n-1)$, wobei zur Adressierung die lokale Steuereinheit den Byteadresswert q an den Adressgenerator 120 gibt. Aus diesen beiden Bytes in R' und R'' wählt der verdrahtete Schifter 116 eine 8-Bit-Gruppe aus (Y), die als ein Teil des Ersatzsegmentes auf Busleitung 100 gelangt. Zur Vereinfachung der Steuerung werden auch die normalen Bytes aus dem Speicherblock n über den Bytewähler/

Schifter 116 geführt. Dabei werden jedoch die Werte $q = 0$ und $r = 0$ benützt, so dass das ausgelesene Byte direkt ins Register R' gelangt und von dort ins Register Y weitergegeben wird.

Es gilt also die Regel: Wurde für einen Kanal ein Segment tatsächlich übertragen, so wird zum Auslesen im Bereich n adressiert, wobei $q = 0$ und $r = 0$. Wurde ein Segment nicht übertragen und muss deshalb im Empfänger ersetzt werden, so wird im Bereich $n-2$ bzw. $n-1$ adressiert mit dem Verschiebewert $8q+r = \overline{S(OPT)'}$.

Für das Einschreiben eines neuen und das Auslesen eines Doppelbytes (zwecks Gewinnung eines einzelnen verschobenen Bytes) steht jeweils ein Speicherzyklus («Bytezyklus») von $25 \mu s$ zur Verfügung, damit innerhalb eines Rahmenzyklus von $6 ms$ für alle 10 Kanäle der Gruppe 24 Bytes eingelesen und 24 Bytes wiedergewonnen werden können. In einem Bytezyklus ($25 \mu s$) müssen also zwei Lesezugriffe und ein Schreibzugriff im Speicher 112 ausgeführt werden.

Normierung und Codierung

Für das Ausführungsbeispiel ist angenommen, dass jedes Sprachsignal durch einen adaptiven Deltamodulator codiert wird. Durch die adaptive Deltacodierung ergeben sich im wesentlichen gleiche Bitfolgen für gleiche Signalformen, auch wenn die Signale gleicher Form unterschiedliche Amplituden haben. Deshalb erübrigt sich eine Normierung der Signale vor der Korrelation.

Das Prinzip der Erfindung ist aber nicht nur mit Deltamodulation, sondern auch mit anderen Codierungsarten verwendbar, z.B. mit PCM (Pulscodemodulation). Gegebenenfalls ist vor der Korrelation nach dem erfindungsgemässen Verfahren aber eine Normierung erforderlich, falls sich diese nicht ohnehin durch die gewählte Codierungsart ergibt.

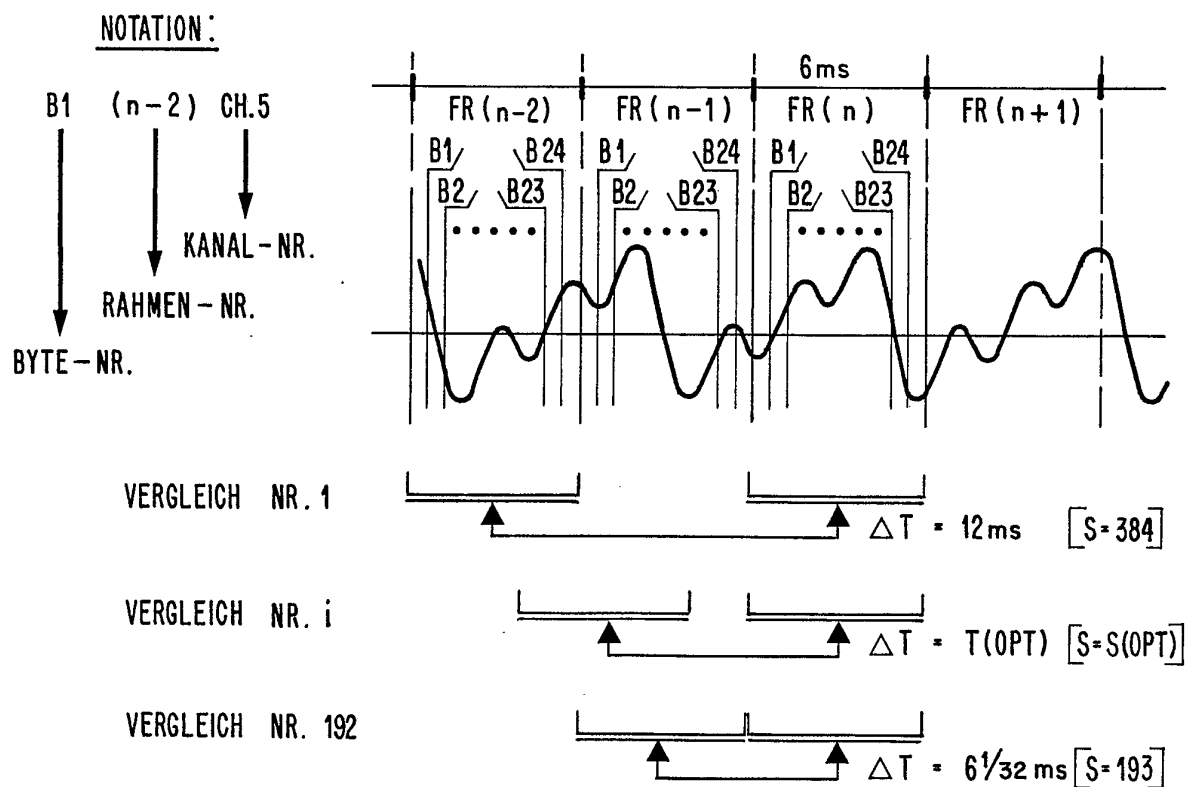
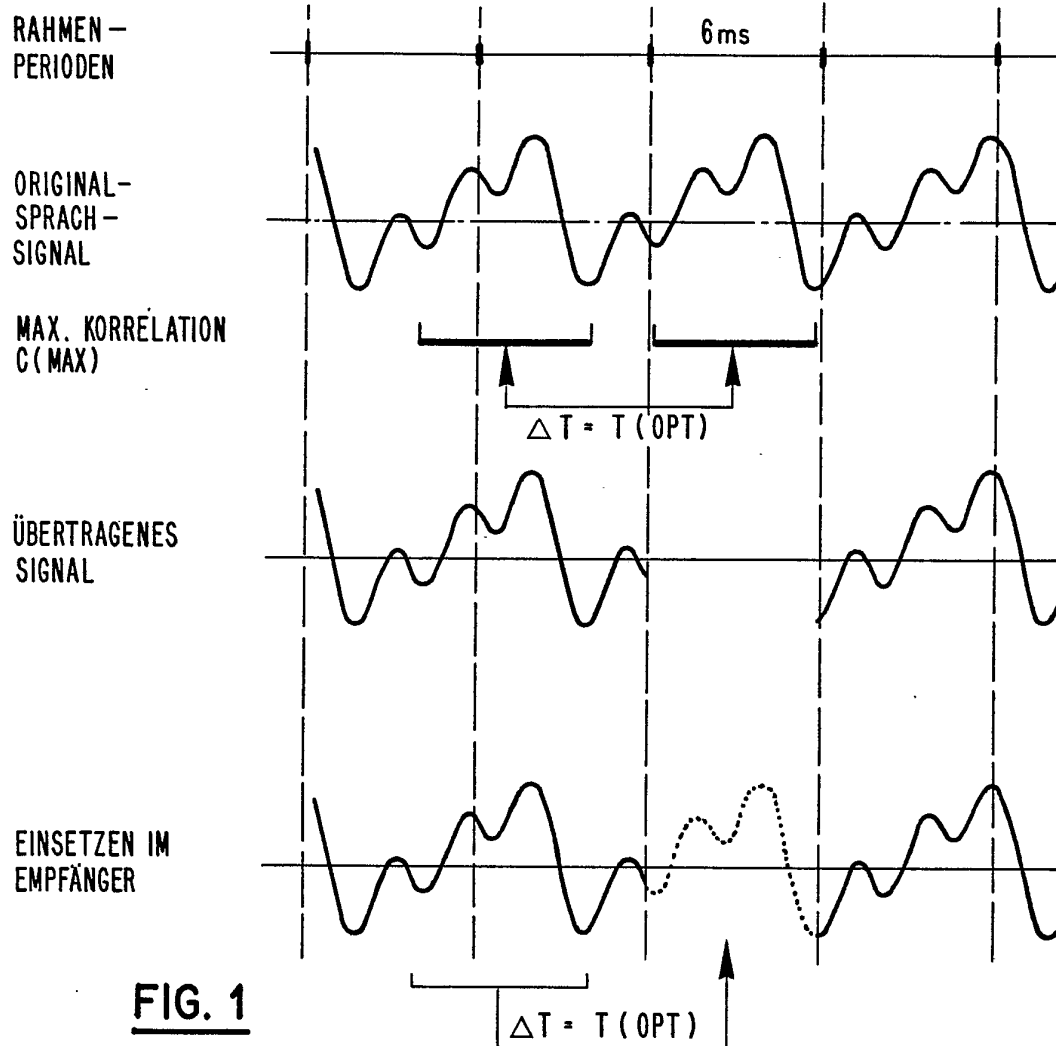
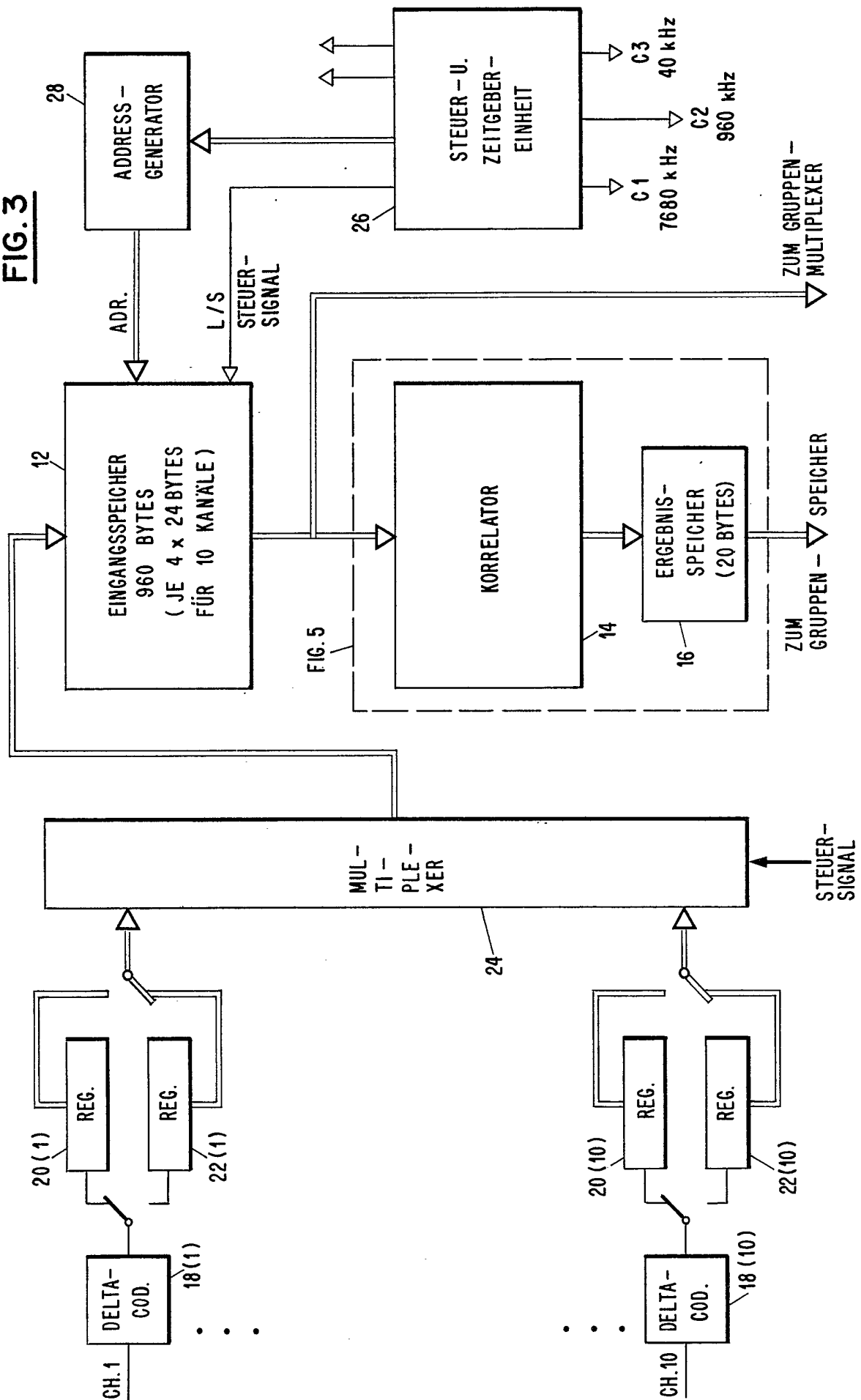
**FIG. 2**

FIG. 3



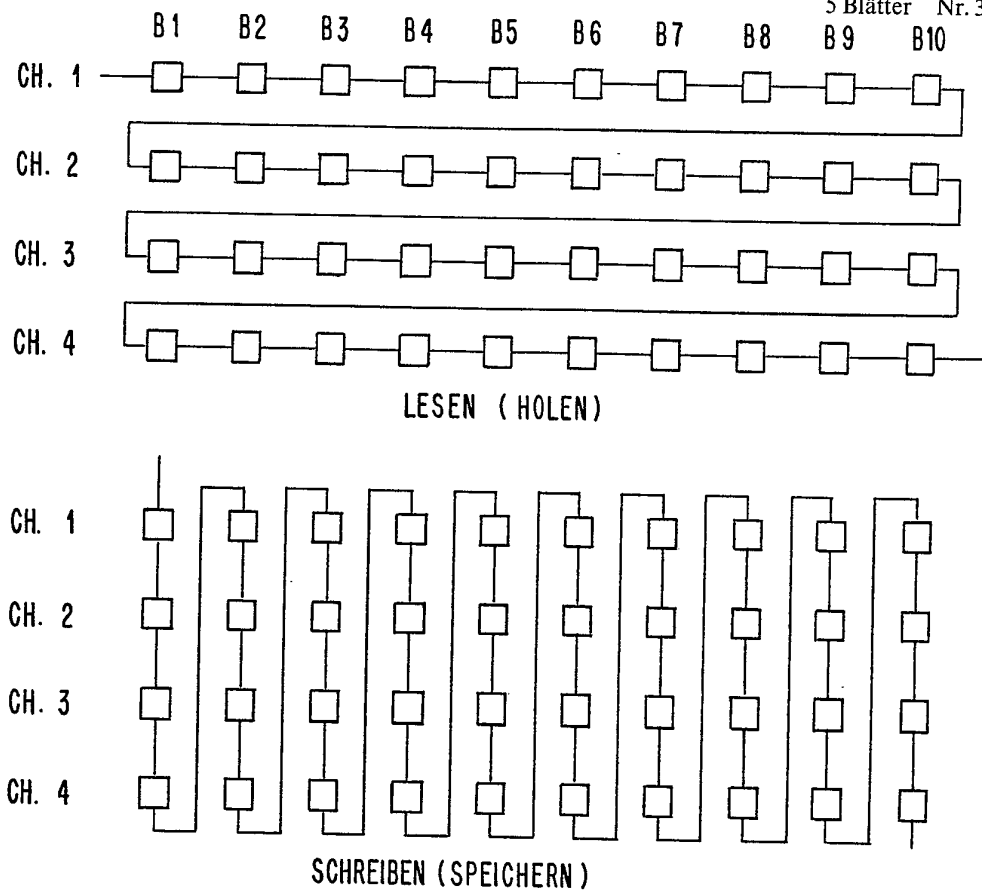


FIG. 4

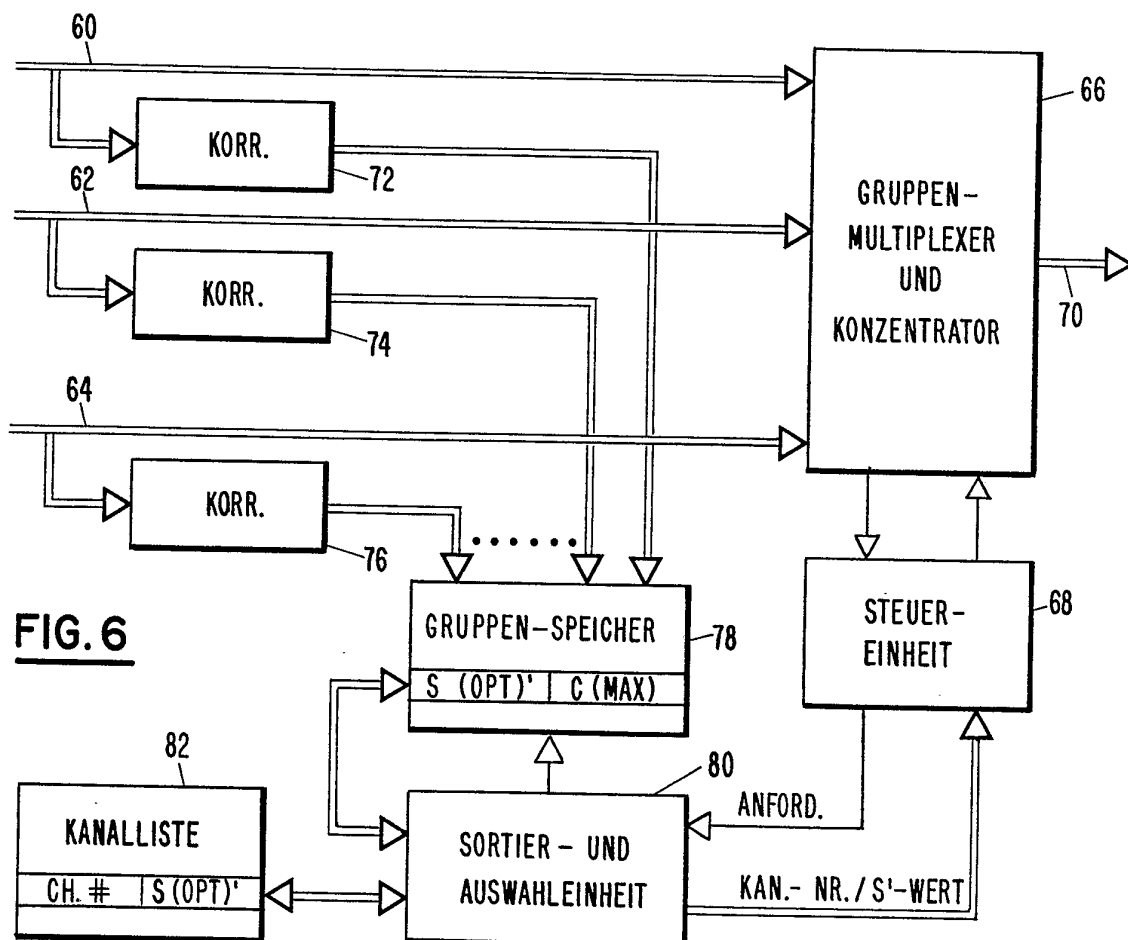
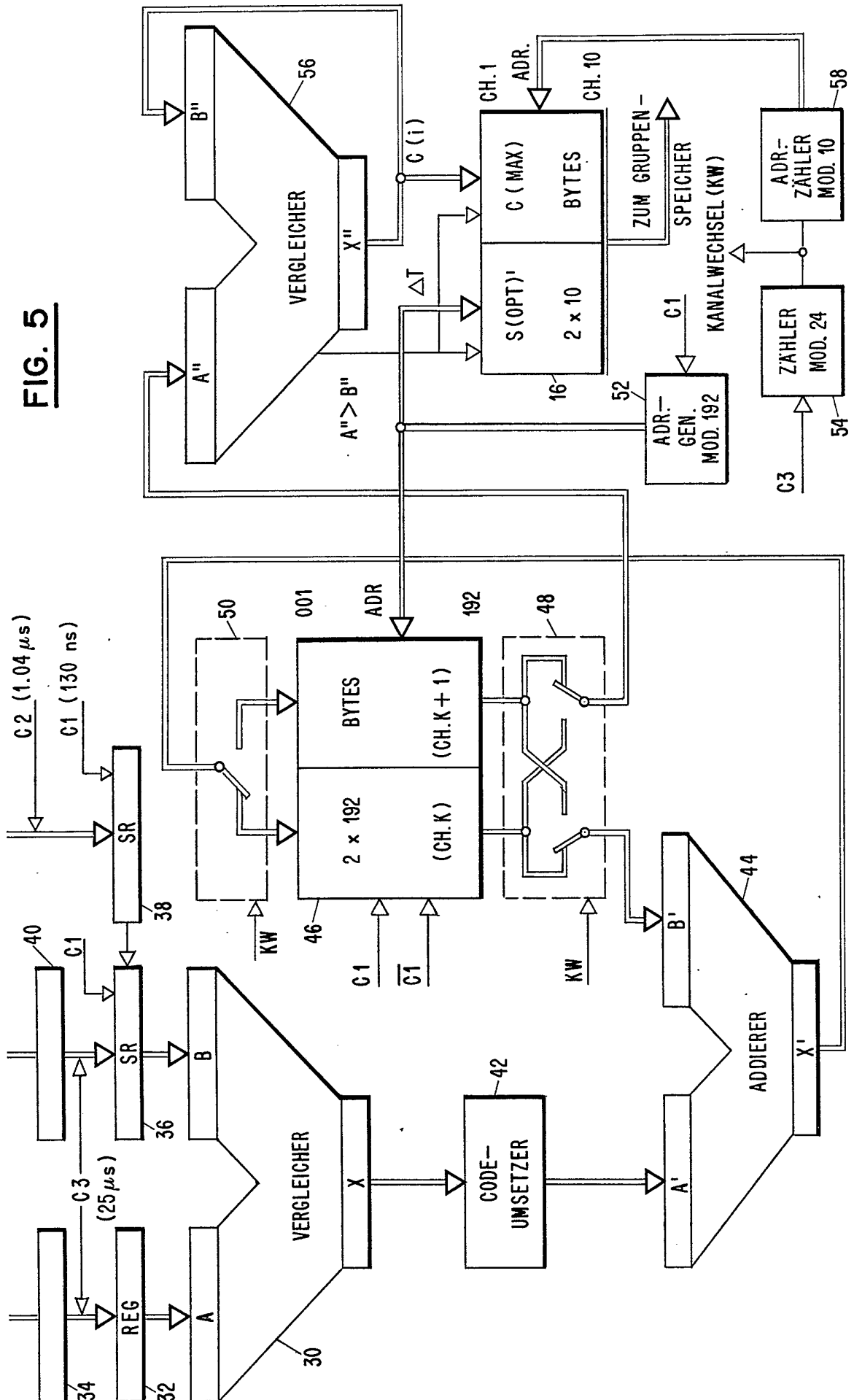


FIG. 6

FIG. 5



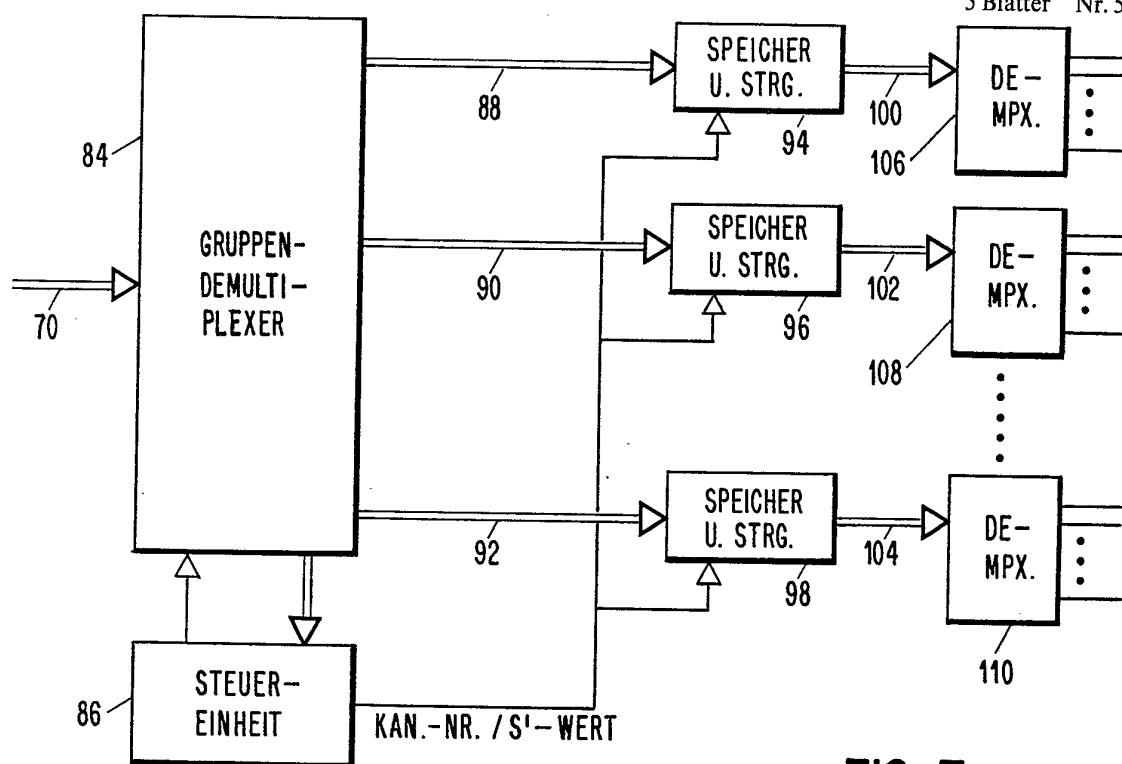


FIG. 7

