



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

① CH 647 366 A5

⑤ Int. Cl.4: H 03 M 7/30
H 04 B 1/66

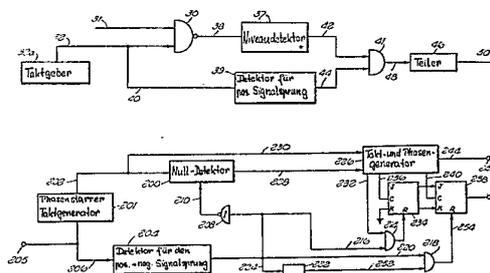
Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

⑫ **PATENTSCHRIFT** A5

<p>⑲ Gesuchsnummer: 11206/78</p> <p>⑳ Anmeldungsdatum: 31.10.1978</p> <p>⑳ Priorität(en): 04.11.1977 US 848550</p> <p>㉔ Patent erteilt: 15.01.1985</p> <p>④⑤ Patentschrift veröffentlicht: 15.01.1985</p>	<p>⑦③ Inhaber: Discovision Associates, Costa Mesa/CA (US)</p> <p>⑦② Erfinder: Isailovic, Jordan, Belgrad (YU)</p> <p>⑦④ Vertreter: Patentanwaltsbüro Eder & Cie., Basel</p>
---	---

⑤④ **Kodiereinrichtung für binäre Datensignale und Dekodiereinrichtung für diese Datensignale.**

⑤⑦ In der Einrichtung zum Kodieren (30-50) werden alle Datenelemente eines vorgegebenen binären Zustandes der Daten verwendet, um mittels einer Verknüpfung der Datensignale mit einem Taktsignal und einer mehrfachen Teilung daraus das kodierte Signal zu gewinnen, welches genügend Signalsprünge enthält, um die ursprünglichen Daten ableiten zu können. In der Einrichtung zum Dekodieren (201-254) werden die im kodierten Signal vorhandenen Signalsprünge verarbeitet, um daraus wieder die ursprünglichen Datensignale abzuleiten, welche zur Identifizierung aller vorgegebenen binären Zustände der ursprünglichen Daten ausreichen. Aus diesen Pulssignalen werden die ursprünglichen Daten wiedergewonnen. Mit dieser Einrichtung lässt sich eine optimale Datensignaldichte für eine Aufzeichnung wie auch für eine Übertragung von Daten erreichen.



PATENTANSPRÜCHE

1. Einrichtung zur Kodierung binärer Datensignale für die Übertragung und/oder Aufzeichnung mit optimierter Datensignaldichte, wobei die binären Datensignale aus aufeinanderfolgenden Datenelementen gleicher Zeitdauer bestehen, gekennzeichnet durch folgende Schaltelemente:

- einen Taktgeber (32a), der ein Taktsignal (Fig. 3D) liefert, bei welchem eine Signalperiode (35) der Zeitdauer eines Datenelementes entspricht und ferner der positive Signalsprung jeweils synchron zum Zeitpunkt des Übergangs von einem Datenelement zum anderen erfolgt,
- eine erste Kodier-Stufe (30, 37), welche durch Verknüpfung des Taktsignals (Fig. 3D) mit den binären Datensignalen (Fig. 3C) eine erste Impulsfolge (Fig. 3G) liefert, bei welcher jeweils ein Impuls allen Datenelementen eines bestimmten gleichen Signalniveaus zwischen deren Vorder- und Rückflanke zugeordnet ist,
- eine zweite Kodier-Stufe (39), die aus dem Taktsignal (Fig. 3D) eine zweite Impulsfolge (Fig. 3J) ableitet, bei welcher jeweils ein Impuls jedem positiven Signalsprung des Taktsignals zugeordnet ist,
- eine Verknüpfungsstufe (41), die die erste und zweite Impulsfolge (Fig. 3G und 3J) verknüpft und an eine Teilerstufe (46) überträgt, sowie
- eine Teilerstufe, welche nach einer Teilung das kodierte Datensignal (Fig. 3M) liefert, bei welchem sowohl zum Zeitpunkt des Übergangs als auch zwischen den Zeitpunkten des Übergangs aufeinander folgender Datenelemente Signalsprünge auftreten, welche maximal den Abstand der Dauer zweier Datenelemente haben.

2. Einrichtung zur Dekodierung der mit einer Einrichtung nach Anspruch 1 kodierten Datensignale, bei welchen sowohl zum Zeitpunkt des Übergangs als auch zwischen den Zeitpunkten des Übergangs aufeinander folgender Datenelemente Signalsprünge auftreten, welche maximal den Abstand der Dauer zweier Datenelemente haben, gekennzeichnet durch folgende Schaltelemente:

- einen Takt- und Phasengenerator (226), welcher eine Vielzahl von Taktsignalen (Fig. 8C-H) liefert,
- einen Detektor (204), der ein erstes Impulsfolgesignal (Fig. 6F) für jeden Signalsprung des kodierten Signals (Fig. 3M) liefert,
- eine erste Dekodierstufe (214), die auf eines der Taktsignale (Fig. 6G) des Takt- und Phasengenerators (226) sowie auf das Ausgangssignal (Fig. 6F) des Detektors (204) anspricht und ein zweites Impulsfolgesignal (Fig. 6H) liefert, welches die Signalsprünge im kodierten Signal (Fig. 6D) bestimmt, die dem Bereich zwischen der Vorder- und Rückflanke der Datenelemente mit abgestimmten gleichen Signalniveaus des binären Datensignals (Fig. 6C) zugeordnet sind,
- eine zweite Dekodierstufe (218, 222), die auf das Ausgangssignal (Fig. 6F) des Detektors (204) anspricht und ein drittes Impulsfolgesignal (Fig. 6J) liefert, welches die Signalsprünge im kodierten Signal (Fig. 6D) bestimmt, die jeweils dem Zeitpunkt des Übergangs eines Datenelementes zugeordnet sind, welcher von dem Zeitpunkt des Übergangs des vorausgehenden Datenelementes um die Dauer eines Datenelementes entfernt ist, und
- einen Signalgenerator (238, 234), der das zweite Impulsfolgesignal (Fig. 6H) der ersten Dekodierstufe (214) und das dritte Impulsfolgesignal (Fig. 6J) der zweiten Dekodierstufe (218, 222) miteinander verknüpft und in Abhängigkeit von Taktsignalen des Takt- und Phasengenerators (226) das ursprüngliche binäre Datensignal (Fig. 6D) liefert.

3. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Kodierstufe (30, 37) umfasst:

- ein erstes NAND-Gatter (30), das auf die binären Signale (Fig. 2C) und auf das Taktsignal (Fig. 3D) anspricht,

und eine Folge von Impulsen (Fig. 3E) liefert, deren negative Signalsprünge jeweils einer binären 1 der binären Daten zugeordnet sind,

- Umkehrstufen (62, 64, 66), die auf die Impulse vom ersten NAND-Gatter (30) ansprechen und ein Ausgangssignal (Fig. 3F) liefern, das zeitlich gegenüber dem Ausgangssignal des ersten NAND-Gatters (30) versetzt ist,
- ein zweites NAND-Gatter (68), das sowohl auf das Ausgangssignal (Fig. 3E) des ersten NAND-Gatters als auch auf das Ausgangssignal der Umkehrstufen (62, 64, 66) anspricht und negative Impulse (Fig. 3G) liefert, welche zur mittleren Zeit der Zeitdauer eines eine binäre 1 kennzeichnenden Datenelementes auftreten.

4. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die zweite Kodierstufe (39) umfasst:

- Umkehrstufen (80, 82, 84), die auf das Taktsignal (Fig. 3D) ansprechen und ausgangsseitig ein gegenüber dem Taktsignal verzögertes Taktsignal (Fig. 3H) liefern,
- ein NAND-Gatter 86, das auf das Taktsignal (Fig. 3D) und das verzögerte sowie invertierte Taktsignal (Fig. 3H) anspricht und negative Impulse (Fig. 3I) liefert, welche zum Beginn eines jeden Datenelementes beim positiven Signalsprung des Taktsignals auftreten.

5. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Verknüpfungsstufe (41, 46) umfasst:

- ein UND-Gatter (96, 98), welches negative Impulse (Fig. 3K) einerseits zur mittleren Zeitdauer eines jeden einer binären 1 entsprechenden Datenelementes und andererseits zum Beginn eines jeden Datenelementes zum Zeitpunkt des positiven Signalsprungs des Taktsignals liefert (Fig. 3G + I);
- einen Teiler (46), der auf das Ausgangssignal (Fig. 3K) des UND-Gatters (96, 98) anspricht und dieses im Verhältnis 1:4 teilt.

6. Einrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Takt- und Phasengenerator (226) umfasst:

- erste Einrichtungen zur Erzeugung eines ersten Taktsignals (Fig. 8C) mit einer doppelten Periode pro Datenelement, wobei ein positiver Signalsprung zu Beginn eines jeden Datenelementes auftritt,
- zweite Einrichtungen zur Erzeugung eines Taktsignales (Fig. 8E) mit je einer Periode pro Datenelement, wobei zum Beginn eines Datenelementes kein Signalsprung auftritt, sondern vielmehr zu einem Zeitpunkt während der Zeitdauer des Datenelementes;
- dritte Einrichtungen zur Erzeugung eines Taktsignals (Fig. 8G) mit einer Periode pro Datenelement, wobei der negative Signalsprung zu einer mittleren Zeit der jedem einzelnen Datenelement zugeordneten Zeitdauer auftritt.

7. Einrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Detektor (204) Verzögerungseinrichtungen (300 bis 306) umfasst, welche das empfangene kodierte Signal verzögert dem einen Eingang eines exklusiven ODER-Gatters (310) zuführen, welches am anderen Eingang von dem empfangenen kodierten Signal direkt beaufschlagt ist, und dass das exklusive ODER-Gatter ausgangsseitig positive Impulse (Fig. 6F) liefert, wenn im empfangenen kodierten Signal Signalsprünge auftreten.

8. Einrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die zweite Dekodierstufe (218, 222) einen Univibrator (222) umfasst, der von dem Ausgangssignal (Fig. 6F) des Detektors (204) beaufschlagt wird und ein Auslösesignal an den einen Eingang eines UND-Gatters (218) anlegt, das an seinem anderen Eingang mit dem Ausgangssignal (Fig. 6F) des Detektors (204) beaufschlagt wird und ausgangsseitig ein Impulssignal (Fig. 6I) abgibt, in welchem jedem zweiten Impuls eines durch die Dauer eines Datenelementes getrennten Impulspaares der vom Detektor (204) gelieferten Impulsfolge ein positiver Impuls zugeordnet ist.

9. Einrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Dekodierstufe (214) aus einem UND-Gatter besteht, das mit seinem einen Eingang an den Detektor (204) angeschlossen ist und von dem Ausgangssignal (Fig. 6F) des Detektors (204), beaufschlagt wird, dass an dem zweiten Eingang des UND-Gatters ein zweites Taktsignal (Fig. 8D) anliegt, und dass am Ausgang des UND-Gatters das zweite positive Impulsfolgesignal (Fig. 6H) zur Verfügung steht, wobei die einzelnen positiven Impulse einer mittleren Zeit während der Zeitdauer eines Datenelementes zugeordnet sind, welches durch eine binäre 1 gekennzeichnet ist.

10. Einrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Signalgenerator (234, 238) einen ersten JK-Flipflop (234) und einen zweiten JK-Flipflop (238) umfasst, dass der erste JK-Flipflop (234) am Eingang C mit dem zweiten Taktsignal (Fig. 8D) und am Rückstelleingang R mit dem zweiten Impulsfolgesignal (Fig. 6H) von der ersten Dekodierstufe (214) beaufschlagt wird, dass der zweite JK-Flipflop (238) an seinem Eingang C mit einem dritten Taktsignal (Fig. 8G) und an seinem Rückstelleingang R mit dem Impulsfolgesignal (Fig. 6I) von der zweiten Dekodierstufe (218, 222) beaufschlagt ist, und dass der Ausgang Q des ersten JK-Flipflops mit dem Eingang J des zweiten JK-Flipflops sowie der Ausgang \bar{Q} des ersten JK-Flipflops mit dem Eingang K des zweiten JK-Flipflops verbunden ist.

11. Einrichtung nach einem der Ansprüche 2 oder 6 bis 10 mit einer Synchronisationseinrichtung, um den Takt der Dekodiereinrichtung in Synchronismus mit dem Takt der Kodiereinrichtung zu halten, dadurch gekennzeichnet, dass die Synchronisationseinrichtung (Fig. 4, Fig. 5) einen phasensynchronen Taktgenerator (201) umfasst, der ein Taktsignal (Fig. 7D) mit einer doppelten Periode pro Datenelement liefert, dass ein 0-Detektor (200) vorhanden ist, der einerseits mit dem Taktsignal (Fig. 7D) vom phasensynchronen Taktgenerator (201) und andererseits vom invertierten Ausgangssignal (Fig. 6F) des Detektors (204) beaufschlagt wird, um einen Synchronisationsimpuls (Fig. 7H und 7I) zu liefern, der dem zweiten Signalsprung von zwei Signalsprüngen entspricht, die um die Zeitdauer zweier Datenelemente voneinander entfernt sind, und dass Einrichtungen vorhanden sind, die das Synchronisationssignal zur Synchronisierung des Takt- und Phasengenerators (226) an den Takt- und Phasengenerator anlegen.

Die Erfindung betrifft eine Kodier-Einrichtung für binäre Datensignale und eine Dekodiereinrichtung für diese Datensignale mit optimierter Datensignaldichte, wobei die binären Datensignale aus aufeinanderfolgenden Datenelementen (Bits) gleicher Zeitdauer bestehen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Einrichtung zu schaffen, mit der die Datensignaldichte binärer Daten z.B. in Form eines Impulswechselkodes optimiert werden kann. Das Kodieren und Dekodieren soll mit einer minimalen Bandbreite möglich sein, wobei das kodierte Signal ein Synchronisationssignal enthält, das die Synchronisation der Kodierschaltung mit der Dekodierschaltung sicherstellt.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäss durch eine Kodier-Einrichtung mit den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruches 1 und durch eine Dekodier-Einrichtung mit den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruches 2 gelöst.

Weitere Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand von abhängigen Ansprüchen.

Das kodierte Signal gemäss der Erfindung hat keine Doppeldeutigkeiten und enthält eine positive Synchronisationsinformation. Das kodierte Signal ist ebenfalls ein Impulsignal,

bei dem jedoch der maximale Abstand zweier Signalsprünge der Dauer von zwei Datenelementen entspricht. Der Ort der Signalsprünge im kodierten Signal hängt zum Teil davon ab, wo der vorausgehende Signalsprung bezüglich der Dauer eines Datenelementes gelegen ist. Aus dem kodierten Signal lässt sich eine begrenzte Anzahl definierter Informationen entnehmen, wie z.B.:

a) wenn der Abstand zwischen zwei Signalsprüngen gleich der Länge eines Datenelementes ist, so ergibt sich daraus, dass der zweite Signalsprung eine binäre 1 der ursprünglichen Daten bzw. des ursprünglichen Impulswechselkodes kennzeichnet;

b) wenn der Abstand zwischen zwei Signalsprüngen der Zeitdauer von zwei Datenelementen entspricht, ergibt sich daraus, dass einmal in der ursprünglichen Datenfolge bzw. dem Impulswechselkode eine Serie von gleichen binären Zuständen, z.B. binären 0 vorhanden ist und dass beide Signalsprünge zwischen Datenelementen erfolgen. Im Gegensatz dazu ist es beim Stand der Technik bekannt, dass die Datensprünge jeweils in der Mitte der Dauer von Datenelementen auftreten.

Die Vorteile und Merkmale der Erfindung ergeben sich auch aus der nachfolgenden Beschreibung eines Ausführungsbeispiels in Verbindung mit den Ansprüchen und der Zeichnung. Es zeigen:

Fig. 1 in einem vereinfachten Blockdiagramm eine Kodierschaltung;

Fig. 2 die Kodierschaltung gemäss Fig. 1 in einem schematischen Schaltbild;

Fig. 3 eine Anzahl von Schwingungsformen A bis M, welche die Signalfolgen an verschiedenen Punkten der Schaltung gemäss Fig. 1 und 2 kennzeichnen;

Fig. 4 ein vereinfachtes Blockdiagramm einer Dekodierschaltung;

Fig. 5 ein schematisches Schaltbild der Dekodierschaltung gemäss Fig. 4;

Fig. 6 eine Anzahl von Schwingungsformen A bis J, wie sie an verschiedenen Punkten der Dekodierschaltung gemäss den Fig. 4 und 5 auftreten;

Fig. 7 eine Anzahl von Schwingungsformen A bis I, wie sie an verschiedenen Punkten der Dekodierschaltung gemäss den Fig. 4 und 5 auftreten und zur Erläuterung der Wirkungsweise des Null-Detektors Verwendung finden;

Fig. 8 eine Anzahl von Schwingungsformen A bis H zur Erläuterung der Wirkungsweise des Takt- und Phasengenerators gemäss den Fig. 4 und 5;

Fig. 9 eine Anzahl von Schwingungsformen A bis J, welche zur Erläuterung der Wirkungsweise des Signalgenerators gemäss den Fig. 4 und 5 Verwendung finden.

In Fig. 3C ist eine pulskodemodulierte Schwingungsform dargestellt, wobei die einzelnen Kodezeichen unmittelbar aneinander anschliessen. Die Schwingungsform besteht gemäss Fig. 3A aus einzelnen Datenelementen, die mit den Ziffern 1 bis 10 gekennzeichnet sind. Nachfolgend wird auf diese Datenelemente bei der Behandlung der verschiedenen Schwingungsformen Bezug genommen, wobei die Datenelemente bei der Dekodierung um die Länge eines Datenelementes gegenüber den Datenelementen bei der Kodierung verschoben sind. Der Inhalt der einzelnen Datenelemente ist in Fig. 3B bzw. 6B mit den binären Ziffern 1 und 0 angegeben.

Es ist auch möglich, eine komplementäre Nomenklatur zu benutzen und dementsprechend die beschriebenen Schaltungen derart abzuändern, dass jeweils die entgegengesetzten Signalniveaus kodiert bzw. dekodiert werden, verglichen mit denen in dem vorliegend beschriebenen Beispiel. Für den Fachmann ist bekannt, dass der Ersatz des Signalniveaus 0 durch das Signalniveau 1 keine wesentliche schaltungsmäs-

sige Modifikation erforderlich macht. So führt z.B. die Ansteuerung der Kodierschaltung über eine Umkehrstufe ausgangseitig zu dem Komplement der für das Beispiel beschriebenen Signalniveaus.

Eine binäre 1 wird durch ein hohes Signalniveau 15 und eine binäre 0 durch ein niederes Signalniveau 16 beschrieben. Für einen Impulswechselkode bekannter Art ist es charakteristisch, dass das Signalniveau beibehalten wird, wenn aufeinanderfolgend identisch gleiche Datenniveaus kodiert werden. Dementsprechend ist in den in Fig. 3C und 6C dargestellten Schwingungsformen keine Änderung im Signalniveau für die beiden nacheinander kodierten binären 1 und die drei nacheinander kodierten binären 0 vorhanden.

Bei der nachfolgend beschriebenen Kodier- und Dekodierertechnik sprechen bestimmte Schaltungen auf die augenblicklich sich ändernde Polaritätsrichtung der Schwingungsform an. Diese Richtung der sich ändernden Polarität wird in herkömmlicher Weise durch eine negativ verlaufende Flanke 17 gemäss Fig. 3C und Fig. 6C bezeichnet, was durch einen entsprechenden, nach unten weisenden Pfeil angedeutet ist. Die Polaritätsänderung in entgegengesetzter Richtung ist mit einem nach oben weisenden Pfeil 18 gekennzeichnet und bezeichnet eine positiv verlaufende Flanke. Die negativ verlaufende Flanke wird auch als Rückflanke und die positiv verlaufende Flanke bezeichnet.

Der Wechsel von einem hohen Signalniveau 15 auf ein niederes Signalniveau 16 wird auch als Signalsprung bezeichnet, wobei in diesem Fall von einem negativen Signalsprung und beim Übergang vom niederen Signalniveau 16 auf das hohe Signalniveau 15 vom positiven Signalsprung die Rede sein kann.

Ein solcher Signalsprung tritt auf, wenn z.B. im Bereich der Rückflanke 17 oder der Vorderflanke 18 zwei Datenelemente aneinandergrenzen, mit welchen unterschiedliche Datensignale kodiert sind. Bei gleichartig kodierten Datensignalen ist kein solcher Signalsprung vorhanden, wie dies aus den Fig. 3C und 6C für die Datenelemente 5 und 6 sowie 7, 8 und 9 entnehmbar ist. Die Zeit, während welcher ein solcher Signalsprung stattfindet, wird auch als Übergangszeit bezeichnet.

Die einzelnen dargestellten Schwingungsformen sind bezüglich der zeitlichen Zuordnung der Übergangszeiten miteinander über Taktsignale synchronisiert, wie sie durch die Fig. 3D und 7D gekennzeichnet sind. Alle auf die Taktsignale gezogenen Schwingungsformen beginnen mit einem positiven Signalsprung für das Datenelement 1. Dabei hat das Taktsignal gemäss Fig. 7D die zweifache Taktfrequenz des Taktsignals gemäss Fig. 3D. In Fig. 3D entspricht ein Taktzyklus der Länge eines Datenelementes, wogegen der Taktzyklus gemäss Fig. 7D für ein Datenelement zweimal durchlaufen wird.

In Fig. 3M ist die sogenannte Jordan-kodierte Schwingungsform des Impulswechselkodes gemäss Fig. 3C dargestellt. Diese Jordan-kodierte Schwingungsform hat keine Zweideutigkeiten und hat dieselbe spektrale Leistungsdichteverteilung wie der zuvor erwähnte Miller-Kode für ein Datenzufallsmuster.

Wegen der Betriebsverfahren für die Kodierschaltung gemäss den Fig. 1 und 2 hat der in Fig. 3M dargestellte Jordan-Kode mehrere einmalige charakteristische Eigenschaften. So treten die Übergangszeiten für den positiven und den negativen Signalsprung jeweils zu einer mittleren Zeit der einem Datenelement zugeordneten Zeitdauer auf, wie z.B. zu der mit 19 und 20 gekennzeichneten Zeit gemäss Fig. 3M. Dabei wird die mittlere, einem Datenelement zugeordnete Zeitdauer sehr weit gefasst und als diejenige Zeit definiert, welche von der dem Beginn bzw. dem Ende eines Datenelementes zugeordneten Zeit verschieden ist. Bei der beschriebe-

nen Ausführungsform entspricht diese Zeit dem in der Mitte eines Datenelementes liegenden Zeitpunkt. Ferner können positive und negative Signalsprünge auch zu der dem Ende eines Datenelementes zugeordneten Zeit, wie durch die Bezugszeichen 21 und 22 angedeutet, auftreten. Schliesslich kann der Abstand zwischen zwei aufeinanderfolgenden Signalsprüngen der Zeitdauer für die Länge eines Datenelementes entsprechend dem Bezugszeichen 23 oder der durch das Bezugszeichen 24 gekennzeichneten Zeitdauer von $1\frac{1}{2}$ Datenelementen und der durch das Bezugszeichen 25 gekennzeichneten Zeitdauer von 2 Datenelementen entsprechen.

Der Anfang und das Ende eines Datenelementes bei dem in den Fig. 3C und 6C dargestellten Impulswechselkode tritt zu dem Zeitpunkt auf, der auch als Übergangszeit zwischen zwei Datenelementen gekennzeichnet ist. Dementsprechend fällt die Übergangszeit am Ende des einen Datenelementes mit der Übergangszeit am Anfang des nächsten Datenelementes zusammen.

Wie in Fig. 3A für das Datenelement 1 angedeutet, kann jedes Datenelement in vier gleiche Teile unterteilt werden.

Für die Erläuterung der Signalverarbeitung durch die Schaltungen gemäss der Erfindung ist es wichtig, die Signalbedingung für verschiedene Zeitpunkt der einzelnen Datenelemente zu beschreiben. Um Verwechslungen zu vermeiden, werden dabei für alle Schwingungsformen folgende zwei charakteristische Kennzeichnungen für das Signal benutzt. Die erste Kennzeichnung ist die Zeit, zu welcher das Signal auftritt, und die zweite Kennzeichnung die Richtung des Signalsprungs. Es gibt dabei einen negativen Signalsprung, welcher durch das Bezugszeichen 17 in Fig. 3C, und einen positiven Signalsprung, welcher durch das Bezugszeichen 18 in Fig. 3C gekennzeichnet ist. Die Zeitdauer, zu welchem das Signal auftritt, kann die mittlere Zeit, gekennzeichnet durch die Bezugszeichen 19 und 20, die Anfangszeit oder Endzeit, gekennzeichnet durch die Bezugszeichen 21 und 22, sowie die Zeit nach dem ersten Viertel, gekennzeichnet in Fig. 3F durch das Bezugszeichen 26, und die Zeit nach dem dritten Viertel, gekennzeichnet durch das Bezugszeichen 27 in Fig. 3F, der einem Datenelement zugeordneten Zeitdauer sein.

Der Abstand zwischen den Signalsprüngen und der Zeitpunkt der Übergangszeit zwischen den Signalniveaus wirken für die eindeutige Kodierung der Daten eines Impulswechselkodes zusammen. Ein eindeutiges unterscheidendes Merkmal des Jordan-Kode gemäss Fig. 3M betrifft den Abstand von zwei Übergangszeiten für die Länge von zwei Datenelementen, wie durch das Bezugszeichen 25 gekennzeichnet. Wenn immer dieser Abstand in einem Jordan-Kode auftritt, werden beide Signalsprünge als zum Zeitpunkt der Übergangszeit auftretend von der Kodierschaltung identifiziert. Dieses Merkmal wird dazu benutzt, um die Kodierschaltung mit dem ankommenden Datenstrom zu synchronisieren.

In Fig. 1 ist ein vereinfachtes Blockdiagramm für die Kodierschaltung gemäss der Erfindung dargestellt. Für die Erläuterung der Wirkungsweise der Kodierschaltung, von welcher die Fig. 2 ein schematisches Schaltbild ist, wird auf die Schwingungsformen gemäss Fig. 3 Bezug genommen, anhand deren die Signalverarbeitung erläutert wird. Der Impulswechselkode gemäss Fig. 3C wird an ein NAND-Gatter 30 über die Eingangsleitung 31 angelegt. Dieses NAND-Gatter 30 wird an seinem zweiten Eingang über eine Leitung 32 mit einem Taktsignal beaufschlagt, das von einem Taktgeber 32a stammt und der Schwingungsform gemäss Fig. 3D entspricht. Der Taktgeber 32a kann in herkömmlicher Weise aufgebaut sein.

Der Impulswechselkode gemäss Fig. 3C hat ein hohes Signalniveau 15 für das einer binären 1 entsprechende Datenelement und ein niederes Signalniveau 16 für das einer binären 0 entsprechende Datenelement. Das Taktsignal gemäss

Fig. 3D beginnt mit einem ersten hohen Spannungsniveau 33, an welches ein zweites niederes Spannungsniveau 34 anschliesst. Mit der durch das Bezugszeichen 35 gekennzeichneten Länge wird die Zeitdauer eines vollen Datenelementes gekennzeichnet. Daraus kann man entnehmen, dass der Zeitdauer eines Datenelementes eine volle Periode des impulsförmigen Taktsignals zugeordnet ist. Der Signalsprung zwischen den zwei Spannungsniveaus 33 und 34 erfolgt zur mittleren Zeit der dem Datenelement zugeordneten Zeitdauer und ist durch das Bezugszeichen 36 gekennzeichnet.

Die Schaltung gemäss den Fig. 1 und 2 umfasst ferner einen Niveaudetektor 37, der von den Ausgangssignalen des NAND-Gatters 30 über die Leitung 38 beaufschlagt wird. Ein Detektor 39 für den positiven Signalsprung spricht auf das über eine Leitung 40 angelegte Taktsignal an. Sowohl das Ausgangssignal des Niveaudetektors 37 als auch das Ausgangssignal des Detektors 39 für den positiven Signalsprung werden über die Leitungen 42 bzw. 44 an ein UND-Gatter 41 angelegt. Das Ausgangssignal des UND-Gatters 41 beaufschlagt über eine Leitung 48 einen Teiler 46, dessen Ausgangssignal an der Ausgangsklemme 50 zur Verfügung steht.

Der Niveaudetektor 37 liefert ein Ausgangssignal, wenn immer der über die Leitung 31 angelegte Impulswechselkode gemäss Fig. 3C das hohe Signalniveau 15 oder das tiefe Signalniveau 16 einnimmt. Bei der beschriebenen Ausführungsform identifiziert der Niveaudetektor 37 das einer binären 0 zugeordneten niedere Signalniveau des eingangsseitig angelegten Impulswechselkodes.

Für die bevorzugte Ausführungsform erzeugt der Niveaudetektor einen Ausgangsimpuls für jedes eingangsseitig angelegte, einer binären 1 entsprechende Datenniveau. Dieser Ausgangsimpuls des Niveaudetektors wird dadurch charakterisiert, dass er zur mittleren Zeit der einem Datenelement entsprechenden Zeitdauer mit einem negativen Signalsprung beginnt. Die Impulsdauer der vom Niveaudetektor 37 erzeugten Impulse hängt von der Eingangsscharakteristik des Teilers 46 ab. Im speziellen braucht die Impulsdauer dieses ausgangsseitigen Impulses nur auszureichen, um den Teiler 46 anzusteuern. Eine Folge derartiger Ausgangsimpulse vom Niveaudetektor 37 ist in Fig. 3G für den beispielsweise Wechselkode dargestellt.

Der Detektor 39 für den positiven Signalsprung erzeugt einen Ausgangsimpuls für jeden positiven Signalsprung 50 des Taktsignals gemäss Fig. 3D. Somit gilt für die Kodierschaltung, dass der Niveaudetektor 37 Ausgangsimpulse liefert, welche jeweils das Vorhandensein einer binären 1 im Impulswechselkode repräsentieren, wogegen der Detektor 39 einen Ausgangsimpuls für jeden positiven Signalsprung des Taktsignals liefert.

Das UND-Gatter 41 verbindet diese beiden über die Leitungen 42 und 44 angelegten Impulsfolgen und liefert ausgangsseitig einen Puls, der alle notwendigen Informationen für die Rekonstruktion des kodierten Impulswechselkodes enthält. Der am Ausgang des UND-Gatters 41 zur Verfügung stehende Impuls ist in Fig. 3K dargestellt und ist für die Aufzeichnung sowie für die Übertragung geeignet. Dieser Impuls enthält redundante Information und bietet die Möglichkeit, die Frequenz durch Teilung, z.B. um den Faktor 4 zu verringern.

Das ausführlichere Schaltbild der Kodierschaltung ist in Fig. 2 dargestellt. Der Impulswechselkode wird über die Eingangsleitung 31 an das NAND-Gatter 30 angelegt, an welchem auch über die Leitung 32 das Taktsignal vom Taktgeber 32a liegt. Das vom NAND-Gatter 30 gelieferte Ausgangssignal wird an eine Folge von Umkehrstufen 62, 64, 66 angelegt, welche einen Teil des Niveaudetektors 37 bilden. Dieser Niveaudetektor enthält ferner ein NAND-Gatter 68, das vom Ausgangssignal des NAND-Gatters 30 über die Leitung 32

einerseits direkt und andererseits über die Umkehrstufen beaufschlagt wird.

Die beiden Eingangssignale für das NAND-Gatter 68 sind in Fig. 3E und 3F dargestellt. Demgemäss entspricht das Ausgangssignal des NAND-Gatters 30 einem Puls, dessen negativer Signalsprung mit dem positiven Signalsprung 50 des Taktimpulses übereinstimmt und der für jeden Impuls eine Impulsdauer von der halben Zeitdauer eines Datenelementes hat, mit dem negativen Signalsprung 36 des jeweils zeitlich zugeordneten Taktimpulses endet. Ferner kann man aus der Darstellung gemäss Fig. 3F entnehmen, dass das Eingangssignal für das NAND-Gatter 68 über die Leitung 70 eine entgegengesetzte Polarität hat und gegenüber der Impulsfolge gemäss Fig. 3E verzögert ist. Die Verzögerung entspricht dem Abstand zwischen den gestrichelten Linien 74 und 76 und wird durch die Umkehrstufen 62, 64 und 66 bewirkt. Für diese Umkehrstufen werden Schottky-Schaltungen verwendet, so dass drei Stufen notwendig werden, da jede einzelne Stufe eine Verzögerung von etwa 5 ns hat. Bei der Verwendung von TTL-Schaltungen wäre nur eine Umkehrstufe notwendig, da mit derartigen TTL-Schaltungen Verzögerungen von 15 bis 20 ns möglich sind. Die Funktion der Umkehrstufen besteht lediglich darin, das Ausgangssignal des NAND-Gatters 30 umzukehren und ausreichend lang zu verzögern, damit es für die Ansteuerung des Teilers 46 geeignet ist. Die normale Funktion eines NAND-Gatters besteht darin, einen negativen Impuls zu liefern, wenn zwei an seine Eingänge angelegte Impulse ein positives Signalniveau haben. Dies ist nur während der Zeitdauer der Fall, während welcher das Eingangssignal durch die Umkehrstufen 62, 64 und 66 verzögert ist, wie aus Fig. 3G in Verbindung mit 3E und F entnommen werden kann. Der negative Impuls gemäss Fig. 3G hat eine Impulsdauer, die der Verzögerungszeit durch die Umkehrstufen entspricht, wobei die Vorderflanke mit dem negativen Signalsprung 36 des Taktimpulses übereinstimmt. Dieser in Fig. 3G dargestellte Puls hat die charakteristischen, bereits erwähnten Merkmale der vorliegenden Pulsmodulation, wonach jeder einzelne Impuls zur mittleren Zeit der einem Datenelement mit einer binären 1 des Impulswechselkodes zugeordneten Zeitdauer beginnt.

Der Detektor 39 für den positiven Signalsprung umfasst ebenfalls eine Vielzahl von Umkehrstufen 80, 82 und 84, die in Serie geschaltet sind und über die Leitung 88 den einen Eingang eines NAND-Gatters 86 ansteuern. Der zweite Eingang dieses NAND-Gatters wird über die Leitung 90 direkt vom Taktsignal, das über die Leitung 40 zur Verfügung steht, beaufschlagt. Das über die Umkehrstufen 80, 82 und 84 übertragene Taktsignal wird verzögert und umgekehrt, so dass es der in Fig. 3H dargestellten Signalfolge entspricht. Das Ausgangssignal des NAND-Gatters 86 ist ein negativer Impuls, wenn immer eingangsseitig zwei positive, d.h. einer binären 1 zugeordnete Signalniveaus anliegen. Das unter diesen Umständen entstehende Ausgangssignal ist in Fig. 3I dargestellt. Jeder der negativen Impulse des Signals gemäss Fig. 3I beginnt mit einem positiven Signalsprung des Taktsignals gemäss Fig. 3D.

Das UND-Gatter 41 wird aus einem NAND-Gatter 96 und einer Umkehrstufe 98 gebildet. An die Eingänge des NAND-Gatters 96 wird einerseits über die Leitung 42 das Ausgangssignal des NAND-Gatters 68 und andererseits über die Leitung 44 das Ausgangssignal des NAND-Gatters 86 angelegt. Mit Hilfe des NAND-Gatters 96 wird ein negatives Ausgangssignal erzeugt, wenn immer das NAND-Gatter 96 eingangsseitig mit zwei positiven, d.h. binären 1 zugeordneten Signalniveaus gleichzeitig beaufschlagt wird. Wenn eines der Eingangssignale dem Zustand einer binären 0 entspricht, entsteht ausgangsseitig ein dem Zustand einer binären 1 entsprechendes Signal. Die Impulsfolge des Ausgangssignals vom

NAND-Gatter 96 ist in Fig. 3J dargestellt. Dieses Signal wird über die Umkehrstufe 98 übertragen, so dass es am Ausgang des UND-Gatters 41 in der in Fig. 3K dargestellten Signalfolge zur Verfügung steht.

Der Teiler 46 besteht aus zwei seriegelagerten JK-Flipflops 100 und 102. Der Flipflop 100 wird von einem negativen Eingangsimpuls ausreichender Impulsdauer getriggert und in einen seiner stabilen Zustände geschaltet. Wie bereits erwähnt, dienen die Umkehrstufen 80 bis 84 sowie 62 bis 66 dem Zweck, einen solchen Triggerimpuls mit ausreichender Impulslänge für den Flipflop 100 zu schaffen.

Jeder dieser Flipflops hat zwei stabile Zustände, was sich in entsprechenden Ausgangssignalen zeigt. Dabei hat das eine Ausgangssignal ein hohes Signalniveau 104 und das andere Ausgangssignal ein niederes Signalniveau 106 gemäss Fig. 3L. Die beiden Signale stehen an dem nicht invertierenden Ausgang Q und an dem invertierenden Ausgang \bar{Q} zur Verfügung.

Das Ausgangssignal von Flipflop 100 wird über eine Leitung 108 vom Ausgang Q an den Eingang des zweiten Flipflops 102 übertragen. Der Ausgang Q des zweiten Flipflops liefert das in Fig. 3M dargestellte Ausgangssignal. Dieses Ausgangssignal steht an der Klemme 50 zur weiteren Verarbeitung zur Verfügung. In Fig. 4 ist das vereinfachte Blockdiagramm der Dekodierschaltung gemäss der Erfindung dargestellt. Ein Null-Dekoder 200 wird von einem phasenstarken Taktgenerator 201 aus über die Leitung 202 mit einem ersten Eingangssignal beaufschlagt. Dieser Taktgenerator kann von herkömmlicher Bauweise sein. Das Taktsignal vom Taktgenerator 201 hat die doppelte Frequenz des in Fig. 3D dargestellten Taktsignals und entspricht dem Signal gemäss Fig. 7D. Dieses eingangsseitige Taktsignal wird mit den empfangenen Datensignalen in herkömmlicher Weise synchronisiert, wobei eine Synchronisationsschaltung mit phasenstarrer Bitschleife Verwendung finden kann.

Ein Detektor 204 zur Feststellung des positiven und negativen Signalsprunges wird von der Eingangsklemme 205 für die Datensignale über die Leitung 206 beaufschlagt. Dieser Detektor 204 liefert ausgangssseitig für jeden Signalsprung der empfangenen Datensignale einen Impuls, der unter anderem einer Umkehrstufe 208 zugeführt wird. Dieses von der Umkehrstufe 208 ausgangssseitig abgegebene Signal dient der Rückstellung des Null-Detektors 200 und wird diesem über die Leitung 210 zugeführt. Mit Hilfe des Null-Detektors 200 sollen zwei aufeinanderfolgende Datenelemente im Eingangssignal ermittelt werden, die eine binäre 0 kennzeichnen. Eine solche Folge zweier binärer 0 ist in Fig. 6D mit der durch das Bezugszeichen 25 gekennzeichneten Strecke dargestellt. Die Wirkungsweise des Null-Detektors 200 wird nachfolgend in Verbindung mit Fig. 5 näher erläutert.

Das Ausgangssignal des Detektors 204 wird auch an ein UND-Gatter 214 über eine Leitung 216 und an ein UND-Gatter 218 über eine Leitung 220 angelegt. Schliesslich wird das Ausgangssignal des Detektors 204 auch über die Leitung 224 auf eine Univibratorschaltung 222 aufgeschaltet.

Das Ausgangssignal des Null-Detektors 200 wird über die Leitung 228 an einen Takt- und Phasengenerator 226 übertragen, der an einem zweiten Eingang über die Leitung 230 direkt von dem Ausgangssignal des phasenstarken Taktgenerators 202 beaufschlagt wird. Dieser Takt- und Phasengenerator 226 liefert mehrere Ausgangssignale. Das erste Ausgangssignal wird über die Leitung 232 dem zweiten Eingang des UND-Gatters 214 zugeführt. Das zweite Ausgangssignal wird an den ersten Flipflop 234 über die Leitung 236 übertragen. Das dritte Ausgangssignal dieses Takt- und Phasengenerators 226 wirkt über eine Leitung 240 auf einen zweiten Flipflop 238. Schliesslich steht das synchrone Taktsignal auch an der Klemme 242 über die Leitung 244 als Ausgangssignal zur Verfügung. Die Flipflops sind JK-Flipflops.

Wie bereits erwähnt, hat das Kodeformat des von der Kodierschaltung gemäss der Erfindung kodierten Signals als charakteristisches Merkmal einen Signalsprung in dem neuen Kodeformat, welches zur mittleren Zeit der Zeitdauer von Datenelementen auftritt, die bestimmten ausgewählten binären 1 des ursprünglichen Impulswechselkodes zugeordnet sind. Ein zweites charakteristisches Merkmal des neuen Kodeformats wird von paarweise auftretenden Signalsprüngen gebildet, welche weitere binäre 1 des ursprünglichen Impulswechselkodes identifizieren. Der Abstand zwischen einem Impulspaar ist gleich der Zeitdauer für ein Datenelement.

Da dies die Charakteristiken eines aufgezeichneten Signals sind, werden Schaltungseinrichtungen in der Dekodierschaltung benötigt, mit denen diese charakteristischen Merkmale erfasst und festgestellt werden können. Das UND-Gatter 214 dient dem Zweck, alle Signalübergänge auszuwählen, welche zur mittleren Zeit der Zeitdauer von Datenelementen auftreten. Dies wird durch die entsprechende logische Verarbeitung der eingangsseitig über die Leitungen 216 und 232 angelegten Signale erreicht. Das über die Leitung 216 zugeführte Signal stellt eine Folge von Impulsen dar, welche sowohl dem positiven Signalsprung 19 als auch dem negativen Signalsprung 22 in der aufgezeichneten Schwingungsform zugeordnet sind. Wie aus Fig. 6F hervorgeht, können die Impulse zur mittleren Zeit der Zeitdauer eines Datenelementes, wie durch das Bezugszeichen 246 angedeutet, oder am Beginn bzw. am Ende einer solchen Zeitdauer, wie durch die Impulse 248 und 250 angedeutet, auftreten. Diese Signalsprünge werden durch das UND-Gatter 214 identifiziert, wenn sie zur mittleren Zeit der einen Datenelement zugeordneten Zeitdauer auftreten.

Das zweite charakteristische Merkmal des aufgezeichneten Signals tritt dann, wie erwähnt auf, wenn der Abstand zwischen zwei Signalsprüngen gleich der Zeitdauer eines Datenelementes ist, wobei dann einer oder beide Signalsprünge eine binäre 1 repräsentieren. Es ist die Aufgabe der Univibratorschaltung 222, diese Funktion zusammen mit dem UND-Gatter 218 auszuführen. Das Ausgangssignal der Univibratorschaltung 222 wird an den zweiten Eingang des UND-Gatters 218 über die Leitung 252 angelegt. An dem ersten Eingang liegt über die Leitung 220 das Ausgangssignal des Detektors 204.

Wenn von dem Detektor 204 ein Impulspaar geliefert wird, das einen Impulsabstand gleich der Zeitdauer eines Datenelementes hat, wirkt der erste Impuls als Auslöseimpuls für den zweiten. Die Univibratorschaltung 222 vergrössert den ersten Impuls und liefert für den zweiten Impuls einen Auslöseimpuls an das UND-Gatter 218.

In Fig. 5 ist ein schematisches Schaltbild der Dekodierschaltung gemäss Fig. 4 dargestellt, wobei die in der Schaltung an einzelnen Schaltpunkten auftretenden Schwingungsformen in Fig. 6 zur Darstellung kommen, welche in der Zeile A die den einzelnen Datenelementen zugeordnete Zeitdauer darstellt. In der Zeile B ist der binäre Inhalt der Datenelemente angegeben, deren binäre Schwingungsform als Impulswechselkode in der Zeile C wiedergegeben ist.

Dieser in Fig. 6C dargestellte Impulswechselkode beschreibt das Kodeformat der aufzuzeichnenden Information. In Fig. 6D ist das Kodeformat in Form des sogenannten Jordan-Kodes dargestellt, in welchem der Impulswechselkode nach der Kodierung in der Kodierschaltung gemäss den Fig. 1 und 2 für die Aufzeichnung oder Übertragung zur Verfügung steht. Dieses aufgezeichnete bzw. übertragene Signal wird im Jordan-Kode an die Eingangsklemme 205 der Dekodierschaltung gemäss den Fig. 4 und 5 angelegt und wirkt über die Leitung 206 auf den Detektor 204. Dieser Detektor 204 umfasst eine Vielzahl von Umkehrstufen 300, 302, 304

und 306, die in Serie hintereinandergeschaltet sind. Mit Hilfe dieser Umkehrstufen soll eine ausreichend lange Verzögerung des empfangenen Kodeformat bewirkt werden, damit sowohl die positiven als auch die negativen Signalsprünge festgestellt werden können. Das in Fig. 6D dargestellte Kodesignal wirkt einerseits über die Leitung 308 auf die Umkehrstufe 300 und andererseits über die Leitung 312 direkt auf ein exklusives ODER-Gatter 310. Nach dem Durchlaufen der Umkehrstufen steht am Ausgang der letzten Umkehrstufe 306 auf der Leitung 311 das Signal gemäss Fig. 6E zur Verfügung.

Das exklusive ODER-Gatter 310 liefert ausgangsseitig ein Signal, das der Schwingungsform gemäss Fig. 6F entspricht. Aufgrund der herkömmlichen Wirkungsweise eines exklusiven ODER-Gatters steht ausgangsseitig ein positiver Impuls zur Verfügung, wenn immer die beiden Eingangssignale ein entgegengesetztes Signalniveau haben. Wenn dagegen die beiden Eingangssignale auf dem selben Signalniveau liegen, entsteht ausgangsseitig ein negativer Impuls.

Das Ausgangssignal des exklusiven ODER-Gatter 310 wird über die Leitung 216 an das UND-Gatter 214 angelegt, das an seinem zweiten Eingang über die Leitung 232 mit dem Taktsignal vom Takt- und Phasengenerator 226 beaufschlagt wird.

Dieser Takt- und Phasengenerator 226 besteht aus einem ersten Flipflop 314 und einem zweiten Flipflop 316. Das phasenstarre Taktsignal wird über die Leitung 230 an den Eingang C des ersten Flipflops 314 und gleichzeitig an den Eingang C des zweiten Flipflops 316 über eine Umkehrstufe 320 angelegt. Der Flipflop 314 stellt die Rückflanke eines Impuls-signales fest und ändert seinen stabilen Zustand, wenn immer eine negativ verlaufende Impulsflanke am Eingang C wirksam ist. In entsprechender Weise wirkt auch der Flipflop 316, jedoch spricht dieser aufgrund der Inversion der angelegten Signale nunmehr auf die Vorderflanke der angelegten Taktimpulse an. Die Wirkungsweise dieses Generators wird nachfolgend noch anhand der Fig. 8 näher erläutert.

Am Ausgang Q des Flipflops 314 steht das in Fig. 6G dargestellte Taktsignal zur Verfügung, was über die Leitung 232 auf das UND-Gatter 214 wirkt. Die in Fig. 6G dargestellte Schwingungsform ist identisch mit der Schwingungsform gemäss Fig. 8D. Am Ausgang des UND-Gatters 214 steht das Signal gemäss Fig. 6H zur Verfügung, welches positive Impulse immer dann hat, wenn am UND-Gatter 214 ein-gangsseitig zwei binäre 1 wirksam sind.

Das Signal gemäss Fig. 6G macht das UND-Gatter 214 während des zweiten und dritten Teils der Zeitdauer eines Datenelementes wirksam. Dadurch überträgt das UND-Gatter 214 diejenigen Impulse vom Detektor 204, die während dieser Zeit auftreten. Entsprechend steht am Ausgangssignal des UND-Gatters 214 ein Impuls zur Verfügung, der als Rückstellimpuls für den Flipflop 234 Verwendung findet.

Die ausgangsseitigen Impulse vom exklusiven ODER-Gatter 310 werden auch an die Univibratorschaltung 222 und über die Leitung 220 an den einen Eingang eines UND-Gatters 218 angelegt. Die Univibratorschaltung 222 dient dem Zweck, die angelegten Impulse bezüglich der Impulsdauer zu strecken und ein Ausgangssignal zu erzeugen, das einerseits länger als die Zeitdauer eines Datenelementes und andererseits kürzer als die Zeitdauer von $1\frac{1}{2}$ Datenelementen wirksam ist. Die Schwingungsform dieses Ausgangssignals der Univibratorschaltung ist in Fig. 6I dargestellt, wogegen die Schwingungsform des Ausgangssignals des UND-Gatters 218 in Fig. 6J gezeigt ist. Dementsprechend entsteht am Ausgang des UND-Gatters 218 ein positives Ausgangssignal, wenn immer von der Univibratorschaltung 222 und vom Detektor 204 aus ein Signal mit hohem Signalniveau wirksam ist.

Mit Fig. 6F und Fig. 6I ist einerseits das Eingangssignal für die Univibratorschaltung 222 und andererseits das Aus-

gangssignal dargestellt. Das Ausgangssignal geht nur in den zweiten bzw. den einen Wirkung auslösenden Zustand über, nachdem das Eingangssignal nicht mehr wirksam ist. Durch diese Verzögerung wird verhindert, dass die Univibratorschaltung 222 das UND-Gatter 218 für jeden Impuls von Detektor 204 wirksam macht und durchschaltet. Das Ausgangssignal der Univibratorschaltung bleibt auf dem Auslöseniveau für eine Zeit liegen, die länger als die Zeitdauer eines Datenelementes ist. Damit kann die Univibratorschaltung 222 über das UND-Gatter 218 die in Fig. 6F dargestellten Impulse übertragen, welche mit dem Abstand von der Zeitdauer eines Datenelementes einem vorausgehenden Impuls folgen.

Jede einzelne binäre 1 in dem ursprünglichen Impulswechselkode wird gemäss einem von zwei Möglichkeiten kodiert. Bei der einen Möglichkeit wird ein Signalsprung in der Mitte der einem Datenelement zugeordneten Zeitdauer erzeugt, wogegen im anderen Fall zwei Signalsprünge erzeugt werden, die um die Zeitdauer eines Datenelementes voneinander getrennt sind. Entsprechend werden beim Dekodieren durch das UND-Gatter 214 diejenigen Signalsprünge identifiziert, die in der Mitte der Zeitdauer eines Datenelementes auftreten, und durch das UND-Gatter 218 paarweise diejenigen Signalsprünge ermittelt, welche um die Zeitdauer eines Datenelementes in dem dekodierten Impulszug voneinander getrennt sind. Nachdem diese Informationen von dem ankommenden, im Jordan-Kode kodierten Signal abstrahiert wurden, dienen die übrigen Schaltungsteile der Umsetzung der Impulse in das Format des Impulswechselkodes.

In Fig. 7 ist eine Anzahl von Schwingungsformen dargestellt, wie sie von dem Null-Detektor 200 erzeugt werden, wobei ein Synchronisationsimpuls immer dann entsteht, wenn eine Serie von drei binären 0 in dem ursprünglichen Impulswechselkode auftritt. Obwohl es auch möglich ist, einen entsprechenden Synchronisationsimpuls zu erzeugen, wenn zwei binäre 0 in dem ursprünglichen Impulswechselkode hintereinander auftreten, wird hierauf nicht näher eingegangen, da dies eine Bedingung ist, die einen Synchronisationsimpuls in Abhängigkeit von dem Zustand einer Vielzahl von Datenelementen erzeugt, welche zwei binären Impulsen vorausgehen. Da dies eine Variable ist, hängt der Jordan-Kode von drei binären 0 in einer Folge ab, um seinen Synchronisationsimpuls zu erzeugen. Wenn drei binäre 0 in einer Folge auftreten, ist bekannt, dass ein Synchronisationsimpuls mit einem positiven Signalsprung erzeugt wird, der exakt am Beginn der Zeitdauer eines Datenelementes liegt. Dieser positive Signalsprung wird dazu benutzt, die Flipflops 314 und 316 im Takt- und Phasengenerator 226 zu triggern. Für den Fall, dass diese Flipflops aus der Synchronisation bezogen auf den ankommenden Impulswechselkode heraustreten, wird durch den Synchronisationsimpuls die Synchronisation sofort wieder hergestellt. Als Flipflop finden JK-Flipflops Verwendung.

Der ursprüngliche Impulswechselkode ist in Fig. 7B dargestellt, wogegen dessen Kodierung im Jordan-Kode in Fig. 7C gezeigt ist. Die binären Äquivalente sind in Fig. 7A angegeben. Das auf der Leitung 202 wirksame Taktsignal gemäss Fig. 5 ist in Fig. 7D gezeigt, wogegen Fig. 7E das Ausgangssignal an der Umkehrstufe 208 wiedergibt. Dieses Signal ist gegenüber dem Signal gemäss Fig. 6F um 180° phasenverschoben.

Der Null-Detektor 200 umfasst eine Vielzahl von Flipflops 320, 322 und 324, die jeweils als Teiler um den Faktor 2 arbeiten und auf negative Signalsprünge des an den Anschluss C angelegten Eingangssignale bzw. auf einen an den Rückstelleingang R angelegten Impuls ansprechen. Das Ausgangssignal am Ausgang Q des Flipflops 320 ist in Fig. 7F dargestellt. Ein negativer, an den Eingang C angelegter Signalsprung bewirkt, dass der Flipflop umgeschaltet wird.

Durch einen negativen, an den Rückstelleingang R angelegten Signalsprung wird der Flipflop zurückgestellt, so dass am Ausgang Q ein Signal mit niederem Signalniveau zur Verfügung steht.

Der Ausgang Q der einzelnen Flipflops ist der nicht invertierende Ausgang, wogegen der Ausgang \bar{Q} der invertierende Ausgang ist.

Wie bereits erwähnt, wirken die Flipflops als Teiler um den Faktor 2, so dass am Ausgang Q des Flipflops 320 immer dann ein Signal erscheint, wenn der Eingang C zweimal mit einem Eingangssignal beaufschlagt wurde. Zusätzlich wird der Flipflop 320 zurückgestellt, wenn am Rückstelleingang R ein Impuls wirksam ist. Dieser Impuls gemäss Fig. 7E schaltet die einzelnen Flipflops jeweils in denjenigen stabilen Zustand, in welchem an dem Ausgang Q ein niederes Signalniveau wirksam ist. Dies wird im einzelnen in Verbindung mit der Erläuterung der Schwingungsform gemäss Fig. 7F beschrieben. Die negativen Signalsprünge der Schwingungsform gemäss Fig. 7D und Fig. 7E wirken derart zusammen, dass die Schwingungsform gemäss Fig. 7F entsteht.

Der negative Signalsprung des Impulses, der am Ausgang der Umkehrstufe 208 während der mittleren Zeit der einem Datenelement zugeordneten Zeitdauer auftritt, schaltet den Flipflop 320 in einen Zustand, in welchem am Ausgang Q ein niederes Signalniveau wirksam ist. Der negative Signalsprung des Signals, welches nach $\frac{3}{4}$ der Zeitdauer des ersten Datenelementes im Signal gemäss Fig. 7D auftritt, schaltet den Ausgang Q des Flipflops 320 auf das hohe Signalniveau. Der negative Signalsprung, welcher nach dem ersten Viertel der Zeitdauer im zweiten Datenelement gemäss Fig. 7D auftritt, schaltet den Flipflop wieder ausgangsseitig auf das niedere Signalniveau zurück. Der negative Signalsprung, welcher nach $\frac{3}{4}$ der Zeitdauer des zweiten Datenelementes gemäss Fig. 7D auftritt, schaltet den Ausgang Q des Flipflops 320 auf das hohe Signalniveau um. Der negative Signalsprung des Rückstellimpulses der Umkehrstufe 208, welche zum Beginn der Zeitdauer des dritten Datenelementes gemäss Fig. 7E auftritt, schaltet den Ausgang Q des Flipflops 320 auf das niedere Signalniveau um. Der negative Signalsprung nach dem ersten Viertel der Zeitdauer des dritten Datenelementes gemäss Fig. 7D schaltet den Ausgang Q des Flipflops 320 auf das hohe Signalniveau. Der negative Signalsprung, welcher nach $\frac{3}{4}$ der Zeitdauer des dritten Datenelementes gemäss Fig. 7D auftritt, schaltet den Ausgang Q des Flipflops 320 auf das niedere Signalniveau um. Der negative Signalsprung am Beginn der Zeitdauer des vierten Datenelementes gemäss Fig. 7E ändert das Ausgangssignal des Flipflops 320 nicht, da dessen Ausgang Q bereits auf einem niederen Signalniveau liegt und ein negatives Rückstellsignal immer den Flipflop in demjenigen Zustand versetzt, in welchem an dem Ausgang Q ein niederes Signalniveau wirksam ist. Die verbleibende Schwingungsform gemäss Fig. 7F wird in entsprechender Weise erzeugt. Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die negativen Signalsprünge gemäss Fig. 7D den Flipflop 320 von einem in den anderen stabilen Zustand umschalten, während die negativen Signalsprünge der von der Umkehrstufe 208 aus angelegten Impulse den Flipflop 320 derart einstellen, dass ein niederes Signalniveau am Ausgang Q wirksam ist.

Die sich am Ausgang Q des Flipflops 322 ergebende Schwingungsform ist in Fig. 7G dargestellt. Das Ausgangssignal am Ausgang Q dieses Flipflops 322 entsteht in derselben Weise, wie dies in Verbindung mit dem Flipflop 320 erläutert wurde.

Das Eingangssignal wird an den Flipflop 322 über den Eingang C angelegt. Dieses Eingangssignal entspricht dem Ausgangssignal gemäss Fig. 6F am Ausgang Q des Flipflops 320. Als zweites Eingangssignal wird dem Flipflop 322 ein Rückstellimpuls am Rückstelleingang R zugeführt, welcher

von der Umkehrstufe 208 stammt und die Schwingungsform gemäss Fig. 7E hat. Der Flipflop 322 spricht auf den negativen Signalsprung dieses Rückstellimpulses an und stellt den Flipflop 322 in denjenigen stabilen Zustand zurück, in welchem am Ausgang Q ein niederes Signalniveau zur Verfügung steht. Die Umschaltung des Flipflops 322 über den Eingang C erfolgt ebenfalls nur bei negativen Signalsprüngen. Dementsprechend wird der Flipflop 322 durch die gemäss Fig. 7E und Fig. 7F an seinen Eingang angelegten Signale umgeschaltet. Die von der Umkehrstufe 208 kommenden negativen Signalsprünge, welche in der Mitte der Zeitdauer des ersten Datenelementes auftreten, schalten den Flipflop 322 auf das niedere Ausgangsniveau, wogegen die negativen Signalsprünge, welche nach dem ersten Viertel der Zeitdauer des zweiten Datenelementes gemäss Fig. 7F auftreten, eine Umschaltung des Flipflops 322 derart bewirken, dass am Ausgang Q ein hohes Signalniveau anliegt.

Sowohl die negativen Signalsprünge der Impulse von der Umkehrstufe 208 als auch der Signale vom Ausgang Q des Flipflops 320, welche zum Beginn der Zeitdauer des dritten Datenelementes auftreten, bewirken eine Umschaltung des Flipflops 322 auf das niedere Signalniveau am Ausgang Q. Der negative vom Ausgang \bar{Q} des Flipflops 320 aus angelegte Signalsprung nach $\frac{3}{4}$ der Zeitdauer des dritten Datenelementes schaltet den Flipflop 320 am Ausgang Q auf das hohe Signalniveau. Der negative Signalsprung des von der Umkehrstufe 208 aus angelegten Impulses zum Zeitpunkt des Beginns der Zeitdauer des vierten Datenelementes stellt den Ausgang Q des Flipflops 322 auf das niedere Signalniveau zurück. In entsprechender Weise werden auch die restlichen Teile der Schwingungsform gemäss Fig. 7G erzeugt.

Die negativen Signalsprünge der Rückstellimpulse gemäss Fig. 7E stellen den Flipflop 324 in denjenigen Signalzustand ein, in welchem am Ausgang Q ein niederes Signalniveau anliegt. Jeder negative Signalsprung der Schwingungsform gemäss Fig. 7G kann den stabilen Zustand des Flipflops 324 ändern. Aus Fig. 7E und G kann man entnehmen, dass mit jedem negativen Signalsprung der Schwingungsform gemäss Fig. 7G, welche den Flipflop 324 umschalten möchte, gleichzeitig mit einem negativen Signalsprung des Rückstellsignals von der Umkehrstufe 208 zusammen auftritt, welcher den Flipflop 324 in einen Zustand umschaltet, in welchem am Ausgang Q ein niederes Signalniveau anliegt. Die einzige Ausnahme hiervon ergibt sich beim negativen Signalsprung am Ausgang Q des Flipflops 322 nach dem dritten Viertel der Zeitdauer des neunten Datenelementes, welcher nämlich den Flipflop 324 in einen Zustand umschaltet, in welchem am Ausgang Q ein hohes Signalniveau wirksam ist. Dieser Änderung folgt ein negativer Signalsprung von der Umkehrstufe 208 zum Beginn der Zeitdauer des zehnten Datenelementes, welcher wiederum den Flipflop 324 zurückstellt, so dass am Ausgang Q ein niederes Signalniveau zur Verfügung steht. Die in Fig. 7H dargestellte Schwingungsform zeigt einen Impuls, bei dem der negative Signalsprung zum Beginn der Zeitdauer des zehnten Datenelementes auftritt. Dieser Zeitpunkt ist identisch gleich mit dem Zeitpunkt, an welchem die drei aufeinanderfolgenden binären 0 gemäss den Fig. 7A und B zu Ende sind.

Es ist die Aufgabe des Null-Detektors 200, einen Synchronisationsimpuls am Ausgang \bar{Q} des Flipflops 324 zu erzeugen, wenn immer in dem ursprünglichen Impulswechselkode drei binäre 0 auftreten. Das Komplement der Schwingungsform gemäss Fig. 7H ist in Fig. 7I gezeigt. Diese komplementäre Schwingungsform wird zur Ansteuerung des Flipflops 314 benutzt, da er auf den positiven Signalsprung anspricht. Der positive Signalsprung gemäss Fig. 7I tritt exakt zum Zeitpunkt am Ende des einen Datenelementes und am Beginn des anderen Datenelementes auf und verursacht die Synchronisa-

tion des internen Takt- und Phasengenerators 226 mit dem empfangenen Datensignal, wenn dies nötig ist, welches den in der Kodierschaltung kodierten Impulswechselcode darstellt.

In Fig. 8 ist eine von Schwingungsformen gezeigt, anhand deren die Wirkungsweise des Takt- und Phasengenerators 226 erläutert wird. Dieser Takt- und Phasengenerator besteht aus zwei Flipflops 314 und 316, welche auf die Rückflanke, d.h. den negativen Signalsprung der an den jeweiligen Eingang D angelegten Impuls ansprechen. Der Flipflop 314 wird von der Taktfrequenz direkt und der Flipflop 316 über eine Umkehrstufe 320 beaufschlagt. Daher ist das Ausgangssignal am Ausgang Q des Flipflops 316 gegenüber dem Signal am Ausgang Q des Flipflops 314 um 90° phasenverschoben. An den Ausgängen \bar{Q} stehen die jeweils invertierten Ausgangssignale zur Verfügung.

In Fig. 8A ist der Impulswechselcode dargestellt, von dem bei der Kodierung gemäss der Erfindung ausgegangen wird. In Fig. 8B ist der Impulswechselcode im Jordan-Kode wiedergegeben. In Fig. 8C ist der Taktimpuls dargestellt, der die doppelte Frequenz der angelegten Daten hat. Die Schwingungsformen in Fig. 8D und E kennzeichnen die Änderung der Ausgangssignale des Flipflops 316, welche sich aufgrund der negativen Signalsprünge des eingangsseitigen Datentaktes ergeben. In Fig. 8F und G sind die Zustandsänderungen des Flipflops 316 dargestellt, die gleichzeitig mit dem angelegten positiven Signalsprung des Datentaktes sich einstellen. Da der Datentakt an den Flipflop 316 über die Umkehrstufe 320 angelegt wird, ergibt sich eine Verschiebung um 90° .

Die Schwingungsform gemäss Fig. 8H ist identisch mit der in Fig. 7I dargestellten Schwingungsform. Daraus ergibt sich, dass der synchronisierende Rückstellimpuls zum Beginn der Zeitdauer des zehnten Datenelementes auftritt. Für den Fall, dass die ausgangsseitig an den Flipflops 314 und 316 auftretende Schwingungsform nicht mehr mit dem ankommenden Impulswechselcode synchron ist, würde der Rückstellimpuls die Erzeugung der Ausgangssignale gemäss den Fig. 8D, E, F und G wieder mit dem ankommenden Impulswechselcode synchronisieren. Die Schwingungsform gemäss Fig. 8F steht am Ausgang \bar{Q} des Flipflops 316 zur Verfügung und wird über die Leitung 244 an die Klemme 242 als Synchronisationstakt angelegt.

In Fig. 9 ist eine Anzahl von Schwingungsformen dargestellt, wie sie bei der Umwandlung eines Formats im Jordan-Kode in den Impulswechselcode auftreten. In Fig. 9A sind die binären Werte des ursprünglichen Impulswechselcodes angegeben, der in Fig. 9B dargestellt ist. Dagegen zeigt Fig. 9C den durch Kodieren im Jordan-Kode wiedergegebenen ursprünglichen Impulswechselcode, wie er für die Aufzeichnung der digitalen Daten verwendet wird. Fig. 9D wiederholt die Schwingungsform, wie sie am Ausgang Q des Flipflops 314 zur Verfügung steht und bereits in Fig. 8E dargestellt ist. In Fig. 9E ist das Ausgangssignal am UND-Gatter 214 dargestellt, das dem Ausgangssignal gemäss Fig. 6H entspricht.

Das Signal am Ausgang Q des Flipflops 234 ist in Fig. 9F gezeigt und entsteht in Abhängigkeit von zwei Eingangssignalen an diesem Flipflop, die den Schwingungsformen gemäss Fig. 9D und E entsprechen.

Der Flipflop 234 arbeitet wie folgt. Ein negativer an den Eingang C angelegter Signalsprung ändert den Betriebszustand des Flipflops nur, wenn sich dabei am Ausgang Q eine Änderung von einem niederen Signalzustand auf einen hohen Signalzustand ergibt. Ein positiver, an den Eingang C des Flipflops 234 angelegter Signalsprung schaltet den Flipflop nicht um. Wenn ein hoher Signalzustand am Ausgang Q des Flipflops 234 anliegt, hat ein negativer, am Eingang C wirkender Signalsprung keinen Einfluss auf den Flipflop. Die positive Flanke des an den Eingang R angelegten Rückstellimpulses stellt den Flipflop zurück, so dass an seinem Aus-

gang Q ein niederes Ausgangssignal zur Verfügung steht.

In Fig. 9G ist das Signal am Ausgang Q des Flipflops 316 dargestellt, welches der Schwingungsform gemäss Fig. 8G entspricht. Die Schwingungsform am Ausgang des UND-Gatters 218 gemäss Fig. 9H entspricht der Schwingungsform, wie in Fig. 6J dargestellt.

Das Signal am Ausgang Q des Flipflops 238 zeigt Fig. 9I und ist das Ergebnis der zur Dekodierung im Flipflop 238 verarbeiteten Signale. Der Flipflop 238 dekodiert die gemäss Fig. 9F an seinem Eingang angelegten Signale im Zusammenwirken mit dem Taktsignal gemäss Fig. 9G und dem Rückstellimpuls gemäss Fig. 9H. Auf diese Weise bewirkt der Flipflop 238 einen zweiten Schritt beim Dekodieren, um aus dem vom Ausgang Q des Flipflops 234 erhaltenen Signal immer dann eine binäre 1 abzuleiten, wenn der ursprüngliche Impulswechselcode eine binäre 1 enthalten hat, wie dies durch ein Impulspaar angedeutet wird, bei dem die einzelnen Impulse durch die Zeitdauer eines Datenelementes in der kodierten Impulsfolge voneinander getrennt sind.

Zur nachfolgenden detaillierten Beschreibung wird davon ausgegangen, dass das am Ausgang Q des Flipflops 314 zur Verfügung stehende Signal gemäss Fig. 9D an den Eingang C des Flipflops 234 angelegt wird. In Abhängigkeit von der Vorderflanke des vom UND-Gatter 214 angelegten Impulses wird der Flipflop 234 in seinen ersten stabilen Zustand geschaltet, wobei am Ausgang Q ein niederes Signalniveau anliegt. Zum Zeitpunkt des ersten Viertels während der Zeitdauer des zweiten Datenelementes wirkt der negative Signalsprung vom Ausgang Q des Flipflops 314 am Eingang C des Flipflops 234 und schaltet diesen Flipflop um, so dass an seinem Ausgang Q ein hohes Signalniveau abgegeben wird. Der Flipflop 234 befindet sich nun in einem stabilen Zustand, in welchem weitere negative Signalsprünge vom Ausgang Q des Flipflops 314, welche zum Zeitpunkt des ersten Viertels während der Zeitdauer des dritten Datenelementes auftreten, keine Umschaltung auslösen. Der Flipflop 234 ändert seinen Schaltzustand auch nicht in Abhängigkeit von weiteren negativen Signalsprüngen, welche vom Ausgang Q des Flipflops 314 zum Zeitpunkt des jeweils ersten Viertels der Zeitdauer sowohl des vierten als auch fünften Datenelementes auftreten.

Der positive Signalsprung gemäss Fig. 9E zur mittleren Zeit der dem fünften Datenelement zugeordneten Zeitdauer auftritt, schaltet den Flipflop 234 in den anderen stabilen Zustand, so dass am Ausgang Q nunmehr ein niederes Signalniveau zur Verfügung steht. Der negative Signalsprung, der zum Zeitpunkt des ersten Viertels während der Zeitdauer des sechsten Datenelementes auftritt, stellt den Flipflop zurück, so dass am Ausgang wiederum ein hohes Signalniveau gemäss Fig. 9F anliegt. Der positive Signalsprung des Rückstellimpulses, der zur mittleren Zeit der dem sechsten Datenelement zugeordneten Zeitdauer auftritt, stellt den Flipflop 234 erneut um, so dass an seinem Ausgang das in Fig. 9F dargestellte niedere Signalniveau anliegt.

Der nächste negative Signalsprung am Ausgang Q des Flipflops 314 tritt beim ersten Viertel der Zeitdauer des siebten Datenelementes auf, womit der Flipflop 234 ausgangsseitig erneut auf ein hohes Signalniveau umgeschaltet wird. Alle weiteren folgenden negativen Signalsprünge am Ausgang Q des Flipflops 314 haben keinen Einfluss auf den dekodierenden Flipflop 234.

Das Signal gemäss Fig. 9F ist das Ergebnis des ersten Dekodierschrittes, wobei das eingangs an den Flipflop 234 angelegte Signal gemäss Fig. 9E verarbeitet wurde. Die in diesem Signal enthaltenen Impulse entsprechen denjenigen Impulsen, welche bei der ursprünglichen Kodierung die mittlere Zeit der Zeitdauer eines Datenelementes kennzeichnen, welches im Impulswechselcode jeweils eine binäre 1 reprä-

sentiert. Demgemäss enthält die Schwingungsform gemäss Fig. 9F ein teilweise kodiertes Signal, dessen Informationsinhalt die beiden 1 repräsentiert, welche durch die Verwendung eines Impulses zur mittleren Zeit der Zeitdauer des entsprechenden Datenelementes kodiert wurden.

Der zweite Dekodierschritt erfolgt mit Hilfe des Flipflops 238, der mit mehreren Schwingungsformen beaufschlagt wird. An den Eingang J dieses Flipflops wird das Signal vom Ausgang Q des Flipflops 234 gemäss Fig. 9F angelegt. An den Eingang C wird das Signal vom Ausgang Q des Flipflops 316, gemäss Fig. 9G angelegt und schliesslich wird der Eingang R mit einem Signal gemäss Fig. 9H vom UND-Gatter 218 angesteuert.

Die Wirkungsweise des dem zweiten Dekodierschritt dienenden Flipflops 238 ist geringfügig von der Wirkungsweise des dem ersten Dekodierschritt dienenden Flipflops 234 verschieden. Das Signal gemäss Fig. 9F wird in den zweiten Flipflop 238 entsprechend der Steuerung durch die in den Signalen gemäss Fig. 9G und H enthaltenen Impulse verschoben. Dabei steuern die negativen Impulssprünge der Schwingungsform gemäss Fig. 9G den Flipflop 238, wobei die Rückstellimpulse gemäss Fig. 9H den Flipflop jeweils auf den Schaltzustand zurückstellen, bei welchem am Ausgang Q ein niederes Signalniveau zur Verfügung steht. Durch den negativen Signalsprung des Taktimpulses gemäss Fig. 9G zu Beginn der Zeitdauer des zweiten Datenelementes wird bewirkt, dass das zum gleichen Zeitpunkt am Eingang J wirkende niedere Signalniveau den Flipflop 238 in denjenigen Schaltzustand bringt, bei welchem am Ausgang Q ein niederes Signalniveau gemäss Fig. 9I anliegt. Mit dem nächsten negativen Signalsprung des Taktsignals gemäss Fig. 9G, der zu Beginn der Zeitdauer des dritten Datenelementes auftritt, wird das am Eingang J gemäss Fig. 9F wirksame hohe Signalniveau in den Flipflop 238 eingespeist und dieser am Ausgang Q auf das hohe Signalniveau gemäss Fig. 9I angehoben. Der positive Signalsprung des Rückstellimpulses vom UND-Gatter 218, der zu Beginn der Zeitdauer des vierten Datenelementes auftritt, schaltet den Flipflop 238 zurück, so dass an dessen Ausgang Q ein niederes Signalniveau wirksam ist. Der negative Signalsprung am Ausgang Q des Flipflops 316 bewirkt die Einspeisung des hohen Signalniveaus gemäss Fig. 9F über den Eingang J in den Flipflop 238, so dass dessen Ausgang Q auf ein hohes Signalniveau angehoben wird.

Der negative Signalsprung des Taktsignals vom Flipflop 316 zu Beginn der Zeitdauer des sechsten Datenelementes bewirkt, dass das niedere Signalniveau gemäss Fig. 9F am Ausgang Q des Flipflops 234 über den Eingang J in den Flip-

flop 238 verschoben wird, so dass dieser am Ausgang Q ein niederes Signalniveau annimmt. Der positive Signalsprung des Rückstellimpulses, der zur mittleren Zeit der dem sechsten Datenelement zugeordneten Zeitdauer gemäss Fig. 9H auftritt, hat keinen Einfluss auf den Flipflop 238, da dessen Ausgang Q bereits auf einem niederen Signalniveau liegt und der Rückstellimpuls nur eine Umschaltung auf das ausgangseitig niedere Signalniveau bewirken könnte. Das gleichzeitige Auftreten eines Impulses für die Schwingungsform gemäss Fig. 9E und H stellt eine Redundanz dar. Diese Redundanz bewirkt jedoch keine Zweideutigkeit beim Dekodieren des Jordan-Kodes. Aus diesem Grund ist es auch nicht nötig, einen der beiden Impulse durch eine zusätzliche Schaltung zu unterdrücken.

Der negative Signalsprung des Taktimpulses gemäss Fig. 9G zum Beginn der Zeitdauer des siebten Datenelementes bewirkt die Übertragung des niederen Signalniveaus vom Ausgang Q des Flipflops 234 über den Eingang J in den Flipflop 238, so dass am Ausgang Q dieses Flipflops ebenfalls ein niederes Signalniveau anliegt. Der negative Signalsprung des Taktimpulses gemäss Fig. 9G zum Beginn der Zeitdauer des achten Datenelementes überträgt das am Eingang I des Flipflops 238 gemäss Fig. 9F wirksame hohe Signalniveau zum Ausgang Q des Flipflops 238, der dieses Signalniveau annimmt. Der negative Signalsprung, der Taktimpulse zum Beginn der Zeitdauer des neunten und zehnten Datenelementes verändert das Signalniveau am Ausgang Q des Flipflops 238 nicht. In beiden Fällen behält dieser das hohe Signalniveau bei, wie den Schwingungsformen gemäss Fig. 9F und I entspricht. Der positive Signalsprung des Rückstellimpulses, wie er zu Beginn der Zeitdauer des elften Datenelementes auftritt, stellt den Flipflop 238 zurück, so dass sein Ausgang Q wieder das niedere Signalniveau annimmt.

Am Ausgang \bar{Q} des Flipflops 238 tritt jeweils das invertierte Ausgangssignal auf, deren Schwingungsform in Fig. 9J dargestellt ist und der ursprünglichen Schwingungsform des Impulswechselkodes gemäss Fig. 9B entspricht. Gegenüber der ursprünglichen Schwingungsform des Impulswechselkodes ist die gleiche nach der Dekodierung erhaltene Schwingungsform um die Zeitdauer eines Datenelementes verzögert. Aus der Beschreibung ergibt sich somit, dass mit Hilfe der Schaltung gemäss Fig. 4 und 5 die im Jordan-Kode empfangene Schwingungsform dekodiert werden kann, und dass man als dekodiertes Signal wieder die Schwingungsform des ursprünglichen Impulswechselkodes erhält. Dieses kodierte Signal steht an der dem Ausgang \bar{Q} zugeordneten Klemme 370 zur Verfügung.

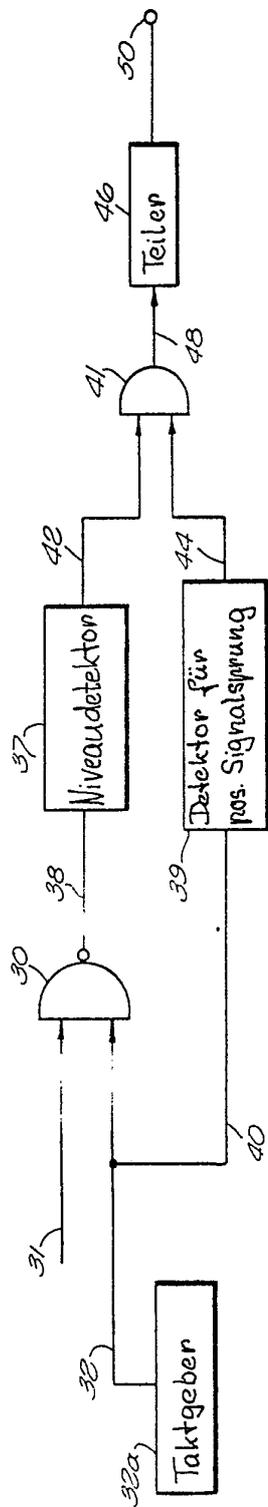


FIG. 1

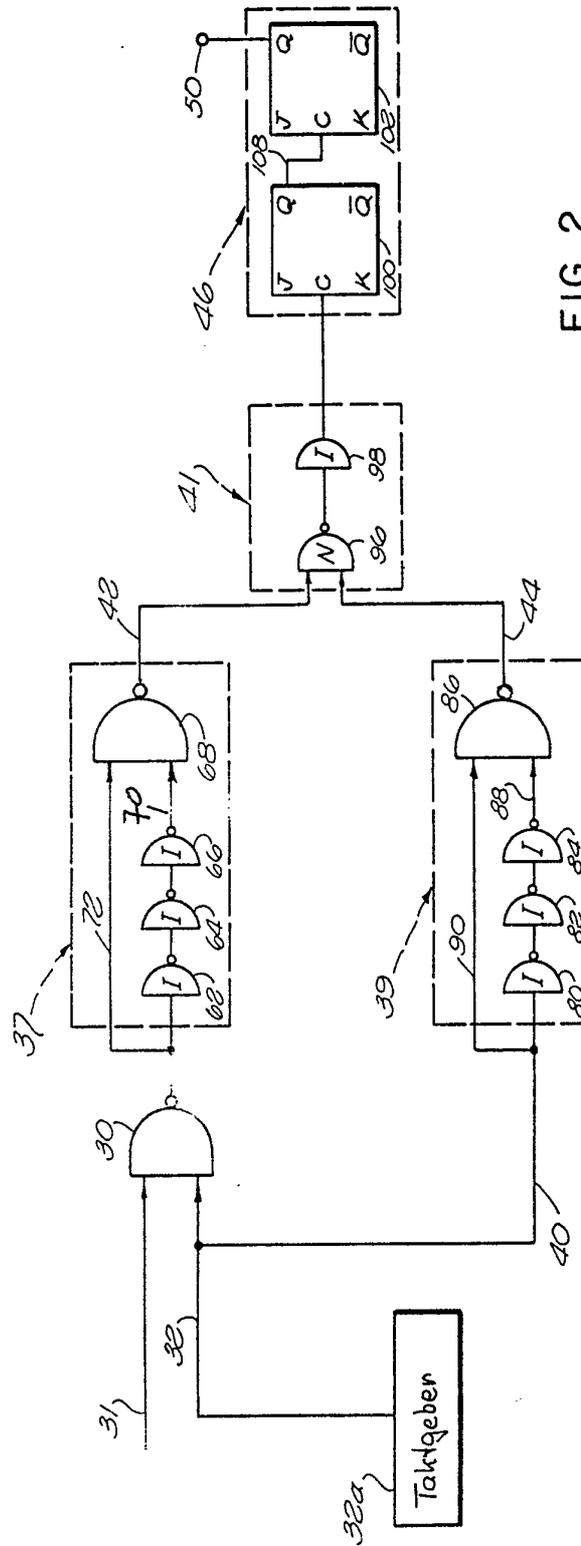


FIG. 2

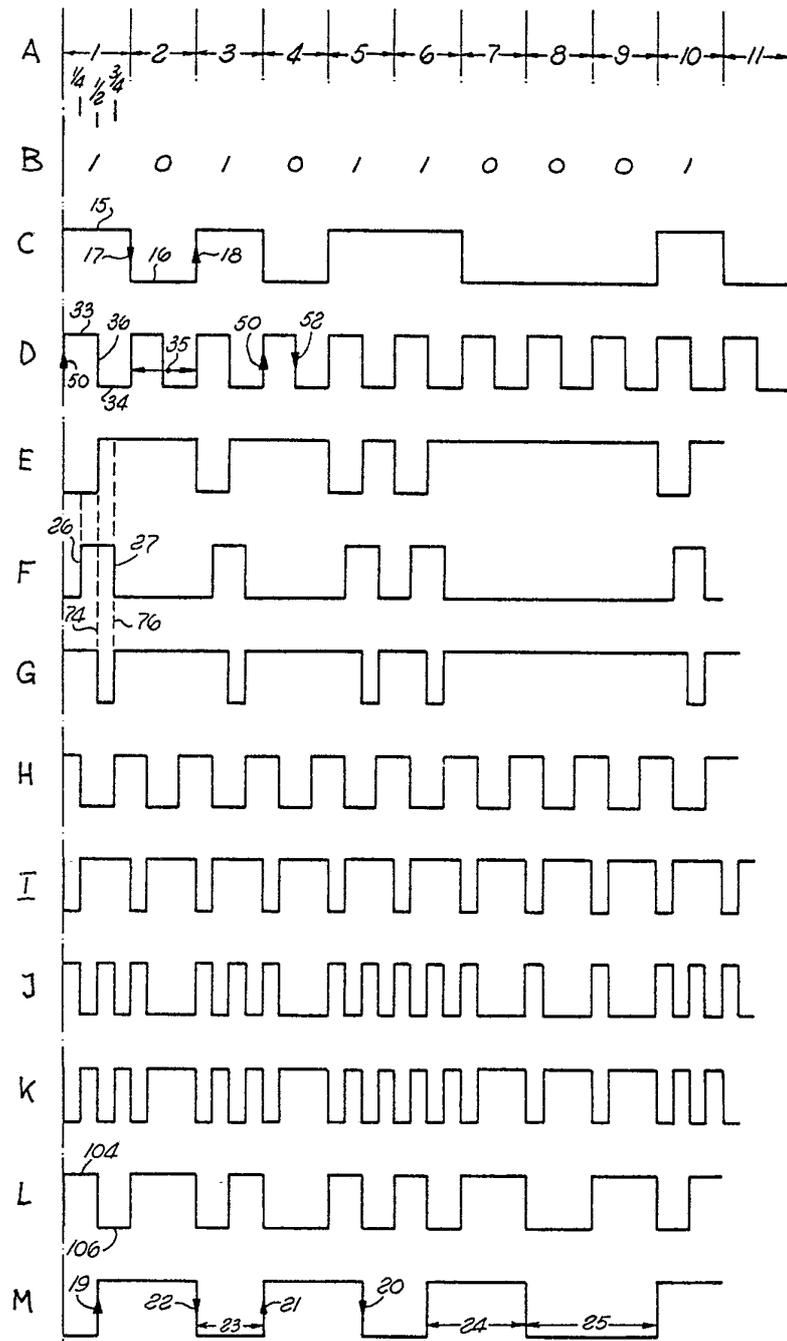


FIG. 3

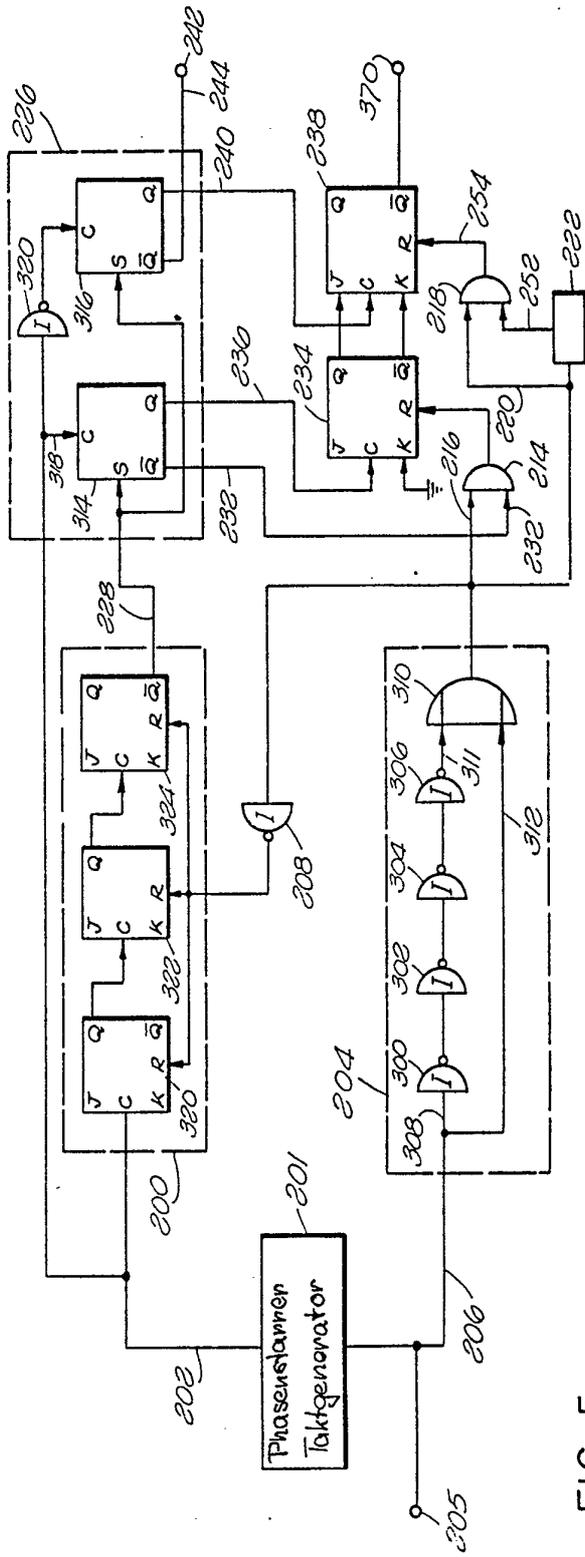
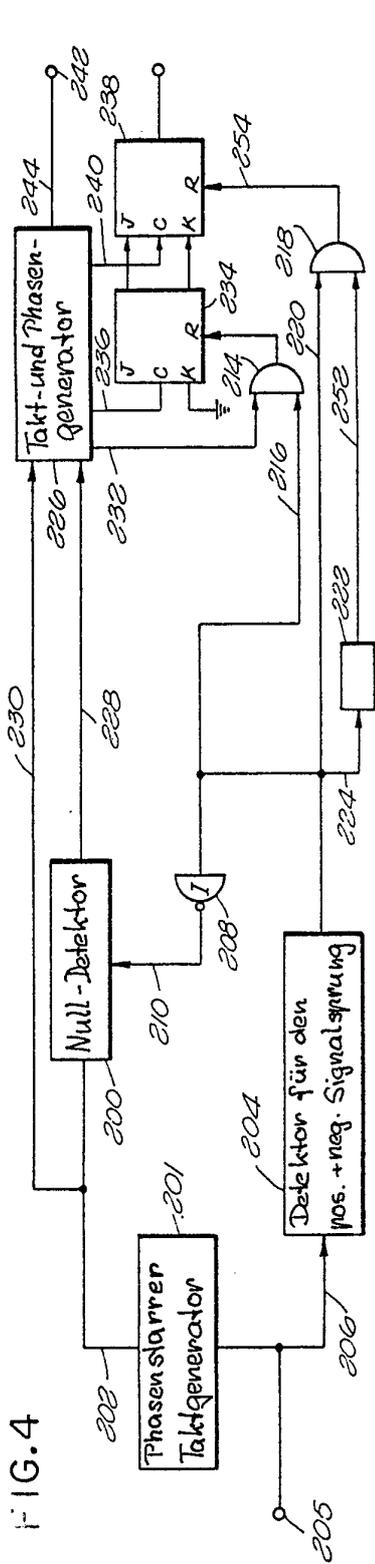


FIG. 5

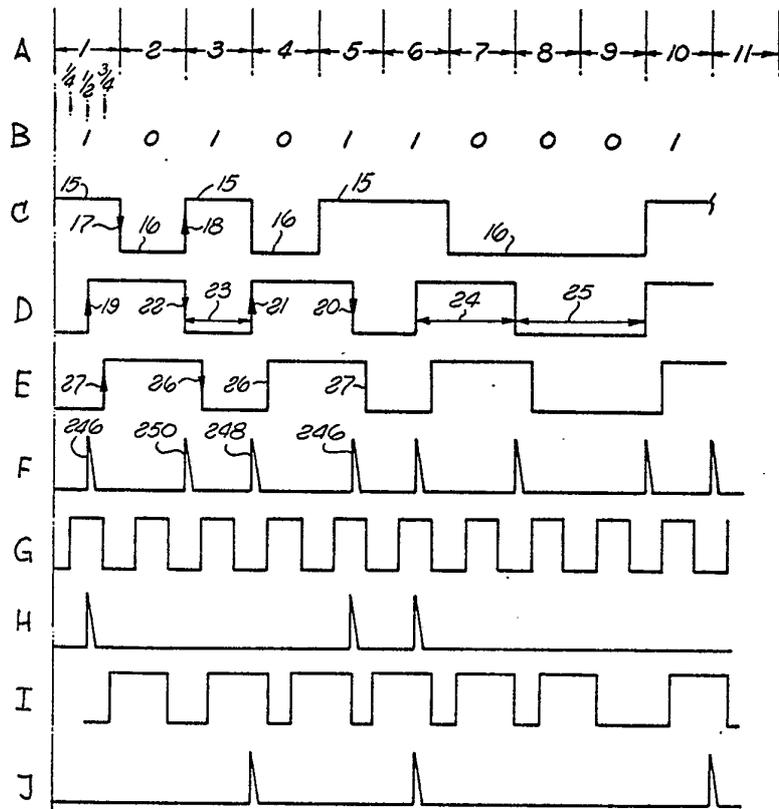


FIG. 6

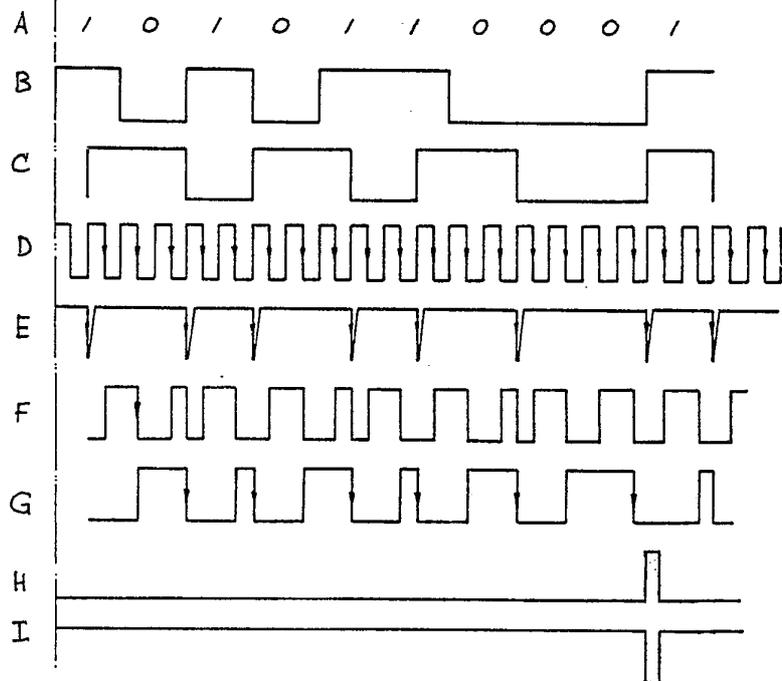


FIG. 7

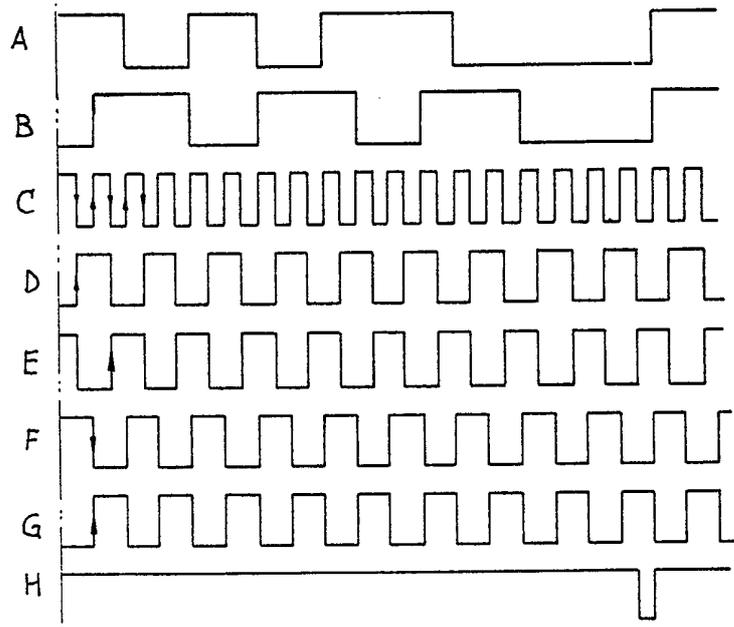


FIG. 8

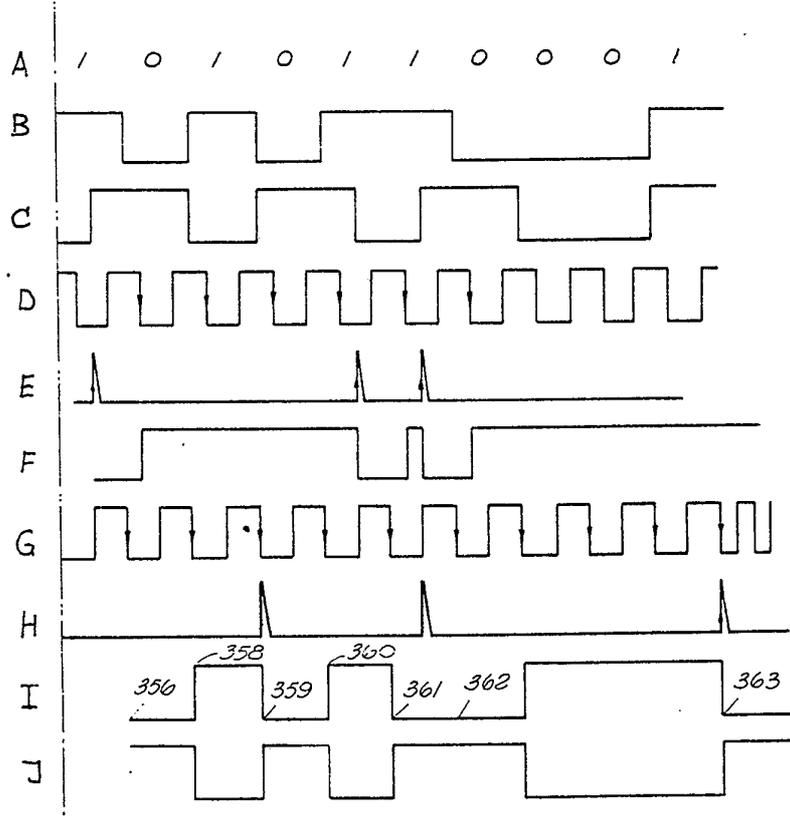


FIG. 9