



19



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

11 **CH 688 111 A5**

51 Int. Cl.⁶: **G 01 S 013/02**
G 01 S 013/82

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

12 PATENTSCHRIFT A5

21 Gesuchsnummer: 01280/93

22 Anmeldungsdatum: 27.04.1993

24 Patent erteilt: 15.05.1997

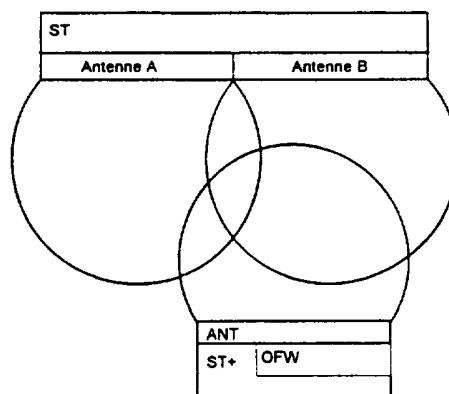
45 Patentschrift veröffentlicht: 15.05.1997

73 Inhaber:
Siemens Schweiz AG, Albisriederstrasse 245,
8047 Zürich (CH)

72 Erfinder:
Bächtiger, Rolf, Oberwil-Lieli (CH)
Dill, Roland, München (DE)
Reindl, Leonhard, Prutting (DE)
Ruile, Werner, München (DE)

54 Verfahren und Schaltungsanordnung zur Datenübertragung zwischen zwei Stationen.

57 Das Verfahren dient zur Datenübertragung zwischen zwei normalerweise eine hohe Relativgeschwindigkeit aufweisenden Stationen (ST, ST+), von denen zumindest die erste Station (ST+) eine mit Reflektionsstellen versehene Verzögerungsleitung, vorzugsweise ein Oberflächenwellen-Bauteil (OFW) aufweist. Das Bauteil (OFW) ist mit einem zur Leitung von Oberflächenwellen geeigneten Substrat versehen, auf dem ein Interdigitalwandler (IDW) und wenigstens ein Reflektor (RFT) vorgesehen sind. Dabei werden von der zweiten Station (ST) Abfragepulse an die erste Station (ST+) übertragen. Durch die Modulation dieser Abfragepulse in der zweiten Station (ST) und der entsprechenden Antwortpulse in der ersten Station (ST+) werden zwischen den beiden Stationen (ST, ST+) nicht nur Identifikationssignale, sondern auch variable Daten übertragen. Die Anwendung von Expansions- und Kompressionsverfahren erlaubt dabei die Datenübertragung mit geringer Sendeleistung und hoher Störsicherheit. Besonders vorteilhaft ist die Beschaltung der Reflektoren (RFT) mit änderbaren und/oder zuschaltbaren kapazitiven oder induktiven Widerständen. Durch diese Massnahmen lässt sich das Reflexionsverhalten der Reflektoren (RFT) beliebig steuern und optimieren.



Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 und ein Oberflächenwellenbauteil nach Anspruch 7.

Aus John Gosch, SAW TECHNOLOGY DRIVES AUTO ID, ROAD-TOLL SYSTEM, ELECTRONIC DESIGN vom 26. April 1990, Seite 29 ist der Einsatz von OFW bzw. SAW-(Oberflächenwellen bzw. surface acoustic waves)-Bauteilen zur Identifikation von Automobilen bekannt, die eine Kontrollstation passieren. Das OFW-Bauteil ist dabei in der Lage, ein eintreffendes Signal in eine Oberflächenwelle umzuwandeln, die sich über die Oberfläche des OFW-Bauteils ausbreitet. Auf der Oberfläche des OFW-Bauteils sind elektroakustische Wandler und Reflektoren vorgesehen, die in der Lage sind, einen Teil der an ihnen vorbeilaufenden Oberflächenwellen wieder in elektromagnetische Signale umzuwandeln. Jedes zu identifizierende Automobil weist dabei ein OFW-Bauteil auf, bei dem eine bestimmte Anzahl Reflektoren in bestimmten Abständen zueinander derart auf der Oberfläche des OFW-Bauteils aufgebracht sind, dass sich dieses OFW-Bauteil von allen weiteren in anderen Automobilen verwendeten OFW-Bauteilen deutlich unterscheidet. Diese bestimmte geometrisch einmalige Anordnung der Reflektoren führt auch zu einem elektrischen Verhalten, das für jedes OFW-Bauteil typisch ist. D.h. jedes OFW-Bauteil, das mit einem festgelegten Abfragesignal beaufschlagt wird, sendet von den einzelnen Reflektoren Signale an die Abfragestation zurück. Durch die für jedes OFW-Bauteil typische Anordnung der Reflektoren werden die einzelnen Antwortsignale ebenfalls mit entsprechend typischen Verzögerungen an die Abfragestation zurückgesandt. Die von einem OFW-Bauteil nach Erhalt des Abfragesignals abgegebene Antwort, die in Form von mehreren zeitlich gegeneinander verschobenen Signalen erfolgt, unterscheidet sich daher ebenfalls deutlich von Antworten, die von anderen OFW-Bauteilen abgegeben werden. Fig. 4 zeigt einen möglichen Verlauf der Antwortsignale, die vom Bauteil OFW als Antwort auf einen Abfragepuls abgegeben werden. Als Antwort auf einen einzelnen Abfragepuls retourniert das OFW-Bauteil nach einer zeitlichen Verzögerung demgemäss eine Folge von zeitlich gegeneinander verschobenen Impulsen, die als Kodewort zur Abfragestation gelangen.

Nachteilig bei diesem Identifikationsverfahren ist, dass bei jeder Abfrage jeweils nur die Abgabe eines unveränderlichen Erkennungssignals ausgelöst wird. Die wechselseitige Übertragung von zusätzlichen, wahlweise festlegbaren Daten zwischen der Abfrage- und der Empfangsstation ist nicht vorgesehen. Dabei ist zu erwarten, dass sich der Bedarf an Kommunikationsmöglichkeiten in den nächsten Jahren rapid erhöhen wird. Ferner ist bei dem oben beschriebenen Identifikationsverfahren keine genaue Positionsbestimmung des zu identifizierenden Fahrzeuges möglich. Eine genaue Positionsbestimmung ist jedoch erforderlich, sobald die Anforderungen an die Fähigkeiten des Identifikationssystems ansteigen. Das Identifikationssystem wird dadurch zum Leitsystem, d.h. dem vorbeifahrenden Fahr-

zeug kann z.B. eine Information mit momentaner Bedeutung (Strassenzustand, Umfahrungsempfehlung, Richtgeschwindigkeit, etc.) übermittelt werden.

Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und ein Oberflächenwellenbauteil zu dessen Durchführung anzugeben, mit dem wahlweise veränderliche und/oder unveränderliche Daten zwischen zwei im Kontakt miteinander stehenden Stationen übertragen werden können, von denen zumindest eine eine mit Reflexionsstellen versehene Verzögerungsleitung aufweist. Der Informationsgehalt der übertragenen Signale und die Sicherheit, dass die Informationen nur an die dafür bestimmte Station gesendet werden, sollen dabei möglichst hoch sein. Die Datenübertragung soll dabei durch den Einsatz von möglichst einfachen und kostengünstigen Mitteln erzielt werden. Ferner soll auch bei kleiner Sendeleistung eine einwandfreie Qualität der übertragenen Datensignale gewährleistet werden.

Diese Aufgabe wird durch die im kennzeichnenden Teil der Patentansprüche 1 bzw. 7 angegebenen Massnahmen gelöst.

Ein weiterer Aspekt der Aufgabe liegt darin, die Reflektoren eines Oberflächenwellenbauteils derart zu aktivieren bzw. zu deaktivieren, dass sich das Reflexionsverhalten dieser Reflektoren genau einstellen bzw. optimieren lässt. D.h. die Grenzwerte für die maximal und die minimal reflektierte Energie soll erweitert werden. Ferner soll der Anteil reflektierter Energie frei wählbar sein.

Die Lösung dieser Aufgabe gelingt durch die Beschaltung der Reflektoren mit festen oder variablen Impedanzen.

Das erfindungsgemässe Verfahren erlaubt die Übertragung von unveränderlichen und veränderlichen Daten zwischen zwei Stationen, von denen mindestens eine mit einer mit mehreren Reflexionsstellen versehenen Verzögerungsleitung, vorzugsweise mit einem OFW-Bauteil ausgerüstet ist. Der Mehraufwand zur Übertragung der veränderlichen Daten ist gering. Innerhalb der zur Verfügung stehenden relativ kurzen Übertragungszeit wird eine maximale Datenmenge übertragen. Ferner werden die Daten mit einer minimalen Sendeleistung übertragen, wodurch z.B. durch Fremdanworten hervorgerufene Störungen des Datenverkehrs zwischen den beiden Stationen oder Störungen weiterer Empfangseinheiten vermieden werden können. Selbstverständlich wirkt sich die reduzierte Sendeleistung auch bei der Dimensionierung der Sendestufen positiv aus. Ferner wird auch eine minimale Störanfälligkeit gegenüber Sendern erzielt, die im gleichen Frequenzbereich arbeiten.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand einer Zeichnung beispielsweise näher erläutert. Dabei zeigt:

Fig. 1 zwei Sende- und Empfangsstationen, von denen eine mit einem OFW-Bauteil versehen ist

Fig. 2 erfindungsgemässe OFW-Bauteile

Fig. 3a die Schaltungsanordnung einer Sende- und Empfangsstation

Fig. 3b zwei Sende- und Empfangsstationen, von denen eine mit einem Diskriminator versehen ist

Fig. 3c die Kennlinie dieses Diskriminators

Fig. 3d und e die Schaltungsanordnungen von zwei Sende- und Empfangsstationen

Fig. 3f die Schaltungsanordnungen von zwei weiteren Sende- und Empfangsstationen

Fig. 4 einen möglichen Signalverlauf von Abfrage- und Antwortsignalen

Fig. 5 eine Verzögerungsleitung mit keramischem Dielektrikum

Fig. 6 ein OFW-Bauteil mit Reflektoren deren Reflexionsverhalten beliebig wählbar ist

Fig. 1 zeigt zwei Sende- und Empfangsstationen ST und ST+, von denen die letztgenannte mit einer Verzögerungsleitung versehen ist, die mindestens eine Reflexionsstelle aufweist. Nebst den einleitend beschriebenen OFW-Bauteilen können auch herkömmliche Leitungen verwendet werden, in denen Reflexionsstellen vorgesehen sind, die z.B. durch die lokale Änderung der Impedanz bzw. durch den gezielten Einbau von Störstellen in verschiedenen Abschnitten der Leitung realisiert werden. Vorzugsweise werden kurze Verzögerungsleitungen vorgesehen, die eine geringe Wellenausbreitungsgeschwindigkeit aufweisen. Beispielsweise werden Koaxialleitungen eingesetzt, die ein eine hohe Dielektrizitätszahl aufweisendes Dielektrikum enthalten. (Ferner ist bekannt, dass die Ausbreitungsgeschwindigkeit von elektromagnetischen Wellen in Stoffen mit hoher Permeabilitätszahl ebenfalls kleiner ist.) Vorzugsweise werden daher keramische Materialien für das Dielektrikum verwendet, die bekannterweise eine hohe Dielektrizitätszahl (> 100) aufweisen. Z.B. wird, wie in Fig. 5 gezeigt, eine Verzögerungsleitung derart gebildet, dass die Innen- und die Aussenwände röhrenförmiger keramischer Elemente KERD zumindest teilweise mit je einer Metallschicht überzogen werden, welche den Innenleiter IL und Aussenleiter AL einer kurzen Koaxialleitung T bilden. An den Verbindungsstellen der einzelnen Koaxialleitungen T1, T2, die je eine entsprechend dem zu übertragenden Kodewort vorgewählte Länge aufweisen und die zu einer längeren Koaxialleitung zusammengefügt werden, können dabei Reflexionsstellen vorgesehen werden. Nötigenfalls wird dazu der Innen- und der Aussenleiter IL, AL an diesen Verbindungsstellen durch eine Spule IND oder einen Kondensator CAP miteinander verbunden, die z.B. auf einer oder beiden Frontseiten des keramischen Dielektrikums KERD direkt aufgelegt sind. Die einzelnen Keramikelemente KERD, bzw. deren Innenleiter IL, bzw. deren Aussenleiter AL bzw. die frontseitigen Legierungen IND; CAP werden z.B. in einem Ofen verbunden. Ferner können an den Verbindungsstellen der Koaxialleitungen T1, T2 Zwischenstücke ZT vorgesehen sein, die z.B. ein anderes Dielektrikum aufweisen und/oder mit einem andersartigen Metall beschichtet sind. Ferner kann der Innenleiter IL auch durch einen veränderbaren Kondensator (oder eine veränderbare Induktivität), z.B. eine Kapazitätsdiode mit dem Aussenleiter AL verbunden werden. Durch diese Massnahme könnten die Reflexionsstellen wahlweise zu- oder abgeschaltet werden.

Eine der Stationen ST bzw. ST+ ist jeweils in einem Fahrzeug vorgesehen, das sich normalerweise

mit einer Geschwindigkeit von bis zu einigen hundert km/h an einer Kontrollstelle vorbei bewegt, in der die zweite Station ST+ bzw. ST untergebracht ist. Die mit dem Oberflächenwellen-Bauteil OFW versehene Station ST+ ist dabei immer in der zu identifizierenden Einheit vorgesehen. D.h., falls eine fixe Kontrollstelle vorbeifahrende Objekte identifizieren möchte, so sind die Bauteile OFW in diesen Objekten vorgesehen. Falls ein vorbeifahrendes Objekt, z.B. ein Hochgeschwindigkeitszug, jedoch feststellen soll, welche fixe Kontrollstelle passiert wird, so wird das Bauteil OFW in dieser Kontrollstelle vorgesehen. Vorzugsweise können die Bauteile OFW auch in beiden Stationen ST und ST+ vorgesehen werden. Die Zeit, die zur Kommunikation zwischen den Stationen ST und ST+ zur Verfügung steht, ist bei hohen Geschwindigkeiten im Bereich von einigen Millisekunden. Man war bisher der Ansicht, dass diese Zeit lediglich zur Identifikation der Station ST+ ausreichen würde. Ein weiterer Informationsaustausch wurde daher über andere Kommunikationsmittel und nicht über die Verzögerungsleitung bzw. das Bauteil OFW abgewickelt. Das nachfolgend beschriebene erfindungsgemässe Verfahren erlaubt jedoch die Übertragung von zusätzlichen Daten zwischen den beiden Stationen ST und ST+.

Zur erfindungsgemässen Datenübertragung werden die zur Station ST+ gesandten trägerfrequenten Signale bzw. die Abfragepulse in Abhängigkeit von zu übertragenden Daten moduliert. Dabei wird vorgesehen, dass die Abfragepulse frequenzumgetastet bzw. nach dem FSK-(frequency shift keying)-Verfahren moduliert werden. Entsprechend dem binären Datensignal wird die Frequenz der Träger-schwingung daher zwischen zwei festen Werten f1 und f2 umgetastet. In der Station ST+ ist eine Demodulationsstufe vorgesehen, durch die das FSK-modulierte Signal demoduliert wird. Die Signalanteile des vom Bauteil OFW retournierten Kodewortes sind aufgrund der FSK-Modulation der Abfragesignale ebenfalls frequenzumgetastet. Die Bandbreite des in der Station ST (Abfragestation) enthaltenen Empfängers muss daher genügend gross sein bzw. zumindest die Frequenzen f1 und f2 einschliessen. Zur Übertragung von Daten von der Station ST+ zur Station ST wird das Kodewort vorzugsweise phasenumgetastet bzw. nach dem (phase shift keying)-Verfahren moduliert oder es wird vorgesehen, dass zumindest ein Puls der Antwortpulssequenz (s. Fig. 4) unterdrückt wird. Ferner werden die Abfragepulse vor der Übertragung vorzugsweise expandiert. Die Expansionsrichtung wird dabei entsprechend den zu übertragenden Daten gewählt. Zur Erhöhung der Übertragungsrate werden einzelne Bereiche des expandierten Pulses ferner in Abhängigkeit der zu übertragenden Daten markiert. Schmalbandige Störsignale, die sich auf dem Übertragungsweg den Abfragepulsen überlagern, werden durch die in der Station ST+ bzw. nach der Reflexion in der Station ST vorgenommene Puls-kompression weitgehend unterdrückt.

Fig. 2a zeigt ein Bauteil OFW, das zum Empfang FSK-modulierter und zur Abgabe PSK-modulierter Signale geeignet ist. Das Bauteil OFW besteht aus einem vorzugsweise piezoelektrischen Substrat, auf

dessen Oberfläche sich Transversalwellen ausbreiten können. Auf diesem Substrat sind ein Phasenmodulator PM, ein Interdigitalwandler IDW, mehrere Reflektoren RFT, zwei Bandpassfilter BP1, BP2 und ein Dämpfungsmaterial ABS vorgesehen. Eine Antenne ANT ist dabei über den Phasenmodulator PM mit dem Interdigitalwandler IDW verbunden, der die über die Antenne ANT empfangenen Signale in Oberflächenwellen umwandelt, die sich gegen die Reflektoren RFT hin ausbreiten. Jeweils beim Erreichen eines Reflektors RFT wird ein Teil der sich ausbreitenden Transversalwellen zurück zum Interdigitalwandler IDW reflektiert, umgewandelt und über die Antenne ANT abgestrahlt. Nachdem die Transversalwellen die Reflektoren RFT passiert haben, gelangen sie zu den Bandpässen BP1 und BP2 und werden anschließend im Dämpfungsmaterial ABS absorbiert. Durch diese Absorption der Oberflächenwellen werden unerwünschte Reflexionen verhindert.

Die Datenübertragung zwischen den Stationen ST und ST+ funktioniert dabei wie folgt:

Die Station ST überträgt trägerfrequente Pulse (engl.: bursts) an die Station ST+, die in Abhängigkeit der zu übertragenden Daten zwischen zwei Frequenzen f_1 und f_2 umgetastet sind. Die durch den Interdigitalwandler IDW erzeugten Oberflächenwellen, die ebenfalls die Frequenz f_1 bzw. f_2 aufweisen, werden durch das entsprechende Bandpassfilter BP1 bzw. BP2 in ein elektrisches Signal umgewandelt, das einer logisch «1» bzw. «0» entspricht. Durch die Gleichrichtung der von den Bandpassfiltern BP abgegebenen Signale können die übertragenen Daten daher detektiert werden. Als Antwort auf den empfangenen Puls wird von den einzelnen Reflektoren RFT ein aus mehreren Pulsen bestehendes Kodewort zum Interdigitalwandler IDW reflektiert und über die Antenne ANT abgestrahlt. Die Station ST, die dieses Kodewort empfängt, ist aufgrund der zeitlichen Abstände zwischen den Pulsen des Kodewortes daher in der Lage, die Station ST+ zu identifizieren. Zur Übertragung von Daten von der Station ST+ zur Station ST werden die reflektierten Signale im Phasenmodulator PM in Abhängigkeit der zu übertragenden binären Daten z.B. zwischen zwei Phasenlagen (z.B. $\pm 45^\circ$ oder $\pm 90^\circ$) umgetastet. (Phasen- und Frequenz-Modulatoren bzw. Demulatoren werden z.B. in Herter/Röcker, Nachrichtentechnik-Übertragung und Verarbeitung, München 1976, Seiten 181–218 beschrieben. Als Phasenmodulator PM kann z.B. der auf Seite 202, Bild 2.4–27 gezeigte Ringmodulator verwendet werden. Weitere Phasen- und Frequenzmodulationsverfahren sind ferner in R. Mäusl, Digitale Modulationsverfahren, Heidelberg 1991, Kapitel 3 beschrieben.) Wie bereits eingangs erläutert, wird durch das Oberflächenwellen-Bauteil OFW als Antwort auf den Abfragepuls eine Sequenz von mehreren Pulsen reflektiert. Die maximale Datenübertragungsrate wird daher erzielt, indem jeder einzelne Puls der reflektierten Pulssequenz entsprechend einem zu übertragenden Datenbit moduliert wird. Für die Demodulation dieser phasenmodulierten Signale

ist in der Station ST ein Referenzsignal vorzusehen, das jeweils für die Modulation des Abfragesignals und die Demodulation des Antwortsignals verwendet wird. Möglich ist ferner die Verwendung eines Pulses aus der Sequenz der Antwortpulse als Referenzsignal. Z.B. wird die Phasenlage des ersten Pulses der Sequenz nicht verändert. Die Phasenlage der nachfolgenden Pulse der Sequenz kann daher jeweils mit Bezug auf den ersten Puls der Sequenz detektiert werden.

In Fig. 2c ist ein weiteres Oberflächenwellen-Bauteil P-OFW gezeigt, durch das eine weitere Möglichkeit zur Übertragung von Daten von der Station ST+ zur Station ST geschaffen wird. Die auf einem programmierbaren Oberflächenwellen-Bauteil P-OFW vorgesehenen n Reflektoren RFT können dabei mittels Schaltern SW1, ..., SW n derart kurzgeschlossen werden, dass sie die Oberflächenwellen wahlweise reflektieren bzw. nicht reflektieren. Dadurch kann einerseits ein festgelegtes Kodewort oder ein n -Bit Datenwort übertragen werden. Selbstverständlich kann auch abwechselungsweise zwischen zwei n -Bit Datenwörtern jeweils ein Kodewort übertragen werden. Falls nebst variablen Daten zur Sicherheit jeweils das Kodewort mit übertragen werden soll, kann dieses für ein Datenbit = «1» nicht-invertiert und für ein Datenbit = «0» invertiert übertragen werden. Für ein Kodewort sind dabei dessen invertierte und nicht-invertierte Form zu reservieren. Die einzelnen Reflektoren RFT weisen dabei wie der gezeigte Interdigitalwandler IDW zwei Kämme mit mehreren Fingern auf. Durch die Wahl der Fingerbreite und der Abstände zwischen den Fingern von je einem Achtel der Wellenlänge vorzugsweise der Mittenfrequenz der übertragenen Signale wird die Reflexion von mechanischen Oberflächenwellen verhindert. Mechanische Reflexionen können auch durch eine günstige Wahl der Fingerlängen verhindert werden. Eine gute Reduktion der mechanischen Reflexionen wird z.B. erzielt, wenn der erste Finger im Verhältnis zum nächstfolgenden Finger kurz gewählt ist. Die Reflexion elektrischer Wellen bleibt durch die oben beschriebene Wahl der Finger und Fingerabstände weitgehend unbeeinflusst. Die Reflexion elektrischer Wellen, die sich auf dem piezoelektrischen Substrat ausbreiten, kann jedoch durch das Kurzschließen der beiden mit den Fingern verbundenen Stege beeinflusst werden. D.h. in Abhängigkeit der zu übertragenden Daten werden die einzelnen Reflektoren RFT kurzgeschlossen. Dazu kann entweder für jeden Reflektor RFT eine separate Kurzschlusschleife vorgesehen sein oder es können alle Reflektoren RFT einseitig fest und anderseitig über die Schalter SW1, ..., SW n mit Nullpotential verbunden bzw. verbindbar sein. Die Schalter SW sind zu diesem Zweck mit einer entsprechenden Steuereinheit verbunden, die z.B. einen Speicherbaustein enthält, in dem das Kodewort permanent abgespeichert ist. Möglich ist ferner, nur einen Teil der Reflektoren RFT mit Schaltern SW zu versehen. Weitere Reflektoren RFT können zusätzlich entsprechend einem zu übertragenden Kodewort angeordnet sein. Übertragen wird in diesem Fall eine Kombination von festen und variablen Daten.

In Fig. 2c ist ferner eine andere mögliche Anordnung der Bandpassfilter BP1 und BP2 gezeigt. Da sich die Oberflächenwellen auf beiden Seiten des Interdigitalwandlers IDW ausbreiten ist je ein Bandpassfilter BP auf der linken und der rechten Seite des Interdigitalwandlers IDW angeordnet. Jedes Bandpassfilter BP wirkt dabei wie ein Interdigitalwandler, dessen Synchronfrequenz einer der (umgetasteten) Frequenzen f_1 oder f_2 entspricht.

Zur Reduktion der Signalleistung bzw. zur Verbesserung des Verhältnisses von Signal zu Rauschen wird der Abfragepuls in der Sendestufe der Station ST expandiert und an die Station ST+ übertragen. Das von der Station ST+ retournierte Kodewort besteht daher aus einer Folge von expandierten Signalen, die in der Empfangsstufe der Station ST wieder komprimiert werden. Die Sendeenergie wird dadurch um den Faktor i vergrößert, um den der Abfragepuls verlängert wurde. Bei unveränderter Sendeenergie kann die maximale Sendeleistung daher um den Faktor i gesenkt werden. Zur Expansion und Kompression von Impulsen sind OFW-Bauteile (dispersive SAW-Filter) oder auch digitale Schaltungen geeignet. Beim expandierten Puls wird dessen Trägerfrequenz zwischen zwei Werten f_L und f_H geändert. Zur Übertragung von Daten von der Station ST zur Station ST+ wird die Frequenz dabei für Datenbits = «1» vom Wert f_L (bei aufsteigender Pulsflanke) gegen den Wert f_H (bei abfallender Pulsflanke) und für Datenbits = «0» vom Wert f_H gegen den Wert f_L geändert. Zur einfachen Detektierung der übertragenen Daten wird der in Fig. 2b gezeigte Interdigitalwandler D-IDW als dispersive Verzögerungsleitung ausgebildet, die aus vielen Fingerpaaren (bekannt ist die Verwendung von bis zu einigen 10^3 -Fingerpaaren) besteht. Durch die Wahl des Abstandes zwischen den Fingerpaaren, der sich von Fingerpaar zu Fingerpaar stetig ändert, wird die «eingeprägte» Synchronfrequenz im Interdigitalwandler D-IDW derart variiert, dass z.B. die niedrigen Wellenlängen eine hohe und die hohen Wellenlängen eine niedrige Laufzeit erhalten. Als Antwort auf einen angelegten Puls gibt die dispersive Verzögerungsleitung daher ein frequenzmoduliertes Signal bzw. einen expandierten Puls ab, dessen Dauer der Dispersionszeit der Verzögerungsleitung entspricht. Als Antwort auf ein frequenzmoduliertes Signal bzw. einen expandierten Puls wird von der Verzögerungsleitung entweder ein gedehntes oder ein komprimiertes Signal abgegeben. Bezogen auf den in Fig. 2b dargestellten und beidseitig von je einem Sensor S1 bzw. S2 flankierten dispersiven Interdigitalwandler D-IDW bedeutet dies, dass ein angelegter expandierter Puls, der sich vom Interdigitalwandler D-IDW in beide Richtungen ausbreitet, von einem Sensor S1; S2 als noch stärker expandierter Puls von geringer Signalstärke und vom anderen Sensor S2; S1 als komprimierter Puls von hoher Signalstärke empfangen wird. In Abhängigkeit des Frequenzverlaufs des expandierten Pulses wird daher entweder vom Sensor S1 oder vom Sensor S2 ein Signal empfangen, das eine Signalstärke aufweist, aufgrund der festgestellt werden kann, wie der expandierte Puls modu-

liert wurde bzw. ob ein Bit = «1» oder ein Bit = «0» übertragen wurde.

Zur Übertragung grösserer Datenmengen wird der expandierte Puls in n Bereiche $B_1, \dots, B_n$ unterteilt, von denen mindestens einer durch das Einfügen einer Pulslücke oder eines Signalanteils unterschiedlicher Phasenlage markiert wird. Falls z.B. 16 Bereiche $B_1, \dots, B_{16}$ vorgesehen sind und nur jeweils ein Bereich markiert wird, so kann mit jedem Puls der Informationsgehalt eines 4-Bit-Datenwortes übertragen werden. Der Empfänger muss daher feststellen, in welchem Bereich eine Markierung vorgesehen ist. Insbesondere beim Auftreten von starken Pulsverformungen kann dies zu Schwierigkeiten führen, da in diesem Fall nicht mehr genau festgestellt werden kann, wo der erste Bereich B_1 beginnt. Der Empfänger wird daher eine detektierte Marke möglicherweise einem falschen Bereich zuordnen. Z.B. wird die Marke, die sich tatsächlich im Bereich B_{10} befindet einem benachbarten Bereich B_9 oder B_{11} zugeordnet. Dieses Problem wird gelöst, indem jeweils der Zeitpunkt des Auftretens des komprimierten Pulses als zeitliche Referenz gewählt wird. Durch die Messung der zeitlichen Verschiebung der detektierten Marken in Bezug auf den komprimierten Puls können die Marken den richtigen Bereichen $B_1, \dots, B_{16}$ leicht zugeordnet werden. Beim Versehen der expandierten Pulse mit Pulslücken ist darauf zu achten, dass die Seitenzipfel nicht unzulässig ansteigen. Vorzugsweise wird daher nur eine einzige Pulslücke oder die Phasenmodulation einzelner Bereiche vorgesehen.

Im Kommentar zu den Fig. 2a und 2b wurde bereits erläutert, dass für die Übertragung von Daten von der Station ST+ zur Station ST mindestens ein Puls der reflektierten Pulssequenz phasenmoduliert wird. Falls zur Erhöhung der Übertragungsrate mehrere Pulse moduliert werden sollen, steigen die Anforderungen an die mit dem Phasenmodulator verbundene Steuerschaltung, welche den Modulationsvorgang steuert. D.h., die Steuerschaltung muss jedem reflektierten Puls das zugehörige Datenbit zum richtigen Zeitpunkt zur Verfügung stellen. Bei einer Pulssequenz von drei Pulsen stellt die Steuerschaltung daher das erste Datenbit für den ersten Puls z.B. in einem Register bereit, stellt die Abgabe des ersten Pulses fest und stellt anschliessend das nächste Datenbit für den zweiten Puls im Register bereit. Mit den in Fig. 2d über Phasenmodulatoren $PM_1, \dots, PM_n$ sowie eine Addierstufe ADD mit der Antenne ANT verbundenen Oberflächenwellen-Bauteile OFW1, ..., OFW $_n$ lässt sich der Steuerungsaufwand wesentlich vereinfachen. Jedes der Bauteile OFW ist mit einem Interdigitalwandler IDW1;..., IDW $_n$ und mindestens einem Reflektor oder einer einem Kodewort entsprechenden Reflektoranordnung RFT11, ..., RFT $_n$ verbunden. Im einfachsten Fall ist auf jedem Bauteil OFW nur eine einzige Reflektoranordnung RFT vorgesehen. Diese Reflektoranordnungen RFT1, ..., RFT $_n$ sind auf den Bauteilen OFW jedoch derart unterschiedlich positioniert, dass die entsprechenden Pulse jeweils mit einer gegenseitigen zeitlichen Verschiebung reflektiert werden. Die n Bauteile OFW verhalten sich bezüglich der reflektierten Pulssequenz

daher gleich wie ein einziges Bauteil OFW, das n Reflektoranordnungen RFT aufweist. Vorteilhaft bei der in Fig. 2d gezeigten Anordnung ist jedoch, dass für jede reflektierte Pulssequenz jedem Phasenmodulator PM nur ein einziges Datenbit zugeführt werden muss. Die Steuerung der Datenübertragung ist daher denkbar einfach. Für jeden Abfragepuls stellt die Steuerung jeweils n Datenbits im Register bereit, die absolut korrekt übertragen werden. Probleme, die durch eine nicht zeitgenaue Abfolge der Steuersignale auftreten könnten, werden dadurch beseitigt. Falls auch bei dieser Anordnung die Datenübertragungsrate erhöht werden soll, werden auf den Bauteilen OFW weitere Reflektoranordnungen RFT12, ..., RFTnm vorgesehen. Die Steuerung der Datenübertragung ist auch in diesem Fall noch immer einfach möglich, da zwischen den Reflektoranordnungen (z.B. zwischen RFT11 und RFT12) immer relativ grosse Abstände vorhanden sind. Bei der gezeigten Anordnung würde z.B. dem Phasenmodulator PM1 von den zu übertragenden Daten $vd-b$ zuerst das Datenbit 1 und nachfolgend das Datenbit $n + 1$ zugeführt. In der Addierstufe ADD sind die Phasenmodulatoren PM seriell oder parallel zusammengeschaltet und mit der Antenne ANT verbunden.

Fig. 3a zeigt einen prinzipiellen Schaltungsaufbau der Station ST, die zur Übertragung von Daten $vd-t$ an eine Station ST+ sowie zur Detektion und Dekodierung von jeweils unveränderlichen Daten (z.B. ein fest zugeordnetes Kodewort) und/oder veränderlichen Daten geeignet ist, die von der Station ST+ an die Station ST übertragen werden. Dabei ist ein Oszillator MCL einerseits mit einem Detektor DD/SP und einem Dekoder DEC und andererseits über einen Pulsmodulator IPM, ein Dispersionsnetzwerk DN, einen Pulsbereichsmodulator BM und einen Zirkulator C mit der Antenne A verbunden. Der Zirkulator C ist ferner über ein Kompressionsnetzwerk KN mit dem Detektor DD/SP verbunden, der seinerseits mit dem Dekoder DEC verbunden ist. Ferner ist ein mit dem Oszillator MCL, dem Pulsmodulator IPM, dem Dispersionsnetzwerk DN und dem Pulsbereichsmodulator BM verbundener Enkoder ENC vorgesehen. Der Pulsbereichsmodulator BM ist jedoch nur vorgesehen, falls die Bereiche B1, ..., Bn des expandierten Pulses, wie oben erläutert, markiert werden sollen.

Die gezeigte Schaltung funktioniert folgendermassen:

Der Oszillator MCL führt dem Pulsmodulator IPM ein kontinuierliches Hochfrequenzsignal zu, das durch den vom Enkoder ENC gesteuerten Pulsmodulator IPM in kurze Pulse umgeformt wird, die dem Dispersionsnetzwerk DN zugeführt und in diesem expandiert werden. Im Dispersionsnetzwerk DN wird der Puls daher durch Frequenzmodulation in ein sogenanntes Chirpsignal verwandelt, dessen Frequenz in Abhängigkeit der zu übertragenden Daten entweder von einer Frequenz f_1 zu einer Frequenz f_2 ansteigt oder von der Frequenz f_2 zur Frequenz f_1 abfällt. Am einfachsten lässt sich diese unterschiedliche Modulation durch die Verwendung von zwei identischen parallelen dispersiven Verzögerungsleitungen erzielen, die einander entgegen-

gesetzt angeordnet sind. Durch einen in Abhängigkeit der zu übertragenden Daten gesteuerten Umschalter kann der Puls daher in der ersten oder in der zweiten Verzögerungsleitung expandiert werden. Falls auf den derart expandierten Puls zusätzliche Informationen aufgeprägt werden sollen, wird zusätzlich der Pulsbereichsmodulator BM verwendet, der gesteuert durch den Enkoder ENC den expandierten Puls in den dafür vorgesehenen Bereichen amplituden- oder phasenmoduliert und über den Zirkulator C an die Antenne A weiterleitet. Der Zirkulator C verfügt über die bekannte Eigenschaft, dass er die Signale vom Pulsbereichsmodulator BM nur zur Antenne A und die Signale von der Antenne A nur zum Kompressionsnetzwerk KN leitet. Als Antwort auf den expandierten Abfragepuls wird von der Station ST+ eine Sequenz von expandierten Pulsen reflektiert, die im Kompressionsnetzwerk KN wieder in Pulse verwandelt werden, die demjenigen entsprechen, der dem Dispersionsnetzwerk DN zugeführt wurde. Die Pulskompression erfolgt dabei im Kompressionsnetzwerk KN derart präzise, dass alle Frequenz- und Phasenänderungen, die dem Puls im Dispersionsnetzwerk DN aufgezwungen wurden, gänzlich kompensiert werden. Vorzugsweise sind auch im Kompressionsnetzwerk KN zwei dispersive bzw. kompressive Verzögerungsleitungen vorgesehen, die in Abhängigkeit der Expansionsrichtung des expandierten Pulses umgeschaltet werden. Die Umschaltung der im Dispersionsnetzwerk DN und im Kompressionsnetzwerk KN vorgesehenen Verzögerungs- bzw. Kompressionsleitungen erfolgt vorzugsweise synchron. Der Detektor DD/SP, der vorzugsweise mit einem Signalprozessor versehen ist, stellt ferner fest, in welchen Abständen die Pulse der von der Station ST+ übertragenen Pulssequenz eintreffen und übergibt eine entsprechende Folge von Datenbits an den Dekoder DEC, der die eintreffenden Daten dekodiert. Zusätzlich kann in der Station ST ein FSK-Modulator vorgesehen sein, der die Trägerfrequenz zwischen zwei oder mehreren Werten umtastet. (Die Demodulation der FSK-modulierten Signale in der Station ST+ und die Demodulation phasenmodulierter Antwortsignale in der Station ST wird unter Fig. 3f beschrieben.) Besonders einfach wäre die Verwendung von zwei Referenzoszillatoren, die abwechselungsweise in Abhängigkeit der zu übertragenden Daten mit der Modulations- und der Demodulationsstufe verbunden werden.

Ferner wird vor dem Pulsmodulator IPM vorzugsweise eine Modulationsstufe eingefügt, durch die vorzugsweise eine Einseitenbandmodulation der dem Pulsmodulator IPM zugeführten Signale vollzogen wird. Selbstverständlich ist in diesem Fall in den Empfangsstufen in der Station ST und in der Station ST+ eine entsprechende Demodulationsstufe vorzusehen. Die Wahl einer im Verhältnis zur Trägerfrequenz kleinen Modulationsfrequenz von z.B. einigen Kilohertz ergibt einen günstigen Rauschabstand, der insbesondere durch die dadurch ermöglichte Verwendung von schmalbandigen Filtern erreicht wird.

In der Station ST+ wird ein Detektor vorgesehen, der in der Lage ist die modulierten Abfragepulse zu

demodulieren und die darin enthaltenen Daten zu detektieren. Dazu wird beispielsweise die in Fig. 3e gezeigte Schaltungsanordnung verwendet, die ferner zur Übertragung von variablen Daten an die Station ST geeignet ist. Die Antenne ANT ist über einen Teiler PSP (engl.: Power Splitter) einerseits mit einem oder mehreren Oberflächenwellen-Bauteilen OFW bzw. P-OFW und andererseits über einen Detektor DD mit einer Schnittstelle I/O verbunden. Die Schnittstelle I/O, die über Datenbusse Daten vd-t, vd-b mit weiteren Einheiten austauscht, ist ferner mit dem Netzteil PS und über einen Datenpuffer BFF und ein Register REG mit dem Bauteil P-OFW verbunden. Zur Abgabe von Aktivierungssignalen en ist der Detektor DD ferner über eine Leitung direkt mit dem Register REG verbunden. Wie in der Beschreibung zu Fig. 2 bereits erläutert, können wesentliche Teile des Detektors DD bereits auf dem Bauteil OFW realisiert sein.

Die Schaltungsanordnung funktioniert wie folgt:

Ein von der Station ST empfangener Abfragepuls wird über die Antenne ANT und den Teiler PSP an das Bauteil OFW und den Detektor DD abgegeben. Im Bauteil OFW wird der Puls durch den Interdigitalwandler IDW in Oberflächenwellen umgewandelt, die von den aktiven Reflektoren RFT zurück zur Antenne ANT reflektiert werden. Zur Detektion der Expansionsrichtung der Abfragepulse bzw. der entsprechenden Daten wird in der Station ST+ ein vorzugsweise als Interdigitalwandler D-IDW (siehe Fig. 2b) verwendetes Dispersionsnetzwerk mit zumindest einem angrenzenden Sensor S vorgesehen. In Abhängigkeit der Expansionsrichtung der expandierten Abfragepulse wird durch dieses Dispersionsnetzwerk daher ein komprimierter Puls von hoher Signalstärke oder ein noch weiter expandierter Puls von geringer Signalstärke an den Sensor S abgegeben. Der Detektor DD detektiert daher, z.B. über einen weiteren Sensor jeweils den eintreffenden Puls und erhält vom Sensor S die Information bezüglich der Expansionsrichtung ($f_1 \rightarrow f_2 = \text{«0»}$ oder $f_2 \rightarrow f_1 = \text{«1»}$) dieses Pulses. Mit dem in Fig. 2b gezeigten Bauteil OFW wird dem Detektor DD von einem der beiden Sensoren S1, S2 jeweils ein komprimierter Puls zugeführt, der dem übertragenen Datenbit «0» bzw. «1» unmittelbar entspricht.

Wie bereits eingangs erläutert wird dem Detektor DD vorzugsweise nicht nur der expandierte, sondern auch der entsprechende komprimierte Puls zugeführt. Das Eintreffen des komprimierten Pulses wird dem Detektor DD z.B. jeweils von einem der beiden in Fig. 2b gezeigten Sensoren S1, S2 gemeldet. Der mit Phasen- und/oder Amplitudendetektoren versehene Detektor DD stellt danach fest, mit welcher zeitlichen Verschiebung zu diesem komprimierten Puls die in der Station ST durch den Pulsbereichsmodulator BM in die expandierten Pulse eingepprägten Phasen- und/oder Amplitudenänderungen auftreten. Der komprimierte Puls dient daher vorzugsweise auch als Referenz, um festzustellen, welcher der im expandierten Puls vorgesehenen Bereiche B1, ..., Bn markiert wurde. Die detektier-

ten Daten werden nachfolgend dekodiert und an die Schnittstelle I/O abgegeben.

Zur Übertragung von Daten von der Station ST+ zur Station ST können wahlweise zwei verschiedene Verfahren verwendet werden. Einerseits kann zumindest ein Puls der reflektierten Pulssequenz phasenmoduliert werden. Dazu wird der Interdigitalwandler D-IDW über einen vom Register REG gesteuerten Phasenmodulator PM mit der Antenne ANT verbunden. Dem Register wird dabei jeweils vom Detektor DD ein Aktivierungssignal en (enable) zugeführt, nach dessen Eintreffen der Phasenmodulator PM entsprechend den im Register REG abgespeicherten Daten gesteuert wird. Da in der Station ST nach der Kompression der Antwortpulse alle durch die vorangegangene Expansion verursachten Phasenveränderungen aufgehoben wurden, verbleiben nur noch die Phasenverschiebungen auf dem komprimierten Puls, die in der Station ST+ vom Phasenmodulator PM aufgeprägt wurden. Diese Phasenverschiebungen lassen sich daher in der Station ST durch einen Vergleich der Phase der komprimierten Pulse mit einer Referenzphase leicht detektieren.

Daten lassen sich von der Station ST+ zur Station ST ferner durch die Verwendung des in Fig. 2c gezeigten programmierbaren Oberflächenwellen-Bauteils P-OFW übertragen. Das Bauteil P-OFW, dessen Reflektoren RFT durch das Betätigen der Schalter SW1, ..., SWn wahlweise aktiviert werden können, wurde unter Fig. 2c beschrieben. Die Schalter SW1, ..., SWn werden dabei in Abhängigkeit der im Register REG abgelegten Daten betätigt. Dieser Schaltvorgang wird vorzugsweise ebenfalls vom Detektor DD durch das Aktivierungssignal en ausgelöst, nachdem diese ein Abfragesignal detektiert hat. Neu gesetzt werden die Schalter SW1, ..., SWn z.B. direkt nach der Reflektion des vorhergehenden Abfragepulses. Die im Register REG abgelegten Daten werden jeweils über die Schnittstelle I/O eingelesen und im Datenpuffer BFF zwischengespeichert. Zur Detektion des Antwortpulses in der Station ST wird entweder das Auftreten eines Pulses der Antwortsequenz oder vorzugsweise ein in der Station ST festgelegter Zeitpunkt (z.B. Zeitpunkt der Abgabe des Abfragepulses) als Referenz zur Detektion der Antwortpulse gewählt. Zur Detektion der übertragenen Daten wird im Detektor DD/SP festgestellt, wie viele Antwortpulse eintreffen und welchen zeitlichen Abstand diese in Bezug zur Referenz aufweisen.

Zur Vereinfachung der Steuerung der Phasenmodulation der einzelnen Antwortpulse werden vorzugsweise, wie in Fig. 2d gezeigt, mehrere Oberflächenwellen-Bauteile OFW1, ..., OFWn verwendet, die je einen Phasenmodulator PM1, ..., PMn aufweisen, welche über eine Additionsstufe mit der Antenne ANT verbunden sind. Die Steuereingänge der Phasenmodulatoren PM werden je mit einer Datenausgangsleitung des Registers REG verbunden.

Wie bereits eingangs erläutert, weisen die Stationen ST und ST+ normalerweise eine hohe Relativgeschwindigkeit auf. Für verschiedene Anwendungen ist es von Bedeutung, dass die relative Lage beider Stationen ST und ST+ genau gemessen

wird. Z.B. wird die Datenübertragung erst gestartet, nachdem die Stationen ST und ST+ eine bestimmte Lage eingenommen haben, da ein zu früher oder zu später Beginn der Datenübertragung zu Übertragungsfehlern führen könnte. Fig. 3b zeigt eine mit zwei Antennen A, B ausgerüstete Station ST, die mit einer Station ST+ in Funkkontakt steht. Die Antennen A, B sind Teil einer Monopulsantenne. D.h. der Abfragepuls wird über beide Antennen A, B gleichzeitig abgesandt und die von der nur eine Antenne ANT aufweisenden Station ST+ retournierten Antwortpulse werden von beiden Antennen A, B empfangen und an einen Diskriminator weitergeleitet, dessen Kennlinie in Fig. 3c angegeben ist. In Abhängigkeit der relativen Lage der Stationen ST und ST+ wird entweder von der Antenne A oder B ein stärkeres Signal empfangen. Nur wenn die beiden Stationen ST und ST+ genau übereinander liegen, geben beide Antennen A, B Signale von gleicher Stärke ab, die sich in einer im Diskriminator vorgesehenen Differenzstufe gegenseitig aufheben. Beim Durchlaufen des Nulldurchgangs der Diskriminator Kennlinie liegen die Stationen ST und ST+ daher genau übereinander.

Die in Fig. 3d gezeigte Schaltungsanordnung ist daher eine Erweiterung der in Fig. 3a gezeigten Schaltungsanordnung. Der Zirkulator C ist nun über ein Summen- und Differenznetzwerk S-D-NET mit zwei Antennen A, B verbunden. Das Summen- und Differenznetzwerk S-D-NET verfügt über vier Pforten P1, ..., P4 die mit Ausnahme von Pforte P2 je als Ein- und Ausgänge dienen. Der Zirkulator C ist mit Pforte P1 und die Antennen A, B mit den Pforten P3 und P4 verbunden. Die Signalpfade innerhalb dieses S-D-Netzwerks sind derart festgelegt, dass Signale von der Pforte P1 immer mit identischer Phasenlage zu den Pforten P3 und P4 und Signale von den Pforten P3 und P4 mit identischer bzw. inverser Phasenlage als Summen- bzw. Differenzsignal sum; diff zu den Pforten P1 bzw. P2 gelangen. Diese Summen- bzw. Differenzsignale sum; diff werden über die Pforte P1, den Zirkulator C und ein Kompressionsnetzwerk KN-S bzw. die Pforte P2 und ein Kompressionsnetzwerk KN-D dem Detektor DD/SP zugeführt. Selbstverständlich sind in den einzelnen Modulen noch Vor- und Endverstärker vorgesehen, deren Einsatz dem Fachmann bekannt ist.

Die Schaltungsanordnung funktioniert wie folgt:

Aus dem vom Oszillator MCL zugeführten Signal werden im Pulsmodulator IPM einzelne Pulse erzeugt die im Dispersionsnetzwerk DN expandiert und dem Pulsbereichsmodulator BM zugeführt werden. Der Encoder ENC steuert die Modulatoren IPM, DN (Dispersionsnetzwerk) und BM derart, dass entsprechend den am Encoder ENC anliegenden und an die Station ST+ zu übermittelnden Daten vd-t, ein up-Chirp oder ein down-Chirp (Expandierte Pulse mit entsprechender Expansionsrichtung) erzeugt und/oder zumindest eine Marke in den Bereichen B1, ..., Bn vorgesehen wird. Der vom Pulsbereichsmodulator BM an den Zirkulator Z abgegebene Abfragepuls wird zur Pforte P1 des

Summen- und Differenznetzwerks S-D-NET und über dessen Pforten P3, P4 zu den Antennen A, B geführt und zur Station ST+ übertragen. Die von der Station ST+ den Antennen A, B übermittelten Antwortsignale werden vom Summen- und Differenznetzwerks S-D-NET durch phasenrichtige Überlagerung in ein Summen- und ein Differenzsignal sum, diff umgewandelt und über die Pforte P1 und den Zirkulator C bzw. die Pforte P2 an das Kompressionsnetzwerk KN-S bzw. KN-D abgegeben. In diesen Kompressionsnetzwerken KN werden die empfangenen Signale, die aus Folgen von expandierten Pulsen bestehen, vorverstärkt, komprimiert und an den Detektor DD/SP weitergeleitet. Im Detektor DD/SP wird durch Teilung des Differenzsignals diff durch das Summensignal sum vorzugsweise ein normiertes Signal $\text{diff-n} = \text{diff} / \text{sum}$ gebildet, aufgrund dessen die relative Lage und Bewegungsrichtung der Stationen ST und ST+ festgestellt werden kann. Die Polarität des Signals diff-n gibt an, ob die Station ST links oder rechts der Station ST+ liegt. Dessen Signalstärke entspricht dem relativen Abstand. Aufgrund des Signalverlaufs (Annäherungsrichtung an den Nullpunkt der Diskriminator Kennlinie kann die relative Bewegungsrichtung (Annäherung von der linken oder rechten Seite) ermittelt werden. Aufgrund der Anzahl der dem Signalprozessor zugeführten Pulse und/oder deren Phasenlage können ferner das fixe Kodewort und die variablen Daten entnommen werden. Als zeitliche Referenz wird vorzugsweise der in der Station ST bekannte Zeitpunkt des Absendens des Abfragepulses gewählt. Durch den Dekoder DEC werden daher folgende Signale bzw. Daten abgegeben:

Relative Bewegungsrichtung tdir
Relativer Abstand lloc
Kodewort bzw. feste Daten fd
Variable Daten von der Station ST+ vd-b

Zur Erhöhung der Datenübertragungsrate kann ferner wie in der Schaltungsanordnung nach Fig. 3a vorgesehen werden, dass die Abfragepulse FSK-moduliert werden.

Fig. 3f zeigt eine weitere prinzipielle Schaltungsanordnung der Station ST und der Station ST+, bei denen in Richtung zur Station ST+ FSK- und in Richtung zur Station ST PSK-modulierte Signale übertragen werden. Der in der Station ST vorgesehene Oszillator MCL ist einerseits mit dem Encoder ENC und andererseits über einen FSK-Modulator FSK-M, einen Pulsmodulator IPM und einen Zirkulator C mit einer Antenne A verbunden. Der Zirkulator C ist ferner über einen Detektor DET mit einem Dekoder DEC verbunden. Der Ausgang des Modulators FSK-M ist ferner mit den Referenzfrequenzeingängen des Dekoders DEC und des Detektors DET verbunden. Der Encoder ENC ist mit Steuereingängen des Modulators FSK-M und des Pulsmodulators IPM verbunden. Die Station ST+, die im wesentlichen aus dem unter Fig. 2a beschriebenen Oberflächenwellen-Bauteil OFW besteht, weist ferner einen Detektor und ein Register auf die z.B. über zusätzliche Datenpuffer mit einer Schnittstelle

verbunden sind. Vom Register werden dem Phasenmodulator PM Daten vd-b zugeführt und vom Detektor werden die Ausgangssignale der Bandpassfilter BP1, BP2 entnommen. Die von der Station ST+ reflektierten und phasenmodulierten Signale können in der Station ST wiederum nur korrekt detektiert werden, falls ein Referenzsignal zur Verfügung steht. Da die Abfragepulse zwischen z.B. zwei Frequenzen frequenzumgetastet sind, wird daher das Ausgangssignal des Modulators FSK-M im Detektor DET als Referenz verwendet. Vorzugsweise können z.B. auch mindestens zwei Referenzoszillatoren (oder mindestens zwei von einem Oszillator abgeleitete Signale) verwendet werden. Durch einen vom Enkoder gesteuerten Umschalter würde dabei jeweils der Ausgang eines Oszillators mit den Eingängen des Pulsmodulators IPM, des Detektors DET und des Dekoders DEC verbunden.

Die Antennen A, B bzw. die Antenne ANT können, wie z.B. in Fig. 2a und 2b gezeigt, als Schlaufen oder als Dipole ausgebildet sein. Um eine möglichst grosse Entkopplung von Stationen zu erreichen, die auf parallelen Fahrbahnen vorgesehen sind, werden die Antennen A, B, ANT orthogonal zur Bewegungsrichtung der Stationen ST und ST+ angeordnet. Die Anordnung längerer Antennen A, B, ANT längs der Bewegungsrichtung der Stationen ST und ST+ erlaubt im Gegensatz dazu eine längere Kontaktzeit zwischen denselben.

In Fig. 6 ist ein OFW-Bauteil gezeigt, dessen Reflektoren RFT über vorzugsweise steuerbare Impedanzen IMP mit Erde verbunden oder verbindbar sind. Die Impedanzen IMP sollen dabei grundsätzlich als induktive oder kapazitive Widerstände dienen.

Zur Erzielung von maximalen Reflektionswerten werden die Reflektoren RFT mit derart gewählten induktiven Widerständen IMP verbunden, dass die Eigenkapazität der Reflektoren RFT kompensiert wird. Zur Erzielung von minimalen Reflektionswerten werden die Reflektoren RFT mit kapazitiven Widerständen IMP verbunden. Zur Erzielung von Reflektionswerten zwischen diesen Eckwerten werden die Reflektoren RFT mit induktiven, kapazitiven und/oder realen Widerständen IMP verbunden.

Als Impedanzen können z.B. Kapazitätsdioden oder elektronische Impedanzen verwendet werden. Ferner kann z.B. ein Parallelkreis vorgesehen werden, bei dem die Induktivität und/oder Kapazität durch einen Feldeffekttransistor zu- oder abschaltbar ist.

Die Impedanzen IMP sind über Steuerleitungen mit dem Ausgang einer Steuereinheit IMPC verbunden, durch die für jeden Reflektor RFT das Reflektionsverhalten festlegbar ist. Z.B. wird es dadurch möglich, festzulegen, dass die ersten beiden Reflektoren RFT 50% und die letzten drei Reflektoren RFT 100% der maximal möglichen Energie reflektieren. Dadurch ergeben sich natürlich zusätzliche Freiheitsgrade bei der Festlegung möglicher Kodewörter.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Datenübertragung zwischen

zwei Stationen (ST, ST+), von denen mindestens die erste Station (ST+) wenigstens eine mit Reflektionsstellen versehene Verzögerungsleitung (OFW) aufweist, die mit einem zur Leitung von Oberflächenwellen geeigneten Substrat versehen ist, auf dem wenigstens ein Interdigitalwandler (IDW) und mindestens ein Reflektor (RFT) vorgesehen sind, wobei von der zweiten Station (ST) ein expandierter trägerfrequenter Abfragepuls an die erste Station (ST+) bzw. die Verzögerungsleitung (OFW) übertragen wird und dass die von der ersten Station (ST+) bzw. der Verzögerungsleitung (OFW) abgegebenen Antwortpulse in der zweiten Station (ST) komprimiert und dekodiert werden.

2. Verfahren zur Datenübertragung zwischen zwei Stationen (ST, ST+), von denen mindestens die erste Station (ST+) wenigstens eine mit Reflektionsstellen versehene Verzögerungsleitung (OFW) aufweist, die mit einem zur Leitung von Oberflächenwellen geeigneten Substrat versehen ist, auf dem wenigstens ein Interdigitalwandler (IDW) und mindestens ein Reflektor (RFT) vorgesehen sind, wobei von der zweiten Station (ST) Pulse an die erste Station (ST+) übertragen werden, die in Abhängigkeit von den zu übertragenden Daten frequenzumgetastet bzw. FSK-moduliert und in der ersten Station (ST+) dekodiert werden und dass die von der ersten Station (ST+) bzw. der Verzögerungsleitung (OFW) abgegebenen Antwortpulse in der zweiten Station (ST) dekodiert werden.

3. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest einer von n auf der Verzögerungsleitung (OFW) vorgesehenen Reflektoren (RFT) in Abhängigkeit von zu übertragenden Daten aktiviert oder deaktiviert wird und dass die von der ersten Station (ST+) zur zweiten Station (ST) reflektierte Pulssequenz vorzugsweise aus Pulsen zusammengefügt wird, die entsprechend einem festgelegten Kodewort festgelegt und/oder entsprechend den zu übertragenden Daten veränderbar sind.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass zur Aktivierung der Reflektoren (RFT), deren Blindwiderstand reduziert und/oder zur Deaktivierung der Reflektoren (RFT), deren Blindwiderstand erhöht wird.

5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Blindwiderstand der Reflektoren (RFT) durch Zuschaltung eines festen oder änderbaren kapazitiven oder induktiven Widerstandes (IMP) auf einen gewünschten Wert geändert wird, um einen gewünschten Reflektionsgrad für jeden Reflektor (RFT) zu erzielen.

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Reflektionsgrad jedes Reflektors (RFT) derart geändert wird, dass als Antwort auf einen Abfragepuls eine Sequenz von Pulsen gleicher oder unterschiedlicher Intensität abgegeben wird.

7. Oberflächenwellen-Bauteil (OFW) zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 4, 5 oder 6, das ein zur Leitung von Oberflächenwellen geeignetes Substrat aufweist, auf dem mindestens ein Interdigitalwandler und mindestens ein Reflektor (RFT) vorgesehen sind, dadurch gekennzeichnet, dass die Reflektoren (RFT) und/oder der

Interdigitalwandler (IDW) mit festen oder änderbaren reellen, kapazitiven und/oder induktiven Widerständen (IMP) verbindbar sind.

8. Oberflächenwellen-Bauteil (OFW) nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die festen oder änderbaren Widerstände (IMP) über einen Datenbus änderbar bzw. schaltbar sind. 5

9. Oberflächenwellen-Bauteil (OFW) nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, dass die festen oder änderbaren Widerstände (IMP) schaltbare elektronische Impedanzen sind. 10

10. Oberflächenwellen-Bauteil (OFW) nach einem der Ansprüche 7, 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, dass eine Steuereinheit (IMPC) vorgesehen ist, die zur programmgemässen Einstellung/Zuschaltung der Widerstände (IMP) dient. 15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

10

Fig. 1

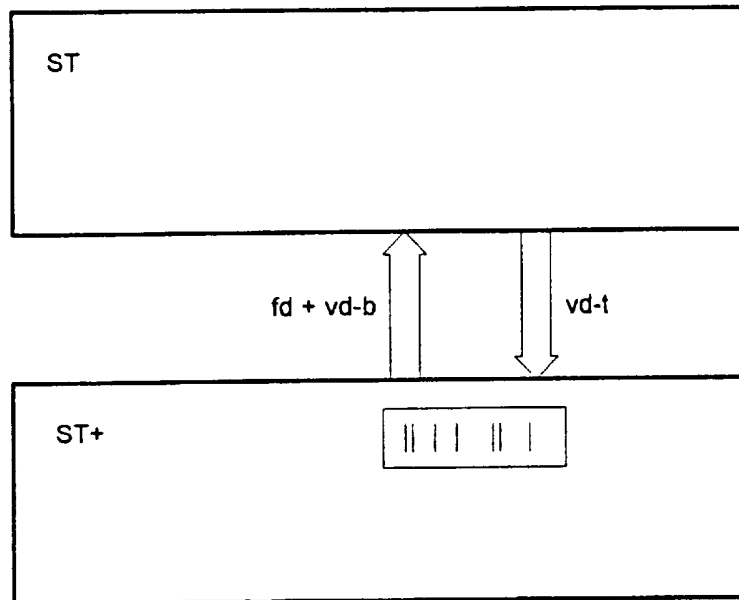


Fig. 5

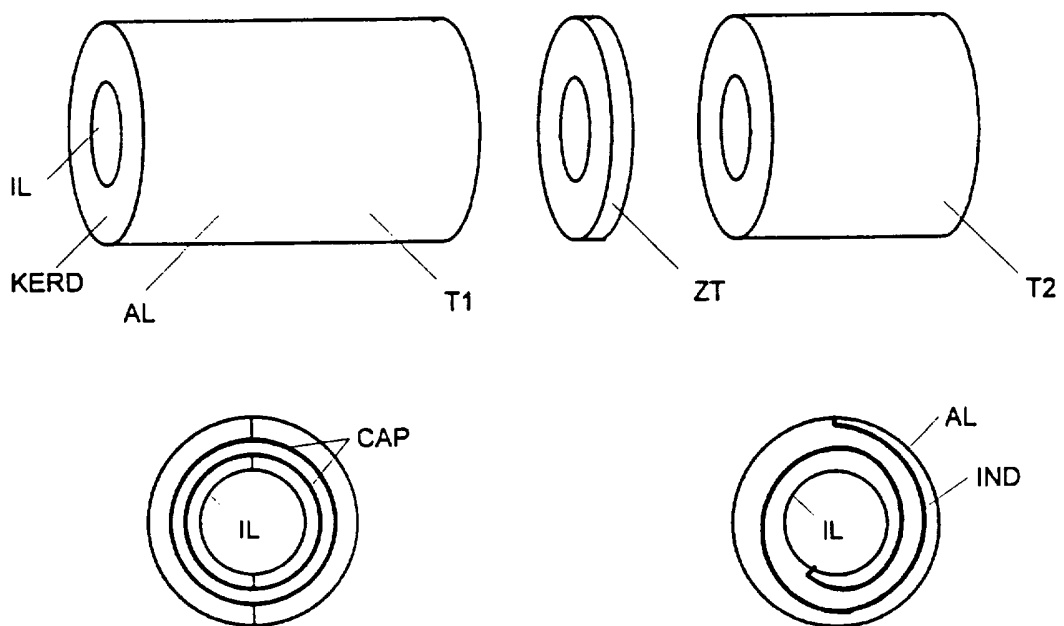


Fig. 2a

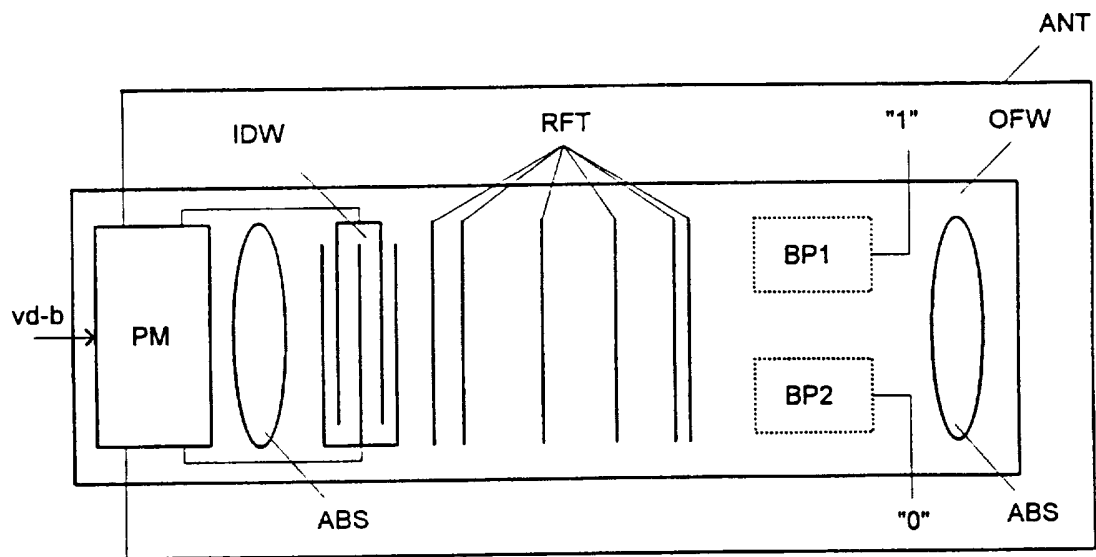


Fig. 2b

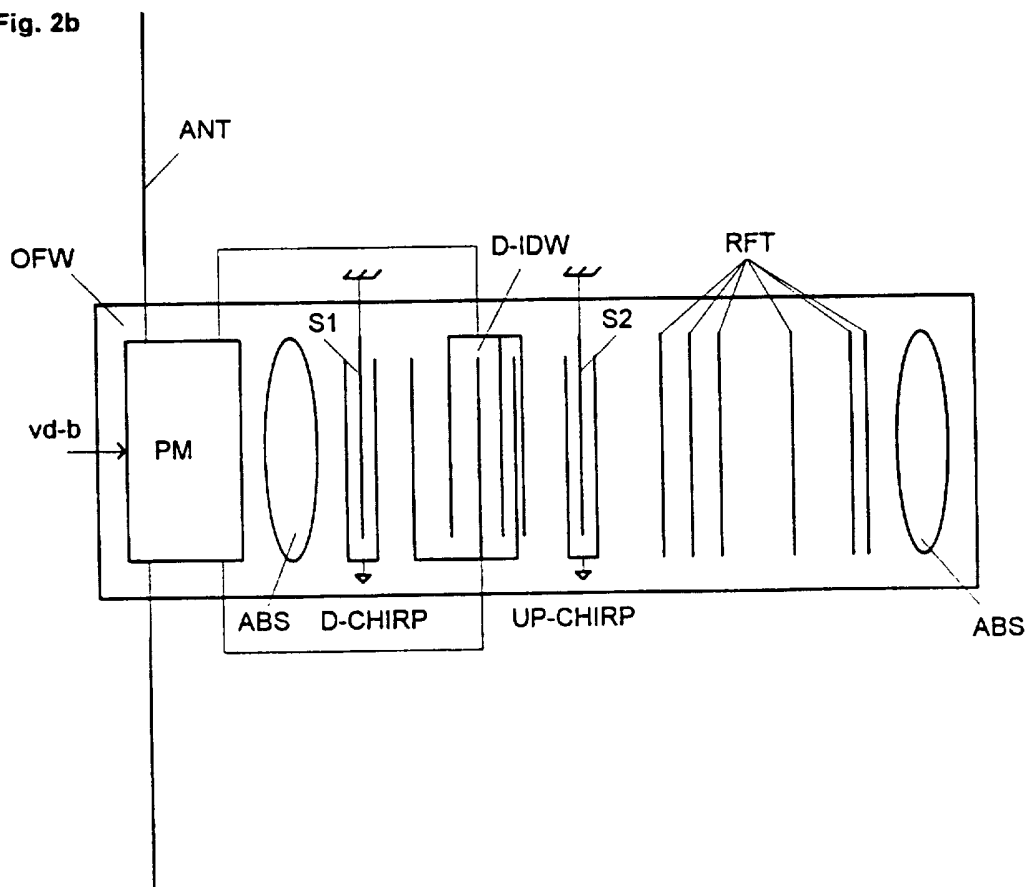


Fig. 2c

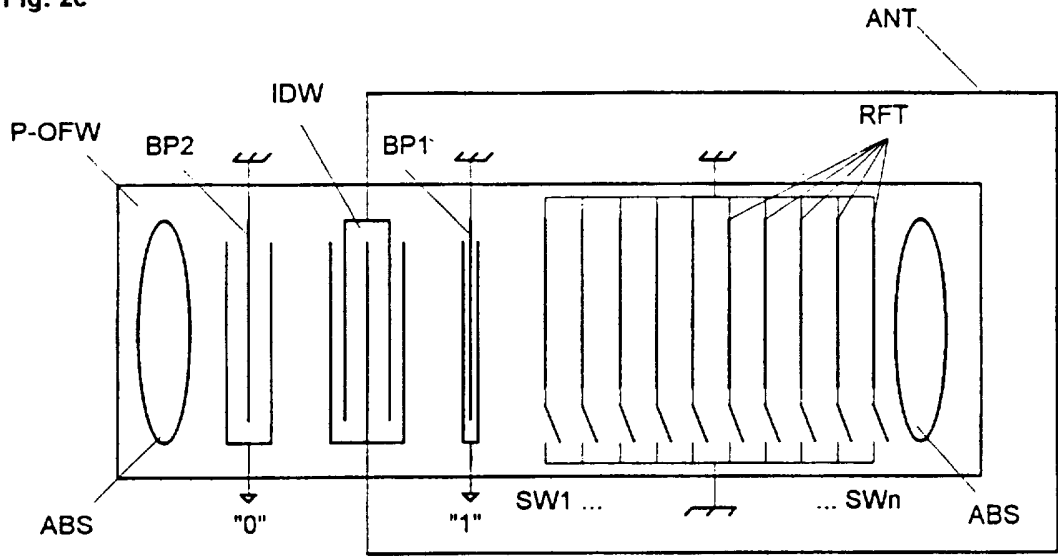


Fig. 2d

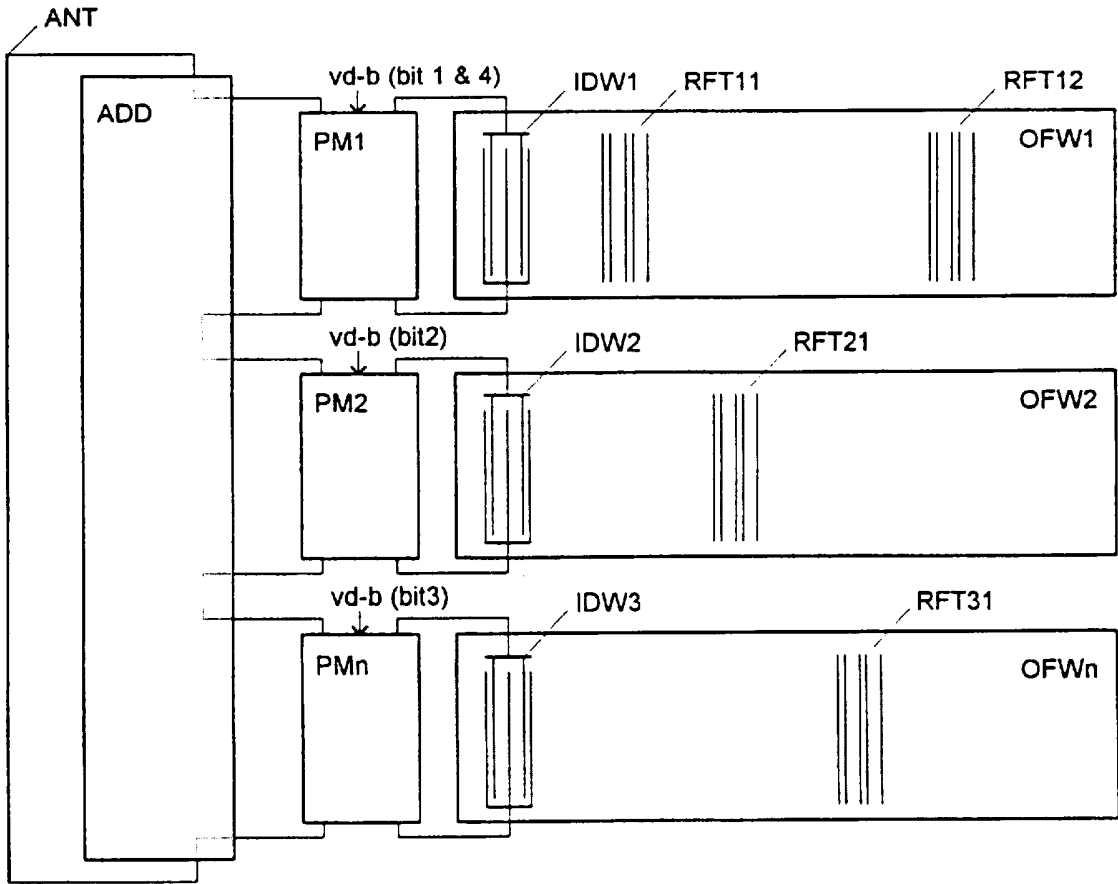


Fig. 3a

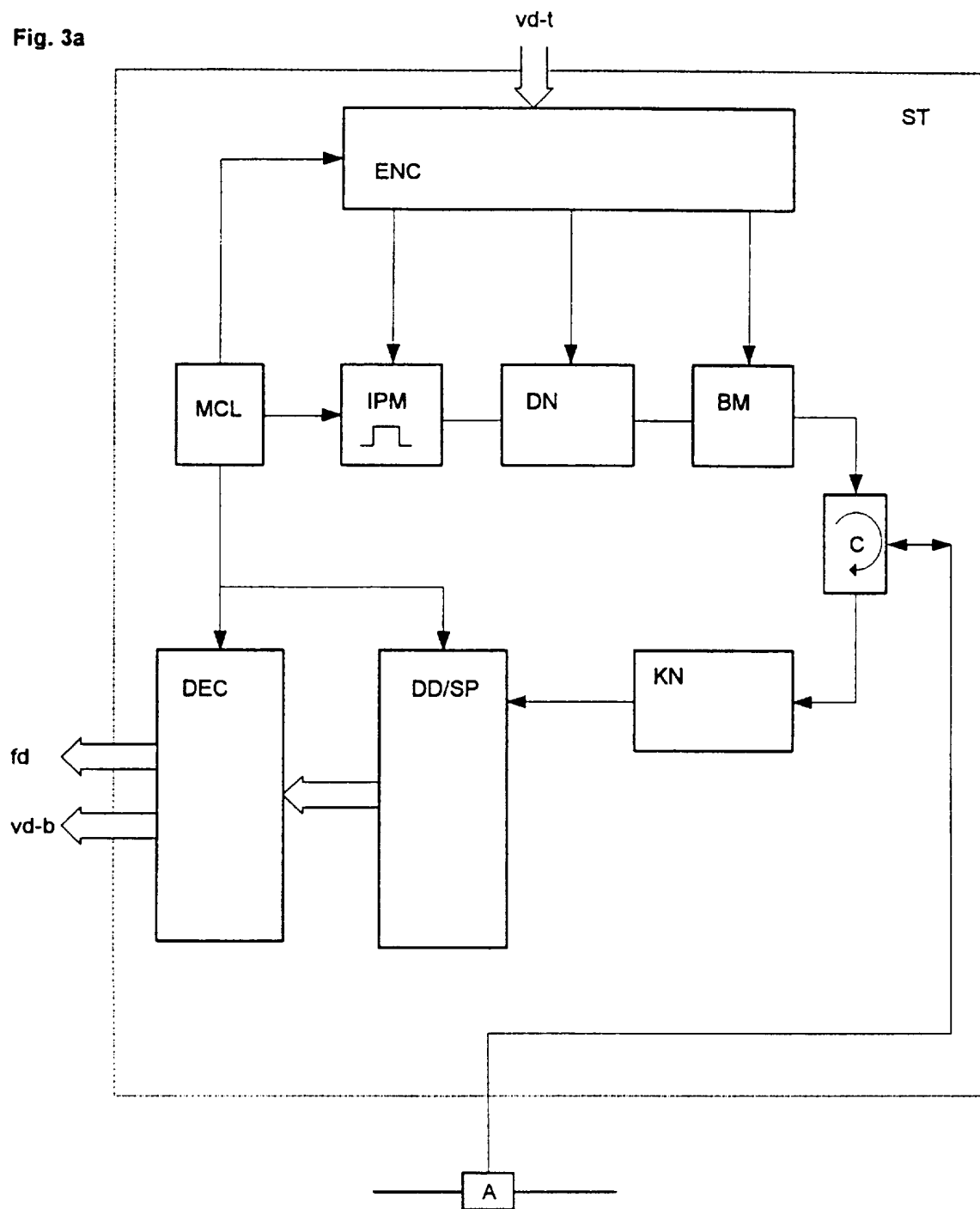


Fig. 3b

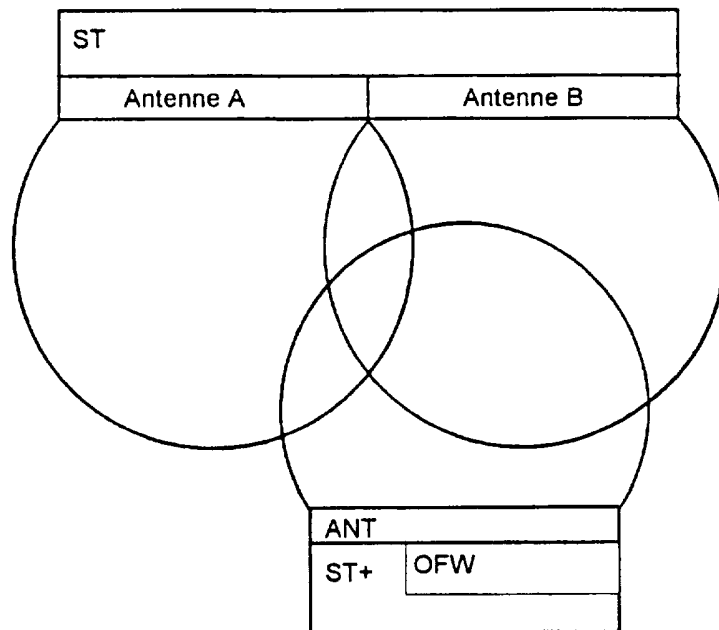


Fig. 3c

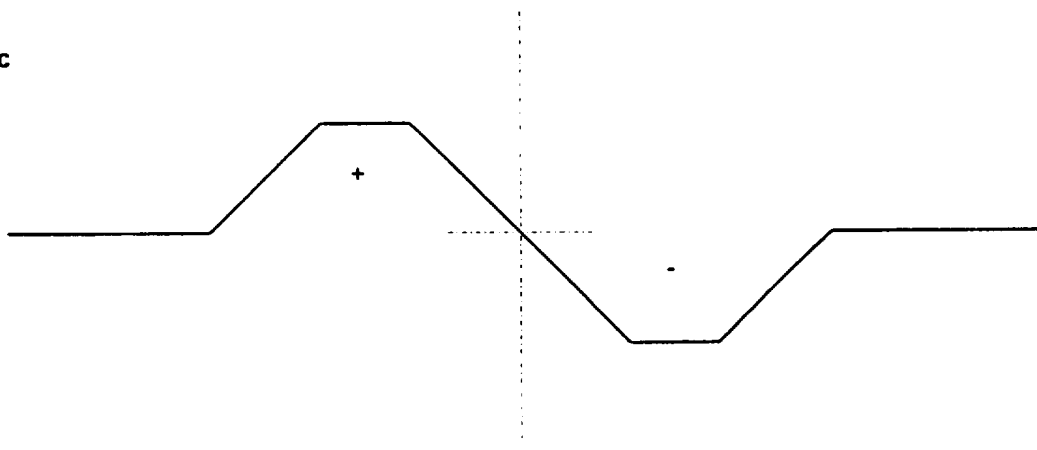


Fig. 4

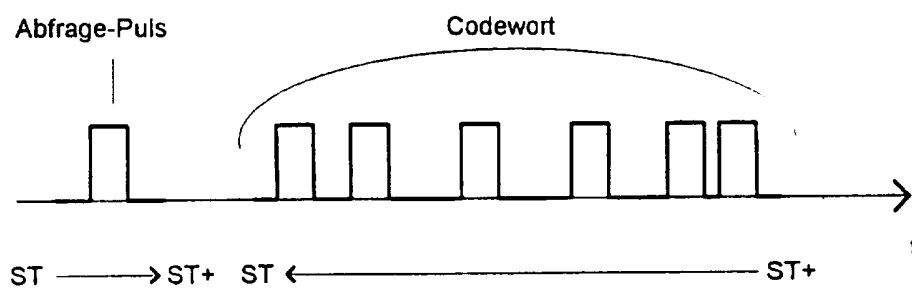


Fig. 3d

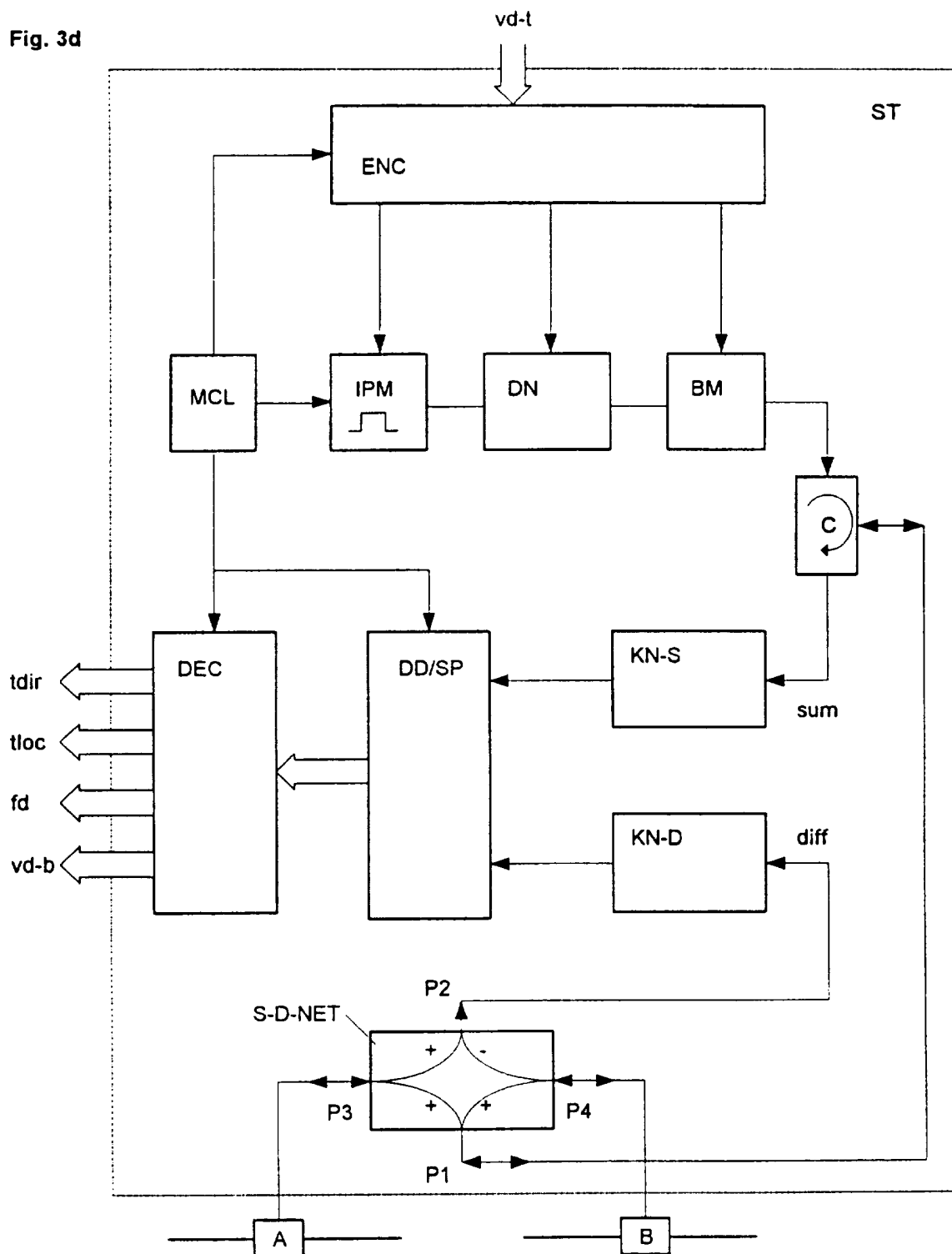


Fig. 3e

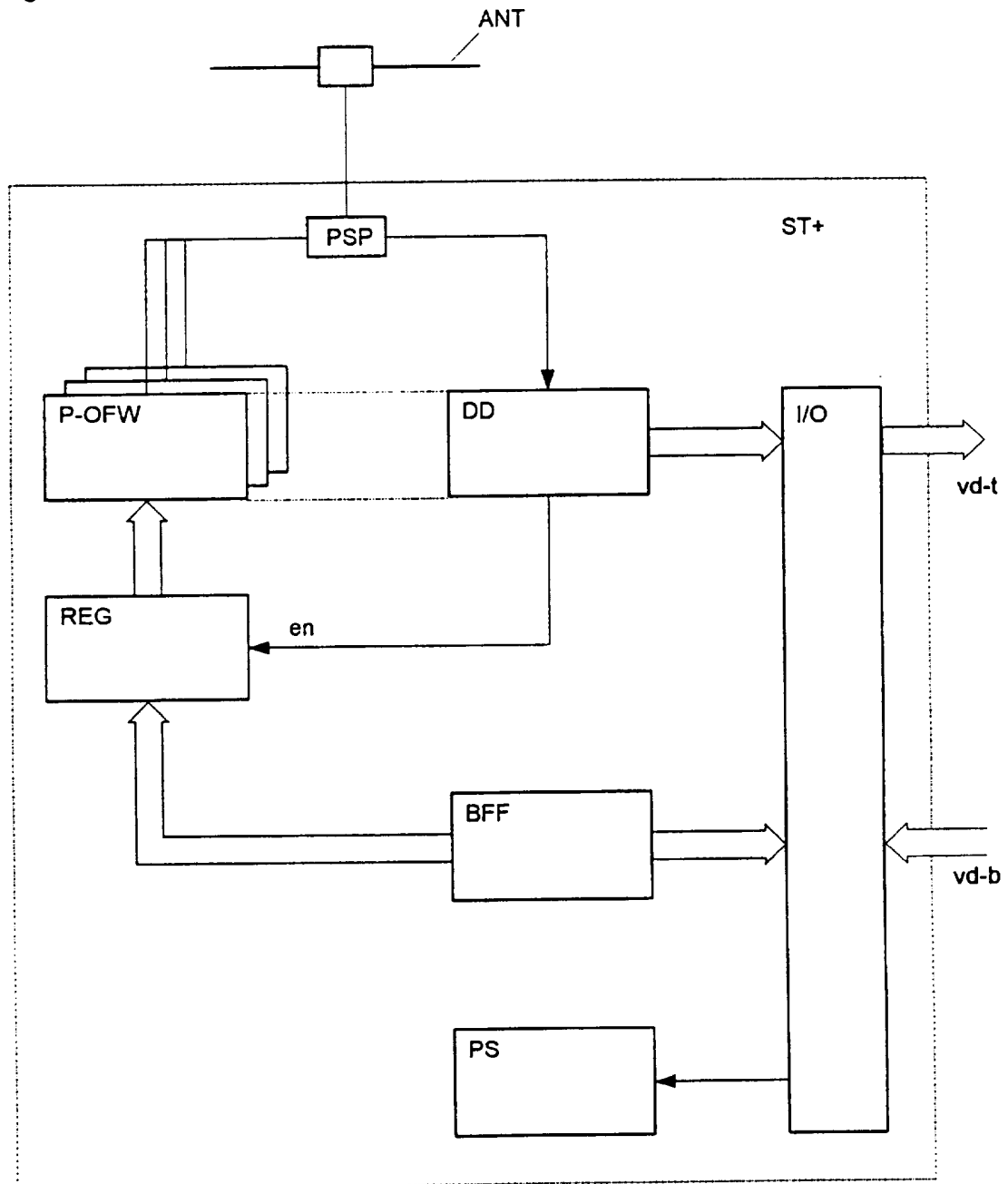


Fig. 3f

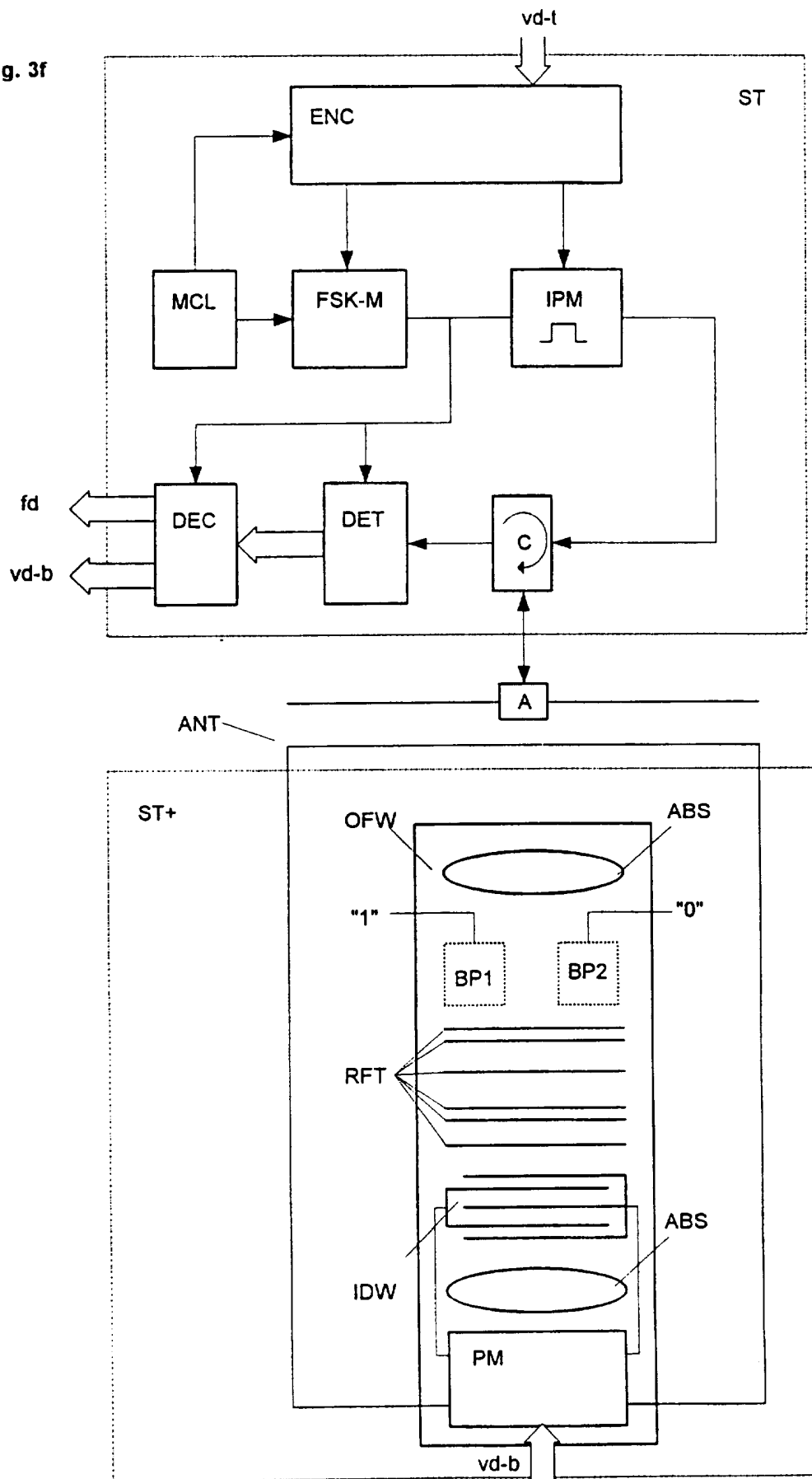


Fig. 6

