(19) österreichisches patentamt

(10) **AT 17666 U2 2022-10-15**

(12) # Gebrauchsmusterschrift

(21) Anmeldenummer: GM 50044/2022
(22) Anmeldetag: 01.03.2021
(24) Beginn der Schutzdauer: 15.10.2022
(45) Veröffentlicht am: 15.10.2022

(51) Int. Cl.: ***H04B 5/00*** (2006.01)
B06B 1/06 (2006.01)
B06B 3/00 (2006.01)
G10K 11/24 (2006.01)
H04B 11/00 (2006.01)

(60) Abzweigung aus EP 2021055037

(30) Priorität:
31.03.2020 DE 102020108905.8 beansprucht.

(73) Gebrauchsmusterinhaber:
TDK Electronics AG
81671 München (DE)

(74) Vertreter:
Wildhack & Jellinek Patentanwälte OG
1030 Wien (AT)

(54) **Akustisches Übertragungssystem, Primärschaltung, Sekundärschaltung, Verfahren zum Übertragen und Verwendung eines akustischen Übertragungssystems**

(57) Er wird ein akustisches Übertragungssystem angegeben, mit dem Informationen mit einem Volumen ausgetauscht werden können das hermetisch und/oder durch eine Barriere abgetrennt ist, die intransparent für elektromagnetische Wellen ist. Das Übertragungssystem hat eine Primärseite mit einer Sendeeinheit, einer Empfangseinheit und einem elektroakustischen Wandler. Die Sekundärseite hat einen Transponder und einen elektroakustischen Wandler und ein Medium zwischen Primär- und Sekundärseite ist für akustische Signale durchlässig.

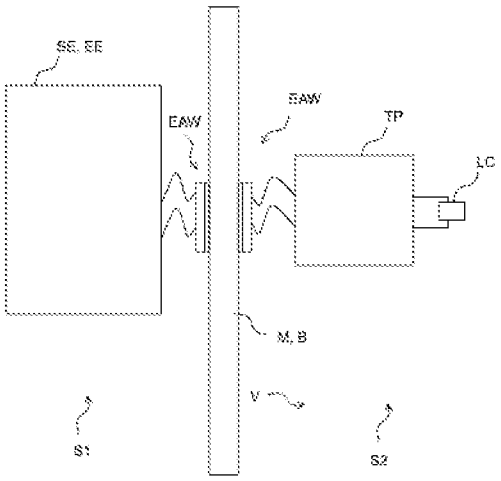


Fig. 1

AT 17666 U2 2022-10-15

Beschreibung

AKUSTISCHES ÜBERTRAGUNGSSYSTEM, PRIMÄRSCHALTUNG, SEKUNDÄRSCHALTUNG, VERFAHREN ZUM ÜBERTRAGEN UND VERWENDUNG EINES AKUSTISCHEN ÜBERTRAGUNGSSYSTEMS

[0001] Die Erfindung betrifft das Übertragen von Energie und/oder Informationen über eine hermetische und/oder galvanische Barriere hinweg. Insbesondere betrifft die Erfindung das dazugehörige Übertragungssystem, das mit akustischen Wellen arbeitet, die Primärschaltung dazu, die Sekundärschaltung dazu, Verfahren zum Übertragen von Informationen und/oder Energie über die Barriere hinweg und die Verwendung eines entsprechenden akustischen Übertragungssystems.

[0002] Es existiert ein Bedarf, industrielle Prozesse erfassen und steuern zu können. Problematisch ist das Erfassen und Steuern von Prozessen, die für konventionelle Messtechnik schwer erfassbar sind. Dazu gehören Beispiele aus der Industrie, der Luftfahrt, der Schifffahrt und anderen Gebieten, bei denen der zu messende Raum, der die entsprechenden zu messenden Parameter bestimmt, durch eine Barriere abgegrenzt ist. Als Barrieren kommen Druckgefäße oder allgemein abgeschlossene Strukturen in Frage. Besonders problematisch sind solche Barrieren, die hermetisch dicht sind und/oder intransparent für elektromagnetische Wellen sind.

[0003] Speziell problematisch sind Barrieren, in die kein Loch gebohrt werden kann oder soll durch das ein Messfühler in den zu messenden Raum eingebracht werden kann.

[0004] Es ist bekannt, dass akustische Wellen entsprechende Barrieren durchqueren können. Z.B. aus dem Patent US 5,594,705 sind elektroakustische Wandler bekannt. Entsprechende Übertragungsanordnungen sind beispielsweise im Übersichtsartikel von Ding-Xin Yang, Zheng Hu, Hong Zhao, Hai-Feng Hu, Yun-Zhe Sun and Bao-Jian Hou: „Through-Metal-Wall Power Delivery and Data Transmission for Enclosed Sensors: A Review“ in Sensors 2015, 15, 31581-31605, https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4721790/ beschrieben. Aus dem Beitrag "State-of-the-Art Developments of Acoustic Energy Transfer" (Md Rabiul Awal, Muzammil Jusoh, Thennarasan Sabapathy, Muhammad Ramlee Kamarudin, and Rosemizi Abd Rahim; International Journal of Antennas and Propagation, Volume 2016, Article ID 3072528, Hindawi Publishing Corporation, https://www.researchgate.net/publication/307893860_State-of-the-Art_Developments_of_Acoustic_Energy_Transfer) ist die Verwendung von akustischen Wellen zur Energieübertragung bekannt. Aus dem Patent DE 102007038419 B4 ist beispielsweise ein Sensorsystem innerhalb eines metallischen Gehäuses bekannt, welches von außen mittels Ultraschall mit Energie versorgt werden kann und die Sensordaten ebenfalls mittels Ultraschall übermittelt werden können.

[0005] Es besteht somit der Wunsch zu verbesserten Übertragungssystemen, die entsprechende Barrieren überwinden können, ohne die Funktionsfähigkeit der Barriere zu beeinflussen.

[0006] Dazu wird ein akustisches Übertragungssystem gemäß dem unabhängigen Anspruch angegeben. Abhängige Ansprüche geben vorteilhafte Ausgestaltungen des Systems sowie vorteilhafte Primärschaltungen, Sekundärschaltungen und Verfahren zum Übertragen sowie vorteilhafte Verwendungen des Übertragungssystems an.

[0007] Das Übertragungssystem hat auf einer Primärseite eine Sendeeinheit, eine Empfangseinheit und einen elektroakustischen Wandler. Die Sendeeinheit ist dafür vorgesehen und geeignet, ein Sendesignal bereitzustellen. Die Empfangseinheit ist dafür vorgesehen und geeignet, ein Empfangssignal als Antwort auf das Sendesignal zu empfangen. Der elektroakustische Wandler ist dafür vorgesehen und geeignet, das Sendesignal in ein akustisches Signal und ein akustisches Signal in ein Empfangssignal zu wandeln. Ferner hat das Übertragungssystem auf einer Sekundärseite einen Transponder und einen elektroakustischen Wandler. Der Transponder ist dafür vorgesehen und geeignet, ein Empfangssignal zu empfangen und ein Sendesignal zu senden. Der elektroakustische Wandler der Sekundärseite kann dabei in akustischen Kontakt mit dem

elektroakustischen Wandler der Primärseite treten. Ferner hat das akustische Übertragungssystem ein Medium zwischen der Primärseite und der Sekundärseite das für akustische Signale durchlässig ist.

[0008] Im Wesentlichen stellt das Medium die Barriere dar, die es zu überwinden gilt, wenn Informationen zwischen den Seiten der Barriere ausgetauscht werden sollen. Die Barriere kann dabei intransparent für elektromagnetische Wellen sein und außen und innen hermetisch voneinander trennen. Jeder der beiden elektroakustischen Wandler des Übertragungssystems kann ein piezoelektrischer Wandler sein. Ein piezoelektrischer Wandler kann ein piezoelektrisches Element und Elektrodenstrukturen umfassen. Mittels des piezoelektrischen Effekts wandelt das piezoelektrische Element zwischen elektrischen und akustischen Wechselsignalen. Wandler, die mit longitudinalen akustischen Wellen arbeiten, haben üblicherweise einen Sandwichaufbau, bei dem das piezoelektrische Material zwischen einer unteren und einer oberen Elektrode angeordnet ist. Zusammen mit einem entsprechenden akustischen Abschluss kann der entsprechende elektroakustische Wandler als elektroakustischer Resonator arbeiten.

[0009] Es ist möglich, dass das Übertragungssystem auf der Sekundärseite einen Sensor umfasst.

[0010] Der Sensor kann dabei ein Temperatursensor, Drucksensor, Feuchtigkeitssensor, Gassensor, Lichtsensor, Impulszähler, Mikrofon oder ein Sensor von einem ähnlichen Typ sein. Insbesondere kann der Sensor ein MEMS-Sensor (MEMS = micro electromechanical system = mikroelektromechanisches System) sein. Solche Sensoren sind kostengünstig in großer Anzahl herzustellen, weisen gute elektrische Eigenschaften und ein gutes Signal-zu-Noise Verhältnis auf und haben einen geringen Energieverbrauch.

[0011] Es ist möglich, dass das Übertragungssystem auf der Sekundärseite eine Logikschaltung umfasst.

[0012] Die Logikschaltung kann mit dem Sensor verschaltet sein, den Sensor ansteuern und auslesen und gegebenenfalls notwendige Vorspannungen für den Sensor zur Verfügung stellen. Die Logikschaltung kann dabei das Sensorsignal erfassen. Das Sensorsignal ist üblicherweise ein analoges Sensorsignal. Entsprechend - falls ein digitales Ausgangssignal gewünscht ist - kann die Logikschaltung einen A/D Wandler umfassen und/oder die Stärke des Ausgangssignals des Sensors verstärken.

[0013] Zur Kommunikation mit der Primärseite kann die Sekundärseite des Übertragungssystems einen Modulator umfassen. Der Modulator kann beispielsweise einen MOSFET umfassen (MOSFET = metal oxid semiconductor field effect transistor). Mittels des Modulators kann ein Signal so kodiert werden, dass die Sekundärseite die Primärseite z.B. über entsprechende Sensormesswerte informiert.

[0014] Die Modulation kann dabei eine Amplitudenmodulation, eine Frequenzmodulation, eine Phasenmodulation oder eine komplexe Modulation, die unterschiedliche der oben genannten Modulationsformen kombiniert sein. Ein Ein- bzw. Ausschalten einer Amplitude für die Rückantwort zur Primärseite ist dabei eine Spezialform der Amplitudenmodulation.

[0015] Es ist möglich, dass die Sekundärseite entsprechend einen Modulator zum Modulieren der elektrischen Last am sekundärseitigen elektroakustischen Wandler aufweist.

[0016] Das Modulieren der elektrischen Last am sekundärseitigen elektroakustischen Wandler stellt eine bevorzugte Ausführungsform dar, da diese als besonders energiesparende Schaltung realisierbar ist. An den sekundärseitigen elektroakustischen Wandler ist dabei eine elektrische Last angeschlossen, deren Impedanz durch den Modulator variierbar ist. Empfängt die Sekundärseite, d.h. der elektroakustische Resonator auf der Sekundärseite akustische Wellen von der Primärseite, die die Barriere durchquert haben, so wandelt der elektroakustische Wandler auf der Sekundärseite die akustischen Signale in elektrische Signale um. Die elektrische Last auf der Sekundärseite wird mit diesen elektrischen Signalen beaufschlagt. Das System aus sekundärseitigem elektroakustischem Wandler und der daran angeschlossenen elektrischen Last einstellba-

rer Impedanz stellt dabei ein Reflektionselement für akustische Wellen dar, dessen Reflektionskoeffizient durch Einstellen der elektrischen Last einstellbar ist. Somit bewirkt eine Modulation der elektrischen Last am sekundärseitigen elektroakustischen Resonator eine Modulation des Reflektionsfaktors für die akustischen Wellen. Auf der Primärseite können dann entsprechend der Modulation des Reflektionsfaktors modulierte akustische Wellen empfangen und entsprechend ausgewertet werden.

[0017] Das Modulieren der elektrischen Last zum Modulieren des Reflektionsfaktors braucht dazu keine spezielle Anregung von Wellen auf der Sekundärseite des Übertragungssystems, sodass auf der Sekundärseite der entsprechende Energieverbrauch für die Kommunikation mit der Primärseite minimal ist.

[0018] Der Energieverbrauch auf der Sekundärseite kann dabei sogar so gering sein, dass Energie, die die akustischen Wellen von der Primärseite zur Sekundärseite transportiert, genügt, um die sekundärseitigen Schaltungselemente mit Energie zu versorgen. Elektrische Energie kann dabei leicht durch den elektroakustischen Wandler aus der akustischen Energie von der Primärseite gewonnen werden.

[0019] Dazu ist es möglich, dass das Übertragungssystem auf der Sekundärseite einen Gleichrichter aufweist, der entsprechende Ausgangsströme und Ausgangsspannungen am sekundärseitigen elektroakustischen Wandler - gegebenenfalls mit Kondensatoren zur Glättung - als sekundärseitige Gleichspannung zur Verfügung stellt.

[0020] Es ist möglich, dass der Gleichrichter zwischen dem elektroakustischen Wandler und dem Modulator verschaltet ist.

[0021] Alternativ dazu oder zusätzlich ist es möglich, dass der Gleichrichter direkt mit dem Modulator verschaltet ist.

[0022] Ein Anordnen des Modulators, z.B. in Form eines MOSFET Transistors - direkt hinter dem Gleichrichter, im Gegensatz zu den Schaltungen der US 5,594,705, hat den Vorteil, dass eine eintreffende Trägerfrequenz von der Primärseite vom z.B. digital geschalteten Modulator, z.B. Transistor, während der Lastmodulation nicht auf 0 Volt reduziert wird, weil sich am Gleichrichter ein geringer Spannungsabfall ergibt. Diese verbleibende Spannung der Trägerfrequenz, die z.B. in der Größenordnung von 100 mV liegen kann, kann von der sekundärseitigen Schaltung genutzt werden, um ein Taktsignal auf der sekundärseitigen Schaltung auch in diesem Zeitabschnitt der Kommunikation zu erhalten.

[0023] Es ist möglich, dass das Übertragungssystem einen Transistor umfasst, dessen Basis mit einem Anschluss für die Lastmodulation verschaltet ist.

[0024] Es ist möglich, dass der Transistor der oben genannte MOSFET ist.

[0025] Es ist möglich, dass das Übertragungssystem einen Gleichrichter, z. B. den oben genannten Gleichrichter, zwischen einem elektroakustischen Wandler und dem Transistor umfasst. Dadurch ist es möglich, dass bei Kurzschließen des Transistors die Spannung am elektroakustischen Wandler bei der Lastmodulation nicht Null wird.

[0026] Es ist dadurch auch während der Modulation möglich, den Takt auf der Sekundärseite von einer eintreffenden akustischen Welle mit der Trägerfrequenz Primärseite abzuleiten.

[0027] Es ist möglich, dass das Übertragungssystem auf der Sekundärseite einen Zwischenenergiespeicher umfasst. Der Zwischenenergiespeicher kann einen Kondensator und/oder einen Akkumulator umfassen. Der Zwischenspeicher kann dabei Energie speichern, die für weniger häufige Messprozesse notwendig ist. So sind beispielsweise Messprozesse, die einen Lichtbogen zwischen zwei Elektroden verwenden, möglich. Entsprechend der von der Primärseite übermittelten Energie, die zu Messungen auf der Sekundärseite zur Verfügung steht und der Frequenz, mit der auf der Sekundärseite gemessen werden soll, ist im Wesentlichen die verfügbare Energie pro Messvorgang vorgegeben.

[0028] Es ist möglich, dass der Transponder dazu vorgesehen und geeignet ist, den Takt des Empfangssystems als Systemtakt zu verwenden. Das Empfangssystem empfängt dabei den Takt der akustischen Wellen, die die Primärseite über die Barriere an die Sekundärseite übermittelt.

[0029] Im Gegensatz zu konventionellen Informationsübertragungssystemen benötigt die Sekundärseite somit keinen eigenen Oszillator als Taktgeber für digitale Schaltungen. Dadurch kann wiederum Energie eingespart werden, die für Messprozesse zur Verfügung steht.

[0030] Entsprechend ist es möglich, dass die Sekundärseite frei von einem Oszillator für die Rückkommunikation ist.

[0031] Ferner ist es sogar möglich, dass die Sekundärseite frei von einem Oszillator als Taktgeber überhaupt ist, da auch für übrige Schaltungskomponenten auf der Sekundärseite der Takt des von der Primärseite empfangenen Signals verwendbar ist.

[0032] Es ist möglich, dass das Übertragungssystem auf der Sekundärseite ein elektrisches Impedanzanpassnetzwerk umfasst.

[0033] Das elektrische Impendanzanpassnetzwerk dient dabei zur Anpassung der elektrischen Impedanz zwischen der Ausgangsimpedanz des elektroakustischen Wandlers auf der Sekundärseite und den weiteren Schaltungskomponenten auf der Sekundärseite.

[0034] Das Impedanzanpassnetzwerk kann dabei geeignet verschaltete kapazitive, induktive und resistive Schaltungselemente umfassen.

[0035] Es ist möglich, dass das Übertragungssystem auf der Sekundärseite einen Frequenzverminderer umfasst.

[0036] Als Frequenzminderer kommen Schaltungen in Frage, die ein Signal mit einer Eingangsfrequenz in einem Ausgangssignal mit einer Ausgangsfrequenz, die sich von der Frequenz des Eingangssignals unterscheidet, wandelt.

[0037] Rückkommunikation mit der Primärseite kann dabei im Wesentlichen auf der verminderten Frequenz als Trägerfrequenz basieren. Auf der Primärseite kann somit mittels einer Frequenzweiche das Antwortsignal leicht vom Primärsignal separiert und ausgewertet werden.

[0038] Als Frequenzverminderer kommt insbesondere ein Frequenzhalbierer oder eine Kaskade von Frequenzhalbierern in Frage. Z.B. ergeben eine Abfolge von eins, zwei, drei, bzw. vier Frequenzhalbierern eine Halbierung, Viertelung, Achtelung bzw. Sechzehntelung der Frequenz des Trägersignals von der Primärseite. Ist die verminderte Frequenz hinreichend von der primären Frequenz verschieden, so kann die Frequenzweiche auf der Primärseite selbst bei einer starken Abschwächung der Intensität der Antwort von der Sekundärseite separieren.

[0039] Es ist möglich, dass das Übertragungssystem auf der Sekundärseite eine Schaltungseinheit mit einem Transformator und einer Parallelschaltung mit einem induktiven Element, einem kapazitiven Element und einer Logikschaltung umfasst.

[0040] Das induktive Element und das kapazitive Element können dabei eine elektrische Impedanzanpassung, gegebenenfalls in Verbindung mit dem Transformator, bewirken.

[0041] Die Logikschaltung dient zur Ansteuerung des Sensors und gegebenenfalls zur Modulation des Signals für die Rückantwort an die Primärseite.

[0042] Es ist möglich, dass das Übertragungssystem auf der Sekundärseite eine Logikschaltungs-Frontendschaltung umfasst, die einen Port, einem Versorgungsanschluss, vier Schaltungsknoten A, B, C, D und einen Operationsverstärker sowie sieben Transistoren aufweist.

[0043] Diese Schaltungskomponenten können dabei die Schaltungskomponenten einer integrierten Schaltung als Version einer Transponderschaltung für die Lastmodulation darstellen, wobei insbesondere einer der Transistoren die eigentliche Lastmodulation bewirkt.

[0044] Es möglich, dass auf der Primärseite und/oder auf der Sekundärseite eine akustische Impedanzanpassung und/oder eine elektrische Impedanzanpassung stattfindet und die zugehöri-

gen Mittel dazu vorgesehen sind.

[0045] Insbesondere ist es möglich, dass nur auf der Primärseite nur eine elektrische Impedanzanpassung stattfindet. Ferner ist es möglich, dass nur auf der Sekundärseite nur eine elektrische Impedanzanpassung stattfindet. Ferner ist es möglich, dass nur auf der Primärseite bzw. nur auf der Sekundärseite eine akustische Impedanzanpassung stattfindet.

[0046] Allerdings ist es auch möglich und vorteilhaft, wenn sowohl die Primärseite als auch die Sekundärseite eine elektrische Impedanzanpassung aufweist. Entsprechend ist es auch vorteilhaft, wenn sowohl die Primärseite als auch die Sekundärseite eine akustische Impedanzanpassung aufweist.

[0047] Elektrische Impedanzanpassungen können über die dazu üblichen elektrischen Schaltungsnetzwerke mit aktiven oder passiven Schaltungselementen wie z.B. kapazitiven Elementen, induktiven Elementen oder resistiven Elementen durchgeführt werden. Akustische Impedanzanpassungen sind möglich durch zusätzliche Schichten mit angepasster akustischer Impedanz. So kann beispielsweise eine zusätzliche Schicht zwischen dem primärseitigen elektroakustischem Wandler und dem Material der Barriere bzw. zwischen dem Material der Barriere und dem sekundärseitigen elektroakustischem Wandler angeordnet sein.

[0048] In einer vorteilhaften Ausgestaltung sind die entsprechenden elektroakustischen Wandler mittels einer Haftvermittlungsschicht, z.B. eines geeigneten Klebers, mit der Barriere mechanisch verbunden, wobei die Haftvermittlungsschicht eine geeignete akustische Impedanz, bzw. eine möglichst dünne Schichtdicke aufweist.

[0049] Ferner ist es möglich, dass die Primärseite entsprechend dem oben genannten eine Frequenzweiche aufweist.

[0050] Die Frequenzweiche kann dabei dazu dienen, eine Rückantwort von der Sekundärseite auf der Seite der Primärseite von dem primären Trägersignal abzukoppeln und ungestört von der Stärke des primären Signals auszuwerten.

[0051] Die Frequenzweiche kann dabei vorzugsweise einen Diplexer oder einen Duplexer umfassen. Für den ebenfalls möglichen Fall, dass die Sekundärseite nicht einen Frequenzverminderer, sondern einen Frequenzerhöher aufweist, z.B. einen oder mehrere Frequenzverdoppler, kann die Primärseite auch Signale mit Frequenzen oberhalb der Frequenz des Primärsignals auskoppeln und auswerten.

[0052] Es ist ferner möglich, dass bei dem Übertragungssystem die Primärseite dazu vorgesehen und geeignet ist, die Sekundärseite kontinuierlich mit Energie zu versorgen. Die Energie wird dabei bevorzugt in Form von akustischer Energie durch die Barriere übertragen und auf der Sekundärseite, z.B. mittels des elektroakustischen Wandlers in elektrische Energie umgewandelt.

[0053] Es ist möglich, dass die Kommunikation nur unidirektional von der Sekundärseite zur Primärseite stattfindet. Dabei überträgt die Primärseite nur Energie zur Sekundärseite.

[0054] Allerdings ist es vorteilhaft, wenn das Übertragungssystem zur bidirektionalen Kommunikation vorgesehen und geeignet ist. Dann kann die Primärseite Informationen an die Sekundärseite übermitteln. Die Sekundärseite kann die Informationen empfangen und auswerten. Ferner kann die Sekundärseite Informationen an die Primärseite übermitteln und die Primärseite kann die empfangenen Informationen auswerten.

[0055] Ferner ist es möglich, dass das Übertragungssystem auf der Primärseite ein Anpassnetzwerk aufweist und das Anpassnetzwerk zwei Signalleitungen, einem balanced geführten Signaleingang, einem unbalanced geführten Signalausgang, einem Versorgungsanschluss, drei induktiven Elementen und 6 kapazitiven Elementen umfasst.

[0056] Über den balanced geführten Signaleingang kann das Anpassnetzwerk dabei Informationen von einer externen Schaltungsumgebung empfangen. Über den unbalanced geführten Ausgang kann das Anpassnetzwerk der Primärseite entsprechend empfangene Informationen an die externe Schaltungsumgebung weiterleiten.

[0057] Bei balanced geführten Signalleitungen gibt es zwei Leiterelemente, die das gleiche Signal mit entgegengesetzter Amplitude übertragen. Balanced geführte Signalleitungen sind relativ unempfindlich gegenüber Gleichtaktstörungen.

[0058] Als Anwendung an der „inneren" (Sekundär-) Seite beim Übertragungssystem können auch Mittel zur Aufzeichnung und Übertragung audiovisueller Wahrnehmung (beispielsweise Audioaufzeichnung, Bildaufzeichnung, Videoaufzeichnung, Bild- und- Ton-Aufzeichnung - also z.B. eine „klassische" Videokamera) enthalten sein.

[0059] Diese können mit Hilfe der "geharvesteten" Energie (aus dem eingebrachten Signal der Primärseite, z.B. einem Ultraschallsignal, wie auch bereits für die anderen Sensoren beschrieben betrieben werden.

[0060] Die im Innenraum aufgenommen Daten - also z. B. Ton, Bild, Video, Ton-Bild-Video - können in weiterer Folge in Form digitaler Daten als Nutzdaten im beschriebenen Übertragungssystem über akustische Wellen wieder nach „außen", d.h. zur Primärseite, übertragen werden.

[0061] Grundsätzlich kann in monochrom, Graustufen oder Farbbild übertragen werden.

[0062] Für Audio kann Mono- oder Stereo gewählt sein.

[0063] Mit anderen Worten es kann jegliche Art von Übertragung gewählt werden, die allgemein für Derartiges üblich ist.

[0064] Insgesamt ist nur durch die Bandbreite und Übertragungsrate begrenzt, was man in concreto auswählt.

[0065] Wesentlich ist insbesondere bei der Übertragung eines Bildes oder Bewegtbildes jedoch ein Mechanismus, welcher den Beginn eines neuen Bildes bzw. den Beginn einer neuen Bildzeile (bei Abtastung in Punkten und Zeilen) zur Primärseite überträgt, um eine erfolgreiche Darstellbarkeit des übertragenen Bildes etc. sicher zu stellen.

[0066] Als weitere Komplexität können für ein Farbbild je Bildpunkt üblicherweise 3 Werte bzw. Datenvektoren übertragen (rot, grün, blau) werden. Diese Informationen müssen gut an die in der Hardware vorgesehenen Datenrahmen-größen angepasst sein.

[0067] Es ist speziell möglich, dass die Hardware z.B. 64 Bytes große Datenrahmen unterstützt, die einerseits mit aufbereiteten Bilddaten befüllt werden können, und diese Datenrahmen andererseits über das Medium zwischen der Sekundärseite und der Primärseite nach außen weiterzugeben.

[0068] Die Schaltung der Primärseite kann als ein abnehmbares bzw. transportables Modul ausgestaltet sein oder ein abnehmbares Modul enthalten. Das Modul kann eine NFC-Antenne und/ oder ein piezoelektrisches Wandlerelement aufweisen.

[0069] Auf diese Weise kann eine NFC-Schnittstelle, z.B. eines Mobiltelefons genutzt werden, um über akustische Wellen die Anwendung auf der Sekundärseite zu steuern bzw. zu betreiben.

[0070] Das bedeutet, das Übertragungssystem kann eine weitere Luftschnittstelle enthalten oder ist leicht um eine weitere Luftschnittstelle erweiterbar.

[0071] Das Übertragungssystem kann somit auch durch ein „Relais" bestehend aus einem Transceiver eines beliebigen Wireless-Standards (z.B. Bluetooth) und einem piezoelektrischen Wandlerelement, sowie einem Energiespeicher (Batterie oder wiederaufladbarer Akkumulator) und Elektronik, geeignet zur Umsetzung der Daten zwischen den verschiedenen Standards, erweitert oder erweiterbar sein.

[0072] Eine Primärschaltung, z.B. eine Primärschaltung eines Übertragungssystems, kann die Elemente der Primärseite wie oben beschrieben umfassen. Entsprechend kann eine Sekundärschaltung Elemente auf der Sekundärseite des Übertragungssystems wie oben beschrieben umfassen.

[0073] Ein Verfahren zum Übertragen mittels eines akustischen Übertragungssystems kann folgende Schritte umfassen:

- Senden, mittels einer Sendeeinheit auf einer Primärseite, eines Trägersignals zu einer Empfangseinheit auf einer Sekundärseite;
- Empfangen des Trägersignals durch die Empfangseinheit;
- Erzeugen eines Antwortsignals auf der Basis eines Messwerts;
- Übermitteln des Antwortsignals an die Primärseite.

[0074] Es ist ferner möglich, dass die Kommunikation weiterhin Schritte der Identifikation des Sekundärteils enthält. Die Identifikation kann auf einem Messwert basieren. Es ist auch möglich, dass die Identifikation andere, z. B. zusätzliche, Informationen verwendet. Das System zur Identifizierung kann auch mehrere Sekundärteile umfassen.

[0075] Dazu ist es möglich, dass die Primärseite kontinuierlich ein Sinussignal bei oder nahe bei der Trägerfrequenz abgibt. Dass Sinussignal kann der Sekundärseite dazu dienen, kontinuierlich elektrische Leistung zu beziehen und den Betrieb aus einem volatilen Speicher heraus aufrecht zu erhalten. Ferner ist es möglich dass die Primärseite dieses kontinuierliche Sinussignal sporadisch zur Übertragung von Kommandos und/oder Werten zur Identifikation moduliert.

[0076] Die Sekundärseite hingegen kann in der Regel kontinuierlich eine gewisse Last-Impedanz an den Wandler stellen. Die Last-Impedanz wird dann sporadisch zum Zweck der Datenübertragung moduliert.

[0077] Die Änderung der (elektrischen) Last am sekundärseitigen Piezo-Wandler kann eine Änderung der (elektrischen) Impedanz am primärseitigen Piezowandler verursachen, sodass die Modulation der Sekundärseite an der Primärseite erkennbar wird.

[0078] Vorteilhaft ist, diese Modulation an der Sekundärseite auch so auszuführen, dass (sekundärseitig) dennoch kontinuierlich elektrische Leistung aus dem Träger-Sinussignal generiert von der Primärseite gewonnen werden kann.

[0079] Die Primärseite kann ein kontinuierliches Sinussignal für die Lastmodulation generieren, welches es erlaubt, die Änderung der Anschlussimpedanz am primärseitigen Piezowandler auch ständig feststellen bzw. messen zu können.

[0080] Es ist möglich. dass die primärseitige Signalquelle eine Stromquelle ist. Die Änderung eines elektrischen Lastwiderstandes an der Stromquelle wird dann zu einer Änderung der am Lastwiderstand anliegenden Spannung führen. Diese Spannung kann vom Reader (d.h. von der Primärseite, die akustische Antwortsignale von der Sekundärseite zum Auswerten einliest) gemessen und (die Modulation und Kanalcodierung der Daten darin) ausgewertet werden.

[0081] Es ist möglich, dass die Primärseite und die Sekundärseite hermetisch und/oder durch eine für elektromagnetische Signale undurchdringliche Barriere getrennt sind.

[0082] Es ist möglich, dass akustische Wellen eine Barriere zwischen der Primärseite und der Sekundärseite durchdringen und Informationen und/oder Energie übertragen.

[0083] Ferner ist es möglich, dass eine Kommunikation zwischen Primärseite und Sekundärseite und/oder zwischen Sekundärseite und Primärseite Punkt-zu-Punkt verschlüsselt ist.

[0084] Als Verschlüsselungsmethoden kommen dabei übliche Verschlüsselungsmethoden in Frage. Dadurch ist eine Punkt-zu-Punkt Verschlüsselung möglich. Dies kann auf jeden Fall als zusätzliches Sicherheitsmerkmal implementiert sein.

[0085] Es ist dabei möglich, dass die Kommunikation ein kryptographisches Verfahren nutzt.

[0086] Dies erlaubt, dass damit der Inhalt der Kommunikation einer dritten Seite nicht zugänglich ist und/oder durch eine dritte Seite nicht gezielt veränderbar ist. Damit unterscheidet sich die Verschlüsselung von Verfahren zur Ermittlung von Übertragungsfehlern.

[0087] Die Datenübertragung an sich kann jedoch ferner die Möglichkeit der Erkennung von Übertragungsfehlern eingebaut haben. Z. B. durch einen Mechanismus unter Verwendung von Paritätsbits und/oder der Möglichkeit der Erkennung und/oder Korrektur einzelner Übertragungsfehler in einem Datenrahmen, z. B. durch den Mechanismus eines cyclic redundancy checks, CRC, z. B. CRC16 oder CRC32.

[0088] Eine Verschlüsselung von Daten und/oder Fehlerschutz und/oder Fehlererkennung stellen unterschiedliche Aspekte und sind einzeln oder in Kombination möglich.

[0089] Es ist möglich, dass die Kommunikation in einer oder beide Richtungen über digitale Signale stattfindet.

[0090] Es ist möglich, dass die Kommunikation unidirektional oder bidirektional stattfindet.
Im Fall bidirektionaler Kommunikation kann diese gleichzeitig (Vollduplex, z. B. Frequenzduplex, FDD), und/oder zeitlich nacheinander mit definierten Zeiten ohne Kommunikation dazwischen (Halbduplex, z.B. Zeitduplex, TDD) stattfinden. Es ist möglich, dass die Informationen mittels Modulation übertragen werden und die Modulation ausgewählt ist aus Lastmodulation, Amplitudenmodulation, Phasenmodulation, Frequenzmodulation und einer komplexe Modulation mit einem Mischform der von zwei oder mehr der oben genannten Modulationen.

[0091] Insbesondere ist es bei der Modulation möglich, für die Datenflussrichtung von der Primärseite zur Sekundärseite gilt.

[0092] Es ist möglich, dass als Modulation jede einzelne Modulation der Abschnitten 8 und 9 der Norm ISO/IEC14443-2_2010 (d.h. der Norm ISO/IEC14443-2 in der Form von 2010) in Frage kommt.

[0093] Ferner ist es möglich, dass das Informationsübertragungsverfahren Fehlererkennungs- oder Fehlerkorrekturmethoden verwendet.

[0094] Speziell ist es möglich, dass dabei Datenpakete, z.B. Datenrahmen (frames) vom von der Primärseite zur Sekundärseite nach Bedarf geschickt werden und von der Sekundärseite - entsprechend auch bloß bedarfsgerecht - beantwortet werden.

[0095] Es ist dabei möglich, dass zeitlich zwischen solchen asynchronen Datenrahmen nur die nicht modulierte Trägerfrequenz von der Primärseite zur Sekundärseite gesendet wird, d.h. dass die Zeit dazwischen frei von Datenrahmen bleibt.

[0096] Ferner ist es möglich, dass zwischen 8 bit Nutzdaten ein Parity-Bit gemäß der Norm ISO/IEC14443-3_2011 (d.h. der Norm ISO/IEC14443-2 in der Form von 2011) gesendet wird.

[0097] Ferner ist es möglich, dass die Übertragung einen Cyclic Redundancy Check (CRC) Mechanismus verwendet.

[0098] Der Cyclic Redundancy Check (CRC) kann ein CRC16 Check oder CRC32 Check gemäß der Norm ISO/IEC14443-3_2011 sein. Dabei gehören die letzten 2x8 bits bzw. 4x8 bits zu dem Check.

[0099] Es ist möglich, dass auf der Sekundärseite Energie zwischengespeichert wird, die die Sekundärseite von der Primärseite empfangen hat.

[00100] Es ist möglich, dass zur Kommunikation zumindest durch die Barriere akustische Wellen verwendet werden, die die massive Barriere durchqueren.

[00101] Es ist möglich, dass die Kommunikation durch die Primärseite gesteuert wird. Dies kann auch als Prinzip „primary side talks first“ beschrieben werden.

[00102] Es ist möglich, dass eine Primärseite mit mehr als einer Sekundärseite kommuniziert. So ist es möglich, dass jenseits der Barriere mehrere Sensoren jeweils eigene Energie und Informationsempfangs- und Übertragungssysteme haben und mit einer Primärseite kommunizieren.

[00103] Dazu ist es möglich, dass das Verfahren Anti-Kollisions-Methoden anwendet, um Signalüberschneidungen der verschiedenen Sekundärseiten zu vermeiden.

[00104] Es ist möglich, dass für Kommunikation akustische Signale mit Frequenzen im Bereich zwischen 1 MHz und 50 MHz verwendet werden.

[00105] Bevorzugte Frequenzen ergeben sich aus der Geometrie und den verwendeten Materialien der Barriere und den entsprechenden akustischen Impedanzen der verwendeten Materialien.

[00106] Es hat sich gezeigt, dass Barrieredicken in Höhe von 4 mm und ein Barrierematerial aus Metall mit einer Dichte von 7890 kg/m^3 und einer Schallgeschwindigkeit von 5970 m/s Frequenzen in Höhe von 9,4 MHz, 9,9 bis 10,1 MHz und 10,7 MHz für eine erfolgreiche Kommunikation hinreichend sind.

[00107] Im Prinzip ergeben sich einerseits Frequenzbänder mit schmalen aber hinreichend breiten nutzbaren Frequenzbereichen aus Resonanzen, die durch die Dicke der Metallplatte bestimmt sind.

[00108] Andererseits ergibt sich ein Frequenzband mit einem relativ breiten nutzbaren Frequenzbereich aus einer Resonanz, die durch die Dimensionen des akustischen Wandlers der Primärseite, z. B. der Dicke der Piezoscheibe bestimmt ist.

[00109] Auch die Art der Befestigung der Piezoscheibe, z. B. der Klebung, geht hier ein.

[00110] Dieser breitere Frequenzbereich ist in vorteilhafter Weise nutzbar, weil zur Übertragung des Modulationssignales des Readers eine gewisse Bandbreite benötigt wird und schmalere Bandbreite Signale stärker verzerren. Der breitere Durchlassbereich erlaubt außerdem, eine Verschiebung der Resonanzfrequenzen mit der Temperatur, und dadurch Streuungen in der Produktion, auch ohne besondere Gegenmaßnahmen zu tolerieren. Das ist ein Kostenvorteil.

[00111] Die Dicke eines Klebers, speziell die durchschnittliche Dicke, zwischen elektroakustischem Wandler und Barriere kann etwa 10 µm dick sein. Die elektroakustischen Wandler können in Ausbreitungsrichtung der akustischen Wellen gesehen eine Länge von 205 µm haben.

[00112] Vorzugsweise ist die Dicke des Klebers über die Klebefläche möglichst homogen verteilt. Allerdings zeigt sich der Übertragungskanal hinreichend stabil, so dass Inhomogenitäten tolerierbar sind. Tatsächlich zeigt sich sogar, dass es Stellen geben darf, an denen die Piezoscheibe das akustische Medium direkt berührt.

[00113] Ferner gilt: je dünner die Klebeschicht ist, desto geringer sind akustische Verluste.

[00114] Somit ist es auch möglich und sogar vorteilhaft, den Wandler direkt auf dem Material des Mediums - z. B. durch anpressen - anzubringen.

[00115] Es ist ferner möglich und vorteilhaft, dass die elektroakustische Kommunikation einen Frequenzbereich um die NFC-Frequenz 13,56 MHz, z. B. den Frequenzbereich 13,56 MHz ± 0,5 MHz, nutzt.

[00116] Dabei ist es vorteilhaft, wenn die Elemente des akustischen Kanals zwischen der Primärseite und der Sekundärseite an den Frequenzbereich 13,56 MHz ± 0,5 MHz angepasst sind.

[00117] Dabei können die Elemente des akustischen Kanals insbesondere die elektroakustischen Wandler, Klebeschichten und das Medium umfassen.

[00118] Es ist möglich, dass das Verfahren zur Kommunikation ein regelmäßiges Variieren von Trägerfrequenzen und/oder Amplituden beinhaltet, um beispielsweise ein Verändern von Umgebungsparameter, z.B. Temperatur, Ausdehnung, Druck, usw., oder Fertigungstoleranzen zu kompensieren. Insbesondere ist es möglich, dass die Primärseite die Sekundärseite über variierte vorteilhafte Frequenzen informiert.

[00119] Es ist dabei möglich, dass sich das Variieren von Frequenzen an empfangenen digitalen Daten, die die Primärseite von der Sekundärseite empfängt, orientiert.

[00120] Dabei empfängt die Sekundärseite zuerst korrekt ein Kommando von der Primärseite.

[00121] Die Sekundärseite kann dann anschließend die Primärseite über „gute“ oder „schlechte“ Frequenzen informieren.

[00122] Die Einteilung in "gute" und "schlechte" Frequenzen kann dabei auf der Bitfehlerrate basiert.

[00123] Dies ist vorteilhaft, da dann für die Einteilung in "gute" und "schlechte" Frequenzen keine zusätzlichen analogen Schaltungselemente benötigt werden und insbesondere auch keine Bewertung der Amplitudenhöhe notwendig ist.

[00124] Ein entsprechendes akustisches Übertragungssystem kann Verwendung zum Abfragen eines oder mehrerer Messwerte in einem von der Primärseite hermetisch und/oder durch eine intransparente Barriere getrenntem Volumen Verwendung finden.

[00125] Das System kann zur Messung von Temperatur, Gasdruck und/oder Feuchtigkeit verwendet werden.

[00126] Speziell kann das System in einem Hochspannungskondensator für eine galvanisch getrennte Übertragung nach außen verwendet werden.

[00127] Es ist ferner möglich, einen Fehlererkennungsmechanismus im Übertragungssystem zu verwenden, um gut geeignete Trägerfrequenzen, Amplituden und/oder Einstellungen einer Modulation zu finden.

[00128] Dabei kann ein Fehlererkennungsmechanismus oder ein entsprechendes Fehlererkennungsverfahren eine Fehlerrate ermitteln, während einer oder, z. B. nacheinander, mehrere Übertragungsparameter variiert werden. Eine Parameterkombination mit einer Fehlerrate unterhalb einer vorgegebenen Schwelle kann dann als Parameterkombination für die eigentliche Arbeit des Systems verwendet werden.

[00129] Es ist dabei möglich, dass die Sekundärseite Übertragungsfehler im Kommando erkennt, das die Primärseite ausgesendet hat. Die Sekundärseite überträgt diese Information über den akustischen Kanal zurück zum Reader. Dieser kann günstige Werte erkennen, lokal z.B. als Tabelle speichern, und bei Bedarf als Einstellung nutzen.

[00130] Natürlich ist es auch möglich, Fehler in der übertragenen Information der Sekundärseite zu erkennen und darauf zu reagieren.

[00131] Wichtig ist, dass die Primärseite diese Informationen hat, da vorzugsweise sie den Ablauf der Kommunikation steuert und Werte für die Trägerfrequenz und andere Parameter vorgeben kann.

[00132] Das wäre auch zum kontinuierlichen Überwachen der Kommunikation möglich, z. B. zum dynamisch Prüfen, ob inzwischen andere Parameter noch vorteilhafter sind.

[00133] Es ist möglich, dass in einem akustischen Übertragungssystem vier oder mehr akustische Frequenzbereiche genutzt werden, in denen die gleiche Information übertragen wird.

[00134] Dadurch ist die Störsicherheit (z.B. bei Beeinflussung durch Geräusche im Metall oder bei Beeinflussung durch ausgeprägte Resonanzen im Metall, welche statistisch eher nur in einem Frequenzbereich auftreten) verbessert.

[00135] Dies ist z. B. durch die Verwendung einer Lastmodulation mit Hilfsträger gegeben.

[00136] Dabei ist es möglich, dass bei der Lastmodulation ein zweistufiges Modulationsverfahren zum Einsatz kommt.

[00137] In einem ersten Schritt können dabei Daten, z. B. in Manchester-Codierung, auf einen Hilfsträger aufmoduliert werden und dann kann der Hilfsträger im Kanal in einem zweiten Schritt auf die Trägerfrequenz aufmoduliert werden.

[00138] Ferner ist es möglich, dass die Primärseite die Information der Sekundärseite immer zur gleichen Zeit und parallel in vier Frequenzbändern erhält, die relativ zum Träger aber festgelegt sind.

[00139] Dadurch ist es möglich, die Information also gleichzeitig immer in vier Frequenzbereichen übertragen werden.

[00140] Zentrale Aspekte der beschriebenen Vorrichtungen auf der Primärseite, auf der Sekundärseite und des entsprechenden Systems sowie von Betriebsverfahren sowie Details bevorzugter Ausführungsformen sind in den schematischen Figuren näher erläutert.

[00141] In den Figuren zeigt:

[00142]	Figur 1	eine Übersicht über wichtige Element des Übertragungssystems,
[00143]	Figur 2	mögliche Schaltungselemente auf der Primärseite und auf der Sekundärseite,
[00144]	Figur 3	eine detailliertere Ansicht des akustischen Kanals,
[00145]	Figur 4	ein Spektrum mit vorteilhaften Frequenzen,
[00146]	Figur 5	den zeitlichen Verlauf der Amplitude eines Signals und seiner Antwort,
[00147]	Figur 6	ein Modell der Akustik des akustischen Signals,
[00148]	Figur 7	eine mögliche Transponder-Frontendschaltung,
[00149]	Figur 8	Zeit-Bereiche und zugehörige Frequenzbereiche,
[00150]	Figuren 9 und 10	Möglichkeiten zur kontaktlosen Kommunikation zwischen einer externen Schaltungsumgebung und der Primärseite.

[00151] Figur 1 zeigt eine Barriere B, die ein Volumen V auf der Sekundärseite S2 von der Primärseite S1 abtrennt. Ist das Volumen V auf der Sekundärseite S2 hermetisch abgetrennt und die Barriere B intransparent für elektromagnetische und gegebenenfalls magnetische Signale, dann versagen übliche Kommunikationswege zwischen der Primärseite und der Sekundärseite, wenn auf der Sekundärseite ein Sensor zum Messen eines Parameters vorhanden ist und sein Signal auf der Primärseite S1 ausgewertet werden soll.

[00152] Allerdings ist es möglich, das Material der Barriere B als Medium M für akustische Wellen zu verwenden, um Informationen zwischen der Primärseite S1 und der Sekundärseite S2 auszutauschen.

[00153] Das Übertragungssystem hat dazu einen elektroakustischen Wandler EAW auf der Primärseite S1 und einen zweiten elektroakustischen Wandler EAW auf der Sekundärseite S2. Beide elektroakustische Wandler EAW sind - z.B. mittels eines Klebers - mit dem Medium M der Barriere B direkt verbunden. Schallwellen, die vom elektroakustischen Wandler EAW auf der Primärseite S1 in Richtung des Mediums M emittiert werden, können auf der Sekundärseite vom sekundärseitigen elektroakustischen Wandler EAW empfangen werden. Durch die Möglichkeit der elektroakustischen Wandler, zwischen elektrischen Signalen und akustischen Signalen zu wandeln, ergibt sich somit die Möglichkeit elektrische Signale auf beiden Seiten der Barriere B zu verwenden und lediglich für den Informationstransport über die Barriere B hinweg akustische Signale zu verwenden. Das Übermitteln akustischer Signale ermöglicht auch gleichzeitig das Übermitteln von Energie, sodass die Sekundärseite S2 von der Primärseite S1 mit Energie versorgbar ist.

[00154] Auf der Primärseite S1 sind eine Sendeeinheit SE und eine Empfangseinheit EE. Auf der Sekundärseite ist ein Transponder TP angeordnet. Der Transponder TP dient zur Kommunikation mit der Primärseite S1 und dient als Interface zwischen dem elektroakustischen Wandler EAW auf der Sekundärseite und einem Logikschaltkreis LC auf der Sekundärseite. Der Logikschaltkreis LC auf der Sekundärseite kann dabei verwendet werden, einen Sensor anzusteuern und das Sensorsignal aufzubereiten.

[00155] Figur 2 zeigt eine mögliche Form einer primärseitigen Schaltung die Elemente der Sendeeinheit SE und der Empfangseinheit EE kombiniert. So hat die Sendeeinheit SE eine erste

Signalleitung SL1 und eine zweite Signalleitung SL2. Die erste Signalleitung SL1 verbindet einen ersten Sendeanschluss TX1 mit einer Elektrode des elektroakustischen Wandlers. Die zweite Signalleitung SL2 verbindet den zweiten Sendeanschluss TX2 mit der zweiten Elektrode des elektroakustischen Wandlers. Der erste Sendeanschluss TX1 und der zweite Sendeanschluss TX2 stellen die beiden Anschlüsse eines balanced geführten Sendesignalports der primärseitigen Schaltung dar. Die erste und die zweite Signalleitung umfassen jeweils eine Serienverschaltung aus einem induktiven Element und einem kapazitiven Element. Das induktive Element ist dabei jeweils zwischen dem Eingangsanschluss und einem Knoten A bzw. B verschaltet. Das kapazitive Element ist zwischen dem Knoten A bzw. zwischen dem Knoten B und der Elektrode des elektroakustischen Wandlers verschaltet. Ferner verschaltet ein induktives Element die beiden Elektroden des elektroakustischen Wandlers.

[00156] Der Knoten B ist über ein kapazitives Element mit Masse verbunden. Der Knoten A ist ebenfalls über ein kapazitives Element mit Masse verbunden. Ferner ist der Knoten A über eine Serienverschaltung aus einem resistiven Element und einem kapazitiven Element mit einem unbalanced geführten Empfangsanschluss RX verbunden. Zwischen einem Versorgungsanschluss SUP und dem Empfangsanschluss RX ist ein resistives Element verschaltet. Der Versorgungsanschluss ist über ein weiteres kapazitives Element mit Masse verschaltet.

[00157] Auf der Sekundärseite ist der elektroakustische Wandler mit einem Transformator mit zwei magnetisch gekoppelten induktiven Elementen verschaltet. Das induktive Element des Transformators, das nicht direkt mit dem elektroakustischen Wandler auf der Sekundärseite verschaltet ist, ist mit einer Parallelschaltung aus einem induktiven Element, einem kapazitiven Element und der Logikschaltung LC verschaltet.

[00158] Ein Eingangssignal kann von der Sendeeinheit SE von einer externen Schaltungsumgebung über die beiden Anschlüsse TX1, TX2 empfangen werden. Das Signal wird über die Signalleiter SL1, SL2 an den primärseitigen elektroakustischen Wandler übermittelt. Entsprechende akustische Wellen erreichen den sekundärseitigen elektroakustischen Wandler und werden von diesem in ein sekundärseitiges elektrisches Signal gewandelt. Dieses wird auf geeignete Spannungs- und Stromwerte mittels des sekundärseitigen Transformators transformiert und erreichen die Logikschaltung LC. So kann die Primärseite die Aktivität der Sekundärseite steuern. Ein mögliches Antwortsignal wird von der Einheit aus sekundärseitigem Wandler und Transponder TP zurück zur Primärseite S1 übermittelt und kann über den Ausgangsport RX an die externe Schaltungsumgebung weitergeleitet werden.

[00159] Die primärseitige Schaltung ist dabei geeignet, die sekundärseitige Schaltung mit Energie zu versorgen, z.B. durch ein kontinuierlich gesendetes, im Wesentlichen sinusförmiges Signal der Trägerfrequenz, sodass auf der Sekundärseite das Vorsehen zusätzlicher Energiespeicher, die ansonsten regelmäßig ausgewechselt werden müssten, entfällt.

[00160] Figur 3 zeigt die Elemente des akustischen Kanals. Zwischen den beiden elektroakustischen Wandlern EAW ist das Material der Barriere B angeordnet, das als Medium für das Propagieren der akustischen Wellen zwischen den Wandlern dient. Jeder Wandler ist über ein akustisches Impedanzanpasselement AIA mit dem Medium M verbunden. Das akustische Impedanzanpasselement AIA kann dabei ein Klebstoff mit geeigneter akustischer Impedanz sein.

[00161] Es ist vorteilhaft, eine möglichst dünne oder gar keine Klebeschicht zu verwenden.

[00162] Eine spezielle Impedanzanpassung zwischen Wandler und Medium ist möglich aber nicht notwendig.

[00163] Vielmehr können Reflexionen vorteilhaft bei der Signalübertragung genützt werden. Eine „zu gute“ Anpassung wäre also hier gar nicht erstrebenswert.

[00164] Figur 4 zeigt ein Frequenzspektrum bei dem die Signalstärke der Antwort in Abhängigkeit von der Frequenz für verschiedene Übertragungsverhältnisse im Transformator auf der Sekundärseite aufgetragen ist. VK stellt dabei eine kritische Signalstärke für die Stärke des Empfangssignals dar, ab der ein sicheres Auswerten des Empfangssignals möglich ist. Es hat sich gezeigt,

dass für die verwendete Materialkombination Arbeitsfrequenzen von 9,4 MHz, 10 MHz und 10,9 MHz für beide Übertragungsverhältnisse 1:5 und 1:7 im Transformator geeignet sind.

[00165] Figur 5 zeigt dabei einen möglichen Amplitudenverlauf bei der Kommunikation von Primärseite zu Sekundärseite und der entsprechenden Antwort der Sekundärseite dar. Die Primärseite verwendet dabei sechs Wellenpakete, die an die Sekundärseite übermittelt werden. Nach einer gewissen Wartezeit (frame delay time) antwortet die Sekundärseite mit spezifischen, vom ermittelten Parameterwert abhängigen Signalen.

[00166] Figur 6 zeigt ein analytisches Model des akustischen Signals, mit Hilfe dessen die Signalübertragung nachvollzogen werden kann. Jedes der akustisch aktiven Elemente zwischen den Wandlern EAW (primärseitiges akustisches Impedanzanpasselement, Medium der Barriere, sekundärseitiges akustisches Impedanzanpasselement) kann durch komplexe Impedanz (Z) und Admittanz (Y) Werte beschrieben werden. Je nach Impedanzsprung an Grenzflächen zwischen unterschiedlichen Materialien ergibt sich ein effektiver Reflektionsfaktor, sodass die Materialien leicht wählbar sind, dass ein hoher Grad an Signal- und Energieübermittlung an den akustischen Wandler möglich ist.

[00167] Figur 7 zeigt eine mögliche Ausführungsform einer Wandler (d.h. Transponder) Frontend Schaltung, welche an der Sekundärseite zwischen elektroakustischem Wandler und der sekundärseitigen Logikschaltung eingesetzt werden kann.

[00168] Die Transistoren T1, T2, T3, T4, T5, T6 darin bilden einen Gleichrichter.

[00169] Die Schaltung hat einen ersten Eingangsanschluss A1 und einen zweiten Eingangsanschluss A2, um das sinusförmige Wechselsignal der Trägerfrequenz von ca. 10 MHz aufzunehmen, sowie einen Ausgangsanschluss SUP, um eine Logikschaltung mit elektrischer Leistung in Form von Gleichspannung und Gleichstrom zu versorgen.

[00170] Ferner hat die Schaltung vier Schaltungsknoten A, B, C, D. Eine Kapazität zwischen den Anschlüssen A1 und A2 stellt unvermeidliche parasitäre Kapazität der MOS Transistoren dar, sowie gegebenenfalls ein kapazitives Element. Die beiden Transistoren T3 und T4 stellen Schalter dar, die durch die Spannung an ihrem Gate-Anschluss (relativ zur Spannung an ihrem Source- bzw. Drain-Anschluss) leitend oder nichtleitend gesteuert werden. Die Transistoren T1 und T2, sowie die Transistoren T6 und T7 werden als sogenannte MOS-Dioden betrieben (Gate-Anschluss ist mit dem Drain-Anschluss verbunden), d.h. ihre Funktion ist die einer Diode. Insgesamt ergibt das Konstrukt einen Gleichrichter, welcher an den Schaltungsknoten A und B, bzw. ebenso an A und D, eine Gleichspannung erzeugt, wobei A die Referenz bzw. den Ground-Anschluss mit 0 Volt darstellt, und an B und D eine gegenüber A höhere Spannung sich ausbildet.

[00171] Um die Gleichspannung konstant zu halten, wird ein sogenannter Spannungs-Limiter realisiert. Dieser besteht aus dem Operationsverstärker und dem Transistor T5. Der Operationsverstärker vergleicht die Versorgungsgleichspannung am Punkt C, welche durch einen Spannungsteiler aus den Widerständen R1 und R2 von der Spannung am Punkt B abgeleitet ist, mit einer Konstantspannungsreferenz V_REF, z.B. einer Bandgap-Referenz. Dies bildet einen Regelkreis. Wenn die Eingangswechselspannung zwischen A1 und A2 sich erhöht, ändert sich die Ausgangsspannung des Operationsverstärkers in der Weise, dass der Transistor T5 etwas mehr Strom leitend wird, d.h. seine Impedanz zwischen Source und Drain, welche an den Punkten A und D anliegt, wird etwas niederohmiger. Dadurch wird die Spannung am Punkt B gegenüber der Referenz (GND) am Punkt A konstant gehalten. Für die Versorgung der nachfolgenden Logik-Schaltung, welche im Betrieb einen zeitlich variablen Strombedarf hat, ist so eine konstante Versorgungsspannung wesentlich.

[00172] Die Änderung der Impedanz des Transistors T5 hat aber auch eine Auswirkung auf die Impedanz, welche zwischen den Eingangsanschlüssen A1 und A2 anliegt. Im Wesentlichen wird auch die Spannung zwischen A1 und A2 konstant gehalten, auch wenn der Eingangsstrom in A1 sich ändert, z.B. größer wird. Das ist gleichbedeutend damit, dass die Eingangsimpedanz zwischen den Punkten A1 und A2 sich ändert, abhängig von der Regelung des Transistors T5.

[00173] Man kann dieses Konzept zur Erzeugung von Lastmodulation nutzen. Dazu kann ein weiterer Transistor T8 genutzt werden, welcher mit seinem Drain- und Source Anschluss parallel zu T5 liegt. Das Gate von T8 kann nun mit einer Steuerspannung moduliert werden, welche die zu übertragenden Daten in Form einer Kanalcodierung (z.B. Manchester-Codierung) auf einer Hilfsträgerfrequenz enthält. Die Hilfsträgerfrequenz kann beispielsweise eine Frequenz sein, welche durch Teilung der Trägerfrequenz-Wechselspannung zwischen den Punkten A1 und A2 entsteht, beispielsweise aus Teilung durch Faktor 16 oder Faktor 32. Diese Hilfsträgerfrequenz kann wieder durch einen Datenstrom z.B. in Manchester-Codierung, gesteuert werden.

[00174] Figur 8 zeigt verwendbare Signale in Zeit- und Frequenzbereichen, die sich durch entsprechende Transformationen auseinander ergeben. Speziell zeigt der obere Teil der Figur zeitliche Verläufe. Der untere Teil zeigt zugehörige Frequenzanteile.

[00175] Im oberen Teil der Figur 8 zeigt die oberste Kurve Nutzdatenbits für eine gewisse Zeitdauer, speziell eine Null, eine Eins und den Übergang dazwischen. In der folgenden Zeile ist der Verlauf einer zugehörigen Kanalkodierung angegeben. In der dritten Zeile ist der zeitliche Verlauf des zugehörigen Hilfsträgers gezeigt. In der vierten Zeile ist der mittels der Kanalcodierung modulierte Hilfsträger gezeigt. In der letzten Zeile des oberen Teils der Figur 8 ist der Träger mit Lastmodulation gezeigt.

[00176] Die erste Zeile des unteren Teils der Figur 8 stellt die Kanalkodierung im Frequenzbereich dar. Die zweite Zeile des unteren Teils der Figur 8 stellt den modulierten Hilfsträger im Frequenzbereich dar. Die dritte Zeile des unteren Teils der Figur 8 stellt die Darstellung der Lastmodulierung auf dem Träger dar.

[00177] D. h. über den geeignet modulierten Hilfsträger ist eine Verdoppelung oder - je nach Frequenzabständen - Vervierfachung von Übertragungs-frequenzbereichen möglich. Dadurch ist die Störsicherheit (z.B. bei Beeinflussung durch Geräusche im Metall oder bei Beeinflussung durch ausgeprägte Resonanzen im Metall, welche statistisch eher nur in einem Frequenzbereich auftreten) verbessert.

[00178] Figur 9 zeigt die Elemente einer Form des Übertragungssystems, bei dem auf der Primärseite ein Modul mit Luft-Schnittstelle, speziell mit NFC (NFC = Near Field Communication = Nahfeldkommunikation) Schnittstelle bereitgestellt ist. Dadurch kann die Primärseite kontaktlos über ein entsprechendes Kontrollgerät, z. B. ein tragbares Kommunikations-Endgerät wie ein Mobiltelefon mit entsprechender Steuerungssoftware, gesteuert werden. Das Modul auf der Primärseite hat dazu eine Leiterplatte mit den entsprechenden elektronischen Schaltungskomponenten und eine Antenne. Die Antenne kann dabei direkt als Metallisierung in der Leiterplatte oder auf der Leiterplatte gebildet sein.

[00179] Diese kontaktlose Anbindung der Primärseite kann als einzige Anbindung, oder zusätzlich zu einer Anbindung über eine andere Verbindung, wie beispielsweise einem Kabel, erfolgen. Die kontaktlose Anbindung kann praktisch dazu genutzt werden, die ID-Nummer einzelner Primärseiten in einem System bestehend aus mehreren Primärseiten, einer Position im System zuzuordnen.

[00180] Figur 10 zeigt eine Variation, bei der das Modul auf der Primärseite über ein weiteres Modul gesteuert wird. Das weitere Modul kann dabei mit einer externen Logikschaltung, z. B. einem Bussystem eines Computers, verschaltet sein. Das weitere Modul enthält dann auch die Steuerungselemente für die kontaktlose Kommunikation mit dem Primärseitigen Modul.

[00181] Mittels der oben beschriebenen Schaltungen und Systeme ist es leicht und mit wenig Schaltungsaufwand und Energiebedarf auf der Sekundärseite möglich, Barrieren für eine Kommunikation mittels akustischer Wellen zu überwinden, die für elektromagnetische Signale intransparent sind.

BEZUGSZEICHENLISTE

AIA:	akustisches Impedanzanpasselement
B:	Barriere
EAW:	elektroakustischer Wandler
RX:	Empfangsanschluss
EE:	Empfangseinheit
A1, A2:	erster, zweiter Anschluss
V:	hermetisch abgeschlossenes Volumen
A, B, C, D:	jeweilige Schaltungsknoten
VK:	kritische Ausgangsspannung
LC:	Logikschaltung
M:	Medium der akustischen Wellen
S1, S2:	Primärseite, Sekundärseite
T1,..., T8:	erster, ... achter Transistor
TX1, TX2:	Sendeanschluss
SE:	Sendeeinheit
SL1, SL2:	Signalleitungen
TP:	Transponder
SUP:	Versorgungsanschluss
V_MOD:	modulierte Spannung
V_REF:	Konstantspannungsreferenz

Ansprüche

1. Akustisches Übertragungssystem, umfassend
   • auf der Primärseite:
   - eine Sendeeinheit, die dafür vorgesehen und geeignet ist, ein Sendesignal bereitzustellen,
   - eine Empfangseinheit, die dafür vorgesehen und geeignet ist, ein Empfangssignal als Antwort auf das Sendesignal zu empfangen,
   - einen elektroakustischen Wandler, der dafür vorgesehen und geeignet ist, das Sendesignal in ein akustisches Signal und ein akustisches Signal in ein Empfangssignal zu wandeln, • auf der Sekundärseite:
   - einen Transponder, der dafür vorgesehen und geeignet ist, ein Empfangssignal zu empfangen und ein Sendesignal zu senden,
   - einen elektroakustischen Wandler,
   • zwischen der Primärseite und der Sekundärseite ein Medium, das für akustische Signale durchlässig ist.
2. Akustisches Übertragungssystem nach Anspruch 1, ferner umfassend auf der Sekundärseite einen Sensor.
3. Akustisches Übertragungssystem nach einem der Ansprüche 1 oder 2, ferner umfassend auf der Sekundärseite eine Logikschaltung.
4. Akustisches Übertragungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 3, ferner umfassend auf der Sekundärseite einen Modulator.
5. Akustisches Übertragungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 4, ferner umfassend auf der Sekundärseite einen Modulator zum Modulieren der elektrischen Last am sekundärseitigen elektroakustischen Wandler.
6. Akustisches Übertragungssystem nach Anspruch 5, ferner umfassend auf der Sekundärseite einen Gleichrichter.
7. Akustisches Übertragungssystem nach Anspruch 6, bei dem der Gleichrichter
   - zwischen dem elektroakustischen Wandler und dem Modulator verschaltet ist und/oder
   - direkt mit dem Modulator verschaltet ist.
8. Akustisches Übertragungssystem nach Anspruch 7, umfassend einen Transistor (T8), dessen Basis mit einem Anschluss (V_MOD) für eine Lastmodulation verschaltet ist.
9. Akustisches Übertragungssystem nach Anspruch 8, wobei der Transistor ein MOSFET ist.
10. Akustisches Übertragungssystem nach einem der Ansprüche 8 oder 9, umfassend einen Gleichrichter zwischen einem elektroakustischen Wandler und dem Transistor (T8), wobei bei Kurzschließen des Transistors (T8) zur Lastmodulation die Spannung am elektroakustischen Wandler nicht Null wird.
11. Akustisches Übertragungssystem nach Anspruch 10, wobei es auch während einer Modulation möglich ist, den Takt auf der Sekundärseite von einer eintreffenden akustischen Welle mit der Trägerfrequenz der Primärseite abzuleiten.
12. Akustisches Übertragungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 11, ferner umfassend auf der Sekundärseite einen Zwischenenergiespeicher.
13. Akustisches Übertragungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 12, wobei der Transponder dazu vorgesehen und geeignet ist, den Takt des Empfangssystems als Systemtakt zu verwenden.
14. Akustisches Übertragungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 13, ferner umfassend auf der Sekundärseite ein elektrisches Impedanzanpassnetzwerk.
15. Akustisches Übertragungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 14, ferner umfassend auf der Sekundärseite einen Frequenzteiler.

16. Akustisches Übertragungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 15, ferner umfassend auf der Primärseite und/oder auf der Sekundärseite eine akustische Impedanzanpassung und/ oder eine elektrische Impedanzanpassung.

17. Akustisches Übertragungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 16, ferner umfassend auf der Primärseite eine Frequenzweiche.

18. Akustisches Übertragungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 17, bei dem die Primärseite dazu vorgesehen und geeignet ist, die Sekundärseite mit Energie zu versorgen.

19. Akustisches Übertragungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 18, das zur unidirektionalen Kommunikation oder zur bidirektionalen Kommunikation vorgesehen und geeignet ist.

20. Akustisches Übertragungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 19, umfassend auf der Sekundärseite Mittel zur Aufzeichnung und/oder Übertragung akustischer und/oder optischer Wahrnehmung.

21. Akustisches Übertragungssystem nach Anspruch 20, umfassend auf der Sekundärseite Mittel zur Aufzeichnung und/oder Übertragung von Audioaufzeichnung, Bildaufzeichnung, Videoaufzeichnung, Bild-und-Ton-Aufzeichnung.

22. Akustisches Übertragungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 21, wobei auf der Sekundärseite aufgenommene Informationen in Form digitaler Daten als Nutzdaten zur Primärseite übertragbar sind.

23. Akustisches Übertragungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 22, wobei auf der Sekundärseite aufgenommene Videoinformationen in Monochrom-, Graustufen- oder Farbbild zur Primärseite übertragbar sind.

24. Akustisches Übertragungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 23, wobei auf der Sekundärseite aufgenommene Audioinformationen als Mono- oder Stereo-Signal zur Primärseite übertragbar sind.

25. Akustisches Übertragungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 24, wobei bei der Übertragung eines Bildes oder Bewegtbildes der Beginn einer neuen Bildzeile nach außen übertragbar ist.

26. Akustisches Übertragungssystem nach Anspruch 25, umfassend Mittel zur Übertragung des Beginns einer neuen Bildzeile an die Sekundärseite.

27. Akustisches Übertragungssystem nach einem der Ansprüche 25 oder 26, wobei bei der Übertragung eines Farbbilds von der Sekundärseite zur Primärseite je Bildpunkt 3 Werte übertragbar sind.

28. Akustisches Übertragungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 27, wobei die Primärseite ein Modul mit einer Antenne enthält oder die Primärseite um ein Modul mit einer Antenne erweiterbar ist.

29. Akustisches Übertragungssystem nach Anspruch 28, das dazu vorgesehen und geeignet ist, über eine Luftschnittstelle mit einem externen Kommunikationsgerät zu kommunizieren.

30. Akustisches Übertragungssystem nach Anspruch 29, wobei das externe Kommunikationsgerät ein Mobilfunk-Endgerät ist.

31. Akustisches Übertragungssystem nach Anspruch 30, bei dem die Primärseite und/oder die Sekundärseite mittels eines externen Kommunikationsgeräts gesteuert werden kann.

32. Akustisches Übertragungssystem nach einem der Ansprüche 29 bis 31, wobei die Luftschnittstelle ausgewählt ist aus einer Verbindung über einen Transceiver eines Wireless-Standards, einer NFC-Verbindung, einer Bluetooth-Verbindung.

33. Akustisches Übertragungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 32, umfassend auf der Primärseite
    - ein Wandlerelement, sowie einen Energiespeicher und eine Schaltung zur Umsetzung der

Daten zwischen verschiedenen Übertragungsstandards.

34. Akustisches Übertragungssystem nach Anspruch 33, wobei der Energiespeicher eine Batterie oder ein aufladbarer Akkumulator ist.

35. Verfahren zum Übertragen mittels eines akustischen Übertragungssystems, umfassend die Schritte:
    - Senden, mittels einer Sendeeinheit auf einer Primärseite, eines Trägersignals zu einer Empfangseinheit auf einer Sekundärseite;
    - Empfangen des Trägersignals durch die Empfangseinheit;
    - Erzeugen eines Antwortsignals auf der Basis eines Messwerts;
    - Übermitteln des Antwortsignals an die Primärseite.

36. Verfahren nach Anspruch 35, wobei die Primärseite und die Sekundärseite hermetisch und/oder durch eine für elektromagnetische Signale undurchdringliche Barriere getrennt sind.

37. Verfahren nach einem der Ansprüche 35 oder 36, bei dem akustische Wellen eine Barriere zwischen Primärseite und Sekundärseite durchdringen und Informationen und/oder Energie übertragen.

38. Verfahren nach einem der Ansprüche 35 bis 37, bei dem Kommunikation Punkt-zu-Punkt verschlüsselt ist.

39. Verfahren nach Anspruch 38, wobei die Kommunikation ein kryptographisches Verfahren nutzt.

40. Verfahren nach Anspruch 39, wobei Daten verschlüsselt werden, damit ihr Inhalt einer dritten Seite nicht zugänglich ist und/oder durch eine dritte Seite nicht gezielt veränderbar ist.

41. Verfahren nach einem der Ansprüche 35 bis 40, bei dem Kommunikation via digitaler Signale stattfindet.

42. Verfahren nach einem der Ansprüche 35 bis 41, bei dem Kommunikation unidirektional oder bidirektional stattfindet.

43. Verfahren nach einem der Ansprüche 35 bis 42, bei dem Informationen mittels Modulation übertragen werden, die ausgewählt ist aus Lastmodulation, Amplitudenmodulation, Phasenmodulation, Frequenzmodulation, komplexe Modulation.

44. Verfahren nach einem der Ansprüche 35 bis 43, wobei die Datenflussrichtung die Richtung von der Primärseite zur Sekundärseite einschließt.

45. Verfahren nach einem der Ansprüche 35 bis 44 mit Fehlererkennungs- oder Fehlerkorrekturmethoden.

46. Verfahren nach einem der Ansprüche 35 bis 45, wobei Datenrahmen von der Primärseite zur Sekundärseite nach Bedarf geschickt werden und von der Sekundärseite beantwortet werden.

47. Verfahren nach Anspruch 46, wobei zwischen asynchronen Datenrahmen nur die nicht modulierte Trägerfrequenz von der Primärseite zur Sekundärseite gesendet wird.

48. Verfahren nach einem der Ansprüche 35 bis 47, wobei zwischen 8 bit Nutzdaten ein Parity-Bit gesendet wird.

49. Verfahren nach einem der Ansprüche 35 bis 48, wobei die Übertragung einen Cyclic Redundancy Check (CRC) Mechanismus verwendet.

50. Verfahren nach Anspruch 49, wobei der Cyclic Redundancy Check (CRC) ein CRC16 Check oder CRC32 Check, bei dem die letzten 2x8 bits bzw. 4x8 bits zu dem Check gehören.

51. Verfahren nach einem der Ansprüche 35 bis 50, bei dem auf der Sekundärseite Energie zwischengespeichert wird.

52. Verfahren nach einem der Ansprüche 35 bis 51, bei dem akustische Longitudinalwellen eine schalldurchlässige Barriere durchqueren.

53. Verfahren nach einem der Ansprüche 35 bis 52, bei dem Kommunikation durch die Primärseite gesteuert wird.

54. Verfahren nach einem der Ansprüche 35 bis 53, bei dem eine Primärseite mit zwei oder mehr Sekundärseiten kommuniziert.

55. Verfahren nach einem der Ansprüche 35 bis 54, in dem eine Anti-Kollisions-Methode angewendet wird.

56. Verfahren nach einem der Ansprüche 35 bis 55 mit Kommunikation mit Trägerfrequenzen im Bereich von 1 MHz bis 50 MHz.

57. Verfahren nach Anspruch 56, wobei die elektroakustische Kommunikation Frequenzen in dem Frequenzbereich 13,56 MHz ± 0,5 MHz nutzt.

58. Verfahren nach Anspruch 57, wobei die Elemente des akustischen Kanals zwischen der Primärseite und der Sekundärseite an den Frequenzbereich 13,56 MHz ± 0,5 MHz angepasst sind.

59. Verfahren nach Anspruch 58, wobei die Elemente des akustischen Kanals die elektroakustischen Wandler, Klebeschichten und das Medium umfassen.

60. Verfahren nach einem der Ansprüche 35 bis 59, ferner umfassend ein Variieren von Frequenzen und/oder Amplituden, um ein Verändern von Umgebungsparametern oder Fertigungstoleranzen zu kompensieren.

61. Verfahren nach einem der Ansprüche 35 bis 60, wobei die Sekundärseite die Primärseite über bevorzugte oder zu meidende Frequenzen informiert.

62. Verfahren nach Anspruch 61, wobei die Einteilung in bevorzugte und zu meidende Frequenzen auf der Bitfehlerrate basiert.

63. Verwendung eines akustischen Übertragungssystems nach einem der Ansprüche 1 bis 34 zum Abfragen eines Messwerts in einem von der Primärseite hermetisch und/oder galvanisch getrenntem Volumen.

64. Verwendung nach Anspruch 63 zur Messung von Temperatur, Gasdruck und/oder Feuchtigkeit und/oder pH-Wert und/oder Druck in flüssigen Medien.

65. Verwendung nach einem der Ansprüche 63 oder 64 in einem Hochspannungskondensator für eine galvanisch getrennte Übertragung nach außen.

66. Verwendung eines Fehlererkennungsmechanismus in einem akustischen Übertragungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 34, so dass geeignete Trägerfrequenzen, Amplituden bzw. Einstellungen einer Modulation gefunden werden, wobei ein Übertragungsparameter oder mehrere Übertragungsparameter variiert werden.

67. Verwendung eines akustischen Übertragungssystems nach einem der Ansprüche 1 bis 34 zur Nutzung von vier oder mehr akustischen Frequenzbereichen, in denen gleiche Informationen übertragen werden.

68. Verwendung nach Anspruch 67, wobei eine Lastmodulation mit einem zweistufigen Modulationsverfahren zum Einsatz kommt.

69. Verwendung nach Anspruch 68, wobei
    - Daten in Manchester-Codierung in einem ersten Schritt auf einen Hilfsträger aufmoduliert werden und,
    - der Hilfsträger im Kanal in einem zweiten Schritt wieder der Trägerfrequenz aufmoduliert wird.

70. Verwendung nach Anspruch 69, wobei die Primärseite die Information der Sekundärseite immer zur gleichen Zeit und parallel in vier Frequenzbändern erhält, die relativ zum Träger aber festgelegt sind.

Hierzu 7 Blatt Zeichnungen

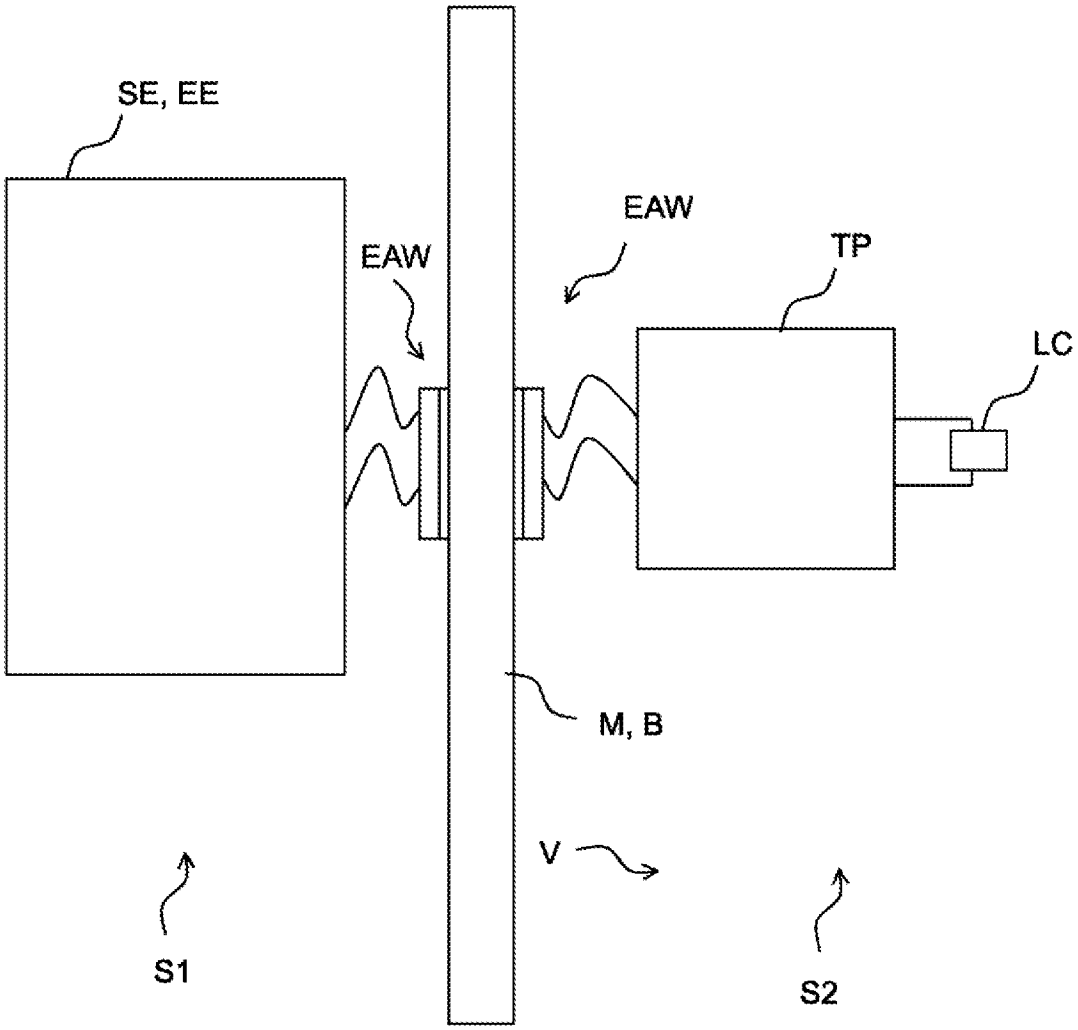


Fig. 1

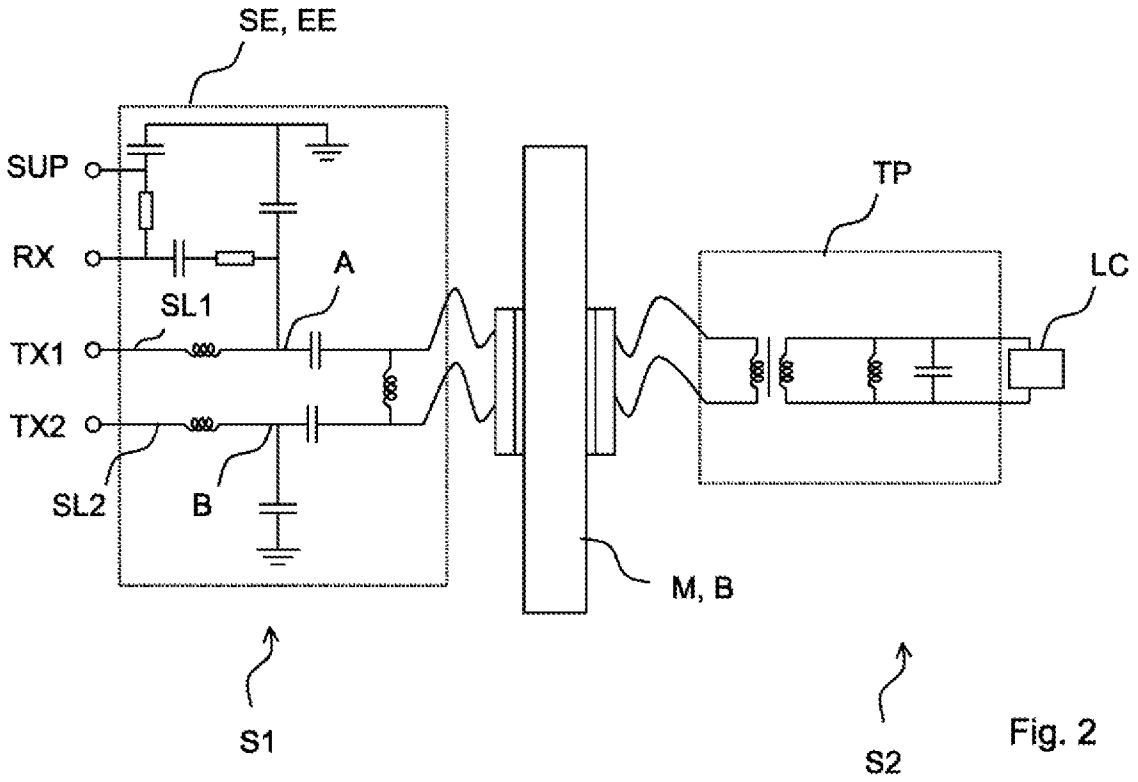


Fig. 2

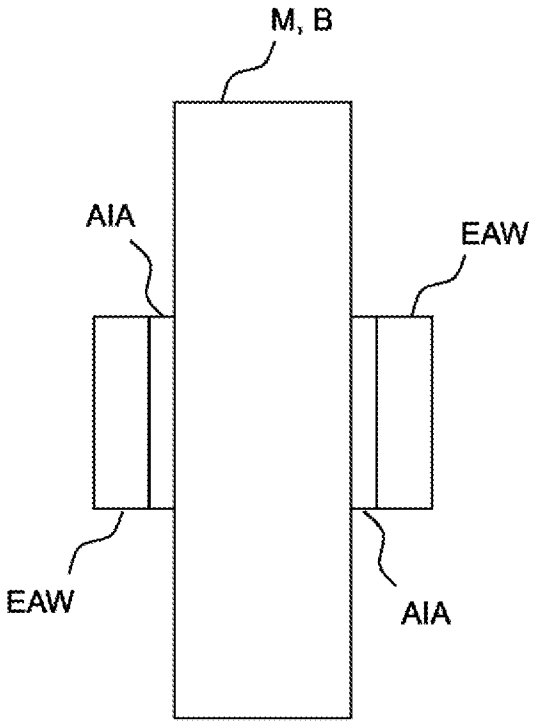


Fig. 3

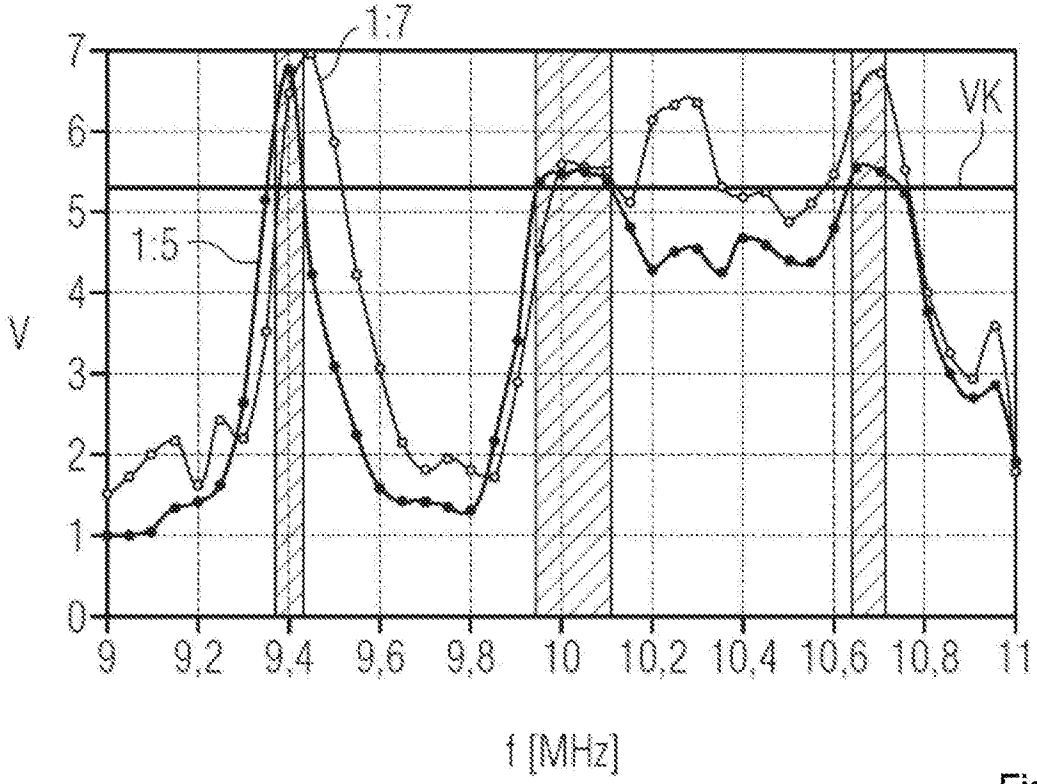

1:7
VK
1:5
V
7
6
5
4
3
2
1
0
9
9,2
9,4
9,6
9,8
10
10,2
10,4
10,6
10,8
11
f [MHz]

Fig. 4

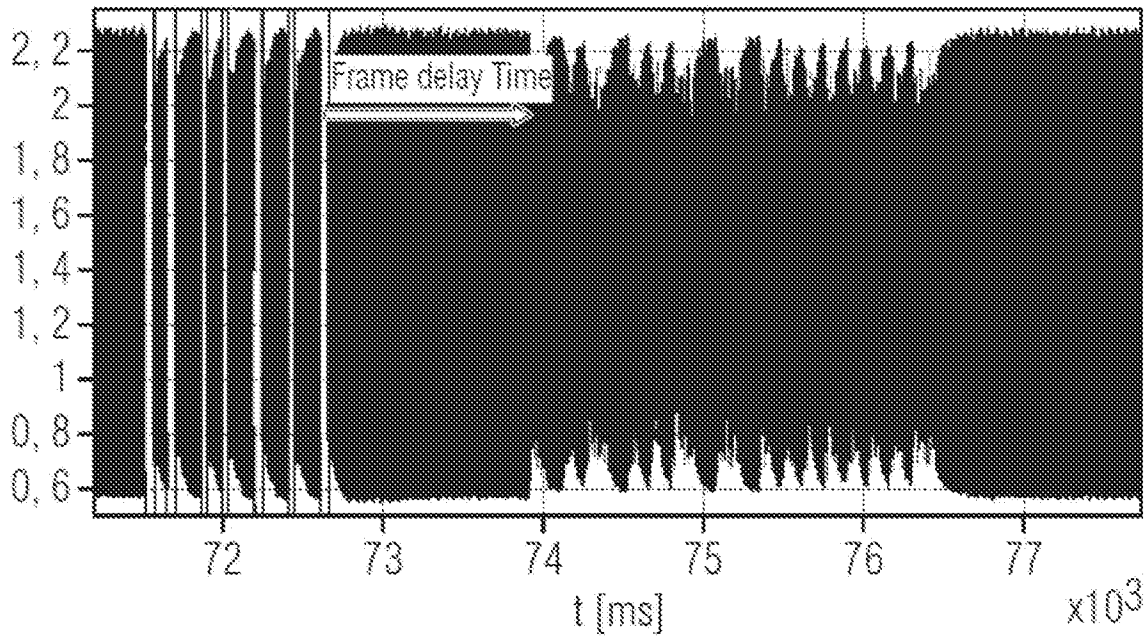

Frame delay Time
2, 2
2
1, 8
1, 6
1, 4
1, 2
1
0, 8
0, 6
72
73
74
75
76
77
t [ms]
x10³

Fig. 5

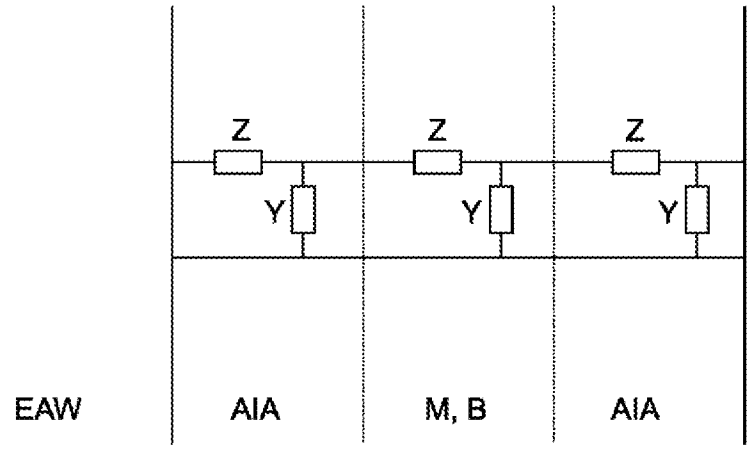

Z
Z
Z
Y
Y
Y
EAW
AIA
M, B
AIA
EAW

Fig. 6

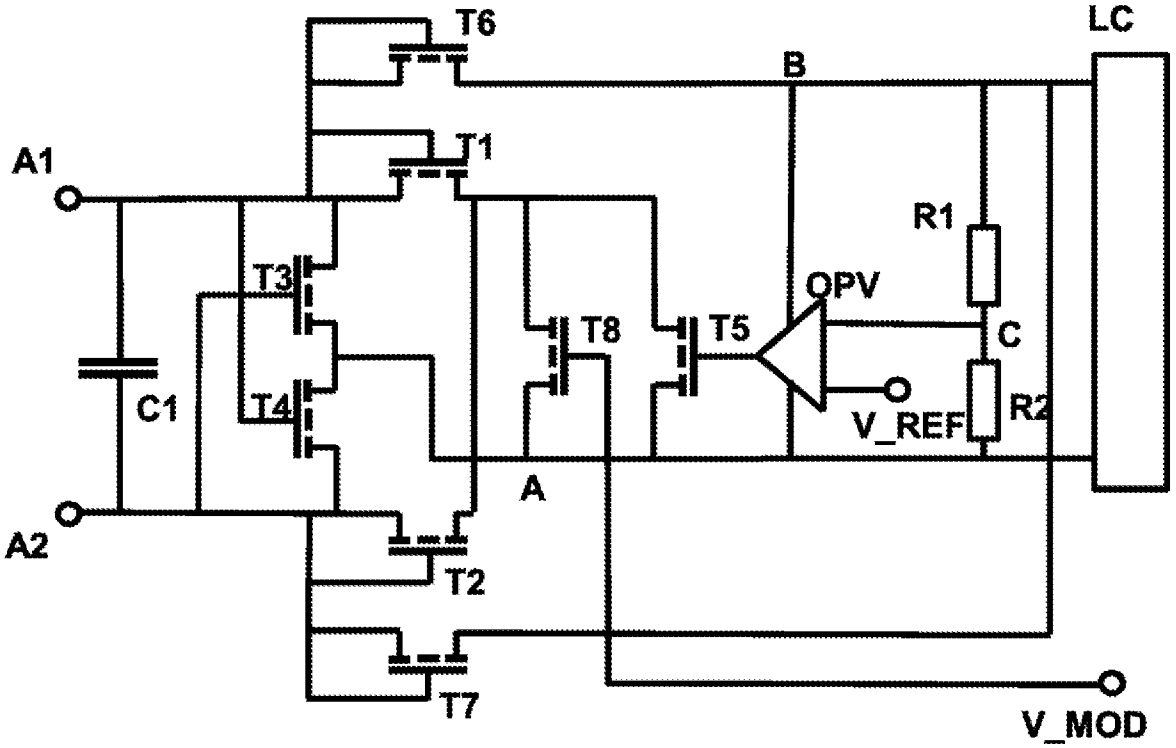

T6
LC
B
A1
T1
R1
T3
OPV
T8
T5
C
C1
T4
V_REF
R2
A
A2
T2
T7
V_MOD

Fig. 7

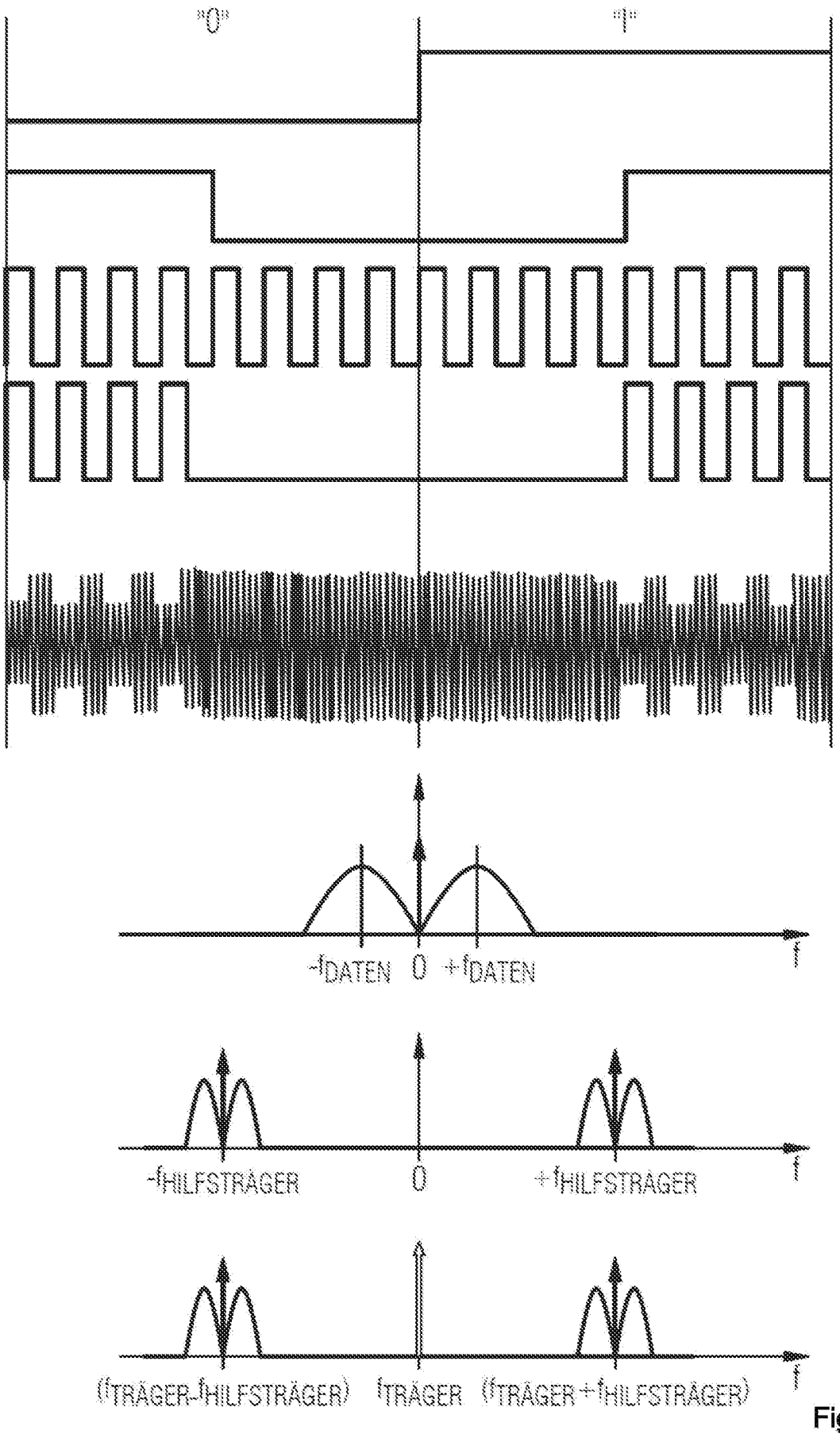

"0"
"1"
-fDATEN
0
+fDATEN
f
-fHILFSTRÄGER
0
+fHILFSTRAGER
f
(fTRÄGER-fHILFSTRÄGER)
fTRÄGER
(fTRÄGER+fHILFSTRÄGER)
f

Fig. 8

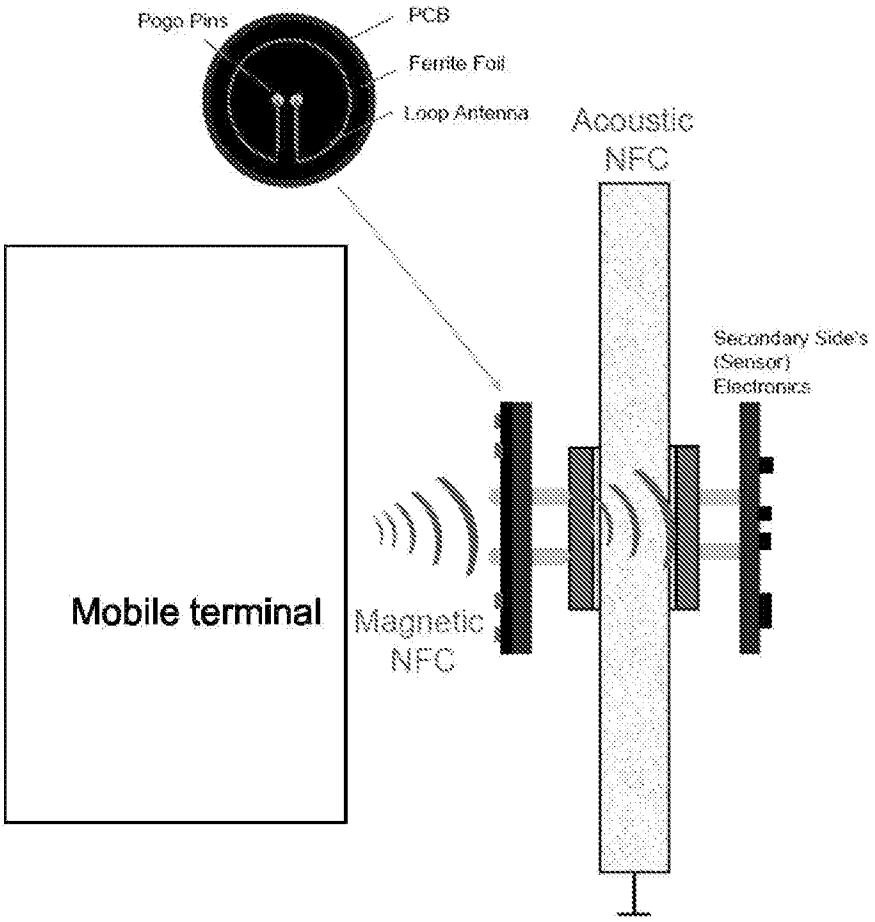

Pogo Pins
PCB
Ferrite Foil
Loop Antenna
Acoustic NFC
Secondary Side's (Sensor) Electronics
Mobile terminal
Magnetic NFC

Fig. 9

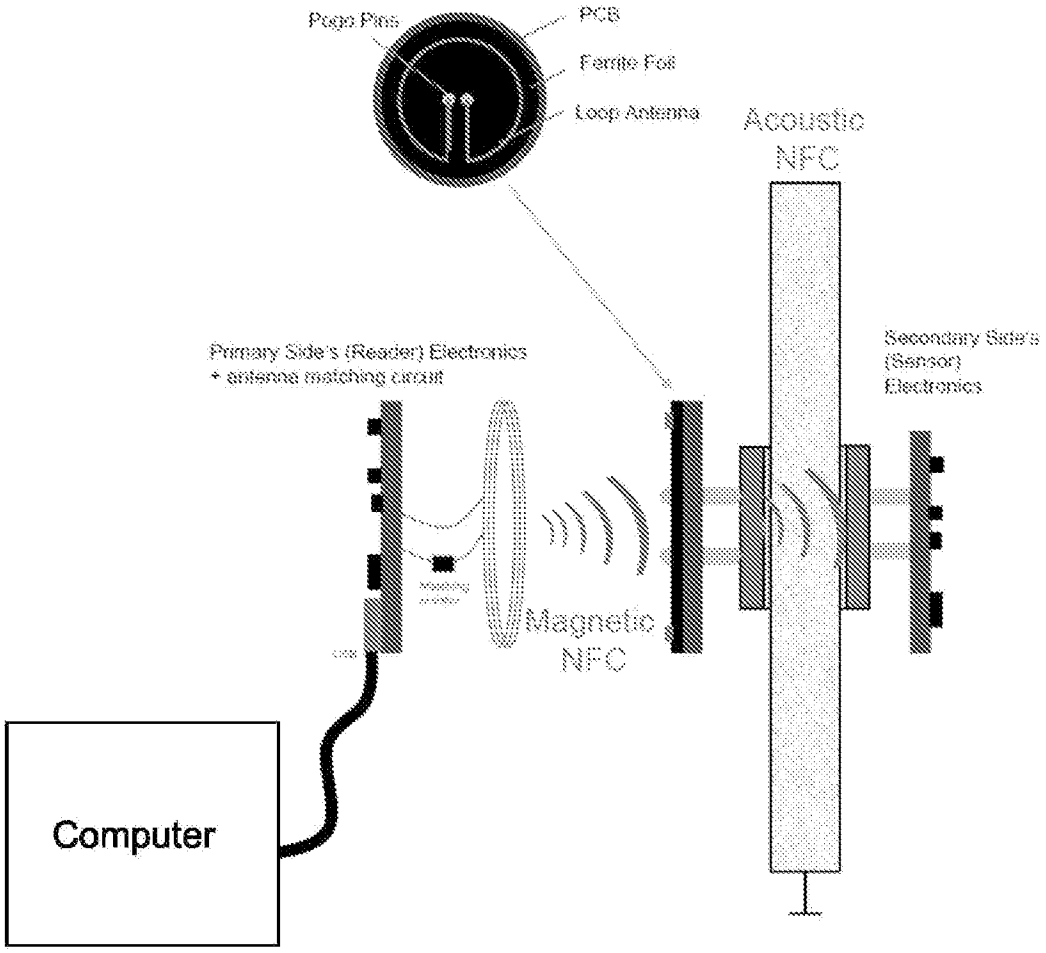

Pogo Pins
PCB
Ferrite Foil
Loop Antenna
Acoustic NFC
Primary Side's (Reader) Electronics
+ antenna matching circuit
Secondary Side's (Sensor) Electronics
Magnetic NFC
Computer

Fig. 10