



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 575 013 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
14.09.2005 Patentblatt 2005/37

(51) Int Cl.7: **G08C 15/00**

(21) Anmeldenummer: **04030561.7**

(22) Anmeldetag: **23.12.2004**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IS IT LI LT LU MC NL PL PT RO SE SI SK TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA HR LV MK YU

(72) Erfinder: **Fink, Hans-Jörg, Dipl.-Ing.**
79108 Freiburg (DE)

(74) Vertreter: **Sauer, Wolfgang**
MICRONAS GmbH,
Patentabteilung,
Hans-Bunte-Strasse 19
79108 Freiburg i.Br. (DE)

(30) Priorität: **12.02.2004 DE 102004007486**

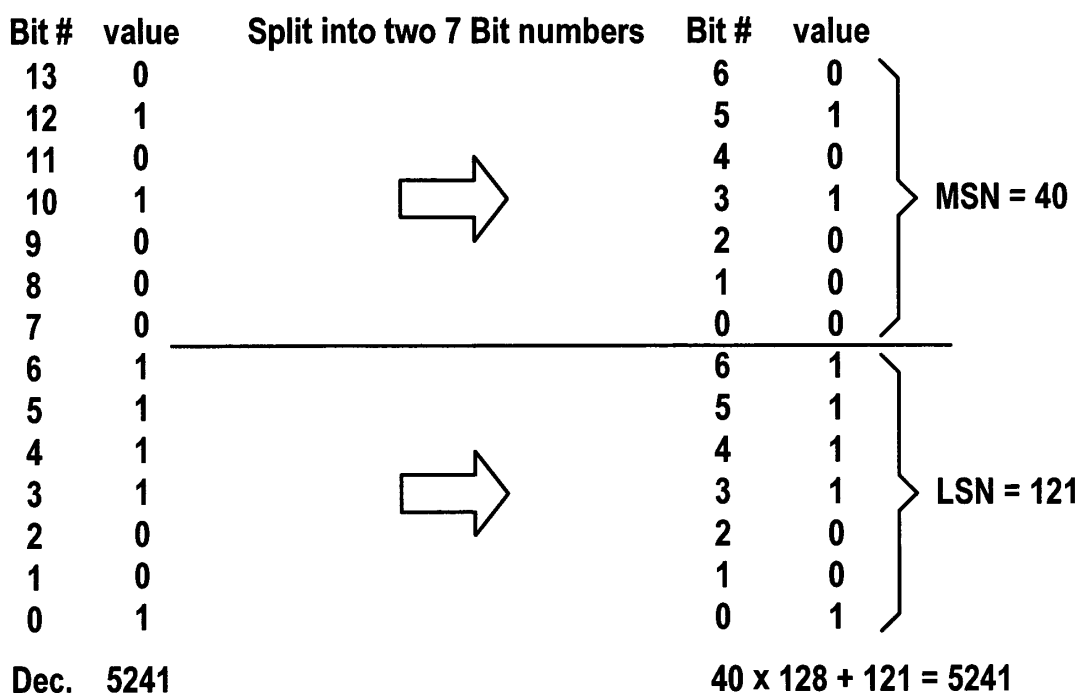
(71) Anmelder: **Micronas GmbH**
79108 Freiburg (DE)

(54) **Sensor mit Multiplex-Datenausgang**

(57) Verfahren zur Datenübertragung von einem Sensor (1) auf einen Empfänger (4) bei dem jedes ursprüngliche Datenwort stellenmäßig in mindestens zwei getrennte Kurzdatenworte (MSN, LSN) zerlegt wird. Die getrennten Kurzdatenworte (MSN, LSN) werden mittels einer Digital-Analogumsetzung (15) jeweils in ein analoges Pseudosignal umgesetzt und im Multiplexbetrieb

über einen Ausgang des Sensors und eine Übertragungsstrecke (3) dem Empfänger (4) zugeführt. Im Empfänger werden die analogen Pseudosignale mittels eines Analog-Digitalumsetzers (15) wieder in Kurzdatenworte (MSN, LSM) zurückgewandelt und stellenrichtig zusammengefügt, so dass das resultierende Datenwort dem ursprünglichen Datenwort entspricht.

Fig. 1



EP 1 575 013 A2

Beschreibung

[0001] Sensoren befinden sich in der Regel am Ort der zu bestimmenden Größe. Entweder erfordert dies schon das Messprinzip oder dient dazu, Messfehler und Unsicherheiten möglichst klein zu halten. Die gemessenen Größen wie Temperatur, Magnetfeld, Druck, Kraft, Durchfluss, Füllstand usw. werden im Sensor in physikalische Signale umgewandelt, die dann der Empfangseinrichtung zugeführt werden. In der Regel findet im Sensor eine Umsetzung in elektrische Signale statt, die sich leicht generieren, übertragen und empfangen lassen, insbesondere wenn als Empfänger ein Prozessor vorgesehen ist, der über entsprechende Schnittstellen verfügt. Die zu übertragenden Signale können dabei je nach Anwendungsfall analoge oder digitale Signale sein. Digitale Signale haben gegenüber analogen Signalen den Vorteil, dass sie auf dem Übertragungsweg weniger gestört werden können, was allerdings durch einen erhöhten Aufwand auf der Sender- und Empfängerseite sowie auf der Übertragungsstrecke erkauft werden muss. Andererseits passen digitale Signale oft besser in die Signallandschaft der angeschlossenen Prozessoren, weil deren Signalverarbeitung in wesentlichen Teilen ebenfalls digital erfolgt.

[0002] Um parallele Datenleitungen auf der Übertragungsstrecke und endspärende Parallelanschlüsse auf der Sensor- und Empfängerseite zu vermeiden, werden die Daten zweckmäßigerweise seriell übertragen. Die Übertragung erfolgt dabei als kontinuierlicher Datenstrom oder mittels zeitlich getrennter Datenpakete. In einfachster Form werden dabei die einzelnen Bits der Daten mittels zwei leicht unterscheidbaren logischen Zuständen kodiert und übertragen. Bekannte Verfahren gibt es in großer Anzahl, die bekanntesten sind wohl die binär modulierte Puls-Code-Modulation (=PCM) oder die ebenfalls binär modulierte Puls-Weiten-Modulation (=PWM). Ob dieser Modulation noch eine Trägermodulation hinzugefügt wird, ändert an der grundsätzlich binären Modulationsart nichts.

[0003] Ein Nachteil der seriellen Datenübertragung ist bei längeren Datenworten der für die Übertragung erforderliche Zeitaufwand, weil die Übertragungsrate relativ langsam ist. Lange Signalleitungen können die Impulsflanken verschleifen, was zur sicheren Erkennung eine gegenüber dem Prozessortakt deutlich reduzierte Datenrate erfordert. In der Regel ist während dieser Zeit zumindest der zugehörige Dateneingang des Empfängers für andere Daten blockiert, im ungünstigeren Fall erstreckt sich die Blockierung auf weitere Teile des Prozessors, der dann beispielsweise keine Unterbrechung zulässt.

[0004] Eine andere Möglichkeit der schnellen Übertragung von Daten besteht darin, die Daten vor der Übertragung mittels eines Digital-Analogumsetzers wieder in ein Analogsignal mit diskreten Werten umzusetzen und dieses Signal zu übertragen. Dies entspricht einer parallelen Datenübertragung. Auf der Empfänger-

seite lassen sich dann aus den einzelnen Signalbereichen wieder die Daten mittels eines Analog-Digitalumsetzers zurückgewinnen. Auf den ersten Blick sieht das umständlich aus, denn man könnte ja gleich das ursprünglich analoge Ausgangssignal des Sensors übertragen. Findet jedoch im Sensor eine Bearbeitung des Sensorsignals statt, beispielsweise eine Filterung, Interpolation, Kompensation, Pegelanpassung, Entzerrung usw., dann erfolgt dies viel leichter auf der digitalen Ebene, weil dann die zugehörigen Parameter und Programmschritte aus digitalen Speichern abrufbar sind und die digitale Verarbeitung in integrierten Recheneinrichtungen erfolgt. Probleme gibt es bei dieser Übertragungsart bei hochauflösenden Sensorausgangssignalen, weil dann die Störgrößen auf der Übertragungsstrecke vergleichbar oder gar größer sind als die Schrittweite des zur Verfügung stehenden Signalarasters.

[0005] Es ist Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren anzugeben, das eine schnelle und insbesondere sichere Datenübertragung zwischen Sensor und Empfänger auch bei Sensoren mit hoher Auflösung ermöglicht.

[0006] Die Lösung der Aufgabe geht von der Erkenntnis aus, dass nicht alle Daten gleichzeitig für die Übertragung in ein analoges Signal, ein Pseudosignal, umgesetzt werden, sondern nur abschnittsweise. Die resultierenden analogen Signale werden dann nacheinander im Multiplexbetrieb übertragen. Auf der Empfängerseite werden die aus den übertragenen Pseudosignalen ermittelten Bits stellenrichtig zusammengesetzt, so dass das vollständige Datenwort für die weitere Verarbeitung wieder zur Verfügung steht.

[0007] Die Anzahl der Multiplexabschnitte und die Anzahl der in jedem Multiplexabschnitt übertragenen Daten ist von den jeweiligen Eigenschaften der beteiligten Funktionseinheiten und den zu erwartenden Störungen abhängig. Wenn der Störeinfluss gering ist, dann erlaubt dies mehr diskret unterscheidbare Zustände als wenn der Störeinfluss hoch ist. Im Grenzfall ist der Störeinfluss so hoch, dass eine Multiplexübertragung gar nicht mehr möglich ist, sondern jedes Bit einzeln übertragen werden muss, dies ist aber wieder der rein sequentielle Betrieb.

[0008] Die im Multiplexbetrieb übertragenen Datenpakete müssen auf der Empfängerseite wieder richtig zusammengesetzt werden. Es muss also eine sichere Zuordnung vorgegeben sein, um welches der verschiedenen Datenpakete es sich jeweils handelt. Hierzu gibt es eine Vielzahl von Möglichkeiten. Eine sehr einfache Lösung ist die Kennzeichnung durch kurze Pausen zwischen den zusammengehörigen Multiplexabschnitten eines einzigen Datenwortes und langen Pausen, die zur Unterscheidung unterschiedlicher Datenworte dienen. Dabei ist die Reihenfolge der zusammengehörigen Datenpakete fest vorgegeben.

[0009] Ein großer Vorteil der beschriebenen Multiplexübertragung ist, dass auch hochauflösende Sensorsignale von den Analog-Digitalumsetzern mit einer geringeren Bitauflösung in den Prozessoren erfasst

werden können. Wird ein 14-stelliges Datenwort in zwei Abschnitte zu je 7 Bit gesplittet, dann ist ein Analog-Digitalumsetzer von 10 Bit im Prozessor in der Lage, dieses Signal aufzulösen und die zugehörigen 7 Bit zu bestimmen. Die ersten 7 Bit, die den höher- oder niederwertigen Stellen des Datenwortes zugeordnet sind, werden dann in einem ersten Register abgelegt. Beim zweiten empfangenen Signal werden die 7 Bit der nieder- oder höherwertigen Stellen des Datenwortes bestimmt und in einem zweiten Register oder in frei gebliebenen Stellen des ersten Registers stellenrichtig abgespeichert. Damit ist in zwei Schritten die Übertragung eines 14-stelligen Datenwortes durchgeführt. Die weitere Verarbeitung erfolgt dann im Prozessor als 14-stelliges Datenwort. Als Beispiel für die Forderung nach einer hohen Übertragungsgenauigkeit wird die Erfassung der genauen Drosselklappenstellung bei einem Verbrennungsmotor genannt, die für die Einstellung eines ruhigen Leerlaufes erforderlich ist.

[0010] Nimmt man an, dass die Versorgungsspannung der Elektronik die üblichen 5 Volt sind, dann steht für den Ausgangshub der Sensoren etwa ein Spannungsbereich zwischen 0,25V und 4,75V zur Verfügung. Will man mit diesem Spannungshub 10 Bit Auflösung erreichen, dann entspricht der kleinste Auflösungsschritt, ein LSB (=least significant bit), einem Spannungssprung von 4,88mV. Wird dieser Übertragungsbereich jedoch nach der Erfindung für eine Multiplexübertragung von 2 mal 5 Bit verwendet, dann entspricht der kleinste Auflösungsschritt LSB einem Spannungssprung von 62,25 mV. Dieser Gewinn entspricht etwa einem Faktor 30 gegenüber der ursprünglichen Auflösung.

[0011] Das Beispiel zeigt, dass in der Regel die Übertragung mit zwei Schritten ausreichend ist, wodurch sich die Verfahren zur Kennzeichnung der beiden Abschnitte vereinfachen. Beispielsweise kann man den zur Verfügung stehenden Spannungsbereich zwischen 0,25 V und 4,75V in zwei Teile mit 0,25 V bis 2,25 V und 2,75V bis 4,75 V aufspalten. In einem Bereich werden dann die höherwertigen Stellen und im anderen Bereich die niederwertigen Stellen übertragen. Die Störsicherheit wird hierbei halbiert, hat aber gegenüber dem obigen Beispiel mit der Übertragung eines 10 Bit Signals immer noch einen Gewinn etwa vom Faktor 15.

[0012] Die Definition des jeweiligen Datenbereiches oder dessen Anforderung kann jedoch auch durch den Controller selbst erfolgen, indem dieser einen Lastwiderstand der Übertragungsleitung über eines seiner I/O-Tore auf das VSS- oder VDD-Potential schaltet. Dieses Umschalten wird über die geänderte Stromrichtung in einer entsprechenden Auswerteschaltung im Sensorausgang erkannt und löst die Übertragung des gewünschten Datenabschnittes aus. Eine weitere Möglichkeit zur Definition der Datenpakete und gegebenenfalls zu deren Auslösung kann über Signale auf der Versorgungsleitung VDD oder einem weiteren Anschluss des Sensors erfolgen. In DE 198 19 265 C1 ist beispiels-

weise beschrieben, wie über den Versorgungsspannungsanschluss VDD Kommandosignale von einem externen Controller einem Sensor zugeführt werden. Im einfachsten Fall löst ein relativ hoher VDD-Spannungswert die Übertragung der höherwertigen Daten und ein relativ niedriger VDD-Spannungswert die Übertragung der niederwertigen Daten aus oder umgekehrt.

[0013] Wenn die zeitliche Änderung der vom Sensor zu erfassenden Größe relativ langsam ist, dann ändern sich die Daten im höherwertigen Bereich nicht, sondern nur die Daten im niederwertigen Bereich. In diesem Fall ist es zweckmäßig, solange nur die Änderungen im niederwertigen Datenbereich zu übermitteln bis sich im höherwertigen Datenbereich eine Änderung ergibt. Wenn die Übertragung in zwei Aussteuerbereichen erfolgt, ist die Kennzeichnung welcher Datenabschnitt gerade übertragen wird gewährleistet, ansonsten muss eine andere Kennzeichnung dies sicherstellen. Dieses Verfahren beschleunigt die Übertragung weiter und reduziert die Belegung des Controllers.

[0014] Die Erfindung und vorteilhafte Ausgestaltungen werden nun anhand der Figuren der Zeichnung näher erläutert:

Fig. 1 zeigt die Aufspaltung von 14 Bit in zwei Kurzdatenworte mit je 7 Bit,
 Fig. 2 zeigt den Aussteuerungsbereich für ein analoges Ausgangssignal,
 Fig. 3 zeigt die Aussteuerungen für die zugehörigen analogen Pseudosignale,
 Fig. 4 zeigt am Beispiel einer Winkelerfassung das analoge Sensorsignal,
 Fig. 5 zeigt im Zeitdiagramm die Übertragung der Pseudosignale nach Fig. 3,
 Fig. 6 zeigt schematisch eine Übertragungsstrecke mit umschaltbarer Last,
 Fig. 7 zeigt schematisch die Steuerung des Sensors über die Versorgung und
 Fig. 8 zeigt als Blockschaltbild die Funktionseinheiten eines Sensors.

[0015] In Fig. 1 wird in der Art einer Tabelle das mit 14 Stellen oder 14 Bit aufgelöste Ausgangssignal eines Sensors dargestellt. Der von 0 bis 13 Bit gehende Stellenbereich "Bit", der eine Binärzahl definiert, entspricht 16384 unterscheidbaren Signalbereichen. Im dargestellten Beispiel ist als Sensorsignalwert die Dezimalzahl Dec. 5241 angenommen, der zugehörige Binärwert ist unter "value" angegeben. Bei einer Aufspaltung dieser Binärzahl in zwei 7 Bit Bereiche ergeben sich die unter der rechten Spalte "value" angegebenen neuen Binärwerte MSN und LSN. MSN steht für "most significant nibble" und LSN für "least significant nibble". In Dezimalzahlen ausgedrückt entspricht MSN dem Wert 40 und LSN dem Wert 121. In der folgenden Beschreibung und in den Ansprüchen werden diese Teilbereiche MSN und LSN auch als Kurzdatenworte bezeichnet. In der rechten unteren Ecke wird mittels einer Formel darge-

stellt, dass beide Kurzdatenworte additiv wieder miteinander zum ursprünglichen Dezimalwert Dec. 5241 kombiniert werden können, sofern der dezimale MSB-Wert 40 zuvor mit dem Gewichtungsfaktor 128 gegenüber den LSN-Wert vergrößert wird.

[0016] In Fig. 2 ist der Dezimalwert 5241 auf die von 0V bis 5V gehende Ausgangsspannung Vout abgebildet, wobei der volle Hub dem Dezimalwert 16384 entspricht. Der genannte Spannungsbereich von 0V bis 5V dient hier der einfacheren Betrachtung, in Wirklichkeit werden bei einer Versorgungsspannung von VDD=5 V diese Werte selbstverständlich nicht erreicht. Für den Dezimalwert 5241 ergibt sich ein Spannungswert 1,600 V. Fig. 3 zeigt die Spannungswerte für die zugehörigen Kurzdatenworte MSN und LSN, die in dezimaler Darstellung die Werte Dec. =40 bzw. 121 haben. Da durch den Splitvorgang jeweils nur noch 128 Spannungswerte zu unterscheiden sind, entsprechen die Dezimalwerte 40 und 121 der Kurzdatenworte MSN bzw. LSN den Spannungswerten 1,563 V bzw. 4,727 V.

[0017] Fig. 4 zeigt schematisch das analoge Ausgangssignal Vout für einen Sensor zur Aufnahme von Winkelwerten. Den von -60° bis $+60^\circ$ durchlaufenden Winkeln α sind linear die Spannungswerte von 0 V bis 5 V zugeordnet.

[0018] Fig. 5 zeigt im Zeitdiagramm die aufeinanderfolgende Übertragung der Kurzdatenworte LSN und MSN von Fig. 1 als unterschiedliche Spannungspegel Vout von 4,727 V und 1,563 V. Ein kurzer Übergang von etwa 0,2 ms signalisiert den Wechsel vom LSN auf MSN. Der Wechsel wird in dem Ausführungsbeispiel dadurch ausgelöst, dass im Sensorausgang erkannt wird, dass sich die Stromflussrichtung auf der Übertragungsleitung umgekehrt hat, was beispielsweise durch die Umschaltung des Lastwiderstandes RL von VSS oder GND auf VDD bewirkt wird.

[0019] Ein Beispiel für eine derartige Realisierung zeigt Fig. 6. Ein Sensor 1 ist mit seinem Signalausgang 2 an eine Übertragungsstrecke 3 angeschlossen, die einen Lastwiderstand RL von beispielsweise 10 kOhm aufweist. Das von der Übertragungsstrecke 3 abgewandte Ende des Lastwiderstandes ist mit einem I/O-Eingang eines Empfängers 4, z.B. ein Controller, verbunden, der sein Ausgangspotential wahlweise zwischen VSS und VDD umschalten kann und damit im Sensor 1 die Abgabe des jeweiligen Kurzdatenwortes als analoges Pseudosignal steuert. Die Auswertung des analogen Pseudosignals im Empfänger 4, also seine Digitalisierung, erfolgt mittels eines Analog-Digitalumsetzers 5.

[0020] In Fig. 7 ist eine andere Realisierung der externen Auslösung der Kurzdatenworte schematisch dargestellt. Die Steuerung erfolgt jetzt über die Versorgungsspannung VDD, die vom Controller 4 in geeigneter Weise über den I/O-Anschluss moduliert wird. Ob dabei eine Über- und Unterspannung $\pm \Delta U$ verwendet wird oder unterschiedlich hohe Überspannungen hängt lediglich von der Erkennungsschaltung im Sensor ab.

Der Lastwiderstand RL ist in diesem Fall an ein festes Potential, z.B. VDD, angeschlossen.

[0021] Wenn die Unterscheidung der Kurzdatenworte MSN und LSN über unterschiedliche Spannungsbereiche Vout erfolgt, dann erübrigen sich natürlich die Kennzeichnungen entsprechend Fig. 6 oder Fig. 7. In diesem Fall erfolgt die Unterscheidung rein passiv im Empfänger 4 über die vom Analog-Digitalumsetzer 5 unterschiedlich erkannten Spannungsbereiche.

Fig. 8 zeigt schematisch als Blockschaltbild die Funktionseinheiten eines Ausführungsbeispiels für einen Sensor 1. Das eigentliche Sensorelement 6 liefert sein analoges Messsignal an einen Analog-Digitalumsetzer 7. Die darauf folgende Verarbeitung erfolgt digital im Schaltungsblock 8. Werden hierzu Parameter oder Programmweisungen gebraucht, dann werden diese aus einem Speicher 9 geholt. Dort können auch Zwischenergebnisse usw. abgespeichert werden. Das Ergebnis der Verarbeitung ist das digitale Ausgangssignal des Blockes 8, ein mehrstelliges Datenwort, das letzten Endes zu einem nicht dargestellten Empfänger übertragen werden soll. Dieses Datenwort wird in dem Schaltungsblock 10 in zwei Kurzdatenworte MSN und LSN aufgespalten, die in den Registern 11, 12 zwischengespeichert werden. Über eine elektronische Schalteinrichtung 13 wird der Inhalt der beiden Register von einer Steuereinrichtung 14 zur richtigen Zeit auf einen Digital-Analogumsetzer 15 geschaltet, der die Kurzdatenworte MSN und LSN jeweils in ein analoges Pseudosignal umwandelt, das über einen Verstärker 16 einem Ausgangsanschluss des Sensors 1 zugeführt wird. Die erforderlichen Versorgungsleitungen und Steuerleitungen und Taktgeber sind der besseren Übersicht wegen nicht dargestellt. Ob die einzelnen Funktionseinheiten ganz oder teilweise mittels einer angepassten Schaltung oder mittels eines Programms realisiert sind, liegt im Rahmen der Erfindung.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Datenübertragung von einem Sensor (1) auf einen Empfänger (4), **dadurch gekennzeichnet, dass**

- jedes ursprüngliche Datenwort stellenmäßig in mindestens zwei getrennte Kurzdatenworte (MSN, LSN) zerlegt wird, wodurch die Anzahl der jeweiligen Stellen kleiner wird als bei dem ursprünglichen Datenwort,
- die getrennten Kurzdatenworte (MSN, LSN) mittels einer Digital-Analogumsetzung (15) jeweils in ein analoges Pseudosignal umgesetzt werden,
- im Multiplexbetrieb diese analogen Pseudosignale über einen Ausgang des Sensors (1) und

eine Übertragungsstrecke (3) einem Signaleingang des Empfängers (4) zugeführt werden,

- der Signaleingang mit einem Analog-Digitalumsetzer (5) gekoppelt ist, der die analogen Pseudosignale in empfängerseitige Kurzdatenworte (MSN, LSN) umwandelt, wobei die Stellenzahl durch die Stellenzahl entsprechenden Kurzdatenwort (MSN, LSN) im Sensor (1) vorgegeben sind, und 5
 - die Stellen zusammengehöriger Kurzdatenworte (MSN, LSN) stellenrichtig wieder zu einem empfängerseitigen Datenwort zusammenfügt, das dem ursprünglichen Datenwort entspricht. 10
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Übertragung der Kurzdatenworte (MSN, LSN) mittels eines modifizierten Multiplexbetriebes erfolgt, wenn sich die Daten im höherwertigen Kurzdatenwort (MSN) zwischen aufeinanderfolgenden Datenworten nicht ändern. 15
3. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** im modifizierten Multiplexbetrieb nur die niederwertigen Kurzdatenworte (LSN) übertragen werden. 20
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Unterscheidung zwischen den zusammengehörigen und nicht zusammengehörigen Kurzdatenworten (MSN, LSN) durch unterschiedlich lange Pausen erfolgt. 25
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** den Kurzdatenworten (MSN, LSN) zur Unterscheidung getrennte Aussteuerbereiche des Sensorausganges zugeordnet sind. 30
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** den Kurzdatenworten (MSN, LSN) zur Unterscheidung getrennte Stromflussrichtungen des Sensorausganges zugeordnet sind. 35
7. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die getrennte Stromflussrichtung mittels eines umschaltbaren Lastwiderstandes (RL) auf der Übertragungsstrecke (3) erzeugt wird, dessen von der Übertragungsstrecke abgewandtes Ende zwischen einer oberen und unteren Spannung (VDD, VSS) umschaltbar ist. 40
8. Verfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Umschaltung des Lastwiderstandes (RL) durch einen I/O-Anschluss des Emp- 45

fängers (I/O) erfolgt.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** Kurzdatenworte (MSN, LSN) definiert mittels eines Steuersignals vom Empfänger (4) abrufbar sind.
10. Verfahren nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Steuersignal dem Sensor (1) über einen getrennten Eingang oder einen Versorgungsanschluss (VDD) zugeführt wird.
11. Sensor (1) mit einem Datenausgang zur Übertragung eines aus einem Sensorsignal gebildeten Datenwortes an einen Empfänger (4), **dadurch gekennzeichnet, dass**
- der Sensor (1) Einrichtungen (10, 11, 12) enthält, die jedes ursprüngliche Datenwort stellenmäßig in mindestens zwei getrennte Kurzdatenworte (MSN, LSN) mit geringerer Stellenzahl als bei dem ursprünglichen Datenwort zerlegen,
 - eine von einer Steuereinrichtung (14) gesteuerte Multiplexeinrichtung (13) enthält, welche an die Einrichtung (10, 11, 12) angeschlossen ist, um die analogen Pseudosignale zeitlich zu trennen,
 - eine Digital-Analogumsetzung (15) im Signalweg nach der Multiplexeinrichtung (13) enthält, um die getrennten Kurzdatenworte (MSN, LSN) jeweils in ein analoges Pseudosignal umzusetzen, und
 - einem Verstärker (16) zwischen der Multiplexeinrichtung (13) und dem Ausgang des Sensors (1), der die erforderliche Leistung für die Übertragung liefert.

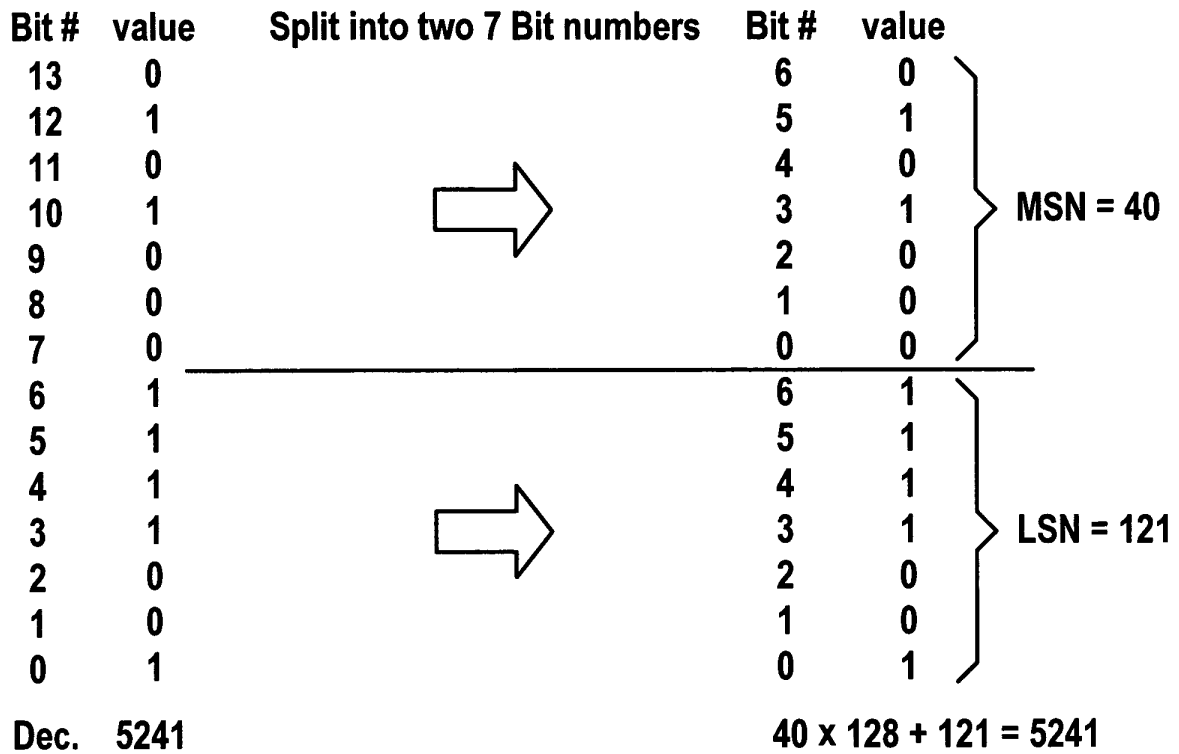
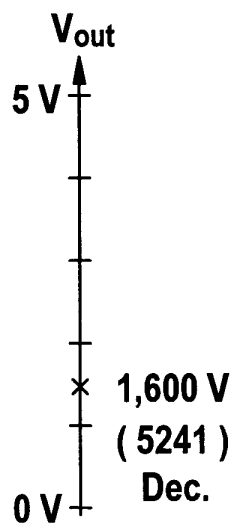
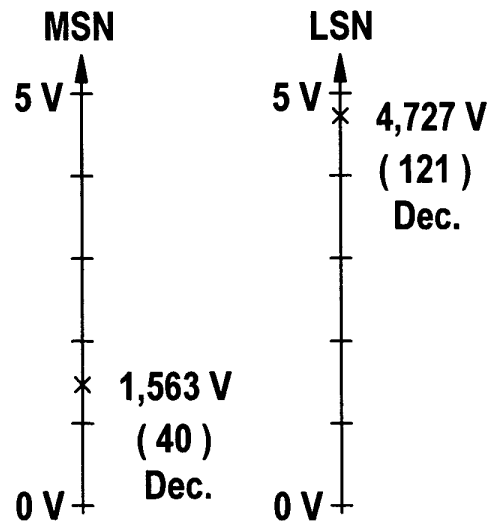
Fig. 1**Fig. 2****Fig. 3**

Fig. 4

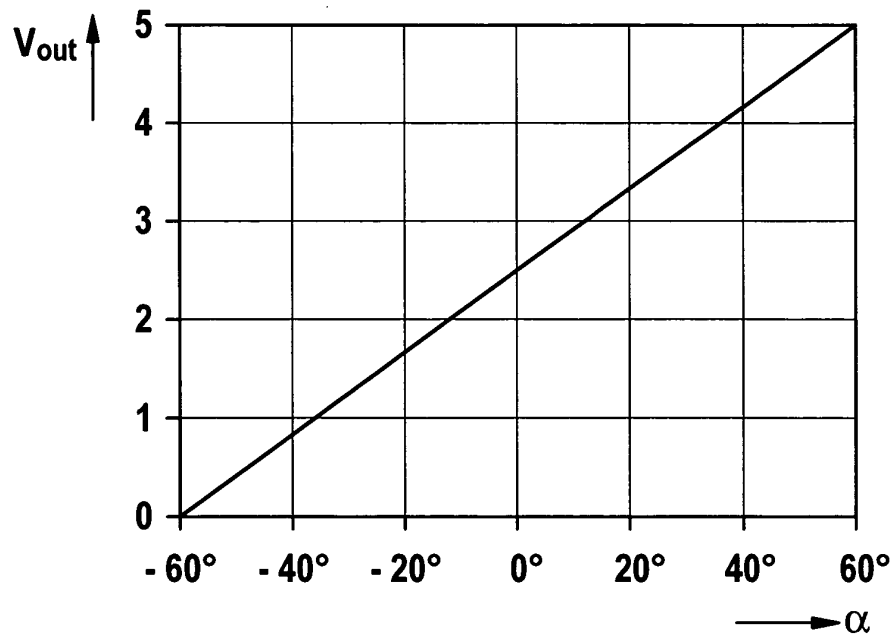


Fig. 5

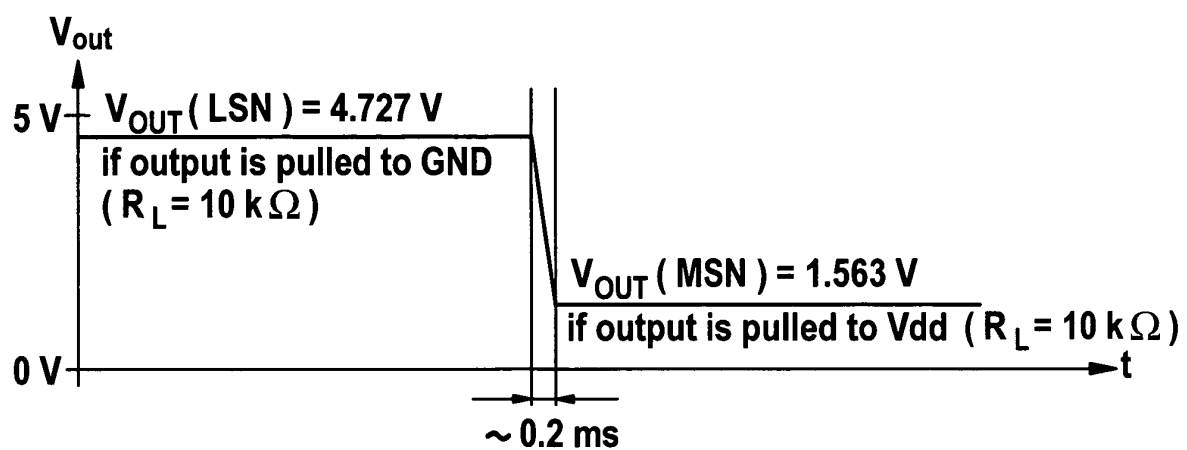


Fig. 6

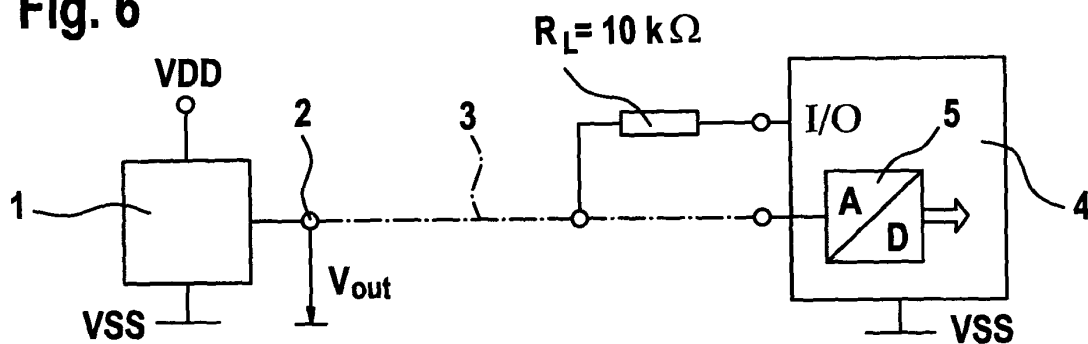


Fig. 7

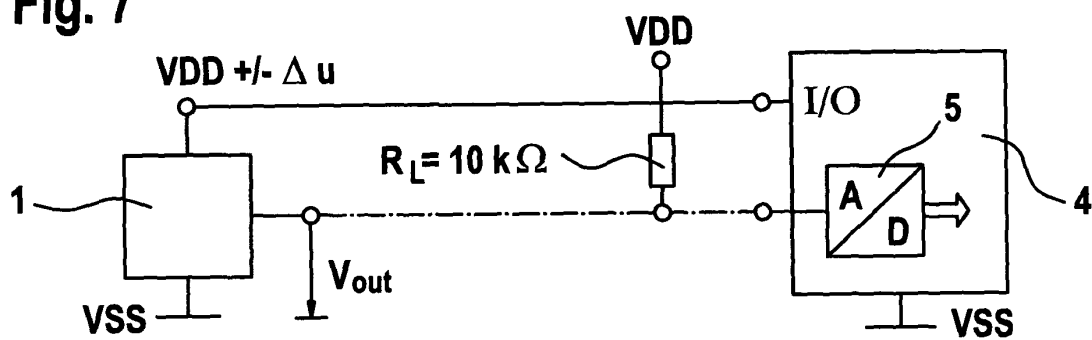


Fig. 8

