

(12)

Patentschrift

(21) Anmeldenummer: A 516/2003

(51) Int. Cl.⁸: **H04L 12/40** (2006.01)
G08C 19/02 (2006.01)

(22) Anmeldetag: 2003-04-02

(43) Veröffentlicht am: 2006-08-15

(73) Patentanmelder:
LUNATONE INDUSTRIELLE
ELEKTRONIK GMBH
A-1220 WIEN (AT)

(72) Erfinder:
MAIR ALEXANDER
BREITSTETTEN (AT)
ROHNER DANIEL DIPL.ING.
WIEN (AT)
ERTL HANS DR.
MAUERKIRCHEN (AT)

(54) VORRICHTUNG ZUR POTENTIALGETRENNTEN ANKOPPELUNG AN EIN ZWEIDRAHT-FELDBUSSYSTEM

(57) Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung (1) zur potentialgetrennten Ankopplung eines digitalen Sendesignales (2) und eines digitalen Empfangssignales (3) an ein serielles Zweidraht-Feldbussystem (4). Die erfindungsgemäße aufwandsminimale Schaltung weist durch Verwendung der Schaltflanken zur Steuerung des zur Potentialtrennung eingesetzten Optokopplers (8) eine größtmögliche Pulstreue des gesendeten Signales auf und garantiert weiters durch eine spezielle Betriebsart eines Busausgangs-Transistors (17) eine begrenzte, definierte Anstiegsgeschwindigkeit der Signale am Bussystem (4). Zudem ist durch entsprechende Schutzvorrichtungen (31-35) sichergestellt, daß die Busanschlußklemmen (5,6) überspannungsfest und strombegrenzt sind, sodaß die Ankoppelstufe (1) auch bei fehlerhafter Verdrahtung etc. in keiner Weise beschädigt wird.

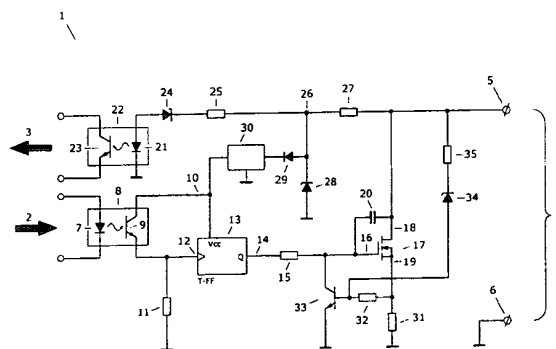


Fig.1

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur bidirektionalen potentialgetrennten Ankopplung eines digitalen Sendesignales an ein serielles Zweidraht-Feldbussystem wie sie im Oberbegriff des Patentanspruches 1 beschrieben ist.

5 Im Bereich der industriellen Elektronik bzw. der Haus- und Leittechnik werden heute vielfach verteilte Steuerungssysteme eingesetzt, bei welchen die Übertragung der Steuerungsinformationen zwischen den einzelnen, an verschiedenen Orten befindlichen Geräten mittels eines seriellen Zweidraht-Feldbussystemes realisiert ist. Beispielsweise sind Verfahren bekannt, bei
10 welchen ein Zweidraht-Datenbus von einer zentralen strombegrenzten Versorgungseinheit mit Spannung beaufschlagt wird und die Informationsübertragung dadurch erfolgt, daß der gerade aktive Sender diesen Datenbus im Takt der zu übertragenden seriellen Binärdaten abschnittsweise kurzschließt bzw. nicht kurzschließt (logisch "1" entspricht z.B. Bus-Kurzschluß, logisch "0" entspricht Bus-Leerlauf). Alle Empfänger weisen einen vergleichsweise hochohmigen Eingang auf und können so die gesendeten Binärsignale (Adressen und Daten) aufnehmen und
15 auswerten. Meist benötigen die an den Feldbus angeschlossenen Geräte eine bidirektionale Kommunikation, können also sowohl als Sender als auch als Empfänger betrieben werden. Die meist als Digitalsignal (z.B. das TTL-Signal eines Mikroprozessors) vorliegenden Sende-/Empfangsdaten können im Allgemeinen aus Gründen der Datensicherheit bzw. der elektrischen Sicherheit nicht direkt an den Feldbus gelegt werden, sondern müssen über eine eigene Ankoppelstufe (Interface) dem Bus aufgeschaltet werden. Die Ankoppelstufe sollte im Idealfall
20 folgenden Anforderungen genügen:

- a) *Potentialtrennung*: Es ist eine sichere elektrische Trennung zwischen Gerät und Feldbus gefordert, sodaß bei Störungen bzw. einer Fehlfunktionen eines Gerätes das Bussystem
25 nicht blockiert wird oder Bedienpersonen gefährdet werden.
- b) *Puls- bzw. Signaltreue*: Zur Maximierung der Datenrate bzw. der Übertragungssicherheit wird eine geringstmögliche Zeitverzögerung sowie ein gleicher Zeitverzug für "0"→"1" wie für "1"→"0" Übergänge gefordert.
- c) *Definierte Anstiegs- bzw. Abfallzeiten des Bussignales*: Zur Reduktion der höherfrequenten Spektralanteile (Verbesserung der elektromagnetischen Verträglichkeit - EMV) ist es sehr
30 vorteilhaft, alle Zustandsänderungen am Bus ("0"→"1" bzw. "1"→"0" Übergänge) nicht schnellstmöglich, sondern mit einer definierten begrenzten Spannungsanstiegsgeschwindigkeit (du/dt-Rate) durchzuführen.
- d) *Überspannungsfestigkeit bzw. Strombegrenzung der Busanschlußklemmen der Ankoppelstufe*: In der Praxis kommt es öfters vor, daß bei Installation der einzelnen Geräte irrtümlich
35 eine Netzspannungsleitung an die Busklemmen angeschlossen wird bzw. zu liegen kommt. Ankoppelstufen, deren Feldbusanschluß netzspannungsresistent ist und die eventuelle Überströme intern begrenzen haben deshalb wesentliche Anwendervorteile.
- e) *Geringster Stromverbrauch*: Die gesamte Stromversorgung der eigentlichen Ankoppelstufe soll über das Feldbussystem erfolgen können (Vermeidung zusätzlicher DC/DC-Wandler).
- f) *Niedrigste Kosten*: Gerade im Bereich der Haustechnik sind die Herstellungskosten der
40 Ankoppelstufe von großer Wichtigkeit und können entscheidend für die Einsetzbarkeit eines Steuerungssystemes sein. (Man denke beispielsweise an die Busankopplung eines einfachen Tastschalters oder Temperaturwächters, dessen Gesamtkosten sich durch ein aufwendiges Businterface vervielfachen würden!)

Nach dem *derzeitigen Stand der Technik* erfolgt die Busankopplung üblicherweise über einfache Optokoppler-Schaltungen, wobei das Kurzschließen des Zweidraht-Busses oft direkt über
50 den Ausgangstristor des Sende-Optokopplers, oder indirekt unter Verwendung eines vom Optokoppler gesteuerten Zusatztransistor realisiert wird. Die Ankopplung der Empfangssignale geschieht meist in der Art, daß das Bussignal unmittelbar über einen Vorwiderstand bzw. eine Zenerdiode die Leuchtdiode des Empfangsoptokopplers speist. Ein wesentlicher Nachteil dieser Anordnung (neben dem Fehlen jeglicher Überspannungs- bzw. Überstrom-Schutzfunktion) ist eine nicht unerhebliche Verfälschung des zu übertragenden Signales, weil bei low-cost Opto-
55 kopplern normal beträchtlich unterschiedliche Schaltzeiten für die beiden Flanken ("0"→"1" bzw.

"1"→"0" Übergang) eines Rechteckimpulses auftreten. Dieser Effekt kann nur mit speziellen, kostenmäßig aber meist nicht tragbaren High-Speed Optokopplern vermieden werden. Alternativ zur Verwendung von High-Speed Optokopplern sind auch Schaltungen bekannt (z.B. aus US 4 801 821 A, EP 0 989 678 A2 bzw. US 5 434 694 A), bei denen die potentialgetrennte Übertragung unter Verwendung von zwei low-cost Optokopplern mit guter Pulstreue so erfolgt, daß nur die Signalfanken ("0"→"1" bzw. "1"→"0" Übergänge) von den Optokopplern übertragen werden und das Originalsignal mittels eines RS-Flip-Flops wieder rekonstruiert wird. Allerdings werden damit zwei Optokoppler für die Potentialtrennung des Sendesignals benötigt. Weiters ist mit den bekannten Schaltungen weder die oben unter c) geforderte definierte Wert für die Anstiegs- bzw. Abfallsgeschwindigkeit (du/dt -Wert) der Busspannung realisierbar, weil der Ausgangstransistor des Sende-Optokopplers im reinen Schaltbetrieb gesteuert wird, noch ist der für den zuverlässigen Betrieb unabdingbare Überspannungsschutz bzw. eine Überstrombegrenzung gegeben.

Aufgabe der Erfindung ist es daher, eine aufwandsminimale Vorrichtung zu schaffen, mit welcher in bidirektionaler Weise digitale Signale an ein Zweidraht-Feldbussystem unter Berücksichtigung aller oben angeführten Ideal-Eigenschaften a) - f) angekoppelt werden können. Die Lösung dieser Aufgabe wird durch die kennzeichnenden Merkmale des Patentanspruches 1 bzw. 2 erreicht. Weitere vorteilhafte Ergänzungen für die erfindungsgemäße Schaltung werden durch die Unteransprüche 3 und 4 beschrieben.

Grundidee der Erfindung ist es, nur die Umschaltflanken des Sendesignales mittels eines low-cost Optokopplers zu übertragen, das ursprüngliche Sendesignal durch ein Toggle-Flip-Flop wieder zu rekonstruieren und damit einen MOSFET-Transistor speziell anzusteuern, welcher zum Kurzschließen des Busses verwendet wird. Damit wird stets nur eine Schaltflanke des Optokopplers aktiv genützt, wodurch die vorstehend beschriebene Pulsverzerrung infolge ungleicher Schaltzeiten bei den verschiedenen Schaltflanken vermieden wird. Mit einer speziellen Beschaltung des MOSFETs wird erreicht, daß dieser an den Schaltflanken kurzzeitig in den Linearbetrieb gesteuert wird und so das Kurzschließen bzw. das Aufheben des Kurzschlusses mit einer einstellbaren, genau definierten Spannungsteilheit erfolgt. Durch eine entsprechende Wahl der MOSFET-Sperrspannung sowie durch Einfügen eines zusätzlichen Kleinsignal-Transistors zur Strom- und Spannungsbegrenzung kann die gewünschte Überspannungs- bzw. Überstromfestigkeit an den Anschlußklemmen des Feldbusses erzielt werden. Die Erfindung wird in Form vorteilhafter Schaltungsvarianten anhand von Fig. 1 näher erläutert. Es zeigt:

Fig.1: Grundschaltung einer Vorrichtung zur potentialfreien Ankopplung eines bidirektionalen Digitalsignales an ein Zweidraht-Feldbussystem unter Verwendung von low-cost Optokopplern sowie einer anstiegsbegrenzten Busausgangsstufe mit Überspannungs- und Überstromschutz.

In Fig. 1 ist die Schaltungsstruktur der erfindungsgemäßen Vorrichtung 1 zur potentialgetrennten Ankopplung eines digitalen Sendesignales 2 und eines digitalen Empfangssignales 3 an ein Zweidraht-Feldbussystem 4 gezeigt. Die Übertragung der seriellen Binärdaten von einer Sendestation zu einem oder mehreren Empfängern erfolgt dabei so, daß von der sendenden Station die beiden Leitungen 5,6 des Feldbusses 4 (welcher etwa durch eine zentrale, strombegrenzte Niederspannungs-Versorgungseinheit gespeist ist) periodisch im Sinne der zu sendenden Daten kurzgeschlossen werden. Die Übertragung eines logischen "1"-Signales entspricht dabei z.B. einem Buskurzschluß definierter Dauer.

Zur Realisierung der aus Sicherheitsgründen geforderten Potentialtrennung der Sende- und Empfangssignale vom Feldbus werden Optokoppler verwendet. Dabei wird die Leuchtdiode 7 des Sende-Optokopplers 8 so angesteuert, daß stets nur bei Zustandsänderung des Sendesignales ein kurzer Puls übertragen wird. Der Ausgangstransistor 9 des Sende-Optokopplers 8 ist kollektorseitig an eine interne, aus dem Spannungsniveau des Feldbusses abgeleitete Versorgungsspannungsschiene 10 angeschlossen, während sein Emitteranschluß über einen Pull-Down-Widerstand 11 an die negative Busschiene 6 angeschlossen ist; diese stellt gleichzeitig

auch die Bezugsmasse für die gesamte Ankoppelschaltung dar. Jede Zustandsänderung des Sendesignales bewirkt somit eine steigende Flanke am Emitteranschluß des Ausgangstransistors 9, an welchem in weiterer Folge der Takt-Eingang 12 eines Toggle-Flip-Flops 13 angeschlossen ist. Am Ausgang 14 des Flip-Flops 13 tritt somit wieder das eigentliche binäre Sendesignal auf.

Mit diesem rekonstruierten Signal wird in weiterer Folge über einen Gate-Vorwiderstand 15 der Steueranschluß 16 eines hochsperrenden MOSFETs 17 angesteuert, dessen Drain-Anschluß 18 an die positive Busschiene 5 gelegt ist. Im einfachsten Fall könnte der Source-Anschluß 19 direkt mit der negativen Busschiene (Masse) 6 verbunden sein, d.h., der MOSFET 17 würde in diesem Fall unmittelbar das Bussystem 4 beim Senden periodisch kurzschließen. Ein wesentliches Schaltungsdetail stellt nun ein zwischen Drain-Anschluß 18 und Gate-Anschluß 16 geschalteter Kondensator 20 dar. Dieser bewirkt, daß beim Schalten des MOSFETs 17 der über den Wert des Gate-Vorwiderstandes 15 eingeprägte konstante Strom über den Kondensator 20 weiterfließt, da der Gatestrom des MOSFETs selbst während dieses kurzen Intervalles wegen der dann konstanten Schwellspannung des Transistors ("Miller-Stufe") praktisch Null ist. Der in diesem Zeitintervall konstante Strom definiert somit einen konstanten du/dt -Wert während des Ein- bzw. Ausschaltens des MOSFETs und bewirkt so die gewünschte begrenzte Spannungsteilheit der Bussignale.

Die Empfangsstufe der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist so realisiert, daß die Leuchtdiode 21 des Empfangs-Optokopplers 22, dessen Ausgangstransistor 23 letztlich die gesamte am Bus 4 anliegende Information (Signal 3) ausgibt, über eine Serienschaltung einer Zenerdiode 24 und von zwei Vorwiderständen 25, 27 mit der positiven Busanschlußklemme 5 verbunden ist. Die Schwellspannung der Zenerdiode 24 legt dabei näherungsweise den Mindest-Empfangspegel fest und dient so der Erhöhung des Störabstandes der Übertragung. Die Spannung am Verbindungspunkt 26 der beiden Vorwiderstände 25 und 27 ist durch eine weitere Zenerdiode 28 auf niedrige Werte begrenzt. Die Spannung an diesem Punkt wird letztlich über eine Auskoppeldiode 29 und einen nachgeschalteten Spannungsregler 30 auch zur Speisung der erläuterten internen Versorgungsschiene 10 herangezogen.

In der bisher beschriebenen Form weist die Schaltung noch keine speziellen Überstrom- bzw. Überspannungs-Schutzfunktionen auf. Wird jedoch zwischen den Source-Anschluß des MOSFETs 17 und dem der negativen Busanschlußklemme 6 ein Strommeßwiderstand 31 eingefügt, kann ein stromproportionales Spannungssignal über einen Schutzwiderstand 32 dem Basisanschluß eines Kleinsignal-Bipolartransistors 33 zugeführt werden, dessen Emitter an die negative Busanschlußklemme 6 und dessen Kollektor an den Steueranschluß des MOSFETs 17 geschaltet ist. Überschreitet der zwischen den Busklemmen 5, 6 fließende Strom nun einen bestimmten Wert, zieht der Kollektor des Transistors 33 das Potential des Steueranschluß 16 des MOSFETs in Richtung Masse und begrenzt deshalb den Kurzschlußstrom auf ungefährliche Werte (Überstrombegrenzung). Weiters ist es zudem vorteilhaft, diese Schaltung noch durch eine Serienschaltung einer Zenerdiode 34 und eines Vorwiderstandes 35 von der positiven Busklemme 5 zum Basisanschluß des Transistors 33 zu ergänzen. Dadurch entsteht eine Überspannungsschutzeinrichtung, die den MOSFET 17 im Falle zu hoher Spannungen zwischen den Busklemmen 5, 6 abschaltet.

Weitere vorteilhafte Ausführungsvarianten der Schaltung ergeben sich dadurch, daß der Vorwiderstand 27 des Spannungsversorgungspfad es als PTC-Element ausgeführt ist, wodurch im Falle einer dauernden Überspannung an den Busanschlußklemmen 5, 6 das Widerstandselement 27 thermisch nicht zerstört wird. Ebenso ist es von Vorteil, den Vorwiderstand 25 der Empfangs-Leuchtdiode 21 als strombegrenzendes Zweipol-Element (z.B. eine Feldeffekt-Diode bzw. eine funktionsidentische Zweipol-Ersatzschaltung aus Transistoren oder JFETs) auszuführen, weil dadurch die im Widerstandselement 25 auftretende Verlustleistung minimiert werden kann.

Es sei angemerkt, daß in der gesamten bisherigen Beschreibung das Differenzpotential

zwischen den Busanschlußklemmen stets als unipolar vorausgesetzt wurde, d.h., daß die Busklemme 5 stets positiv gegenüber Busklemme 6 ist. Ein versehentliches Vertauschen der Busanschlußklemmen würde zu einer Fehlfunktion bzw. Beschädigung der Schaltung führen. Dieser Nachteil kann allerdings nach dem Stand der Technik leicht durch busseitiges Vorschalten eines Gleichrichters vermieden werden. Die Busklemmen 5,6 der Schaltung werden dabei an die positive bzw. negative Gleichspannungs-Ausgangsklemme eines aus vier Dioden bestehenden Brückengleichrichters angeschlossen, während die effektiven Feldbus-Leitungen an die Wechselspannungs-Eingangspunkte des Brückengleichrichters gelegt werden.

Patentansprüche:

1. Vorrichtung (1) zur bidirektionalen potentialgetrennten Ankopplung eines digitalen Sendesignales (2) und eines digitalen Empfangssignales (3) an ein Zweidraht-Feldbussystem (4), bei welchem die binäre Informationsübertragung durch Realisierung von Leerlauf- bzw. Kurzschlußintervallen zwischen der positiver Busleitung (5) und der Masseschiene (6) des Bussystemes (4) erfolgt, unter Verwendung eines Sende-Optokopplers (8) mit nachgeordnetem Toggle-Flip-Flop (13) sowie eines Empfangs-Optokopplers (22), *dadurch gekennzeichnet*, daß das Sendesignal (2) die Leuchtdiode (7) des Sende-Optokopplers (8) ansteuert, dessen Ausgangstransistor (9) kollektorseitig an eine interne, buspotentialbezogene Versorgungsschiene (10) geschaltet ist, und der Emitteranschluß des Ausgangstransistors (9), welcher über einen Pull-Down-Widerstand (11) an die Masseschiene (6) geschaltet ist, den flankensensitiven Eingang (12) des Toggle-Flip-Flops (13) ansteuert, dessen Ausgang (14) über einen Gate-Vorwiderstand (15) mit dem Steueranschluß (16) eines Buskurzschluß-MOSFETs (17) verbunden ist, dessen Drain-Anschluß (18) mit der positiven Busleitung (5) verbunden ist, dessen Source-Anschluß (19) aber an die Masseschiene (6) geschaltet ist, und daß zwischen dem Steueranschluß (16) und dem Drain-Anschluß (18) ein Kondensator (20) zur Definition der Anstiegsgeschwindigkeit der Spannung an den Busleitungen (5,6) eingefügt ist und die Leuchtdiode (21) des Empfangs-Optokopplers (22), dessen Ausgangstransistor (23) das Empfangssignal (3) abgibt, kathodenseitig mit der Masseschiene (6) verbunden ist, anodenseitig aber mit der Anode einer Zenerdiode (24), deren Kathode über einen Vorwiderstand (25) an einen Verbindungspunkt (26) angeschlossen ist, welcher über einen weiteren Vorwiderstand (27) an die positive Busleitung (5) geschaltet ist, wobei der Verbindungspunkt (26) auch das Kathodenpotential einer anodenseitig an die Masseschiene (6) angeschlossenen Schutz-Zenerdiode (28) bildet, sowie weiters auch das Anodenpotential einer Entkoppeldiode (29) bildet, deren Kathode einen Spannungsregler (30) speist, dessen Ausgang das Potential der internen Versorgungsschiene (10) definiert.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1 *dadurch gekennzeichnet*, daß zwischen dem Source-Anschluß (19) des MOSFETs (17) und der Masseschiene (6) ein Strommeß-Widerstand (31) angeordnet ist und der Source-Anschluß (19) über einen Basisvorwiderstand (32) dem Steueranschluß eines Begrenzungstransistors (33) zugeführt wird, dessen Emitter-Anschluß mit der Masseschiene (6) verbunden ist, der Kollektor-Anschluß des Begrenzungstransistors (33) aber an den Steueranschluß (16) des MOSFETs (17) geschaltet ist und weiters der Basis-Anschluß des Begrenzungstransistors (33) auch mit der Anode einer Überspannungsschutz-Zenerdiode (34) verbunden ist, deren Kathodenanschluß über einen dritten Vorwiderstand (35) an die positive Busleitung (5) geschaltet ist.
3. Vorrichtung nach Ansprüchen 1 und 2 *dadurch gekennzeichnet*, daß anstatt des weiteren Vorwiderstandes (27) ein Widerstands-Bauelement mit ausgeprägtem positiven Temperaturkoeffizienten (PTC) eingesetzt wird.
4. Vorrichtung nach Ansprüchen 1 bis 3 *dadurch gekennzeichnet*, daß anstatt des Vorwiderstandes (25) ein Zweipol-Bauelement mit Begrenzung des Maximalstromes, etwa eine

Feldeffekt Diode, bzw. ein entsprechendes Zweipol-Ersatznetzwerk gleicher Funktion eingesetzt wird.

5 **Hiezu 1 Blatt Zeichnungen**

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

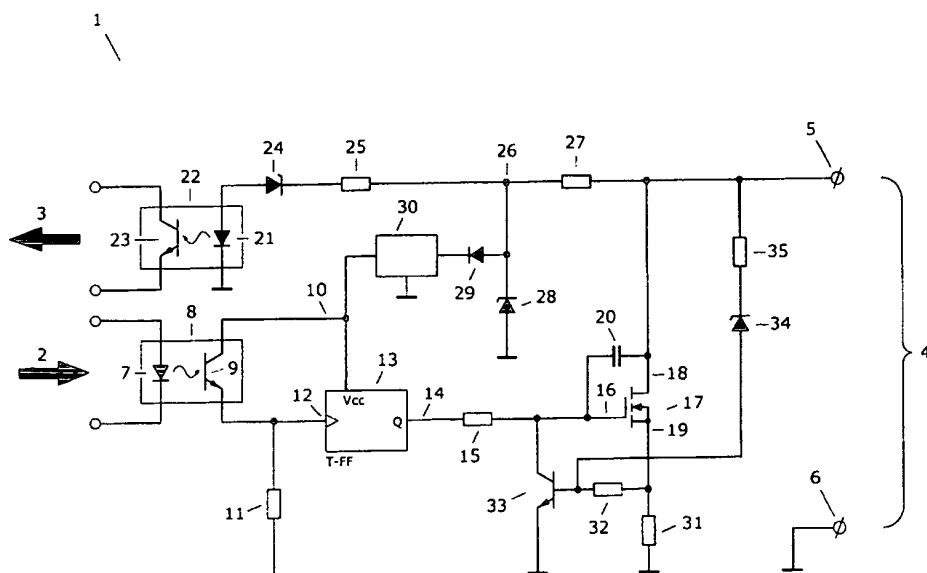


Fig.1