



(10) **DE 10 2014 105 310 B4** 2019.01.17

(12) **Patentschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2014 105 310.9**  
 (22) Anmeldetag: **14.04.2014**  
 (43) Offenlegungstag: **23.10.2014**  
 (45) Veröffentlichungstag  
 der Patenterteilung: **17.01.2019**

(51) Int Cl.: **H03K 17/693** (2006.01)  
**G08C 15/06** (2006.01)  
**G01D 3/032** (2006.01)  
**H04B 3/30** (2006.01)

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(30) Unionspriorität:  
**61/813,252**      **18.04.2013**    **US**  
**14/245,125**      **04.04.2014**    **US**

(72) Erfinder:  
**Aherne, David, Raheen, Limerick, IE**

(73) Patentinhaber:  
**Analog Devices Global, Hamilton, BM**

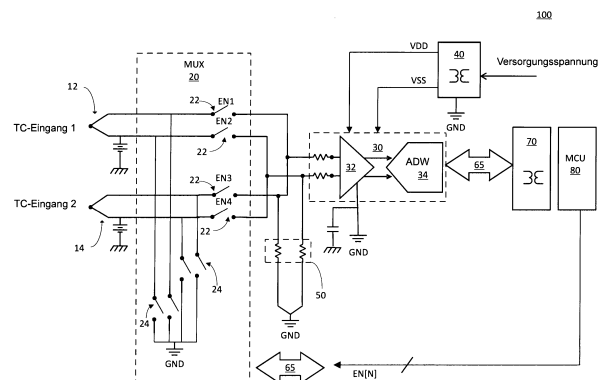
(56) Ermittelte Stand der Technik:

**US**                                **6 900 686**    **B1**  
**US**                                **5 045 851**    **A**

(74) Vertreter:  
**WITTE, WELLER & PARTNER Patentanwälte mbB,**  
**70173 Stuttgart, DE**

(54) Bezeichnung: **Gleichtaktspannungsmultiplexer**

(57) Hauptanspruch: Schaltung zum Verbinden mehrerer Eingangskanäle (12, 14) mit einer Empfangsvorrichtung (30), wobei die Schaltung Folgendes aufweist: mehrere Schalter (210), die in Reaktion auf ein jeweiliges Steuersignal jeweils einen jeweiligen der Eingangskanäle mit der Empfangsvorrichtung verbinden, wobei die Steuersignale auf ein Massesignal bezogen sind, und wobei jeder Eingangskanal eine Gleichtaktspannung einschließt, die nicht auf das Massesignal bezogen ist; und einen Schaltertreiber (212), der die Steuersignale derart erzeugt, dass die Eingangskanäle jeweils einzeln aktiviert werden, wobei der Schaltertreiber wartet, bis das Massesignal auf einer Spannung etwa gleich der Gleichtaktspannung eines ausgewählten Eingangskanals ist, bevor er einen Schalter aktiviert, der dem ausgewählten Eingangskanal entspricht.



**Beschreibung**INFORMATIONEN ZUM  
ALLGEMEINEN STAND DER TECHNIK

**[0001]** Elektrische Systeme weisen häufig Komponenten an unterschiedlichen Stellen auf. Jede Komponente kann relativ zu einer Bezugsspannung wie etwa einer Schaltungsmasse, Gebäudemasse oder Erde arbeiten. Wenn die Bezugsspannung der Komponenten unterschiedlich ist, kann es vorkommen, dass die Komponenten nicht einwandfrei miteinander interagieren können. In einem Messsystem können Messungen von Messfühler an unterschiedlichen Stellen durchgeführt werden, z. B. können Thermoelemente Temperaturmessungen in unterschiedlichen Teilen einer Fabrik durchführen. Jeder Messfühler kann seine Daten an einen jeweiligen Kanal ausgeben, und alle Kanäle können an eine Messvorrichtung, die an einer anderen Stelle in der Fabrik angeordnet ist, gemultiplext werden, derart, dass zu einem jeweiligen Zeitpunkt nur ein ausgewählter Kanal an die Messvorrichtung ausgegeben wird. Als Ergebnis einer kapazitiven, induktiven oder elektromagnetischen Kopplung kann jeder Kanal neben den Spannungen, die den Messfühlerdaten entsprechen, eine Gleichtaktspannung (CMV) aufweisen. Im Fall von Thermoelementen kann der Eingang im Bereich von 10  $\mu$ Vs liegen, während andere Messfühler einen Spannungseingang zwischen +10 V und -10 V bereitstellen können, der über der CMV liegt. Im Vergleich kann die CMV relativ zum Eingangssignal recht hoch sein. Die CMV kann zwischen den Kanälen variieren und sich auch von der Spannung eines Massesignals unterscheiden, das von der Messvorrichtung benutzt wird. Um einen einwandfreien Betrieb der Messvorrichtung sicherzustellen, wird das Massesignal normalerweise zur CMV des ausgewählten Kanals hin eingestellt. Eine Versorgungsspannung für die Messvorrichtung kann unter Bezugnahme auf das Massesignal erzeugt werden. Wenn also das Massesignal nah an der CMV liegt, ist auch die Versorgungsspannung nah an der CMV, d. h. auf einem Spannungspegel, der zum Ansteuern der Messvorrichtung geeignet ist, wenn der Eingang der Messvorrichtung die gleiche CMV aufweist.

**[0002]** Ein Verfahren zum Verbinden von Kanälen mit der Messvorrichtung besteht darin, einen PhotoMOS als einen Schalter für jeden Kanal zu verwenden. Eine Fotodiode innerhalb des PhotoMOS erzeugt eine Gate-an-Source-Spannung ( $V_{gs}$ ) zum Einschalten des PhotoMOS, wodurch der Ausgang des Messfühlers mit dem Eingang der Messvorrichtung verbunden wird. Die  $V_{gs}$  wird relativ zur CMV des Kanals erzeugt, mit dem der PhotoMOS verbunden ist. PhotoMOS sind relativ große Vorrichtungen, teilweise aufgrund der Größe der Fotodioden und zugehöriger Hardware (z. B. einer Leuchtdiode zum Aktivieren der Fotodiode). PhotoMOS müssen außer-

dem mithilfe jeweiliger Steuerleitungen in einer Einzu-eins-Auslegung gesteuert (ein- oder ausgeschaltet) werden. Daher ist ein PhotoMOS möglicherweise nicht geeignet, um einen Multiplexer zu implementieren, falls viele Kanäle vorliegen oder das Platzangebot gering ist. Daher besteht Bedarf für verbesserte Wege zum Multiplexen von Kanälen mit unterschiedlichen CMVs.

**[0003]** US 5 045 851 A betrifft analoge Multiplexer, die Halbleiterschalter zum Multiplexen verwenden, wobei eine Shunt-Kapazitätsschaltung an jedem Eingangskanal angeordnet ist, um ein Rauschfilter für den Normalbetrieb bereitzustellen. Rauschen im Gleichtaktbetrieb wird unterdrückt, indem die Shunt-Kapazitätsschaltung an zumindest einem ausgewählten Kanal geöffnet wird (bevorzugt bei allen Kanälen). Dies erfolgt für die Dauer eines Schaltzyklus von jedem Kanal für die Dauer eines Gesamtzyklus der Frequenz der Wechsellspannung. Der Zeitraum der Öffnung erfasst dabei einerseits die Abwählzeit für den abzuwählenden Kanal und die Auswahlzeit für den nächsten Kanal. US 6 900 686 B1 offenbart eine analoge Auswahlerschaltung, die ein erstes Ausgangsdifferenzialpaar mit einer ersten Gleichtaktspannung und ein zweites Ausgangsdifferenzialpaar mit einer zweiten Gleichtaktspannung auswählt. Die analoge Schaltung hat erste und zweite Schalter, bei denen ein Source oder Drain mit dem ersten Ausgangsdifferenzialpaar verbunden ist. Dritte und vierte Schalter sind entsprechend mit dem zweiten Ausgangsdifferenzialpaar verbunden. Ein Verstärker hat einen ersten Eingang, der mit den nicht verwendeten Anschlüssen (Source oder Drain) verbunden ist. Eine Gleichtaktückkopplungsschaltung steht mit den Eingängen des Verstärkers in Verbindung und hält eine Gleichtaktspannung des Verstärkers unterhalb der ersten und der zweiten Gleichtaktspannung.

## KURZDARSTELLUNG

**[0004]** Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung betreffen einen Multiplexer zum Verbinden von Kanälen mit unterschiedlichen CMVs, insbesondere einen Analog-Multiplexer zur Verwendung bei Anwesenheit hoher CMVs.

**[0005]** Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung betreffen Systeme, die Multiplexer zum Verbinden von Signalen von mehreren Kanälen mit einer Empfangsvorrichtung benutzen, die mit den Kanälen verbunden ist.

**[0006]** In einer Ausführungsform sind ein Schalter und seine Steuervorrichtungen derart ausgelegt, dass der Schalter bei Anwesenheit von CMVs ausgeschaltet bleibt, bis der Schalter angewiesen wird, sich einzuschalten. Wenn der Schalter eingeschaltet wird, verbindet er einen jeweiligen Kanal mit einer Empfangsvorrichtung, bei der es sich um eine Mess-

vorrichtung handeln kann. Der Schalter bleibt ausgeschaltet, bis eine Schaltung ein Massesignal zur CMV des jeweiligen Kanals hin einstellt. Das Massesignal kann von der Messvorrichtung benutzt werden. Das Anpassen des Massesignals etwa auf die CMV ermöglicht also der Messvorrichtung einen fehlerfreien Betrieb. Das Massesignal kann auch als Bezug für die Steuersignale des Schalters benutzt werden. Das Anpassen des Massesignal etwa auf die CMV ermöglicht es also auch, den Schalter ohne gefährlich hohe Spannungen einzuschalten, z. B. eine hohe Gatean-Source-Spannung, wenn der Schalter mithilfe von MOS-Vorrichtungen implementiert ist.

#### Figurenliste

**Fig. 1** zeigt ein Ausführungsbeispiel eines Systems gemäß der vorliegenden Erfindung.

**Fig. 2** zeigt ein Ausführungsbeispiel eines einzelnen Kanals einer gemultiplexten Schalterarchitektur gemäß der vorliegenden Erfindung.

**Fig. 3** zeigt ein Ausführungsbeispiel eines Schaltertreibers gemäß der vorliegenden Erfindung.

**Fig. 4** zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel eines einzelnen Kanals einer gemultiplexten Schalterarchitektur gemäß der vorliegenden Erfindung.

**Fig. 5** zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel eines Systems gemäß der vorliegenden Erfindung.

**Fig. 6** zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel eines Schaltertreibers gemäß der vorliegenden Erfindung.

#### DETAILLIERTE BESCHREIBUNG VON AUSFÜHRUNGSBEISPIELEN

**[0007]** Die vorliegende Erfindung betrifft einen Multiplexer (MUX) zum Verbinden von Kanälen mit unterschiedlichen CMVs. Der MUX kann Folgendes aufweisen: einen Satz von Schaltern, um die Kanäle mit einer Empfangsvorrichtung zu verbinden, einen Schaltertreiber zum Steuern der Schalter, eine Schaltung, um ein Massesignal auf eine CMV zu bringen, und eine Schaltung zum Erkennen, ob das Massesignal auf die CMV gebracht wurde. Die vorliegende Erfindung betrifft auch Systeme, die Multiplexer zum Verbinden von Signalen von einer Mehrzahl von Kanälen mit einer Empfangsvorrichtung benutzen, die mit den Kanälen verbunden ist.

**[0008]** **Fig. 1** zeigt ein Ausführungsbeispiel eines Systems **100** gemäß der vorliegenden Erfindung. Das System **100** weist mehrere Messkanäle **12**, **14** auf. Der Einfachheit halber sind nur zwei Kanäle dargestellt. Die Kanäle **12**, **14** werden anhand eines Aktivierungssignals „EN“ von einem Mikrocontroller

(MCU) **80** durch einen MUX **20** mit einer Messvorrichtung **30** verbunden.

**[0009]** Jeder Kanal **12**, **14** weist zwei Leitungen zum Übertragen von Messfühlerdaten von einem jeweiligen Messfühler auf. Die Messfühlerdaten für den Kanal **12** sind als „TC-Eingang 1“ und die Messfühlerdaten für den Kanal **14** sind als „TC-Eingang 2“ gekennzeichnet. Eine CMV wird symbolisch durch eine Gleichspannungsquelle zwischen den einzelnen Kanälen und der Erde dargestellt. Die Werte der Gleichspannungsquellen und damit der CMV an den einzelnen Eingängen TC-Eingang **1** und TC-Eingang **2** können unterschiedlich sein. Allerdings versteht es sich, dass sich die CMV in Wirklichkeit wie eine Wechselspannungsquelle verhalten kann, die sich mit einer bestimmten Frequenz ändert.

**[0010]** Jeder Kanal weist zwei Leitungen auf, derart, dass die Messfühlerdaten differenziell übertragen werden können, wobei eine Leitung als ein positiver Leiter dient und die andere Leitung ein negativer Leiter ist, wobei keiner dieser Leiter mit dem Massesignal „GND“ verbunden ist (mit dem die Messvorrichtung **30** verbunden ist). Der Differenzmodus gestattet eine genauere Messung, da die Messvorrichtung **30** die CMV unterdrücken kann, deren Wert gleich der Hälfte der Summe der Spannungen am positiven und negativen Leiter ist. Die CMV am Eingang der Messvorrichtung **30** (d. h. dem Eingang des Verstärkers **32**) kann durch Kurzschließen des positiven und negativen Leiters z. B. mithilfe eines Gleichstromelements wie etwa eines Drahts oder eines Widerstands mit geringem Widerstandswert gemessen werden, so dass die Differenzspannung null ist und etwaige Restspannung der CMV entspricht. Die Gleichtaktunterdrückung ist im Stand der Technik bekannt und wird daher hier nicht beschrieben.

**[0011]** Obwohl Ausführungsbeispiele in Verbindung mit Differenzmesssystemen beschrieben werden, versteht es sich, dass Ausführungsbeispiele auch mit nicht differenziellen (d. h. unsymmetrischen) Messsystemen implementiert werden können. In einem Non-Referenced-Single-Ended- (NRSE, nicht massebezogenen und unsymmetrischen) System beispielsweise liefert der zweite Leiter eine Spannungsreferenz, die von allen Kanälen genutzt wird. Wie bei dem Differenzialsystem ist der zweite Leiter nicht mit GND verbunden. Grundsätzlich sind die Ausführungsbeispiele auch auf NRSE-Systeme anwendbar.

**[0012]** Die Messvorrichtung kann den Verstärker **32** aufweisen, der ein Betriebsverstärker sein kann und ein Signal verstärkt, das er über einen ausgewählten Kanal empfängt, um einen Eingang an einen Analog-Digital-Wandler (ADW) **34** zu erzeugen.

**[0013]** Der ADW **34** wandelt die Analogspannung vom Verstärker **32** in einen digitalen Wert um, der ei-

nen gemessenen Wert darstellt, z. B. einen Temperaturwert, und gibt den digitalen Wert über eine Schnittstelle **65** an den MCU **80** aus. Die Schnittstelle **65** kann eine serielle Schnittstelle sein.

**[0014]** Ein Optokoppler oder Transformator **70** kann zwischen der Schnittstelle und dem MCU **80** angeordnet sein und dient als eine isolierende Barriere, die die Signale vom ADW **34** auf Pegel umwandelt, die für den MCU geeignet sind (z. B. auf ein Signal zwischen 0 und 5 V). Diese Barriere schützt den MCU **80** sowie Benutzer, die mit dem MCU **80** umgehen, vor hohen Spannungen.

**[0015]** Der MCU **80** erzeugt das EN-Signal, um die Auswahl der Schalter **22** durch den MUX **20** zu steuern. Das EN-Signal kann ein N-Bit-Signal sein, das am MUX **20** decodiert wird, um zu bestimmen, welcher Schalter mit dem Verstärker **32** verbunden werden soll. Jeder Schalter **22** kann ein jeweiliges Aktivierungssignal **EN1**, **EN2**, **EN3**, **EN4** aufweisen, das entsprechend der Decodierung des EN-Signals ausgegeben wird. In einer Ausführungsform wird das EN-Signal mithilfe der seriellen Schnittstelle **65** ausgegeben, wodurch die Notwendigkeit weiterer Steuerleitungen für die Schalter wegfällt. Als eine Alternative zur gemeinsamen Nutzung der seriellen Schnittstelle **65** kann eine separate isolierende Barriere zum Steuern der Schalter **22** vorgesehen sein. Der MCU **80** kann weitere Steuersignale (nicht dargestellt), z. B. Steuersignale, über die serielle Schnittstelle **65** an die Messvorrichtung **30** bereitstellen, um den ADW **34** anzuweisen, wann er mit der Umwandlung beginnen soll. Der MCU **80** kann das Ergebnis der Umwandlung auch verarbeiten, indem er z. B. ein Steuersignal sendet, um einen Motor auszuschalten, wenn der ADW-Ausgang anzeigt, dass die Temperatur des Motors zu hoch ist.

**[0016]** Wenn der nächste Schalter **22** ausgewählt wird, schaltet der MUX **20** den derzeit ausgewählten Schalter **22** aus und stellt (treibt) das Massesignal GND zur CMV des neu ausgewählten Kanals hin ein. Die Einstellung von GND auf CMV durch den MUX wird in Verbindung mit **Fig. 2** und **Fig. 4** beschrieben, die unterschiedliche Schaltungen zum Durchführen der Anpassung benutzen. In Reaktion auf die Bestimmung, dass der Spannungswert von GND etwa auf demselben Pegel wie die CMV des neu ausgewählten Kanals ist, aktiviert der MUX **20** den Schalter **22** des neu ausgewählten Kanals (schaltet ihn ein), um den ausgewählten Kanal mit dem Verstärker **32** zu verbinden. Dies sorgt dafür, dass der Schalter **22** des neu ausgewählten Kanals sich einschalten kann, und es schützt außerdem den nächsten Schalter vor unnötig hohen Spannungen. Wie unten in Verbindung mit einer alternativen Ausführungsform erläutert, kann der MUX derart implementiert sein, dass das Einstellen von GND auf CMV nicht vor dem Aktivieren des Schalters **22** erforderlich ist,

wenn ein alternativer Weg vorliegt, um sicherzustellen, dass die an den Schalter angelegten Spannungen auf einem angemessenen Pegel bleiben. Abhängig von der Auslegung des Schalters ist es möglicherweise nicht einmal notwendig, den Schalter vor den hohen Spannungen im Zusammenhang mit den Kanälen **12**, **14** zu schützen. Allerdings versteht es sich, dass der Schutz, der durch die hier beschriebenen Ausführungsbeispiele bereitgestellt wird, eine einfachere Auslegung der Schalter **22** ermöglichen kann. Neben den Schaltern **22** kann der MUX **20** auch einen entsprechenden Schalter **24** für jede Kanalleitung und jeden Schalter **22** aufweisen. Der MUX **20** schaltet einen Schalter **24** ein, um den ausgewählten Kanal mit GND zu verbinden, während die nicht ausgewählten Kanäle erdfrei (floating) bleiben. Wie in **Fig. 1** und in allen Zeichnungen gezeigt, bedeuten einander kreuzende Signalleitungen nicht unbedingt, dass die Leitungen miteinander verbunden sind. So weist beispielsweise, wie oben erläutert, jeder Schalter **24** seine eigene entsprechende Kanalleitung und einen entsprechenden Schalter **22** auf.

**[0017]** Die Messvorrichtung **30** wird mit einer positiven Versorgungsspannung „VDD“ und einer negativen Versorgungsspannung „VSS“ betrieben. Sowohl VDD als auch VSS können abhängig von einem Versorgungsspannungssignal, z. B. einem 24-V-Wechselspannungssignal, von einer erdfreien Spannungsversorgungsvorrichtung **40** erzeugt werden. Die Versorgungsvorrichtung **40** kann das Versorgungsspannungssignal durch einen Transformator leiten, um das Versorgungsspannungssignal auf einen Spannungspegel umzuwandeln, der zum Antreiben der Messvorrichtung **30** geeignet ist. Außerdem kann die Versorgungsvorrichtung **40** das transformierte Spannungssignal gleichrichten und eine Spannungsregulierung durchführen, um VDD und VSS als im Wesentlichen konstante Gleichstromsignale zu erzeugen. VDD und VSS werden unter Bezugnahme auf das Massesignal „GND“ erzeugt. Indem der MUX **20** GND zur CMV eines ausgewählten Kanals hin einstellt, werden VDD und VSS auf einen Pegel der CMV für den ausgewählten Kanal getrieben, was es wiederum der Messvorrichtung **34** gestattet, eine genaue Messung des ausgewählten Kanals auszuführen. Wenn VDD und VSS nicht auf den Pegel der CMV getrieben würden, könnten Messfehler entstehen, wenn der Verstärker **32** gesättigt ist, z. B. wenn VDD die 24-V-Versorgungsspannung übersteigt. Es könnte auch zu Schäden am Verstärker **32** oder anderen Messvorrichtungskomponenten kommen.

**[0018]** Ein Gleichtaktdetektor **50** kann durch ein Paar abgestimmter Widerstände gebildet werden, um GND auf die Hälfte zwischen den zwei Leitungen des ausgewählten Kanals zu ziehen, d. h. auf die CMV des ausgewählten Kanals. Dies sorgt dafür, dass das Eingangssignal um die CMV herum vorgespannt ist, die dann vom Verstärker **32** unterdrückt wird. Das

Ziehen von GND durch den Gleichtaktdetektor **50** geschieht in Reaktion auf die Aktivierung des nächsten Schalters **22**, d. h. des Schalters **22** des neu ausgewählten Kanals. Wenn der nächste Schalter **22** aktiviert wird, ist es möglicherweise nicht mehr notwendig, dass der MUX **20** GND zur CMV hin einstellt, da diese Funktion vom Gleichtaktdetektor **50** übernommen wird. Der Grund ist der, dass, sobald die Schalter **22** eingeschaltet sind, die Widerstände des Gleichtaktdetektors **50** mit dem CMV-Weg verbunden werden und die CMV verfolgen, weshalb der MUX GND nicht mehr einzustellen braucht.

**[0019]** Fig. 2 zeigt ein Ausführungsbeispiel eines einzelnen Kanals **200** einer gemultiplexten Schalterarchitektur gemäß der vorliegenden Erfindung. Die in Fig. 2 gezeigten Vorrichtungen können in einer integrierten Schaltung untergebracht sein und mit zusätzlichen Kopien der integrierten Schaltung kombiniert sein, um einen MUX gemäß der vorliegenden Erfindung zu bilden. Alternativ kann der gesamte MUX als eine einzelne integrierte Schaltung gebildet sein, die mehrere Instanzen des Kanals **200** einschließt. Wie dargestellt, weist der Kanal **200** einen mit „sa“ bezeichneten Eingang und einen mit „da“ bezeichneten Ausgang auf. Der Eingang sa ist mit einem jeweiligen Kanal **12**, **14** verbunden und der Ausgang da ist mit dem Eingang der Messvorrichtung **30** verbunden. Der Kanal **200** kann eine Schaltung **204** aufweisen, die GND zur CMV des jeweiligen Kanals hin bewegt, einen Schalter **210** (der einem Schalter **22** in Fig. 1 entspricht), einen Schaltertreiber **212** und eine Schaltung **206**, die erkennt, wann GND etwa gleich der CMV ist. Die Schaltung **204** ist ein Weg zum Implementieren des Schalters **24** aus Fig. 1.

**[0020]** Der Schalter **210** kann unter Verwendung von Hochspannungs-DMOS-Vorrichtungen als Schaltelementen implementiert sein. In den hier beschriebenen Ausführungsbeispielen sind die primären Schaltelemente zwei NDMOS-Vorrichtungen mn18 und mn19, die in Reihe geschaltet sind, derart, dass die parasitären Dioden der NDMOS-Vorrichtungen (die anhand von üblichen Diodensymbolen dargestellt sind) Rücken an Rücken angeordnet sind, was einen Ableitstrom zwischen sa und da verhindert. Alternativ kann der Schalter **210** unter Verwendung in Reihe geschalteter PDMOS oder in Reihe geschalteter NDMOS parallel zu den in Reihe geschalteten PDMOS implementiert sein, wie in der US-Patentanmeldung Nr. 13/592,692 beschrieben. Da DMOS-Vorrichtungen typischerweise auf 5,5 Vgs beschränkt sind, kann eine Zener-Diode d13 zwischen der gemeinsame Source der NDMOS-Vorrichtungen und dem gemeinsamen Gate der NDMOS-Vorrichtungen angeordnet sein, um die Gate-Oxide der NDMOS-Vorrichtungen zu schützen.

**[0021]** Der Schalter **210** kann standardmäßig ausgeschaltet konfiguriert sein. Ein nativer NMOS (mn16

beim Schaltertreiber aus Fig. 3) kann zwischen den Leitungen verbunden sein, die mit „midna“ und „ngatea“ bezeichnet sind, um 0 Vgs beizubehalten, bis der Schalter vom Schaltertreiber **212** (über midna und ngatea) verbunden wird, um eingeschaltet zu werden. Ngatea ist das gemeinsame Gate der NDMOS-Transistoren mn18 und mn19. Um den Schalter auszuswitchen, wird 0 Vgs oder eine negative Vgs zwischen midna und ngatea beibehalten. Um den Schalter einzuschalten, wird eine positive Vgs von mehr als Vtn (der Schwellenspannung von mn18 und mn19) zwischen midna und ngatea beibehalten. Vtn ist typischerweise für einen NDMOS-Transistor kleiner als 1 V. Die Einschränkung von 5,5 Vgs für die DMOS-Vorrichtungen bedeutet, dass eine maximale Vgs von 5,5 V zwischen midna und ngatea zulässig ist, d. h., ngatea kann höchstens 5,5 V höher als midna sein.

**[0022]** Die Schaltung **204** weist einen NDMOS-Transistor mn26 in Reihe mit einer Diode d17 auf. Die Kathode der Diode d17 ist mit dem Drain von mn26 verbunden. Diese zwei Vorrichtungen bewegen gemeinsam GND zu einer positiven CMV. Mn26 wird durch das mit ndrwa bezeichnete Signal gesteuert. Entsprechend weist die Schaltung **204** einen PDMOS-Transistor mp21 in Reihe mit einer Diode d15 auf, um GND zu einer negativen CMV zu bewegen. Die Anode der Diode d15 ist mit dem Drain von mp21 verbunden. Die Sources von mn26 und mp21 sind beide mit GND verbunden. Die Diode d15 ist eine Blockierdiode, die in der Situation, in der der Kanal nicht ausgewählt ist und GND auf einer niedrigeren Spannung als die CMV der anderen Kanäle ist, einen Stromfluss verhindert. In ähnlicher Weise verhindert die Diode d17 den Stromfluss, wenn der Kanal nicht ausgewählt ist und GND eine höhere Spannung als die CMV der anderen Kanäle ist.

**[0023]** Der Betrieb der Schaltung **204** ist wie folgt. Wenn der Schalter angewiesen wird, sich einzuschalten, werden sowohl mn26 als auch mp21 eingeschaltet, z. B. mit GND + 5 V als ndrwa und GND - 5 V als pdrwa. Wenn der Eingang sa positiver als GND ist, fließt Strom von sa in GND und bewegt GND zur CMV bei sa. Wenn sa negativer als GND ist, fließt Strom von GND an sa, um GND zur CMV zu bewegen. Ndrwa und pdrwa können von einem Dekoder (nicht dargestellt) erzeugt werden, der das EN-Signal dekodiert, das von MCU **80** in Fig. 1 ausgegeben wird.

**[0024]** Die Schaltung **206** ist eine Messschaltung, die unter Verwendung von zwei Komparatoren i5 und i6 implementiert sein kann, obwohl die Messschaltung auch ohne Komparatoren implementiert sein kann. Das Massesignal GND ist mit einem nicht invertierenden Eingang von i5 und einem invertierenden Eingang von i6 verbunden. Die anderen Eingänge von i5 und i6 sind mit sa verbunden. So bestimmt ein Komparator, ob der Eingang unter GND ist, wäh-

rend der andere Komparator bestimmt, ob der Eingang über GND ist. Die Auslöseschwellenwerte von **i5** und **i6** können unter Berücksichtigung dessen eingestellt sein, dass GND möglicherweise niemals genau gleich wie die CMV eingestellt wird. Beispielsweise können die Dioden **d15** und **d17** in der Schaltung **205** bewirken, dass GND niemals weniger als einen Diodenabfall von der CMV entfernt ist.

**[0025]** **Fig. 3** zeigt Ausführungsbeispiel des Schaltertreibers **212**, der die folgenden Komponenten aufweisen kann:

**[0026]** **Mp10** und **mp13** sind PMOS-Stromquellen, z. B. 5-V-Quellen, die Strom von der positiven Versorgungsspannung VDD ziehen. **Mp10** und **mp13** werden von einem Vorstrom pbias gesteuert.

**[0027]** **D0** und **d16** sind Zener-Dioden, die ihre jeweiligen Anoden bei etwa 5 V unter ihren jeweiligen Kathoden halten, um das Gate-Oxid der Transistorvorrichtungen zu schützen, denen diese Zener-Dioden zugeordnet sind. So sind diese Zener-Dioden analog zur Zener-Diode **d13** im Schalter **210**.

**[0028]** **Mp15** ist ein PDMOS, der den Schaltertreiber **212** anhand der Kombination der folgenden Signale aktiviert oder deaktiviert: **swon\_pgate**, **sa\_mp\_gnd** und **sa\_mn\_gnd**. **sa\_mp\_gnd** und **sa\_mn\_gnd** sind in **Fig. 2** gezeigt. **swon\_pgate** und ein komplementäres Signal **swon\_ngate** sind Signale, die das Ein-/Ausverhalten des Schalters **210** anhand des Aktivierungssignals **EN** in **Fig. 1** steuern. Wenn **mp15\_g** gleich VDD ist, so ist **mp15** aus. Wenn **mp15\_g** mehr als  $V_{tp}$  (die Schwellenspannung von **mp15**) niedriger als VDD ist, ist **mp15** ein. **Mp15** schützt außerdem **mp10** vor hohen Spannungen.

**[0029]** **D9**, **d10** und **d14** sind Dioden dienen dazu, bestimmte Spannungsabfälle im Schaltertreiber **212** zu erzeugen.

**[0030]** **Mp14** ist ein PDMOS, der dazu dient, **ngatea** mittels Bootstrapping auf eine Spannung gleich der Summe von **midna** +  $V_{tp}$  + zwei Diodenabfälle zu bringen und so eine  $V_{gs}$  zum Einschalten des Schalters zu erzeugen. **Mp14** schützt außerdem **mn13** vor hohen Spannungen.

**[0031]** **Mn13** und **mn14** sind NMOS-Stromquellen, z. B. 5-V-Quellen, die Strom in VSS abführen. **Mn13** und **mn14** werden durch einen Vorstrom **nbias** gesteuert.

**[0032]** **Mn20** ist ein NDMOS, der dazu dient, **ngaten** mittels Bootstrapping auf eine Spannung gleich der Differenz von **midna** -  $V_{tn}$  - einem Diodenabfall zu bringen. Dies schaltet **mn16** aus, wenn der Schalter angewiesen wird, sich einzuschalten. **Mp20** schützt außerdem **mp13** vor hohen Spannungen.

**[0033]** **Mn16** ist ein nativer NMOS und ist daher eingeschaltet, wenn er 0  $V_{gs}$  empfängt. **Mn16** dient dazu, **midna** gleich **ngatea** zu halten, wenn der Schalter angewiesen wird, sich auszuschalten. Wenn der Schalter angewiesen wird, sich einzuschalten, wird eine negative  $V_{gs}$  von etwa -1V dazu benutzt, **mn16** auszuschalten und so eine positive  $V_{gs}$  zwischen **midna** und **ngatea** zuzulassen.

**[0034]** **R1** ist ein Widerstand, der für 0  $V_{gs}$  an **mn16** sorgt, wenn der Schalter angewiesen wird, sich auszuschalten. Dieser Widerstand kann von der Treiberschaltung übersteuert werden, wenn der Schalter angewiesen wird, sich einzuschalten.

**[0035]** **Mn17** ist ein NDMOS, der dazu dient, den Schaltertreiber anhand der Kombination der Signale **swon\_ngate**, **sa\_mp\_gnd** und **sa\_mn\_gnd** zu aktivieren oder zu deaktivieren. Wenn die Gate-Spannung von **mn17** gleich VSS ist, ist **mn17** aus. Wenn die Gate-Spannung von **mn17** um mehr als  $V_{tn}$  höher als VSS ist, ist **mn17** ein. **Mp17** schützt außerdem **mn14** vor hohen Spannungen.

**[0036]** AND-Gates **i11** und **i8** stellen kombinatorische Logik dar, die dazu dient, **sa\_mp\_gnd** und **sa\_mn\_gnd** mit den Treibersteuersignalen zu kombinieren, um sicherzustellen, dass sich der Schalter erst einschaltet, wenn GND etwa gleich der CMV des ausgewählten Kanals ist.

**[0037]** Der Schaltertreiber **212**, wie er in **Fig. 3** gezeigt ist, arbeitet gemäß denselben Bootstrapping-Prinzipien wie ein Schaltertreiber, der im in US-Patent Nr. 8,222,948 beschrieben ist. **Mn14**, **mn17**, **d14**, **mn20** und **mp13** üben jeweils dieselbe Funktion wie **I1**, **N1**, **R1** und **N3** in **Fig. 6** von US-Patent Nr. 8,222,948 aus. Allerdings wird man erkennen, dass die Schalterschaltungen nicht identisch sind. Beispielsweise sind **Mn13**, **mp14**, **d9**, **d10**, **mp15** und **mp10** das Umgekehrte zu **Fig. 6** (d. h. sie dienen zum Treiben eines Ndmos-Schalters anstelle eines Pdmos-Schalters). Ferner wurden die nativen NMOS **mn16**, **d16** und **r1** hinzugefügt und ersetzen **N2** und **INV**. Diese Ersetzung bewirkt, dass der Standardzustand des Schalters „aus“ lautet, so dass selbst dann, wenn keine Stromversorgung vorliegt, der Schalter aus bleibt, was eine wünschenswerte Eigenschaft in vielen Anwendungen ist, da sie die Fehlertoleranz des Systems erhöht, wenn also z. B. die Stromversorgung plötzlich verloren geht, schaltet sich der Schalter automatisch aus und schützt so den Verstärker **32**, den **ADW 34** und andere Vorrichtungen, die mit dem Schalter verbunden sein können.

**[0038]** Der Betrieb des Schaltkanals **200** kann wie folgt sein. Der native NMOS **mn16** ist standardmäßig eingeschaltet, um 0  $V_{gs}$  am Schalter **210** beizubehalten, so dass der Schalter **210** standardmäßig aus ist. Wenn der Schalter angewiesen wird, sich einzu-

schalten, werden ndrwa und pdrwa erzeugt, um die Schaltung **204** einzuschalten und die erdfreie Versorgungs-GND auf die CMV des ausgewählten Kanals zu bringen.

**[0039]** Die Schaltung **206** erkennt, wann GND etwa gleich der CMV ist, und an diesem Punkt liegen auch die erdfreien Versorgungssignale VSS und VDD um die CMV herum. In Reaktion auf die Erkennung dieses Zustands sendet die Schaltung **206** ein Signal zum Aktivieren des Schaltertreibers **212**.

**[0040]** Der Schaltertreiber **212** schaltet in Reaktion auf das Signal von der Schaltung **206** den Schalter **212** anhand der Steuersignale midna und ngatea ein, die beide anhand der erdfreien Versorgungsspannungen VSS und VDD erzeugt werden. Wie bereits erwähnt, werden VDD und VSS unter Bezugnahme auf GND erzeugt. Daher sind auch die Steuersignale midna und ngatea auf GND bezogen. Sobald der Schalter eingeschaltet ist, schalten ndrwa und pdrwa die Schaltung **204** aus, der Gleichtakt-detektor **50** übernimmt die Aufgabe, GND zur CMV hin zu bringen und das System kann sich einschwingen, z. B. wenn sich der Spannungspegel von GND stabilisiert hat, bevor der MCU **80** die Messvorrichtung **30** anweist, eine Messung des ausgewählten Kanals durchzuführen.

**[0041]** Fig. 4 zeigt ein Ausführungsbeispiel eines einzelnen Kanals **300** einer gemultiplexten Schalterarchitektur gemäß der vorliegenden Erfindung. Anders als der Kanal **200** in Fig. 2 weist der Kanal **300** die Schaltung **204**, um GND auf die CMV zu bringen, und die Messschaltung **206** nicht auf und ist daher leichter zu implementieren, jedoch möglicherweise weniger genau als der Kanal **200**. Anstelle der Schaltung **204** wird GND mithilfe eines parasitären Wegs auf die CMV gebracht, um die positive Versorgung VDD auf die CMV zu ziehen. Der Betrieb des Kanals **300** kann wie folgt sein. Wenn der Schalter aus ist, ist midna aufgrund der parasitären Dioden an mn18 und mn19 etwa gleich dem negativsten Wert von sa und da. Wenn also der Eingang sa auf einer Spannung ist, die positiver als sowohl die positive Versorgung VDD als auch der Ausgang da ist, ist midna etwa gleich da. In einer gemultiplexten Konfiguration, wie in den hier beschriebenen Ausführungsformen liegt da bereits innerhalb des erdfreien Versorgungsbereichs, der durch einen zuvor ausgewählten Kanal festgelegt worden sein kann. Selbst wenn alle Kanäle aus sind, ist, wenn GND auf einer niedrigeren Spannung als sa ist, midna etwa gleich da, das wiederum etwa gleich GND ist. Dies wird durch die Widerstände des Gleichtaktdetektors **50** erreicht. Daher kann der Schalter **210** sofort ausgeschaltet werden, ohne dass er der Gefahr einer unnötig hohen Spannung unterliegt. Der Kanal **300** weist einen Schaltertreiber **312**, auf, der analog zum Schaltertreiber **212** aus Fig. 2 ist. Da der Kanal **300** die Schaltungen **204** und **206** nicht

aufweist, aktiviert der Schaltertreiber **312** den Schalter **210** unabhängig davon, ob das Massesignal auf einer Spannung etwa gleich der CMV des Kanals ist.

**[0042]** Wenn der Schalter aus ist und der Eingang sa kleiner als sowohl die niedrigste Versorgungsspannung (z. B. VSS) als auch da ist, ist midna etwa gleich sa, was unterhalb der minimalen Versorgungsspannung ist. Wenn der Schaltertreiber in dieser Situation aktiviert wird, kommt es an der Zener-Diode **d13** zwischen ngatea und midna aufgrund der äußerst negativen Spannung zu einem Durchbruch, so dass Strom von ngatea an sa fließt, und damit von der positiven Versorgung VDD durch den Schaltertreiber, durch die Zener-Diode **d13** und die parasitären Diode an sa, wie durch den Pfeil **33** in Fig. 4 gezeigt. Dies zieht die positive Versorgung VDD auf CMV, damit der Schalter sicher ausgeschaltet werden kann. Das Ziehen von VDD bewirkt, dass sich GND zusammen mit VDD ändert. Wenn beispielsweise die Potenzialdifferenz zwischen VDD und GND +10 V ist, werden +10 V zwischen VDD und GND beibehalten, wenn VDD auf die CMV gezogen wird. Das gleiche gilt für VSS. Sobald der Schalter eingeschaltet wird, kann der Gleichtakt-detektor **50** übernehmen, indem er GND zur CMV hin einstellt.

**[0043]** Fig. 5 zeigt ein Ausführungsbeispiel eines Systems **400** gemäß der vorliegenden Erfindung. Das System **400** gleicht dem System **100** aus Fig. 1, ist jedoch in verschiedener Hinsicht unterschiedlich. Das System **400** weist nicht den Gleichtakt-detektor **50** auf. Außerdem ist pro Kanal nur ein Schalter **24** vorgesehen, im Gegensatz zu Fig. 1, wo jede Leitung jedes Kanals einen Schalter **24** aufweist. Ferner kann jeder Schalter **24** entweder mit GND oder einer Bezugsspannung VREF verbunden sein. VREF kann dazu benutzt werden, die einzelnen Eingangskanäle auf eine bestimmte Spannung vorzuspannen. Dies ist in Systemen nützlich, in denen VSS gleich GND ist. Wenn beispielsweise VDD = 5 V und VSS = GND = 0 V ist, kann das System auf 2,5 V vorgespannt werden, um die Spannung der Eingangskanäle **12/14** innerhalb des Versorgungsspannungsbereichs des Systems zu zentrieren. Die anderen GNDs aus Fig. 1 würden gleich bleiben. Das Ersetzen von GND durch VREF in der oben beschriebenen Weise ändert also nichts daran, dass die Steuersignale für die Schalter **22** auf GND bezogen sind. Die optionale Verwendung von VREF kann in Fig. 2 übernommen werden, indem GND (dargestellt auf der Unterseite der Transistoren **mn26** und **mp21** und an den Eingängen von **i5** und **i6**) durch ein entsprechendes Signal „GND oder VREF“ ersetzt wird.

**[0044]** Ein Beispiel für den Betrieb des Systems **400** ist wie folgt. Um vom TC-Eingang **1** zum TC-Eingang **2**, zu wechseln, werden der Schalter **22** für Eingang **1** und der Schalter **24** für Eingang **1** ausgeschaltet. Als nächstes wird der Schalter **24** für Eingang **2** ein-

geschaltet, um GND zur CMV von Kanal **14** hin zu bringen. In Reaktion darauf, dass erkannt wird, dass GND etwa gleich der CMV ist, schaltet der MUX **20** den Schalter **22** für Eingang **2** ein. Der Schalter **24** für Eingang **2** bleibt eingeschaltet, um die CMV kontinuierlich zu verfolgen, ähnlich wie der Gleichtakt-detektor **50** in Fig. 1.

**[0045]** Fig. 6 zeigt ein Ausführungsbeispiel eines Schaltertreibers **412** gemäß der vorliegenden Erfindung. Der Treiber **412** ähnelt dem Treiber **212** aus Fig. 3, ist jedoch hinsichtlich der Steuerlogik für die Transistoren **mp15** und **mn17** unterschiedlich. Die Signale **sa\_mp\_gnd** und **sa\_mn\_gnd** werden in ein OR-Gate **i12** eingespeist, dessen Ausgang einen Eingang für ein NAND-Gate **i13** bildet. Ein zweiter Eingang des NAND-Gate **i13** ist das Signal **swon\_pgate**. Der Ausgang von **i13** ist der Gate-Eingang von **mp15**. Der Ausgang von OR-Gate **i12** bildet auch einen Eingang für ein AND-Gate **i9**. Ein zweiter Eingang des AND-Gate **i9** ist das Signal **swon\_ngate**. Der Ausgang von **i9** ist der Gate-Eingang von **mn17**.

**[0046]** Die hier beschriebenen Ausführungsformen können in miteinander kombinierter Weise in verschiedenen Kombinationen dargestellt werden. Die Beschreibung und die Zeichnungen sind daher im veranschaulichenden und nicht im einschränkenden Sinne zu verstehen.

### Patentansprüche

1. Schaltung zum Verbinden mehrerer Eingangskanäle (12, 14) mit einer Empfangsvorrichtung (30), wobei die Schaltung Folgendes aufweist: mehrere Schalter (210), die in Reaktion auf ein jeweiliges Steuersignal jeweils einen jeweiligen der Eingangskanäle mit der Empfangsvorrichtung verbinden, wobei die Steuersignale auf ein Massesignal bezogen sind, und wobei jeder Eingangskanal eine Gleichtaktspannung einschließt, die nicht auf das Massesignal bezogen ist; und einen Schaltertreiber (212), der die Steuersignale derart erzeugt, dass die Eingangskanäle jeweils einzeln aktiviert werden, wobei der Schaltertreiber wartet, bis das Massesignal auf einer Spannung etwa gleich der Gleichtaktspannung eines ausgewählten Eingangskanals ist, bevor er einen Schalter aktiviert, der dem ausgewählten Eingangskanal entspricht.
2. Schaltung nach Anspruch 1, wobei eine erdfreie Versorgungsspannung, die auf das Massesignal bezogen ist, ein Leistungssignal der Empfangsvorrichtung ist.
3. Schaltung nach Anspruch 1 oder 2, ferner umfassend: eine Auswerteschaltung (206), die den Eingang des jeweiligen Eingangskanals mit dem Massesignal vergleicht und anhand des Vergleichs bestimmt, ob das

Massesignal auf einer Spannung etwa gleich der Gleichtaktspannung des ausgewählten Eingangskanals ist.

4. Schaltung nach Anspruch 3, wobei die Auswerteschaltung einen Komparator aufweist, der bestimmt, ob das Massesignal über der Gleichtaktspannung ist, und einen Komparator, der bestimmt, ob das Massesignal unter der Gleichtaktspannung ist.
5. Schaltung nach Anspruch 1 oder 2, ferner umfassend: eine Schaltung (204), die das Massesignal auf die Gleichtaktspannung des ausgewählten Eingangskanals einstellt.
6. Schaltung nach Anspruch 5, wobei die Schaltung, die das Massesignal einstellt, Folgendes aufweist: einen PDMOS-Transistor, der das Massesignal einstellt, wenn die Gleichtaktspannung relativ zum Massesignal negativ ist; und einen NDMOS-Transistor, der das Massesignal einstellt, wenn die Gleichtaktspannung relativ zum Massesignal positiv ist.
7. Schaltung nach einem der vorangehenden Ansprüche, ferner umfassend: einen Controller (80), der ein codiertes Signal ausgibt, das auswählt, welcher der Schalter vom Schaltertreiber aktiviert wird; und Decodierungslogik, die das codierte Signal decodiert, um den Schaltertreiber anzuweisen, das Steuersignal zu erzeugen, das den ausgewählten Schalter aktiviert.
8. Schaltung nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei der Schaltertreiber die Steuersignale derart erzeugt, dass die Schalter jeweils einzeln aktiviert werden.
9. System (100, 400), umfassend: eine Empfangsvorrichtung (30), die auf ein Massesignal bezogen ist; mehrere Eingangskanäle (12, 14); und eine Schaltung nach einem der vorangehenden Ansprüche, die die Eingangskanäle mit der Empfangsvorrichtung verbindet.
10. Verfahren zum Verbinden mehrerer Eingangskanäle (12, 14) mit einer Empfangsvorrichtung (30), das Verfahren mit den Schritten: Anpassen eines Massesignals hin zu einer Gleichtaktspannung eines ausgewählten Eingangskanals der mehreren Eingangskanäle, wobei die Gleichtaktspannung nicht auf das Massesignal bezogen ist; und wenn das Massesignal auf einer Spannung etwa gleich der Gleichtaktspannung des ausgewählten Eingangskanals ist, Aktivieren eines Schalters unter Verwendung eines Steuersignals, das auf das Mas-



sesignal bezogen ist, so dass der ausgewählte Eingangskanal mit der Empfangsvorrichtung verbunden wird.

Es folgen 6 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

100

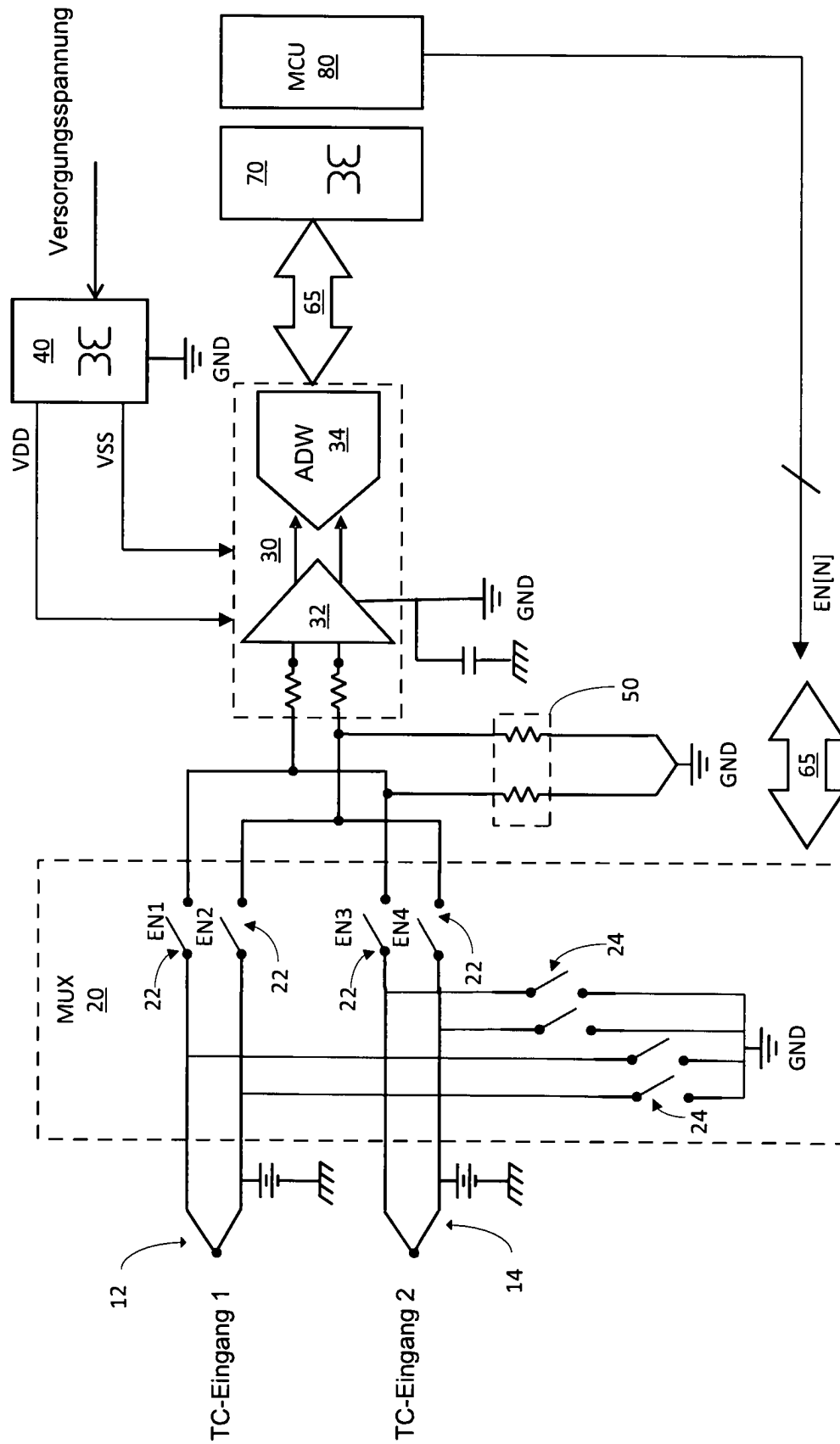


Fig. 1

200

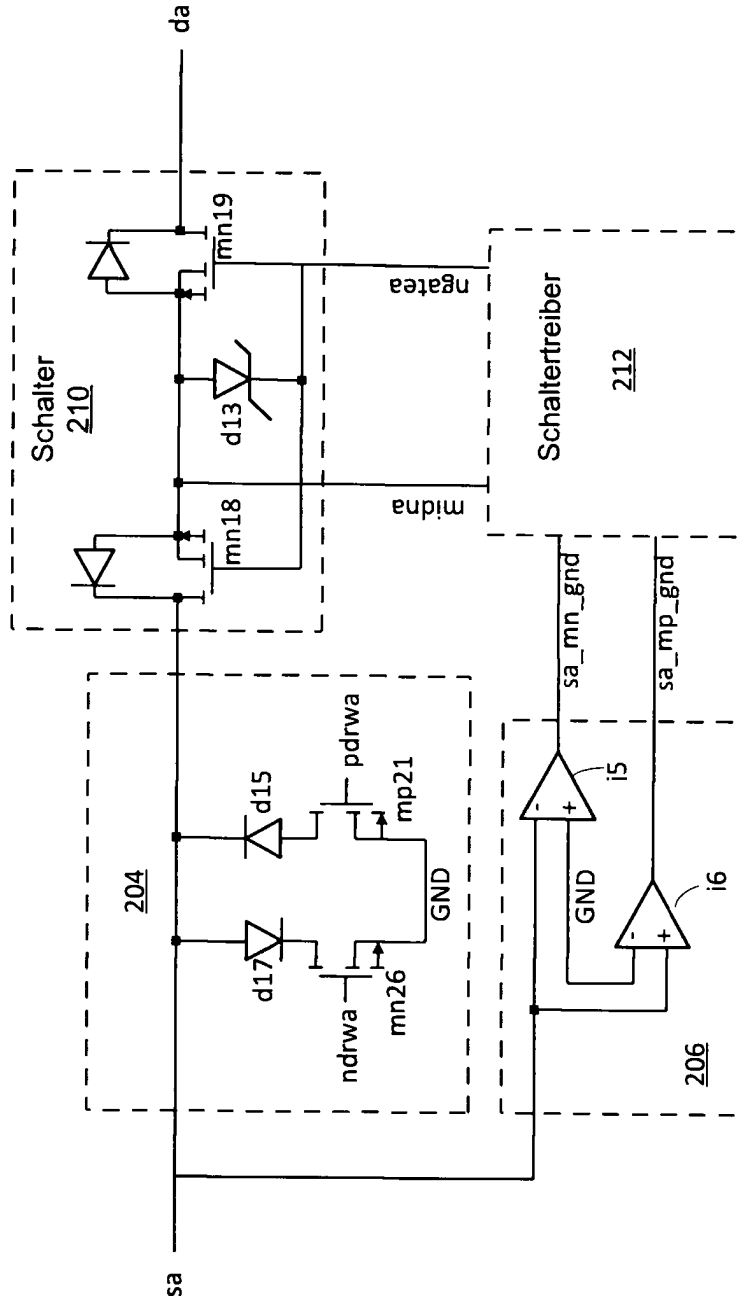


Fig. 2

Schaltetreiber

212

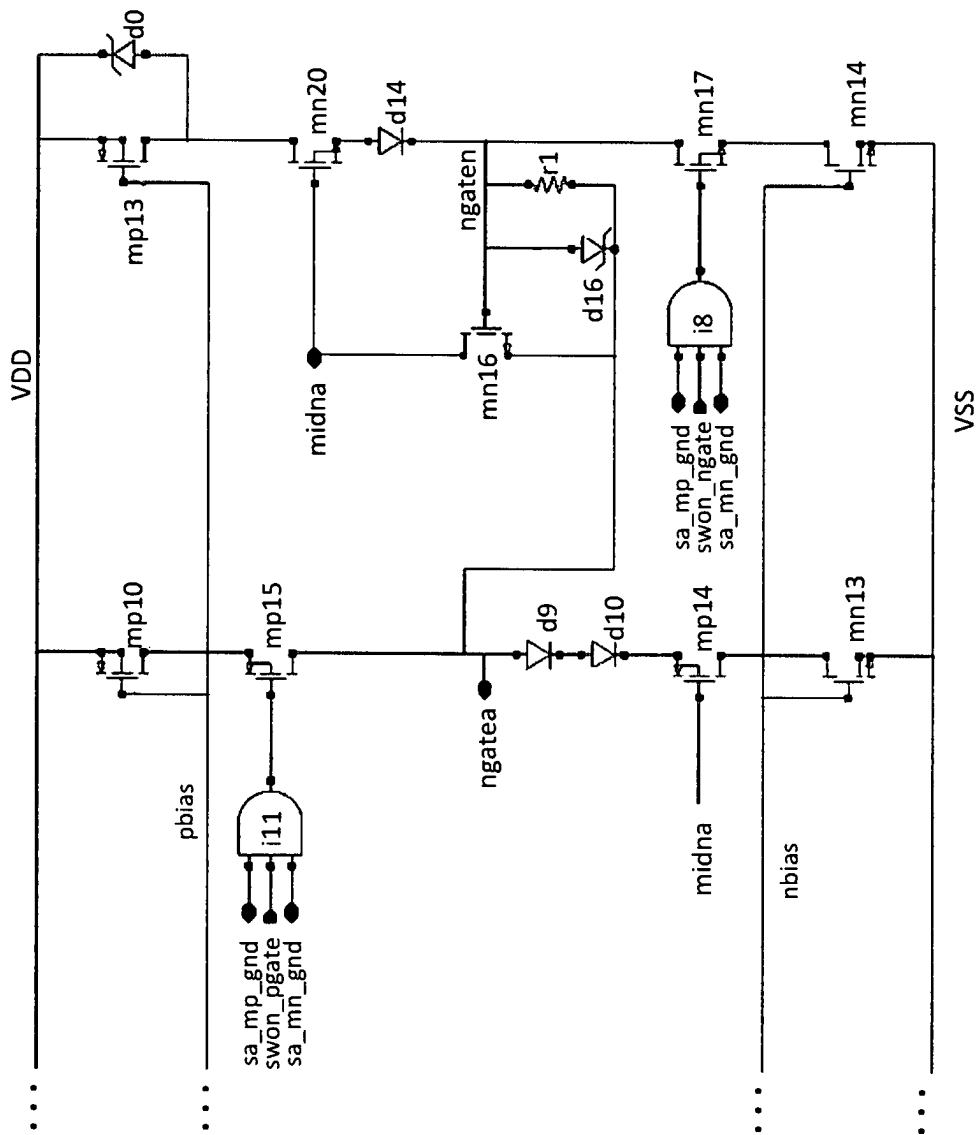


Fig. 3

300

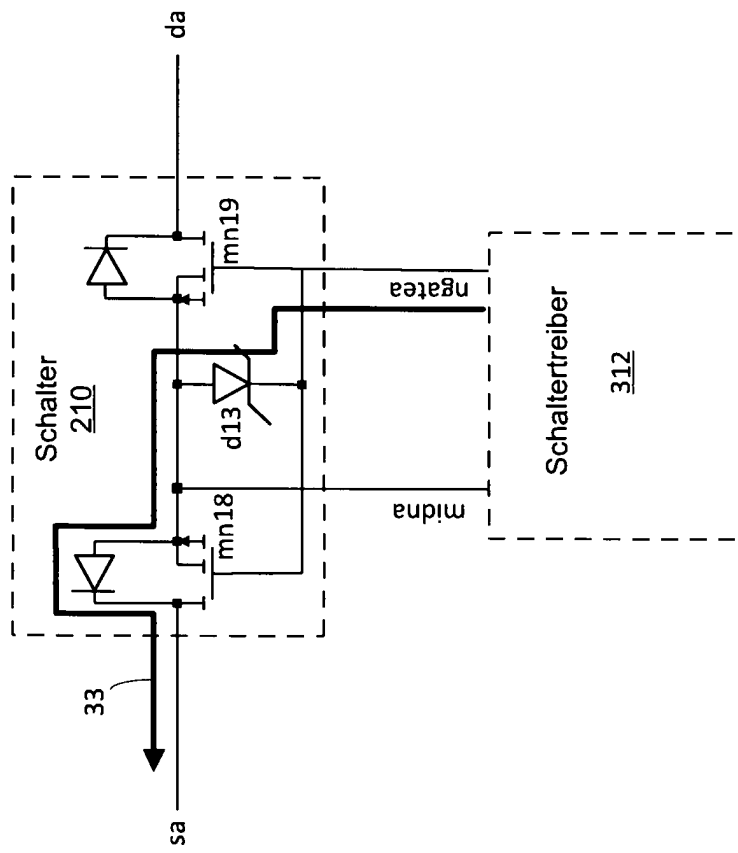


Fig. 4

400

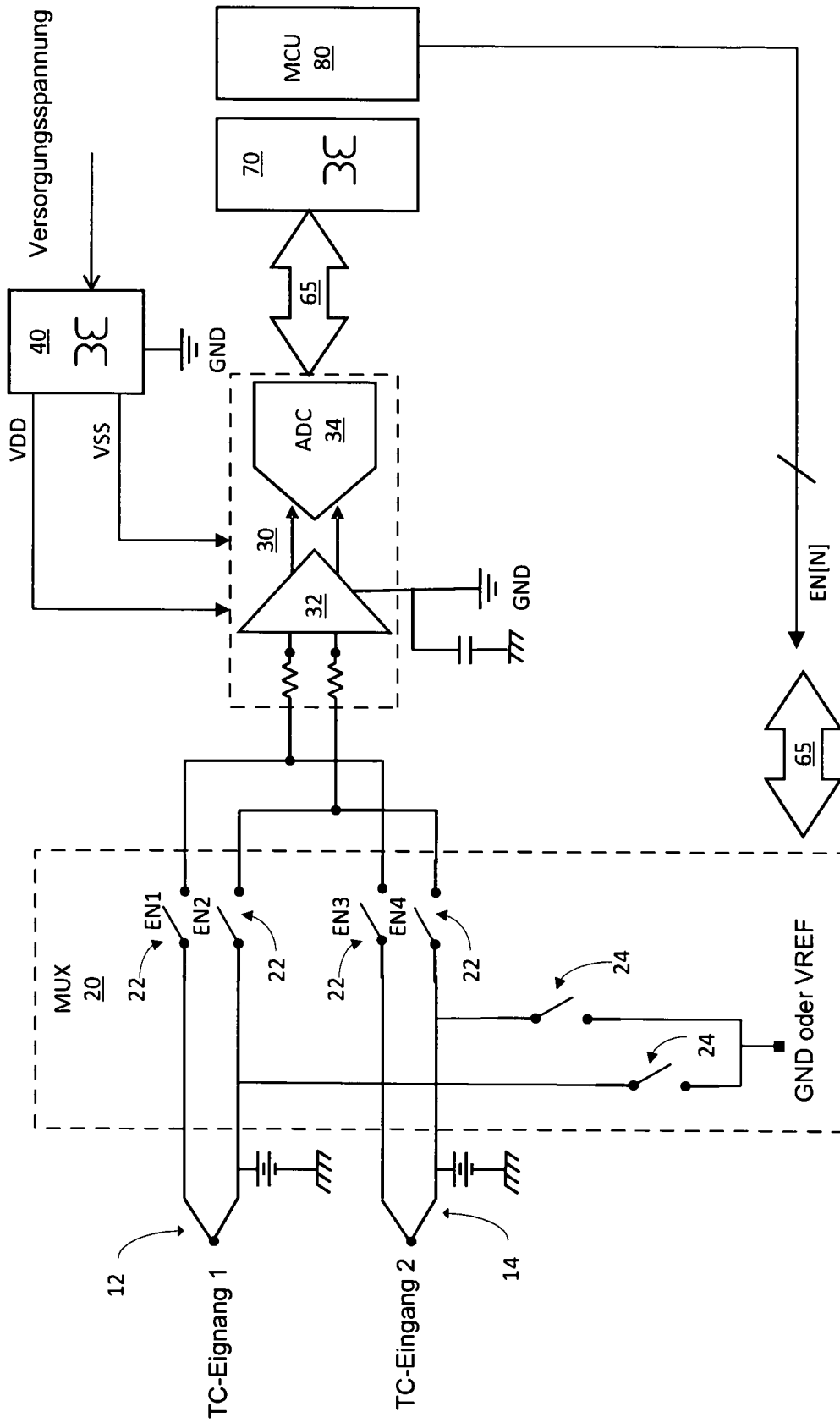


Fig. 5

Schaltetreiber  
412

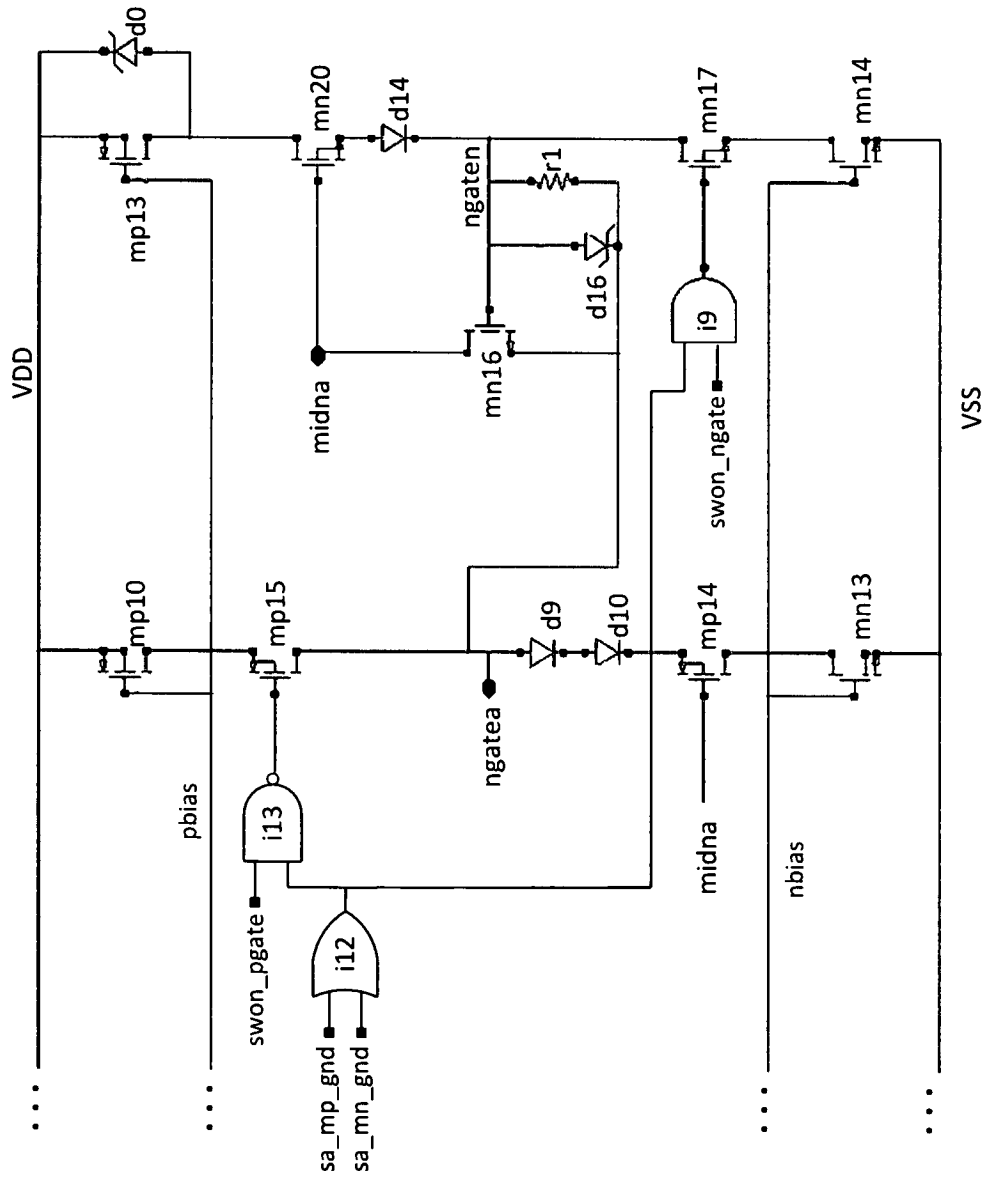


Fig. 6