

APPLICATION NOTE

ANS020 | Digitale Isolatoren



Timur Uludag, Dr.-Ing. Heinz Zenkner

1. EINLEITUNG

Die elektrotechnische Infrastruktur ist in den letzten Jahren, sei es im industriellen Umfeld oder in der Gebäudetechnik, sehr komplex geworden. Die dezentrale Erfassung physikalischer Parameter ist „State of the Art“ und hoch performante Mikrocontroller erleichtern die Aufbereitung der Daten. Die Erfassung der Daten am Objekt ist jedoch oftmals eine Herausforderung und häufig ist eine drahtlose Übertragung der Daten nicht möglich. Das Erfassen der Daten am Objekt muss so erfolgen, dass der Tastkopf die zu messende Größe möglichst nicht beeinflusst, da sonst Messfehler entstehen. Dazu ist eine elektrische Entkopplung notwendig, die schaltungstechnisch realisiert werden muss. Des Weiteren muss die drahtgebundene Übertragung der Daten potenzialfrei und symmetrisch erfolgen, damit die Übertragung nicht durch elektromagnetische Einkopplungen und Masseschleifen gestört wird. In der vorliegenden Applikation wurde bewusst auf den Einsatz von Mikrocontrollern verzichtet, um aufzuzeigen, dass mit analoger Schaltungstechnik ein hoch performantes, störsicheres Design mit geringem Aufwand realisierbar ist. Das Design unterteilt sich in zwei Schaltungen, einen Sender und einen Empfänger. Der Messwertempfänger kann eine Gleichspannung von $\pm 30 V_{DC_max}$ mit einer Schwankungsperiode von einer Sekunde erfassen. Die Stromaufnahme wurde geringgehalten und beträgt, bei einer

Spannungsversorgung von +15 V, für den Sender < 85 mA und <25 mA für den Empfänger. Sowohl der Sender als auch der Empfänger sind jeweils galvanisch getrennt, der Sender zwischen Messdatenerfassung und Signalübertragungsstrecke und der Empfänger zwischen Signalübertragungsstrecke und Datenausgang. Um diese Isolierung schaltungstechnisch zu realisieren, wurden spezielle DC-DC-Power Module und digitale Isolatoren mit galvanischer Trennung und besonders niedriger parasitärer Koppelkapazität eingesetzt. Die Signalübertragung zwischen Sender und Empfänger erfolgt mittels Zweidraht Leitung. Die Strecke kann, abhängig von den elektromagnetischen Umgebungseinflüssen, mehrere hundert Meter betragen.

2. PRINZIPIELLES SCHALTUNGSDESIGN EINES POTENZIALFREIEN SPANNUNGSENSORS

2.1 Prinzipielles Schaltungsdesign Sender

Abbildung 1 zeigt das Blockschaltbild des Senders.

Die Schaltung unterteilt sich in sechs Blöcke:

1. **Tastkopf:** Messwertempfänger mit Spannungsteiler und Verstärker zur Messung von positiver und negativer Polarität.

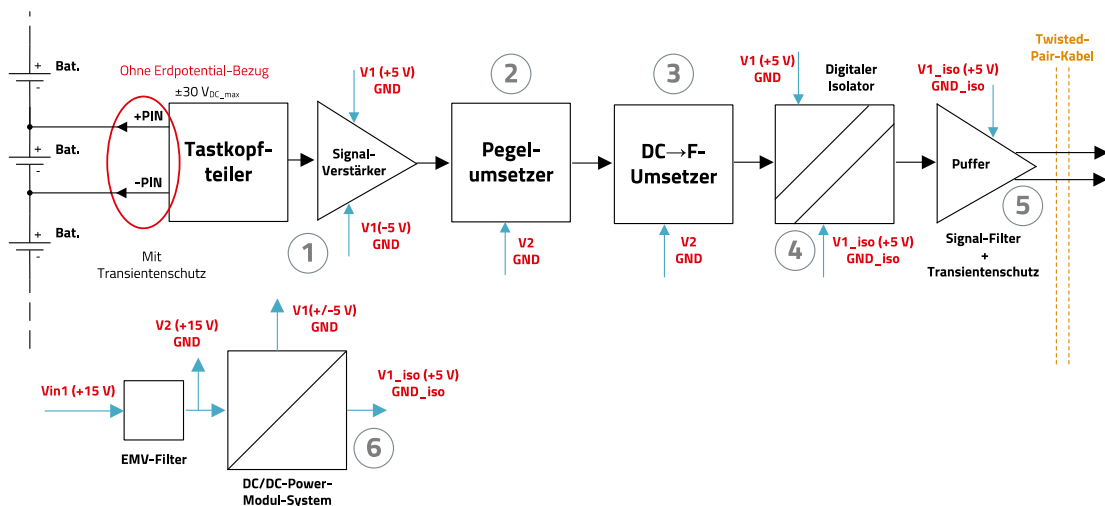


Abbildung 1: Blockschaltbild des Senders zur potenzialfreien Messung von Spannung.

APPLICATION NOTE

ANS020 | Digitale Isolatoren

2. **A Level-Shifter:** Pegelumsetzer für den Spannungs-Frequenz-Umsetzer.
3. **Spannungs-Frequenz-Umsetzer:** Digitales Ausgangssignal, Frequenz abhängig von der Eingangsspannung.
4. **Digitaler Isolator:** Galvanische Trennung zwischen Messpotenzial und Schnittstelle.
5. **Schnittstellenpuffer:** Niederimpedanter Leitungstreiber mit symmetrischem Ausgang.
6. **Stromversorgung:** DC-DC Konverter, galvanisch isolierte Wandler für den Tastkopfteil.

Aus dem Blockschaltbild ist ersichtlich, dass das Design nicht ohne schaltungstechnische EMV-Maßnahmen realisierbar ist. Um Funktionssicherheit sicherzustellen, sind sowohl tastkopfseitig als auch am Treiberausgang ein Transientenschutz und Filter vorgesehen; auch vor- und nach den DC-DC-Power Modulen sind Tiefpässe vorgesehen, um HF-Einkopplungen wirksam zu dämpfen.

2.2 Prinzipielles Schaltungsdesign-Empfänger

Abbildung 2 zeigt das Blockschaltbild des Empfängers. Die Schaltung unterteilt sich in fünf Blöcke:

1. **Eingangspuffer:** Signalaufnehmer, Signalregenerierung mit symmetrischem Eingang. Der Link-Detektor zeigt an, ob eine detektionsfähige Verbindung zum Sender besteht.

2. **Digitaler Isolator:** Galvanische Trennung zwischen Eingangssignal und sekundärer Signalaufbereitung / Ausgangsschnittstelle. Zusätzlich galvanisch isolierte Spannung für den eingangsseitigen Puffer.
3. **Frequenz-Spannungsumsetzer:** Erzeugt aus einem digitalen Signal eine Ausgangsspannung. Spannungspegel abhängig von der Frequenz des Eingangssignals.
4. **Schnittstellenpuffer mit Polaritätsanzeige:** Pegelwandler für das Ausgangssignal. Das Ausgangssignal hat eine positive Polarität, die Polaritätsanzeige zeigt die Polarität des Eingangssignals.
5. **Stromversorgung:** DC-DC Konverter für die sekundärseitige Versorgung.

Auch im Empfangsteil sind zahlreiche EMV-Maßnahmen vorgesehen. Der Signaleingang vom Twisted-Pair Kabel kommend, ist mit einem Transientenschutz und einem Common-Mode Filter versehen um Störungen, die vom Kabel kommen, wirksam zu dämpfen. Die Stromversorgungen um die DC-DC Konverter sind sowohl Eingangs- als auch ausgangsseitig mit Tiefpässen versehen, um sowohl elektromagnetische Störungen von außen als auch innerhalb der Schaltung elektromagnetische Emission der DC-DC-Wandler deutlich zu reduzieren. So werden ein hoher Signal-Rauschabstand und auch eine hohe Funktionssicherheit gewährleistet.

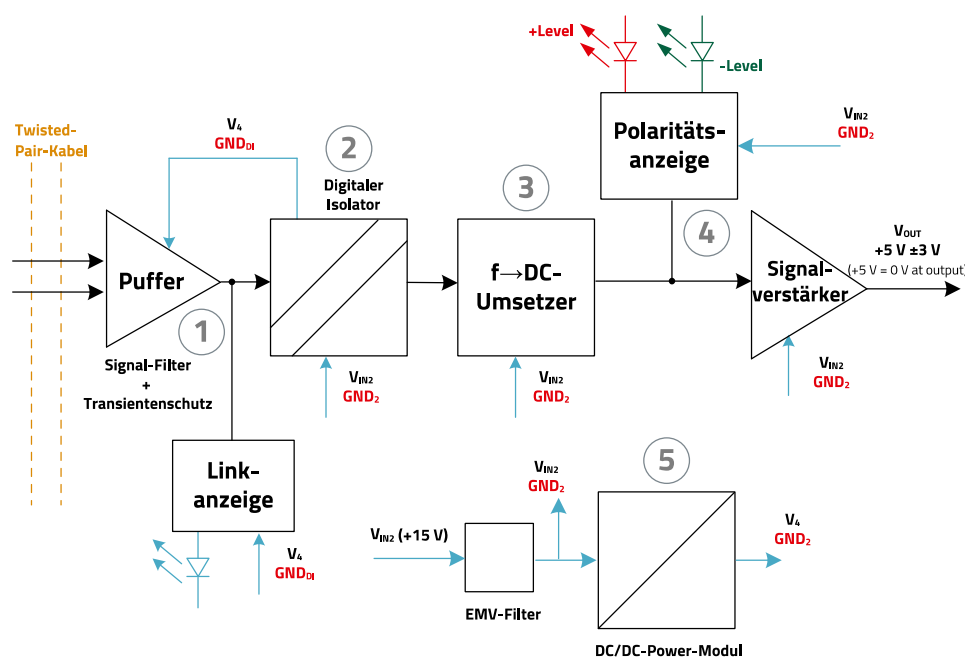


Abbildung 2: Blockschaltbild des Empfängers zur potenzialfreien Messung von Spannung.

3. SCHLÜSSELKOMPONENTE DIGITALER ISOLATOR UND SEINE SPEZIFISCHEN PARAMETER

Störungsfreie Datenkommunikation und Personensicherheit sind zwei große Herausforderungen für die Elektronik in dieser Art von Industrieumgebung. Starke elektromagnetische Felder, Überspannungen, transiente Spannungen und hohe EMV-Störungen sind an der Tagesordnung. Wird beispielsweise die Kommunikationsleitung ungünstig in der Nähe einer Steuerleitung eines Frequenzumrichters verlegt, werden die Impulse kapazitiv eingekoppelt und die Signale in der Kommunikationsleitung schwingen mit dem Pulsmuster des Frequenzumrichters. Diese Störungen können schnell ein Ausmaß erreichen, bei dem erhebliche Fehlfunktionen auftreten und sogar die Sicherheit von Personen gefährdet werden kann.

Wenn beispielsweise die Temperatur eines Motors mit einem Thermoelement gemessen wird, entstehen Spannungen im Millivolt Bereich. Werden diese Spannungen nun über eine Kabellänge von mehreren Metern zu einer zentralen Steuereinheit übertragen, die sich auf ein anderes Massepotential bezieht, wird das Messsignal durch die Potentialunterschiede verfälscht.

3.1 Eigenschaften eines Isolators

Wenn man die beschriebenen Phänomene zusammenfasst, ergeben sich die folgenden vier Herausforderungen:

- Eine Sicherheitsbarriere zwischen gefährlichen Spannungen und einem Benutzer

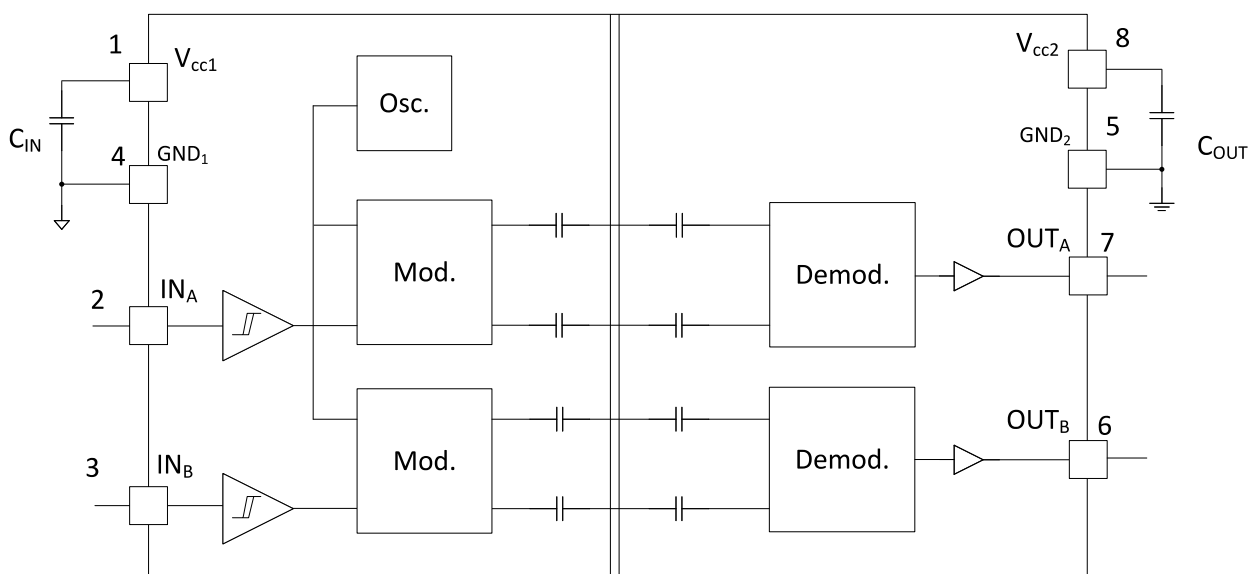


Abbildung 4: Blockschaltbild des digitalen Isolators CDIS 18012x15411x.

- Trennung von Masseschleifen zwischen räumlich getrennten Stromkreisen
- Minimierung von Gleichtaktstörungen
- Störungsfreie Datenübertragung

In Abbildung 3 ist die Situation des Datenübertragungssystems grafisch dargestellt.

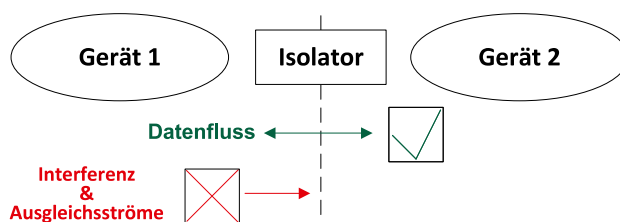


Abbildung 3: Grundkonzept eines isolierten Systems zur Trennung verschiedener Potenziale.

Um den Anforderungen gerecht zu werden, gefährliche Spannungen vom Anwender abzuschirmen und trotzdem eine störungsfreie Datenübertragung zu gewährleisten, muss eine galvanische Trennung verwendet werden, die die Zonen elektrisch, d. h. potenziell voneinander trennt, so dass sie getrennt und damit störungsfrei arbeiten können. Der Datenfluss läuft über einen Isolator, Stör- und Potentialausgleichsströme jedoch werden durch die galvanische Isolation des Isolators zurückgehalten.

3.2 Kapazitiver digitaler Isolator

Der digitale Isolator (Grundstruktur in Abbildung 5) besteht aus einem Oszillator und einem Modulator auf der Primärseite.

APPLICATION NOTE

ANS020 | Digitale Isolatoren

Auf der Sekundärseite befinden sich ein Demodulator und ein Signalpuffer. Die primärseitigen Komponenten sind von den sekundärseitigen Komponenten durch eine kapazitive Struktur mit einer Isolationsbarriere aus Silizium-Dioxid (SiO_2) galvanisch getrennt.

Die Signalübertragung durch die Isolationsbarriere wird durch ein Modulationsverfahren, das so genannte On/Off-Keying, realisiert. Der im Chip integrierte Oszillator wird zur Modulation des Schmitt getriggerten Eingangssignals verwendet. Der Modulator erzeugt ein Differenzsignal, das über die kapazitiven Isolationsleitungen übertragen wird.

Der Demodulator, auf der Sekundärseite des Isolators, übernimmt die Funktionen der Verstärkung, Filterung und Rekonstruktion des Eingangssignals. Dabei sind die Signalverzögerung und -verzerrung minimal. Abschließend leitet ein Puffer das Signal vom Demodulatorausgang zum Gesamtausgang, wobei der Puffer das Signal auf den erforderlichen Pegel verstärkt.

Digitale Isolatoren werden in Standard-CMOS-Technologie hergestellt und verwenden daher Materialien und Prozesse die bekannt und erprobt sind. Die Kondensatoren der Transmitterseite und der Empfängerseite sind auf einem Leadframe aufgebracht. Die Kondensatoren selbst, in Abbildung 5 rot dargestellt, werden zwischen den beiden gestrichelten horizontalen Linien durch Elektroden gebildet. Das dielektrische Material zwischen den Elektroden, d.h. Kondensatorplatten dient als galvanische Isolationsbarriere.

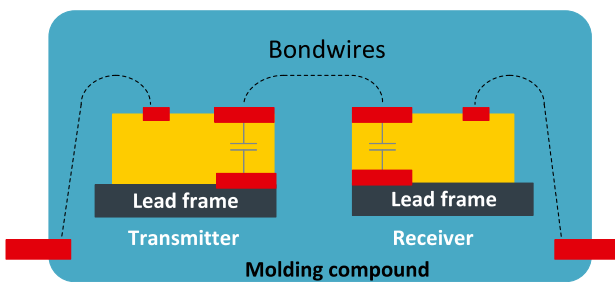


Abbildung 5: Prinzipielle Funktion des digitalen Isolators.

Die durch das Verfahren erreichte Isolationsdicke liegt im Bereich von einigen zehn Mikrometern. In digitalen Isolatoren wird SiO_2 als Isoliermaterial im Kondensator verwendet, weil es aufgrund seiner viel höheren Durchschlagfestigkeit von 500 MV/ m wesentlich weniger Platz für den Isolierspalt benötigt. Andere gebräuchliche Isoliermaterialien, wie Polyimid, haben eine Durchschlagfestigkeit von nur 300 MV/ m. Die beiden Kondensatoren sind mit einem Bonddraht elektrisch verbunden, so dass zwei Kondensatoren in Reihe geschaltet sind, wie im Blockschaltbild in Abbildung 4 dargestellt.

Um die gesamte Struktur zu schützen, werden das Die und der Leadframe mit einem Standard-IC-Gießverfahren vergossen.

4. SCHALTUNGSDESIGN DES SENDERS

Der Eingang zur DC-Signal-Messung ist mit den vier Widerständen eine Wheatstone-Brücke, siehe Abbildung 6. Darauf folgt ein optionaler Kondensator mit 150 nF (C1) zur Dämpfung von Wechselspannungsanteilen.

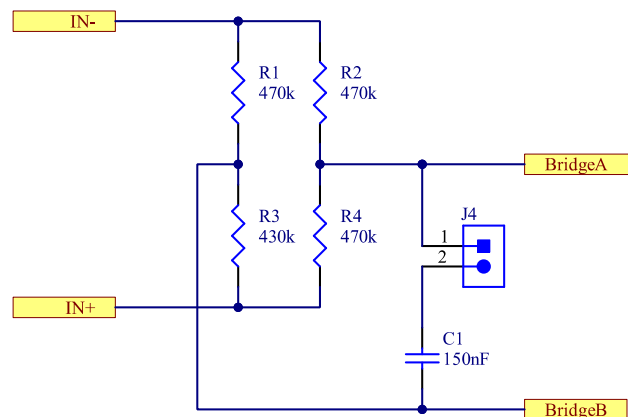


Abbildung 6: Wheatstone-Brücke als Spannungsteiler am Eingang des Senders.

IC1A bis IC1C in Abbildung 7 bilden einen Instrumentenverstärker, dessen Verstärkungsfaktor mit P1 eingestellt wird. Die eingangsseitigen 1 M Ω -Widerstände (R9 & R13) sind für den stabilen Arbeitspunkt des Instrumentenverstärkers notwendig und belasten mit ihrem Widerstand über die Wheatstonebrücke das Messignal. Es ergibt sich damit eine Eingangsimpedanz von ca. 450 k Ω .

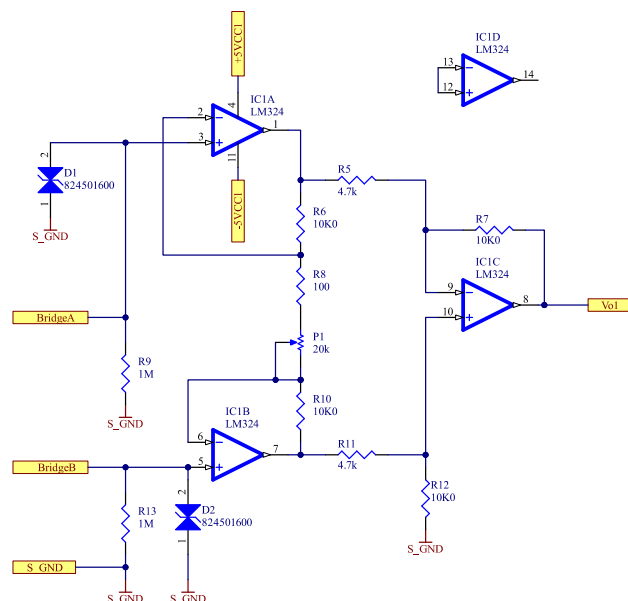


Abbildung 7: Diskreter Instrumentenverstärker zur Pegelverstärkung.

APPLICATION NOTE

ANS020 | Digitale Isolatoren

Die bidirektionalen TVS-Dioden D1 und D2 klemmen die Eingangsspannung am Instrumentenverstärker auf maximal 10,3 V (V_{clamp} bei I_{peak}), jedoch wird durch die Spannungsbegrenzung über die Wheatstonebrücke der Strom so weit begrenzt, dass die Klemmspannung nur unwesentlich über der Durchbruchspannung von 7 V liegt.

Die maximale differentielle Eingangsspannung an einem der Operationsverstärker beträgt ± 32 V, somit ist ein sicherer Transientenschutz gewährleistet.

Die Schaltung ist so ausgelegt, das am Messeingang eine maximale Spannung von ± 30 V anliegen kann, um den Instrumentenverstärker an seinem Ausgang mit maximal $\pm 3,5$ V auszusteuern. Der Pegel sollte mit P1 auf $\pm 3,0$ V abgeglichen werden.

Da das Signal auch eine negative Polarität aufweisen kann, kann es so vom darauffolgenden Spannungs-Frequenzkonverter nicht verarbeitet werden.

Der Pegelwandler (Level-Shifter) mit IC2A und IC2B in Abbildung 8 setzt das Signal auf einen Pegelbereich von 0 V bis +10 V um, wobei

- -30 V am DC-Mess-Eingang →
0 V am Level-Shifter Ausgang
- 0 V am DC-Mess-Eingang →
+5 V am Level-Shifter Ausgang,
- +30 V am DC-Mess-Eingang →
+10 V am Level Shifter Ausgang.

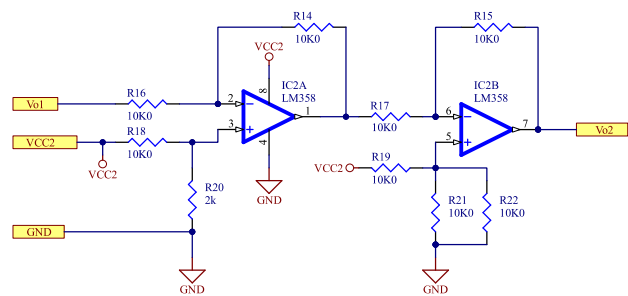


Abbildung 8: Pegelwandler zur Pegelanpassung.

Der dem Level-Shifter folgende Spannungs-Frequenzumsetzer (IC3) setzt die Gleichspannung in ein Rechtecksignal um. (Abbildung 9) Durch die Beschaltung des Bausteins ergibt sich folgender Zusammenhang:

- -30 V am DC-Mess-Eingang →
8 kHz am Ausgang des IC3
- 0 V am DC-Mess-Eingang →
5 kHz am Ausgang des IC3
- +30 V am DC-Mess-Eingang →
2 kHz am Ausgang des IC3.

Eine Feinabstimmung der Frequenz kann mit P2 am IC3 durchgeführt werden. Die Ausgangsspannung des Spannungs-Frequenzumsetzers ist abhängig von der Versorgungsspannung des Pull-Up Widerstands (R23) am Pin3 des Bausteins und ist hier auf +5 V gesetzt.

Das Rechtecksignal mit einem Pegel von 0/+5 V gelangt vom Spannungs-Frequenzumsetzer zum Digitalen Isolator (IC4).

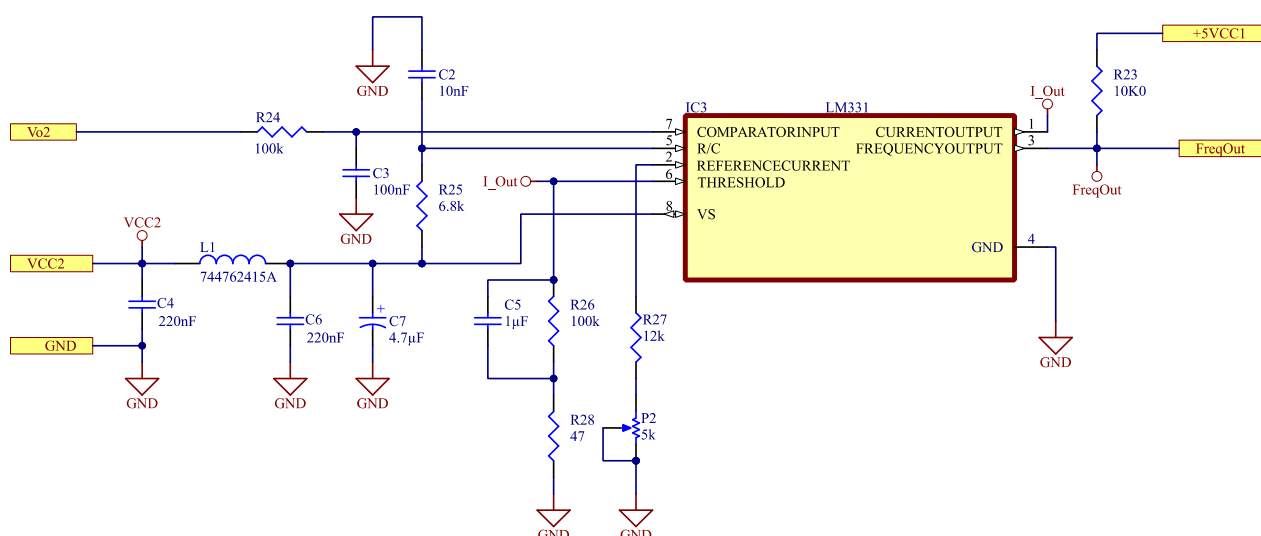


Abbildung 9: Spannungs-Frequenzumsetzer.

APPLICATION NOTE

ANS020 | Digitale Isolatoren

Der hier gewählte Digitale Isolator ist der Baustein [WPME-CDIS 18012015411L](#). Vom 2-Kanal-Baustein wird hier nur ein Kanal benötigt, der zweite Kanal ist eingangsseitig auf Masse geschaltet, damit keine unerwünschten Störungen eingekoppelt werden.

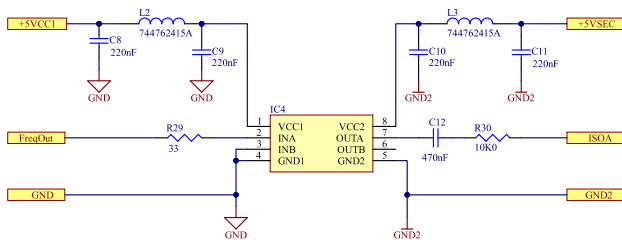


Abbildung 10: Digitaler Isolator zur galvanischen Trennung.

Der Digitale Isolator wird hier primär- und sekundärseitig jeweils über ein galvanisch isoliertes Power Modul versorgt (Abbildung 10). Damit ist gewährleistet, dass die durch den Digitalen Isolator erzeugte galvanische Entkopplung auch über die Stromversorgung primär- und sekundärseitig sichergestellt ist. Es ergibt sich so eine höhere Entkopplung, auch wenn die +15 V-Versorgung primärseitig nicht galvanisch isoliert ist. Diese Entkopplung führt auch zu einer Reduzierung der durch einen Digitalen Isolator erzeugten Modulationssignale und erlaubt so einen höheren Signal-Rauschabstand für die Operationsverstärker. Von der Sekundärseite des Digitalen Isolators erreicht das Signal den Puffer-Verstärker IC5. (Abbildung 11).

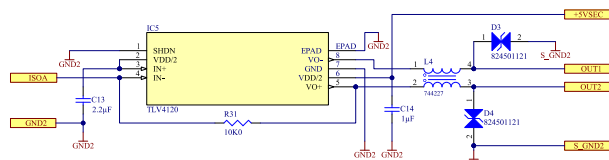


Abbildung 11: Ausgangsstufe

Der Operationsverstärker ermöglicht einen niederimpedanten differentiellen Ausgang für die „Twisted-Pair“ Leitung zum Empfänger. Das Übertragungssignal wird über die Induktivität L4 gegen hochfrequente Gleichtaktstörungen entkoppelt, während der Ausgang mit den bidirektionalen TVS-Dioden D3 und D4 vor transienten Überspannungen geschützt ist. Die Streuinduktivität von L4 und die parasitäre Kapazität von D3 und D4 bilden einen Tiefpassfilter gegen Gleichtaktstörungen.

Der Signalpegel am Ausgang beträgt:

- Eingangsspannung: + 30 V -> Ausgangsspannung Sender, an 120 Ω: 8,3 V bei 8,5 kHz,
- Eingangsspannung: - 30 V -> Ausgangsspannung Sender, an 120 Ω: 6,4 V bei 2,2 KHz.

Der Sender wird mit einer Spannung von +15 V versorgt, die Stromaufnahme beträgt <85 mA. Der +15 V Eingang ist mit einem π-Filter HF-technisch entkoppelt, je nach Applikation im System kann ein zusätzlicher Transientenschutz mit einer TVS-Diode notwendig sein. Ein geeignetes Bauteil ist die [WE-TVS, No. 824045810](#).

Auf der Primärseite des Digitalen Isolators kann alternativ auch die +5 V Spannung direkt vom 5 V DC-DC Power Modul (U1) [FDSM-Serie](#) abgegriffen werden. Wenn auch primärseitig eine galvanische Isolation gefordert ist, sollte die 15 V-Versorgung auch galvanisch isoliert werden.

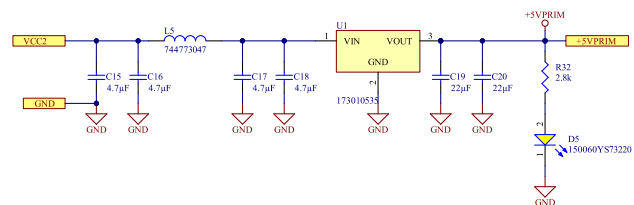


Abbildung 12: DC/DC primärseitig.

Der π-Filter um die Drossel L5 dämpfen HF-Störungen und haben bei 1 MHz bereits eine Einfügedämpfung von über 64 dB. Abbildung 13 zeigt das Berechnungsergebnis von [REDEXPERT](#).

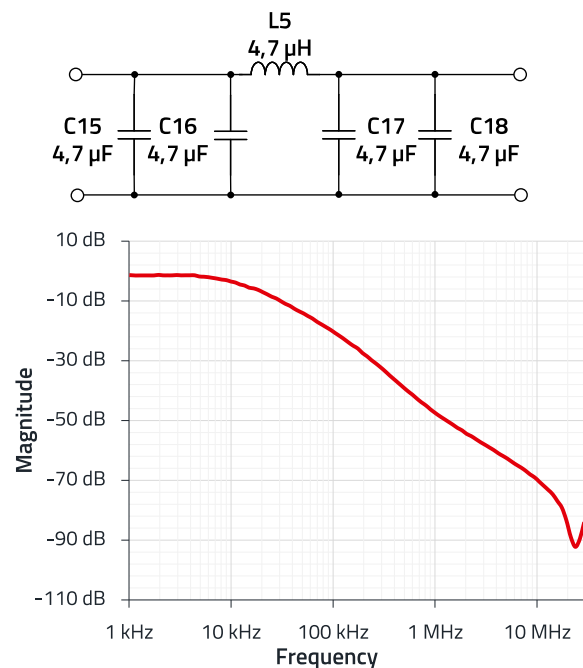


Abbildung 13: Einfügedämpfung des Stromversorgungsfilters mit REDEXPERT simuliert.

Sowohl der Spannungs-Frequenzumsetzer IC3, als auch der Digitale Isolator [WPME-CDIS](#) (IC4) beinhalten Oszillatoren, Schaltstufen, die harmonische Störungen verursachen können. Deshalb wurde jeder dieser Bausteine an seinen Versorgungsanschlüssen mit einem zusätzlichen

APPLICATION NOTE

ANS020 | Digitale Isolatoren

Tiefpassfilter beschaltet. Verwendet wurde hier die SMD-Ferritdrossel [WE-RFI 744762415A](#) (L2 & L3), die durch ihre hohe Resonanzfrequenz (Impedanzmaximum bei ca. 70 MHz) eine breitbandige Entkopplung bis in den Bereich von 1 GHz erlaubt. Voraussetzung ist hier aber ein HF-gerechtes Layout und die Verwendung von geeigneten Kondensatoren (hier: 220 nF / 50 V, [WCAP-CSGP, 885012206125](#)). Die drei galvanisch isolierten DC-DC Power Module (Blockdiagramm in Abbildung 1) verändern nicht die Eingangsspannung von +5 V, sondern isolieren sie „lediglich“. Entscheidend ist hier eine parasitäre Kapazität von typ. < 10 pF, damit eine Entkopplung über einen möglichst weiten Frequenzbereich erreicht wird und so Common-Mode Störungen weitestgehend vermieden werden.

5. SCHALTUNGSDESIGN DES EMPFÄNGERS

Das differenzielle Sendesignal erreicht über die Kabelstrecke, abhängig von der Länge und damit auch frequenzabhängigen Dämpfung, die Empfängerschaltung. Direkt am Eingang der Schnittstelle sind zwei TVS-Dioden platziert, um transiente Überspannungen zu dämpfen. Die folgenden Kondensatoren blocken einen ggf. auftretenden Gleichspannungsoffset. Die Common-Mode Drossel dämpft HF-Störungen und bildet mit den parasitären Kapazitäten der TVS-Dioden einen Tiefpassfilter. Die zwei antiparallel geschalteten Dioden klemmen die differenzielle Eingangsspannung auf ca. +/-0,7 V, der Rest fällt an den 10 k-Widerständen ab.

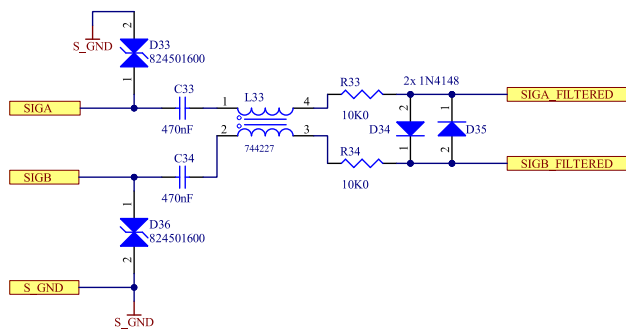


Abbildung 14: Eingangsfiler des Empfängers.

Der Differenzverstärker IC1a verstärkt das Signal so weit, dass es am Ausgang als Rechtecksignal erscheint. Um die Schaltung verständlicher zu machen, wurde sie in LT-Spice simuliert.

Abbildung 15 und Abbildung 16 zeigen das Simulationsschaltbild mit den Ergebnissen. Es ist deutlich zu erkennen, dass die Ausgangsspannung V(C) am Operationsverstärker, also die Eingangsspannung V(A,B) zum Digitalen Isolator nahezu unabhängig von der Eingangsspannung ist. Die Quellspannung (V2) wurde in der Simulation mit 6 V bei einer Frequenz von 2 kHz angenommen, also dem Eingangssignal

bei einer Mess-Spannung von -30 V. Der Kabelwiderstand wurde von 2Ω bis 200 kΩ variiert, die Ausgangsspannung bleibt im Pegel konstant bei 3 V (0,9 V_{low} bis 3,9 V_{high}). In der Praxis werden die 200 kΩ Kabelwiderstand nicht erreicht werden können, da mit zunehmender Frequenz die Impedanz des Kabels und elektromagnetische Umgebungseinflüsse mitberücksichtigt werden müssen, Distanzen von mehreren hundert Metern sind aber realisierbar.

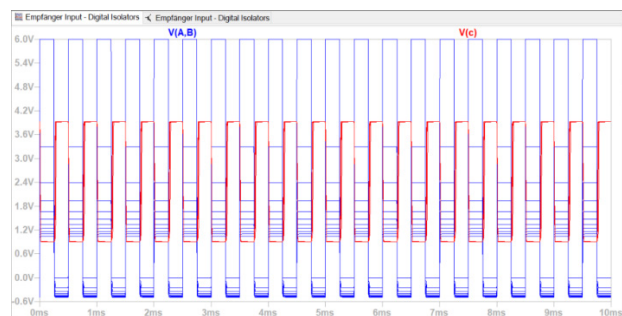
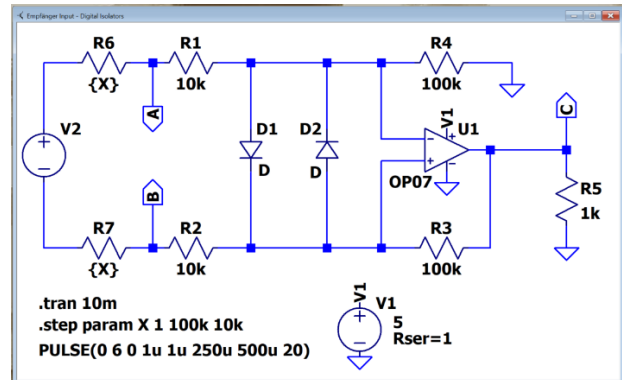


Abbildung 15: Simulation der Verstärker-Eingangsstufe mit LT-Spice-Schaltbild.

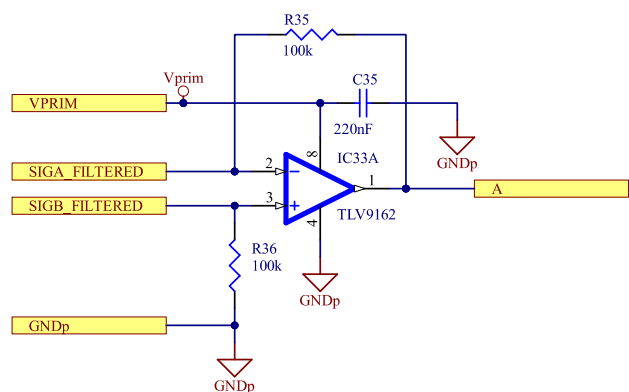


Abbildung 16: Signalverstärker des Empfängers.

APPLICATION NOTE

ANS020 | Digitale Isolatoren

Das amplitudenstabilisierte Signal gelangt vom Operationsverstärker IC33A zum:

- Digitalen Isolator IC34

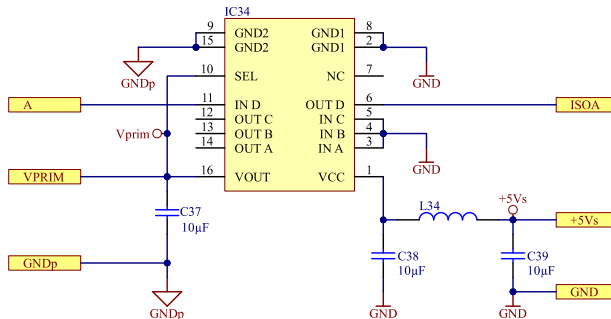


Abbildung 17: Digitaler Isolator zur galvanischen Trennung.

- „Link OK“ Verstärker, bzw. Detektor.

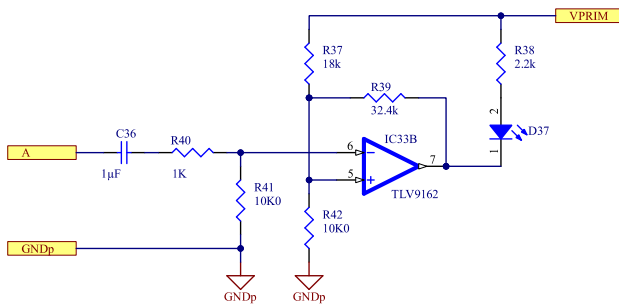


Abbildung 18: Link-Detektor (LED an = Link ok).

Der „Link OK“ Verstärker IC33B (zweiter OpAmp des TLV9162) ist als invertierender Schmitt-Trigger mit Offset geschaltet und schaltet die blaue LED gegen GNDp, sobald am IC33a ein Signal ausgegeben wird – damit leuchtet die blaue LED. Der Digitalen Isolator IC34 ([WPME-CDIP 18024115401L](#)) hat einen galvanisch isolierten DC-DC-Konverter integriert, der für die Spannungsversorgung des Eingangsoperationsverstärkers IC33A benutzt wird. Somit trennt der Baustein nicht nur das

Signal, sondern auch die Versorgungsspannung galvanisch zwischen dem Eingangsverstärker und der weiteren Signalverarbeitung. Die Eingangsseitige Stromversorgung am Digitalen Isolator wird, wie schon beim Sender über ein LC-Filter HF-technisch entkoppelt.

Das digitale Signal wird am PIN6 des IC35 über einen Tiefpassfilter (L36 & C43) geführt, um das Signalrauschen zu reduzieren. (Abbildung 19)

Die Bemessung der Bauelemente richtet sich nach der zu übertragenden Signalbandbreite. In Abbildung 20 ist die Wirkung des Filters dargestellt, schaltungstechnisch lässt sich so ein geringeres Phasenrauschen bei der Umsetzung des Wechselspannungssignals in ein Gleichspannungssignal erzielen. Die Reduktion des Rauschens beträgt 200 mV, die Grenzfrequenz des Filters liegt bei ca. 800 kHz, sodass eine Beeinflussung des Nutzsignals in dieser Applikation nahezu ausgeschlossen werden kann.

Vom Filter des Digitalen Isolators gelangt das Signal zum Frequenz-Spannungsumsetzer IC35.

Das Trimpotentiometer dient zur Feinabstimmung der Ausgangsspannung und sollte so justiert werden, dass die Ausgangsspannung, wie im Kapitel 4 beschrieben, je nach Mess-Spannung am Sender im Bereich zwischen 2,0 und 8,0 V liegt. Auch der Frequenzumsetzer ist zur +15 V Versorgungsspannung mit einem Filter versehen, damit seine Schaltsignale nicht in die Spannungsversorgung einkopplern.

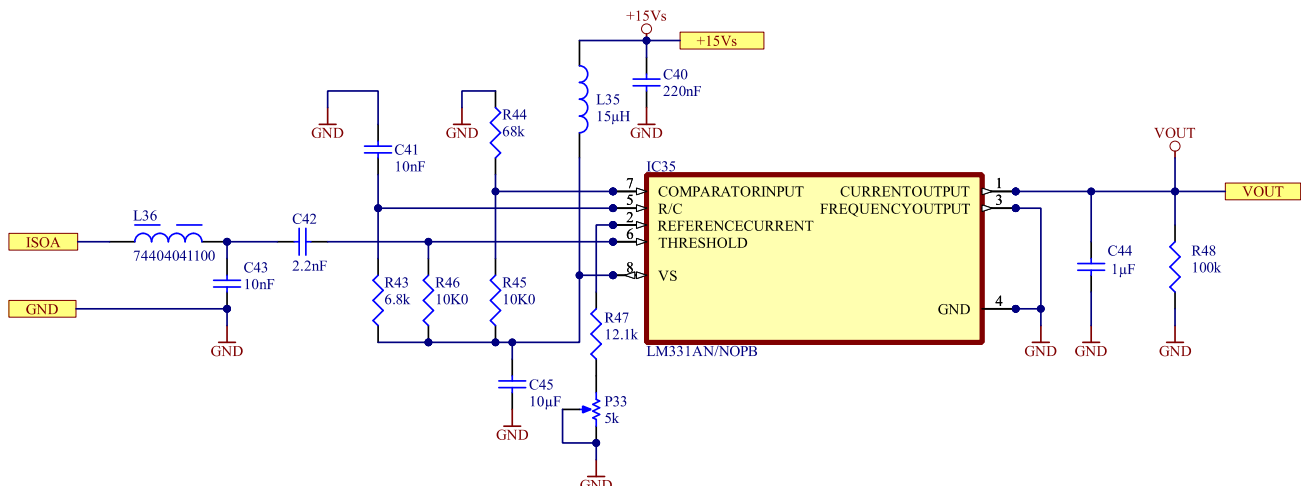


Abbildung 19: Frequenz- Spannungsumsetzer am Empfänger.

APPLICATION NOTE

ANS020 | Digitale Isolatoren

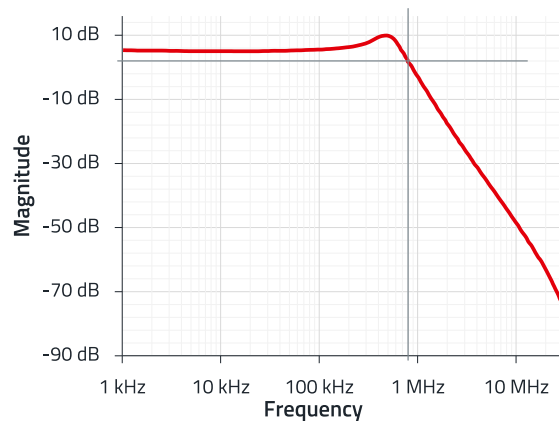
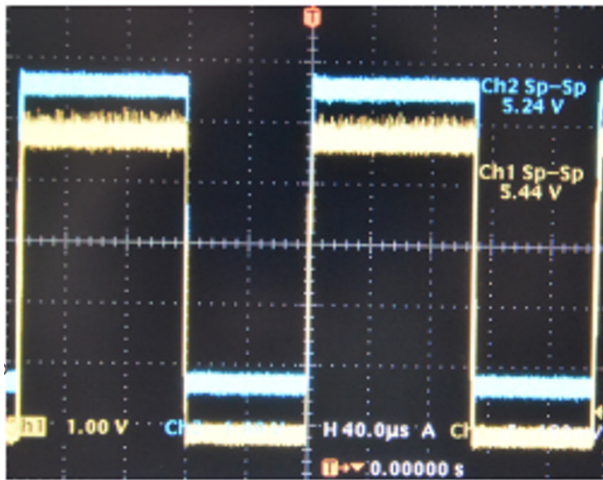


Abbildung 20: Filter für die Dämpfung des Signalrauschens für den F→U-Konverter.

Das 1 μ F/100 k Ω -RC-Glied am Ausgang des Umsetzers glättet die der Eingangsfrequenz entsprechenden pulsweitenmodulierten Schaltsignale in eine Gleichspannung. In Abhängigkeit der Wertekombinationen ergeben sich Abhängigkeiten zwischen Reaktionszeit, Genauigkeit und Restwelligkeit.

Zur genaueren Bestimmung der Komponenten sei hier auf das Datenblatt des Herstellers verwiesen.

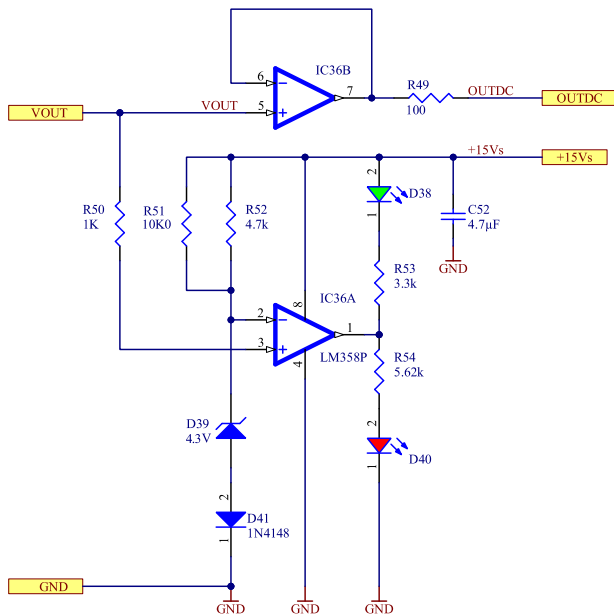


Abbildung 21: Polaritätsanzeige zur Anzeige der Polarität der gemessenen Spannung am Sender.

Die am Ausgang des Konverters folgende Polaritätsanzeige (IC36A in Abbildung 21) hat folgende Funktion (Tabelle 1):

Mess-Spannung am Sender	Ausgangsspannung am Empfänger	LED-Anzeige
<0 ... -30 V	<5 ... 2 V	grün
>0 ... +30 V	>5 ... 8 V	rot

Tabelle 1: LED-Anzeige am Empfänger in Abhängigkeit der Eingangs-Spannung am Sender.

Somit kann detektiert werden, welche Polarität das gemessene Signal hat. Weiterhin wird das Signal vom Frequenz-Spannungsumsetzer auch zu einem Ausgangstreiber geführt, an dessen Ausgang, der zur gemessenen Spannung äquivalent übertragene und umgesetzte Pegel zur Verfügung steht. Das Signal kann für die Weiterverarbeitung an einem AD-Wandler noch einmal geteilt werden, die Polaritätsanzeige kann entsprechend zur Polaritätsdetektion einem Mikrocontroller zugeführt werden. Die Spannungsversorgung des Empfängers beträgt +15 V bei <25 mA. Da der Digitale Isolator die galvanisch getrennte Spannungsversorgung zum eingangsseitigen Operationsverstärker bereitstellt, wird keine weitere Stromversorgung mehr benötigt. Die Versorgungsspannung wird, wie schon beim Sender, über einen π -Filter geleitet und zum einen direkt dem Frequenz-Spannungsumsetzer zugeführt und zum anderen über den DC-DC Regler **Mag³C-FDSM** auf +5 V herabgesetzt, um die restliche Elektronik zu versorgen.

APPLICATION NOTE

ANS020 | Digitale Isolatoren

6. TECHNISCHE DATEN

Zusammenfassend hat die Applikation somit folgende Leistungsdaten:

- Stromversorgung Sender: +15 V, <85 mA
- Stromversorgung Empfänger: +15 V, <25 mA

Die 0 zeigt den Zusammenhang zwischen der gemessenen Spannung und der Spannung, die dann am Ausgang angezeigt wird.

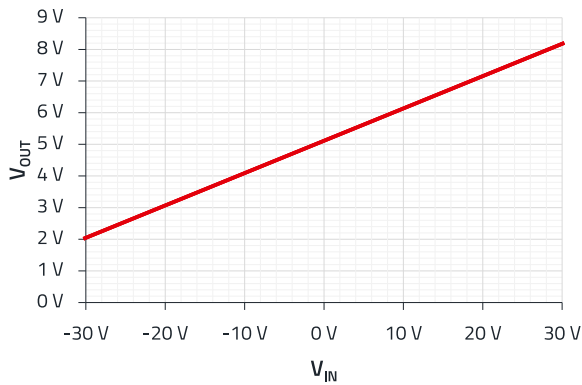


Abbildung 22: Diagramm, Eingangsspannung über Ausgangsspannung.

Die Übertragungscharakteristik ist über den gesamten Eingangsspannungsbereich von -30 V bis 30 V nahezu linear. Der gezeigte Aufbau aus einer Sender- und einer Empfängerplatine, die über ein Twisted-Pair-Kabel verbunden

sind, ist daher eine geeignete Lösung für die galvanisch getrennte Datenerfassung und -übertragung.

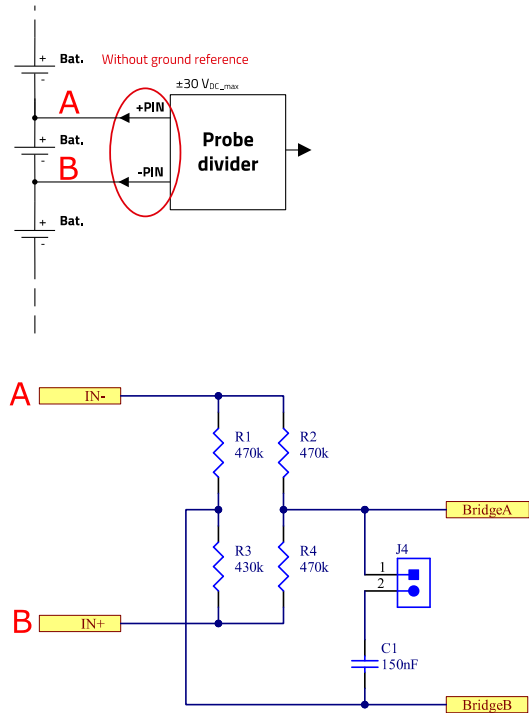


Abbildung 23: Messpunkte A und B in Abbildung 1 und Abbildung 6 für Tabelle 2.

U _{IN} (V)	U _{OUT} (V)	LED	Bemerkung	U _{IN} (V)	U _{OUT} (V)	LED	Bemerkung
0	5,1	grün	A: Minus, B: Plus	0	5,1	grün	A: Plus, B: Minus
1	5,2	rot		-1	5	grün	
2	5,3	rot		-2	4,9	grün	
3	5,4	rot		-3	4,8	grün	
4	5,5	rot		-4	4,7	grün	
5	5,6	rot		-5	4,6	grün	
6	5,7	rot		-6	4,5	grün	
7	5,8	rot		-7	4,4	grün	
8	5,9	rot		-8	4,3	grün	
10	6,1	rot		-9	4,2	grün	
12	6,3	rot		-10	4,1	grün	
14	6,5	rot		-12	3,9	grün	
17	6,8	rot		-14	3,7	grün	
20	7,1	rot		-17	3,4	grün	
23	7,4	rot		-20	3,1	grün	
25	7,6	rot		-23	2,8	grün	
28	7,9	rot		-25	2,6	grün	
30	8,1	rot		-28	2,3	grün	
				-30	2,1	grün	

Tabelle 2: Ausgangsspannung als Funktion der Eingangsspannung. (Abbildung 23 als Referenz)

A APPENDIX

A.1 Literatur

- [1] Maurizio Di Paolo Emilio, Power Electronics News: Reliable Galvanic Isolation, Simplified, URL: <https://www.powerselectronicsnews.com/pen-book-december-2023-delving-into-innovations-in-power-electronics-engineering/>
- [2] Würth Elektronik, 18012015411L WPME-CDIS - Capacitive Digital Isolator Standard, URL: <https://www.we-online.com/components/products/datasheet/18012015411L.pdf>
- [3] Würth Elektronik, 18024115401L WPME-CDIP - Capacitive Digital Isolator Powered, URL: <https://www.we-online.com/components/products/datasheet/18024115401L.pdf>
- [4] Texas Instruments, LM331 Precision Voltage-to-Frequency Converter With 1-HZ TO 100-KHZ Full Scale Frequency, SNOSBI2C, URL: https://www.ti.com/lit/ds/symlink/lm231.pdf?ts=1710117041047&ref_url=https%253A%252F%252Fwww.google.com%252F253A%252F%252Fwww.mouser.de%252F (June 1999–revised September 2015)
- [5] Texas Instruments, TLV9162-Q, 1 Automotive, Dual, 16-V 11-MHZ Rail-to-Rail Input And Output Operational Amplifier, BOSAD7, URL: https://www.ti.com/lit/ds/symlink/tlv9162-q1.pdf?ts=1710143215862&ref_url=https%253A%252F%252Fwww.mouser.de%252F (April 2023)
- [6] Texas Instruments, TLV4120, High Output Drive, Differential Operational Amplifier With Shutdown, SLOS310B, URL: https://www.ti.com/lit/ds/symlink/tlv4120.pdf?ts=1710155039266&ref_url=https%253A%252F%252Fwww.google.de%252F (December 2000 – revised September 2006)

APPLICATION NOTE

ANS020 | Digitale Isolatoren

WICHTIGER HINWEIS

Der Anwendungshinweis basiert auf unserem aktuellen Wissens- und Erfahrungsstand, dient als allgemeine Information und ist keine Zusicherung der Würth Elektronik eiSos GmbH & Co. KG zur Eignung des Produktes für Kundenanwendungen. Der Anwendungshinweis kann ohne Bekanntgabe verändert werden. Dieses Dokument und Teile hiervon dürfen nicht ohne schriftliche Genehmigung vervielfältigt oder kopiert werden. Würth Elektronik eiSos GmbH & Co. KG und seine Partner- und Tochtergesellschaften (nachfolgend gemeinsam als „WE“ genannt) sind für eine anwendungsbezogene Unterstützung jeglicher Art nicht haftbar. Kunden sind berechtigt, die Unterstützung und Produktempfehlungen von WE für eigene Anwendungen und Entwürfe zu nutzen. Die Verantwortung für die Anwendbarkeit und die Verwendung von WE-Produkten in einem bestimmten Entwurf trägt in jedem Fall ausschließlich der Kunde. Aufgrund dieser Tatsache ist es Aufgabe des Kunden, erforderlichenfalls Untersuchungen anzustellen und zu entscheiden, ob das Gerät mit den in der Produktspezifikation beschriebenen spezifischen Produktmerkmalen für die jeweilige Kundenanwendung zulässig und geeignet ist oder nicht.

Die technischen Daten sind im aktuellen Datenblatt zum Produkt angegeben. Aus diesem Grund muss der Kunde die Datenblätter verwenden und wird ausdrücklich auf die Tatsache hingewiesen, dass er dafür Sorge zu tragen hat, die Datenblätter auf Aktualität zu prüfen. Die aktuellen Datenblätter können von www.we-online.com heruntergeladen werden. Der Kunde muss produktspezifische Anmerkungen und Warnhinweise strikt beachten. WE behält sich das Recht vor, an seinen Produkten und Dienstleistungen Korrekturen, Modifikationen, Erweiterungen, Verbesserungen und sonstige Änderungen vorzunehmen. Lizenzen oder sonstige Rechte, gleich welcher Art, insbesondere an Patenten, Gebrauchsmustern, Marken, Urheber- oder sonstigen gewerblichen Schutzrechten werden

hierdurch weder eingeräumt noch ergibt sich hieraus eine entsprechende Pflicht, derartige Rechte einzuräumen. Durch Veröffentlichung von Informationen zu Produkten oder Dienstleistungen Dritter gewährt WE weder eine Lizenz zur Verwendung solcher Produkte oder Dienstleistungen noch eine Garantie oder Billigung derselben.

Die Verwendung von WE-Produkten in sicherheitskritischen oder solchen Anwendungen, bei denen aufgrund eines Produktausfalls sich schwere Personenschäden oder Todesfälle ergeben können, sind unzulässig. Des Weiteren sind WE-Produkte für den Einsatz in Bereichen wie Militärtechnik, Luft- und Raumfahrt, Nuklearsteuerung, Marine, Verkehrswesen (Steuerung von Kfz, Zügen oder Schiffen), Verkehrssignalanlagen, Katastrophenschutz, Medizintechnik, öffentlichen Informationsnetzwerken usw. weder ausgelegt noch vorgesehen. Der Kunde muss WE über die Absicht eines solchen Einsatzes vor Beginn der Planungsphase (Design-In-Phase) informieren. Bei Kundenanwendungen, die ein Höchstmaß an Sicherheit erfordern und die bei Fehlfunktionen oder Ausfall eines elektronischen Bauteils Leib und Leben gefährden können, muss der Kunde sicherstellen, dass er über das erforderliche Fachwissen zu sicherheitstechnischen und rechtlichen Auswirkungen seiner Anwendungen verfügt. Der Kunde bestätigt und erklärt sich damit einverstanden, dass er ungeachtet aller anwendungsbezogenen Informationen und Unterstützung, die ihm durch WE gewährt wird, die Gesamtverantwortung für alle rechtlichen, gesetzlichen und sicherheitsbezogenen Anforderungen im Zusammenhang mit seinen Produkten und der Verwendung von WE-Produkten in solchen sicherheitskritischen Anwendungen trägt.

Der Kunde hält WE schad- und klaglos bei allen Schadensansprüchen, die durch derartige sicherheitskritische Kundenanwendungen entstanden sind.

NÜTZLICHE LINKS



Application Notes

www.we-online.com/appnotes



REDEXPERT Design Platform

www.we-online.com/redexpert



Toolbox

www.we-online.com/toolbox



Produkt Katalog

www.we-online.com/products

KONTAKT INFORMATION



appnotes@we-online.com

Tel. +49 7942 945 - 0



Würth Elektronik eiSos GmbH & Co. KG

Max-Eyth-Str. 1 74638 Waldenburg Germany

www.we-online.com

REVISIONSHISTORIE

Dokument Version	Veröffentlichungsdatum	Änderungen
ANS020a	2024/11/05	Ursprüngliche Version der Application Note

Hinweis: Die aktuelle Version des Dokuments und das Veröffentlichungsdatum sind in der Fußzeile jeder Seite dieses Dokuments angegeben.