APPLICATION NOTE

ANS019 | Bipolare Spannungsversorgung und isolierte Signalübertragung mit MagI³C-FIMM

Timur Uludag

01. EINLEITUNG

In industriellen Einsatzorten wie Lagerlogistik, Abfüllanlagen, Walzwerke, Förderbänder und Druckpressen sind die folgenden Anwendungen weit verbreitet:

- Isolationsverstärker, Analog-Digital-Wandler
- Isolierung von digitalen Schaltkreisen
- Schnittstellen/Bus-Isolierung – RS232, RS485, CAN, Interbus, Profibus
- Mess- und Datenerfassung

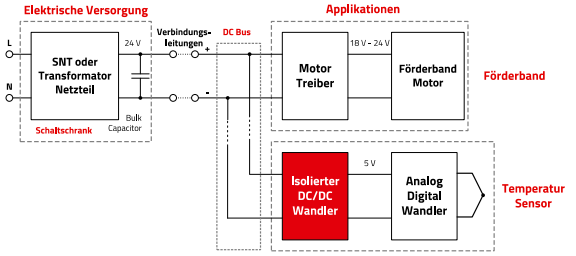


Abbildung 1: Prinzipieller Aufbau Lagerlogistik-Applikation.

All diese Anwendungen haben eines gemeinsam, nämlich die Isolierung der Eingangsversorgungsspannung von der versorgenden Busspannung. Aber warum sollte man eine Versorgung von einem Bus oder von Schaltkomponenten im Allgemeinen galvanisch trennen? Die galvanische Trennung verhindert, dass sich transiente Störungen von der Versorgungsspannung in den Bus ausbreiten und dessen Betrieb stören können.

02. DIE VERSORGUNG – WE-FIMM

Gemeinsam haben alle diese Applikationen, dass sie von einem Power Modul mit galvanischer Trennung versorgt werden. Im Weiteren wird die Funktionalität und der Aufbau des verwendeten Power Moduls für die im weiteren beschriebenen Applikationen beschrieben.

Das isolierte MicroModul 1769205132 der FIMM-Serie (Fixed Isolated MicroModule) vereint die Eigenschaften eines isolierten Power-Moduls mit denen eines klassischen MicroModuls. Mit Hilfe der Chiplet-SIP-Technologie war es möglich, die Abmessungen (9 x 7 x 3,1 mm) um 80 % zu verringern und auch der Platzbedarf (9 x 7 mm) hat sich, im Vergleich zu einem klassischen SMT-8 Power Modul, um mehr als 50 % reduziert.

Das MagI³C-Power-Modul 1769205132 basiert auf einer Vollbrückentopologie. Das Modul verfügt über ein Steuerungs-IC, Gleichrichterdioden, Eingangs- und Ausgangskondensatoren und einen Transformator. Da es keinen Rückkopplungspfad vom Ausgang zum Eingang gibt, ist das Tastverhältnis auf 50 % festgelegt und unabhängig von der Last. Die Ausgangsspannung ist ungeregelt und wird durch das Windungsverhältnis des Transformators bestimmt. Die Ausgangsleistung von 1 W kann bis zu einer Umgebungstemperatur von T_A = 100 °C ohne Derating zur Verfügung gestellt werden. Die parasitäre Koppelkapazität zwischen Primär- und Sekundärseite beträgt durch den Aufbau typischerweise nur 8 pF. Mit 91 % Wirkungsgrad ist es das „Best in Class" im kompletten isolierten Portfolio von Würth Elektronik.

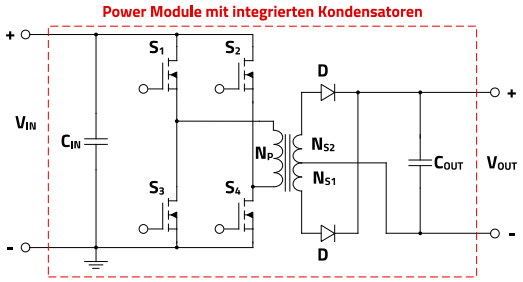


Abbildung 2: Aufbau des isolierten MicroModule 1769205132 der FIMM-Serie.

Der DC/DC-Wandler mit galvanisch getrenntem Eingangs- und Ausgangskreis ist speziell für Anwendungen konzipiert, bei denen eine isolierte Spannung in einem verteilten Stromversorgungssystem erforderlich ist. Das Modul eignet sich besonders für Anwendungen wie z.B. sensible analoge Niederfrequenzschaltungen und relaisgesteuerte Schaltungen mit höherem Störpotenzial, da durch die galvanische Isolation mit sehr niedriger parasitärer Kapazität zwischen Eingangs- und Ausgangskreis eine hohe Entkopplung von hochfrequenten Störungen gewährleistet ist. So können durch die sehr niedrige Koppelkapazität zwischen Primär- und Sekundärseite Störungen vom Primärkreis auf dem Sekundärkreis nur in einem geringen Maße überkoppeln.

Durch die sehr geringe parasitäre Kapazität wird auch das bei isolierten DC/DC-Wandlern durch den primärseitigen Schaltstrom auf der Sekundärseite des Übertragers auftretende Gleichtakt-Störpotenzial weitestgehend vermieden.

03. ENTKOPPELTE DUALSPANNUNGSVERSORGUNG FÜR SENSITIVE SENSORIK

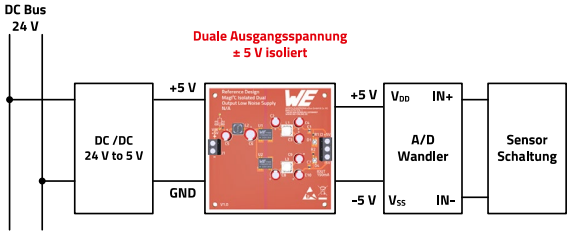


Abbildung 3: Beispiel für eine Sensoranwendung mit einer entkoppelten Doppelspannungsversorgung (rote Platine).

Applikationen wie z.B. Mess- und Datenerfassung sind oft mit einem Analog-Digital-Wandler (ADC) aufgebaut, der die analogen Messwerte wie z.B. einen Temperaturwert oder eine Stromstärke in eine digitale Größe umsetzt. Zur Erfassung von positiven und negativen Messsignalen wird eine duale Spannungsversorgung benötigt. Üblicherweise kommt hier eine Versorgung von ±5V zum Einsatz.

Die Auflösung, die ein A/D-Wandler realisieren kann, also wie viele Bits er in Realität nutzt, ist u.a. von dem Rauschanteil der Versorgungsspannung abhängig.

Die Applikation in Abbildung 3, rotes PCB, erzeugt aus einer Eingangsspannung von 5 V eine galvanisch isolierte Dualspannung von ± 5 V.
Besonderheiten der Schaltung sind:

- Sehr geringe Restwelligkeit am Ausgang
- Sehr hohe breitbandige Entkopplung zwischen Ein- und Ausgang

Die Applikation besteht im Großen und Ganzen aus vier verschiedenen Funktionsblöcken (siehe Abbildung 4):

Eingangsseitige Schutzschaltung. Die Schutzschaltung integriert einen Verpolschutz und einen Schutz gegen Spannungstransienten.

Eingangsseitiger Filter. Die erste Filterstufe dient zur Dämpfung leitungsgebundener Störpegel. Durch den Schaltvorgang des Wandlers erzeugte Harmonische, in Richtung versorgende Quelle werden in ihrem Pegel reduziert. Andererseits können über die Spannungsversorgung Störungen zum Power-Modul gelangen, die von dem Filter gedämpft werden.

Das Power Modul selbst. Es wandelt die Spannung um und sorgt für eine galvanische Trennung des Eingangs vom Ausgang.

Ausgangsseitiger Filter. Der Strom, den das Power-Modul erzeugt, ist eine Überlagerung aus einem DC-Strom mit einem AC-Anteil. Der AC-Anteil ist der Teil, der durch den Filter in seiner Amplitude reduziert wird, um eine "saubere" DC-Spannung für die zu versorgende Applikation wie z.B. einen ADC zur Verfügung zu stellen.

3.1 Eingangsseitige Schutzbeschaltung

Im Weiteren wird die Schaltung blockweise in Bezug auf deren Funktion erläutert.

Eingangsseitiger Spannungsschutz:

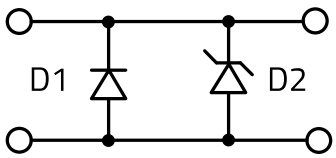


Abbildung 5: Spannungsschutz am Eingang.

Die eingangsseitige Schutzbeschaltung ist zweistufig aufgebaut. (siehe Abbildung 5)

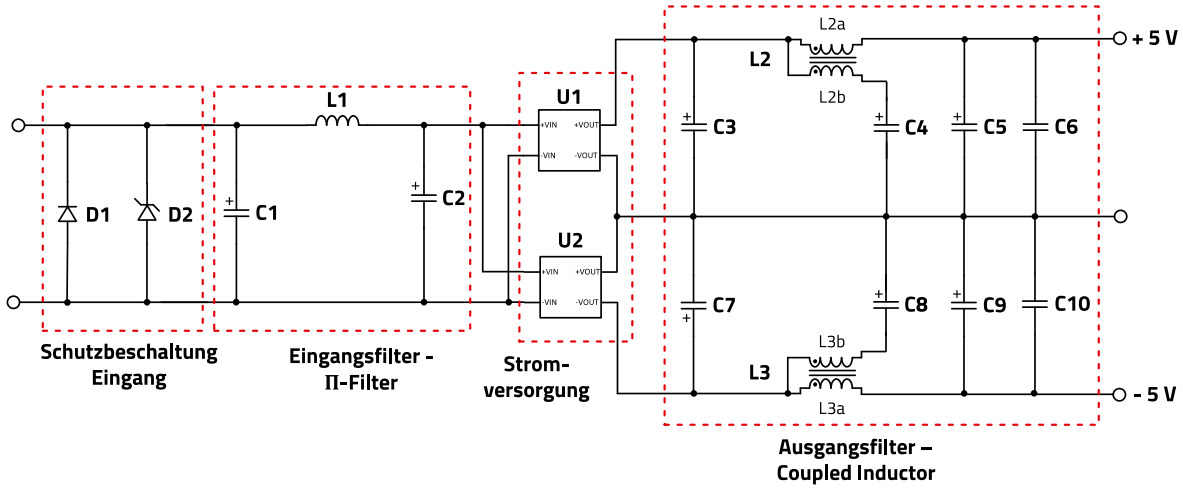


Abbildung 4: Übersicht duale isolierte Spannungen.

Die Diode D1 erfüllt zwei Aufgaben. Sie schützt den Eingang vor negativen transienten Störungen und verhindert im Falle einer Verpolung eine Beschädigung des Eingangs des Power-Moduls. Mit einer Flussspannung von 0,3 V @ 0,3 A klemmt sie die Spannung auf einen Wert unterhalb des Maximalwerts der für das Power-Modul spezifiziert ist.

Die Diode D2 schützt die Schaltung vor positiven Spannungstransienten. Bei einer positiven Spannungstransienten zwischen 6 bis 9 V in Bezug auf die Kathode zur Anode „bricht" die Diode D2 durch. Die effektive Klemmspannung liegt dann typischerweise bei 5,7 V und somit im Bereich der Absolut-Maximum-Ratings des Power-Moduls.

3.2 Eingangsseitiger Filter

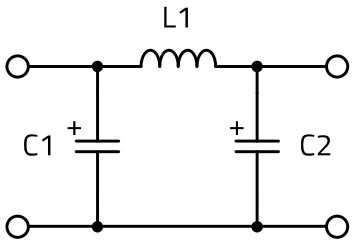


Abbildung 6: Eingangs Filter – π-Konfiguration.

Das Power-Modul arbeitet mit einer internen Schaltfrequenz von typ. 300 kHz. Die speisenden Netzteile haben in der Regel eine Schaltfrequenz von typisch 50 kHz bis 500 kHz. Daraus ergibt sich eine Filterkombination, die bereits ab ca. 100 kHz eine Dämpfung von ca. 50 bis 75 dB aufweist, um die Transienten-Störungen zu filtern.

Die Kombination aus C1, L1 und C2 bildet eine sogenannte π-Filter-Struktur. Die Werte der einzelnen Filterkomponenten wurden mit dem Ziel gewählt, dass diese bereits ab 100 kHz eine Einfügedämpfung von ca. 50 dB aufweist.

Die Abbildung 7 zeigt den Verlauf der Einfügedämpfung der ersten Filterstufe. Hier ist deutlich zu sehen, dass bereits ab 50 kHz hier eine Dämpfung von ca. 80 dB erreicht wird.

Die Berechnung/Simulation kann mit dem Filterdesigner in **REDEXPERT** durchgeführt werden. Das Tool verwendet für die Berechnung die realen Eigenschaften der Bauelemente, die auf Messungen basieren. So decken sich die Ergebnisse besser mit der Praxis. Die Berechnung der Einfügedämpfung wurde hier mit einer Quell- und Lastimpedanz von 50 Ω durchgeführt. Entscheidend für eine hohe Einfügedämpfung in der Praxis ist ein HF-gerechter Aufbau, welcher Kopplungen zwischen den Komponenten vermeidet.

Die Abbildungen 8 und 9 zeigen die gemessenen Werte für die Ripple-Spannung am Filtereingang und Filterausgang.

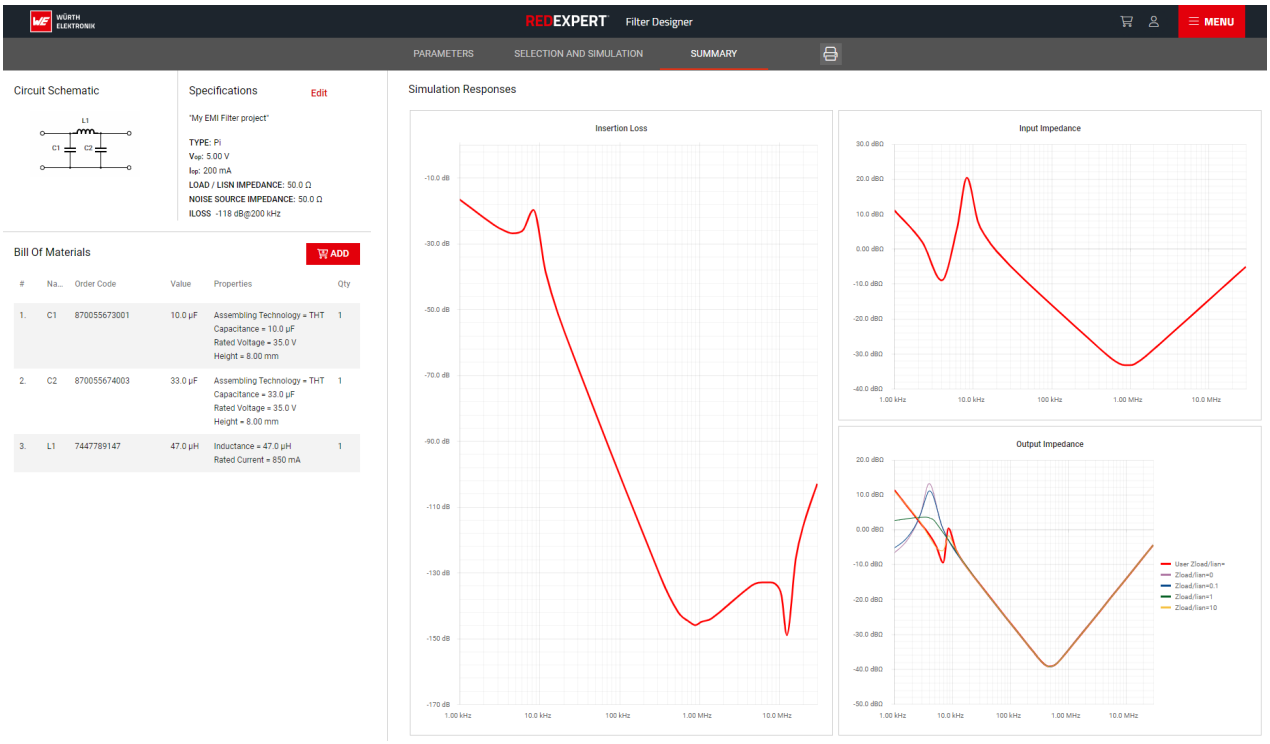


*Abbildung 7: Einfügedämpfung gemäß Simulation mit **REDEXPERT**.*

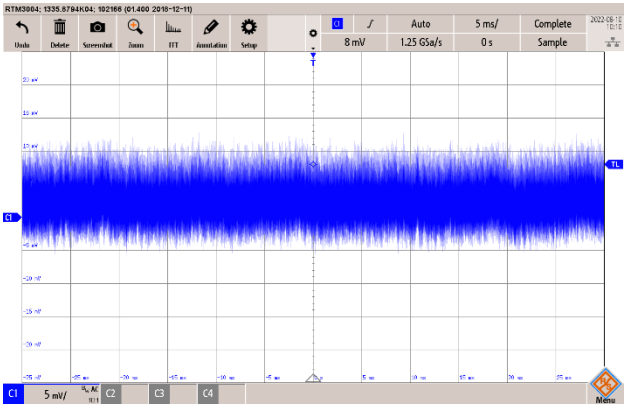


***Abbildung 8**: Ripple-Spannung am Eingang des Power-Moduls (C5).*

Die Ripple-Spannung wurde hier mit einem 10:1-Tastkopf gemessen mit einer eingestellten Bandbreitenbegrenzung auf 20 MHz.

Mit nur 10 mV_{PP} sind die AC-Anteile des Power-Moduls schon sehr gering. Im Vergleich dazu ist der AC-Anteil, der von den versorgenden Netzteilen eingebracht wird, mit einem Wert von 50 bis 150 mV_{PP} um ein vielfaches höher. Der Anteil, welcher das Power-Modul auf den DC-Bus „einspeist" ist somit vernachlässigbar klein. Abbildung 9 zeigt die Wirkung des π-Filters sehr deutlich. Der AC-Anteil wurde auf einen Wert kleiner 5 mV_{PP} gedämpft. Betrachtet man nun den Filter aus Sicht der Busspannung also vom versorgenden Netzteil als Quelle in Richtung Power-Modul, so kann mit der gleichen Wirkung auf den AC-Anteil im Verhältnis gerechnet werden, da der π-Filter symmetrisch aufgebaut ist.

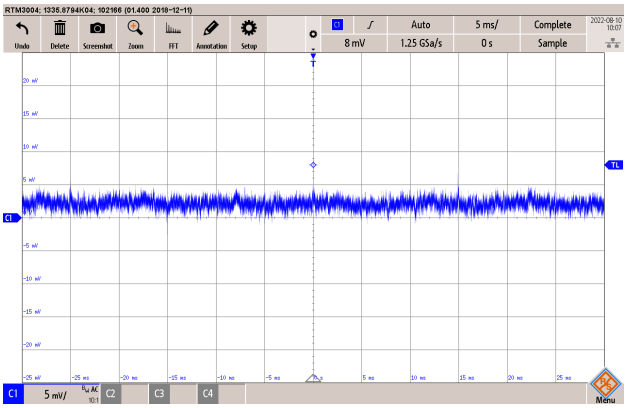


Abbildung 9: Ripple-Spannung nach dem π-Filter (C6).

3.3 Ausgangsseitiger Filter

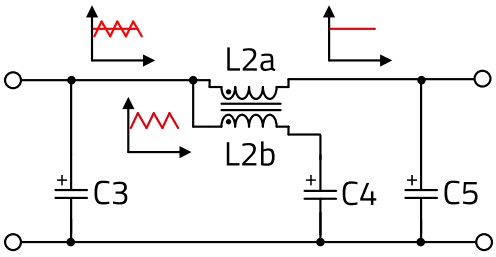


Abbildung 10: Ausgangs-Filter – Coupled-Inductor-Konfiguration – exemplarisch +5V Ausgang.

Prinzipbedingt ist die Ausgangsspannung eines DC/DC-Wandlers keine reine Gleichspannung wie z.B. die eines Linearreglers. Sie ist eher eine Kombination aus einer DC-Spannung mit einem überlagerten AC-Anteil. Der AC-Anteil wird im Datenblatt als „Output voltage ripple & noise"-Wert in mV als Spitze-Spitze-Wert (mV_{PP}) angegeben. ADC-Schaltungen sind hier empfindlich, da sie nur bei einem kleinen Störsignal, das geringer sein muss als die Auflösung des A/D-Wandlers, optimal arbeiten können.

Der in Abbildung 10 gezeigte Schaltungsteil stellt einen Filter dar, um die Störspannung des FIMM ausgangsseitig zu reduzieren. Der lineare Zweitor-Filter ist aus einer gekoppelten Induktivität, mit den Wicklungen L2a/L2b und den Kondensatoren C3, C4 und C5 aufgebaut.

Die Wicklung L2a führt den Gleichstromanteil zum Verbraucher (wie eine „Glättungsdrossel"), der Wechselstromanteil fließt über die Wicklung L2b und den Kondensator C4 gegen Masse. Das Impedanz-Verhalten des Kondensators C4 bewirkt hier, dass er den hochfrequenten Anteil gegen Masse ableitet.

Wesentlich für die Filterfunktion ist hier die magnetische Kopplung zwischen den beiden Wicklungen, d.h. die Gegenkopplungsinduktivität, die über den Kopplungsfaktor k dargestellt wird.

Aufgrund des Wicklungssinns der beiden Wicklungen der gekoppelten Induktivitäten wird der AC-Anteil des Stromes, der durch die Wicklung L2b fließt, auf die Wicklung L2a übertragen. Der AC-Anteil des Stroms überlagert sich dann mit dem DC/AC-Strom wodurch der AC-Anteil im Laststrom ausgelöscht wird.

Ein Faktor k = 1 bedeutet eine 100%tige Kopplung zwischen den beiden Spulenwicklungen. Aufgrund des Schaltungsaufbaus, der einem Filters zweiter Ordnung gleicht, sollten gekoppelte Induktivitäten eingesetzt werden, deren k < 0,99 ist, da die Schaltung sonst leicht in eine Serienresonanz (Notch-Filter) gerät, und im Frequenzbereich über der Serienresonanz

eine geringere Filterwirkung zeigt. Ideal ist ein k von unter 0,98. Die hier verwendete gekoppelte Induktivität WE-DD 744877220 hat einen Kopplungsfaktor von ca. 0,98. Die verwendeten Kondensatoren müssen einen möglichst geringen ESR aufweisen, um die erwünschte Filterwirkung zu erzielen. Als gepolter 22-µF-Kondensator kann hier beispielsweise der Aluminium-Polymer-Kondensator WCAP-PTHR 870055673002 eingesetzt werden, der im Frequenzbereich ab 1 kHz bis 50 MHz einen ESR unter 100 mΩ aufweist.

Die Abbildungen 11 und 12 zeigen die gemessenen Werte für die Ripple-Spannung des +5V-Zweigs. Deutlich ist hier eine Reduzierung um bis zu 50% des AC-Anteils bezogen auf den ungefilterten Wert zu erkennen.

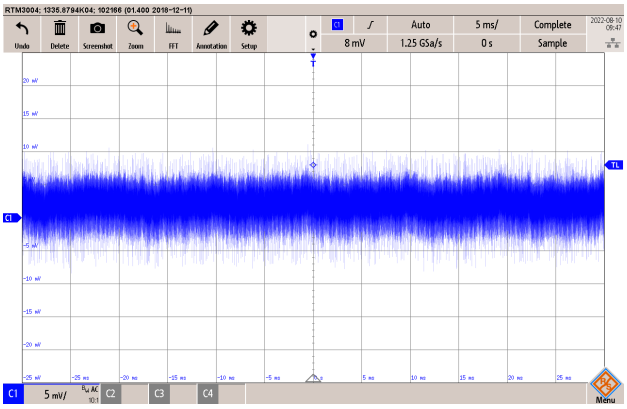


Abbildung 11: Ripple-Spannung des Power-Moduls am +5V-Ausgang.

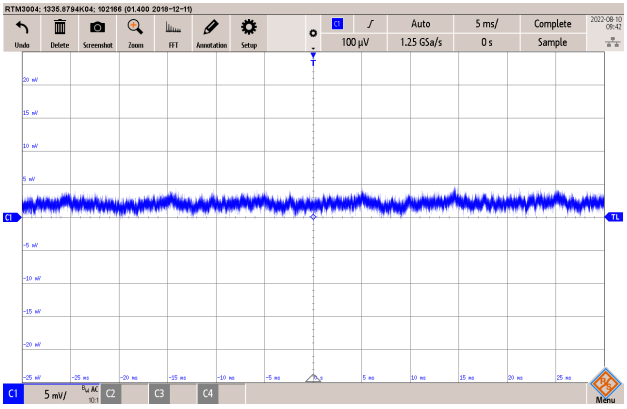


Abbildung 12: Ripple-Spannung am Ausgang der gekoppelten Induktivität - +5V-Ausgang.

04. GALVANISCH GETRENNTE MESSSIGNAL-ÜBERTRAGUNG

Müssen elektrische Signale wie z.B. Messwerte über eine weite Strecke übertragen werden, so können Störungen die über Kopplungen durch parallel liegende Kabel entstehen, die Messwerte verfälschen.

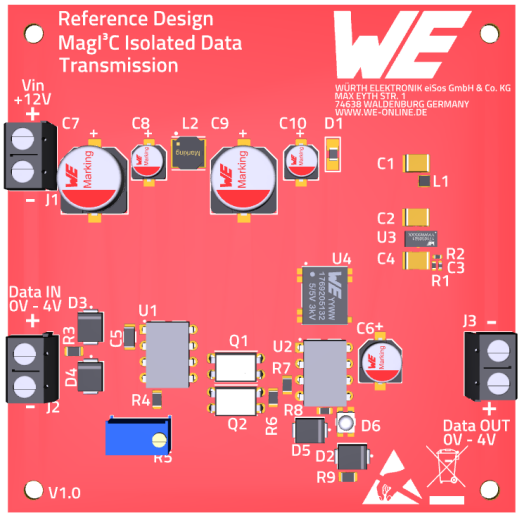


Abbildung 13: Referenzdesign für die isolierte Datenübertragung auf Basis des MicroModuls 1769205132 der FIMM-Serie.

Abhilfe bietet hier, die Signale sowie die Versorgung galvanisch isoliert zu übertragen, da so eine Entkopplung durch galvanische Trennung und Symmetrierung (CM) gewährleistet werden kann.

Die Applikation, siehe Abbildung 14, ermöglicht es, eine Gleichspannung im Bereich von 0 bis +4 V_{DC} und eine gepulste Gleichspannung (Wechselspannung mit Offset) bis zu einer Frequenz von 5 kHz, eingeschränkt bis 10 kHz, galvanisch isoliert zu übertragen.

4.1 Prinzipielle Beschreibung der Funktionsweise

1. Signalübertragung

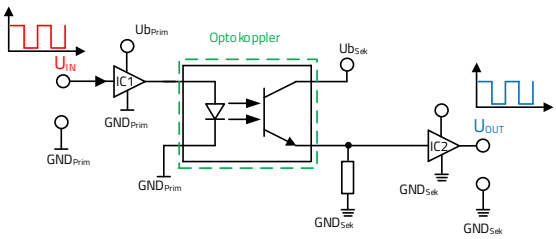


Abbildung 14: Prinzipielle Funktion der galvanisch isolierten Signalübertragung.

Die LED des Optokopplers wird über den Operationsverstärker vom zu übertragenden Signal angesteuert.

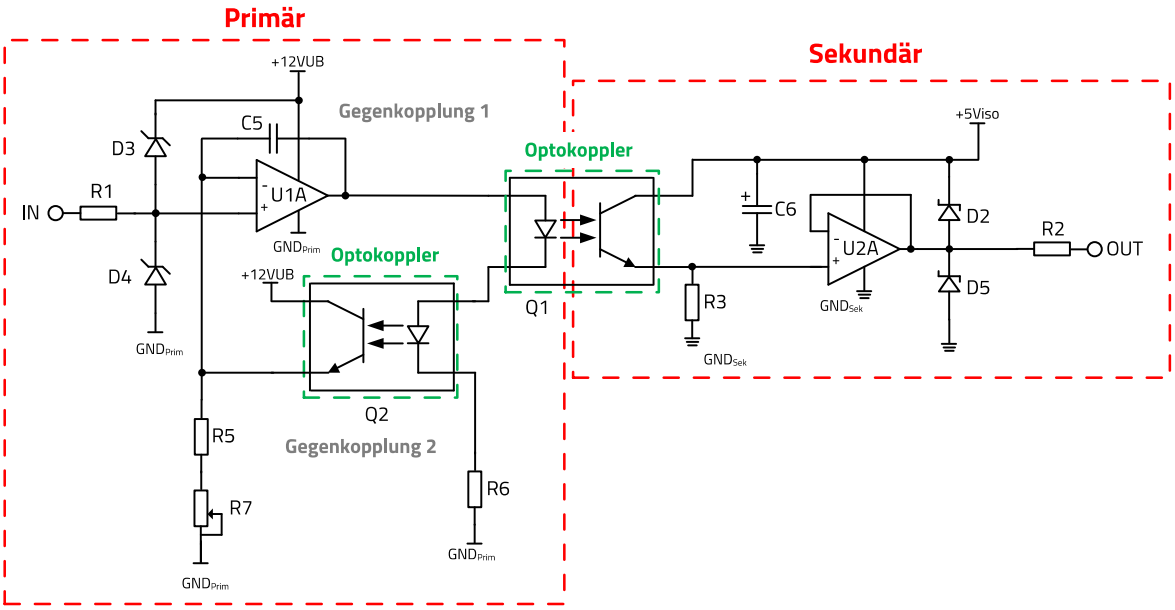


Abbildung 17: Isolierte Signalübertragung – Gesamtschaltung siehe Anhang.

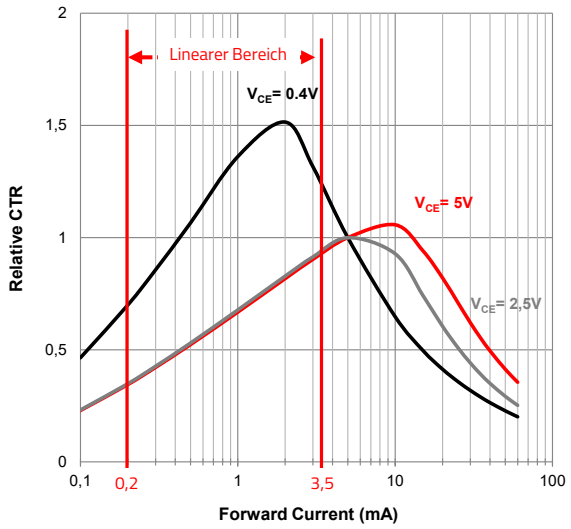


Abbildung 15: CTR Kurve des Optokopplers WL-OCPT 140816140410, V_{CE} = 5 V

Entscheidend für eine signalgetreue Übertragung ist hier die Linearität zwischen der Eingangsspannung und der LED-Leuchtstärke. Die LED muss deshalb im „linearen" Bereich der Kennlinie betrieben werden, siehe Abbildung 15. Außerhalb des linearen Bereichs kann keine signalgetreue Übertragung mehr gewährleistet werden. Der Fototransistor des Optokopplers empfängt das von der LED abgestrahlte Licht und steuert entsprechend der Leuchtstärke den anderen Operationsverstärker an.

2. Stromversorgung

Die Versorgungsspannung des Primärkreises wird direkt über einen DC/DC-Wandler aus einer externen Spannungsquelle (in

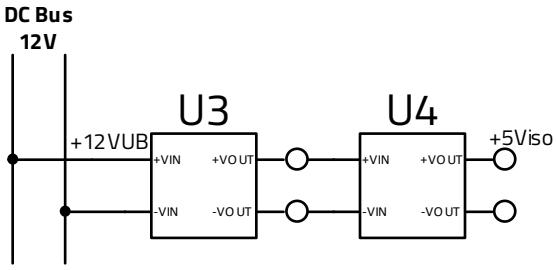


Abbildung 16: Galvanisch isolierte Spannungsversorgung

diesem Fall ein DC-Bus mit 12 V) bereitgestellt. Die Versorgung des Sekundärkreises wird über einen zweiten DC/DC-Wandler, das FIMM-Modul U4, ausgekoppelt. Da die Versorgungsspannung des Primärkreises zu hoch ist, um direkt als Eingangsspannung für das FIMM-Modul zu dienen, wird die Busspannung zunächst mit einem MicroModule U3 (171930601) reduziert.

4.2 Signalübertagung – Primärseite

Der Operationsverstärker U1A ist hier in nicht invertierender Konfiguration geschaltet und es wurden zwei Gegenkopplungen realisiert:

1. C5 für die Gegenkopplung im höher frequenten Bereich. Dadurch werden Überschwinger und Rauschen reduziert.
2. Optokoppler Q2 (WL-OPCT 140816140410) als Stromkompensation, um die Nichtlinearität von Optokoppler Q1 (identisch mit Q2) auszugleichen. Die LEDs von Q1 und Q2 sind in Reihe geschaltet, wobei der Fototransistor von Q1 den Ausgangskreis steuert und der von Q2

die Stromrückkopplung aus dem Primärkreis (U1A). Solange der Diodenstrom im unteren Bereich der Kennlinie bleibt, wird die Nichtlinearität des CTR durch den Durchlassstrom I_F der beiden Sendedioden weitgehend kompensiert. In der Schaltung wird der Diodenstrom durch R6 (4,7 kΩ) begrenzt.

4.3 Signalübertragung - Sekundärseite

Der Strom durch den Transistor des Optokopplers Q1 ist analog der Eingangsspannung. Die Kollektor-Emitter Strecke bildet zusammen mit dem Widerstand R3 (4,7 kΩ) einen Spannungsteiler der zum einen den Strom durch den Transistor im Leitzustand und zum anderen den DC-Offset am nichtinvertierenden Eingang des Operationsverstärkers U2A bestimmt.

Am Ausgang des als Impedanzwandler gegengekoppelten Operationsverstärkers ist durch ein Dioden-Pärchen (D2, D5) und einen 220-Ω-Widerstand (R2) vor Spannungstransienten und Kurzschluss geschützt.

Die LED zeigt bei Gleichspannungs- und Wechselspannungssignalen am Eingang die relative Amplitude und Frequenz des Signals an.

4.4 Spannungsversorgung

Sekundärseitig wird der Operationsverstärker U2A über die galvanisch entkoppelte Spannung des FIMM-Moduls versorgt. Die +12-V-Versorgungsspannung wird über das MicroModule (U3) auf 5 V herabgesetzt und vom FIMM-Modul (U4) galvanisch isoliert. Die sehr kleine parasitäre Kapazität des FIMM-Moduls zwischen Eingang und Ausgang von nur typ. 8 pF ermöglicht es, den Sekundärkreis der Schaltung vom Primärkreis zu „isolieren". Somit werden sowohl Gleichtakt-Störungen, der Schaltung selbst, als auch von angeschlossener Peripherie, wie z.B. Sensoren wirksam unterdrückt, bzw. erst gar nicht erzeugt.

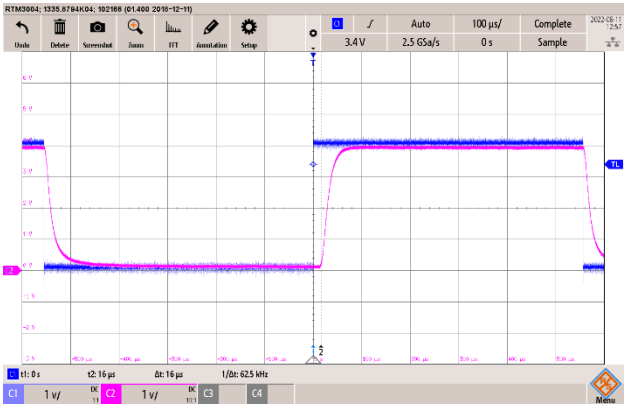


Abbildung 18: Signalübertragung mit 900Hz.

Abbildung 18 zeigt das zu übertragende Rechtecksignal (blau) und das Signal am Ausgang (violett). Das Ausgangssignal weicht hier nur relativ gering von der originalen Rechtecksignalform ab.

Mit steigender Frequenz des zu übertragenden Signals „verschliffen", d.h. die Harmonischen des Rechtecksignals fehlen, ist eine Annäherung an eine Sinusform zu erkennen (Abbildung 19). Die Effekte, die hierbei zum Tragen kommen, sind auf die begrenzte Übertragungsbandbreite des Optokopplers zurückzuführen.

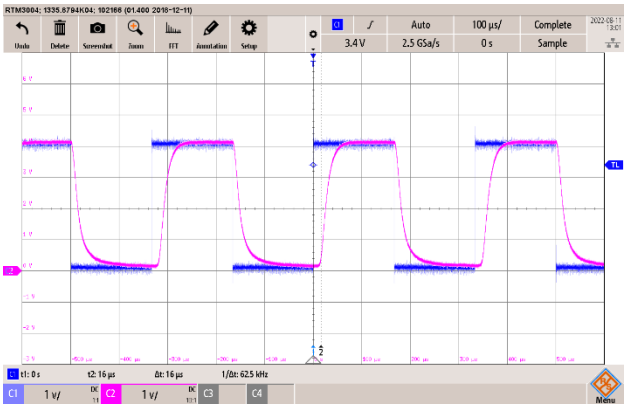


Abbildung 19: Signalübertragung mit 3000Hz.

Die Signalintegrität ist hier maßgeblich von der Linearität des Optokopplers über der Frequenz abhängig.

4.5 Filter - Eingang

Der mehrstufige Filter sorgt für eine Dämpfung von leitungsgebundenen Störspannungen über einen weiten Frequenzbereich, aber auch dafür, dass die Ausgangsspannung nahezu frei von Ripple bzw. Restwelligkeit ist. Der Filter ist eine erweiterte Form des bereits besprochenen π-Filters.

Layoutempfehlung FIMM

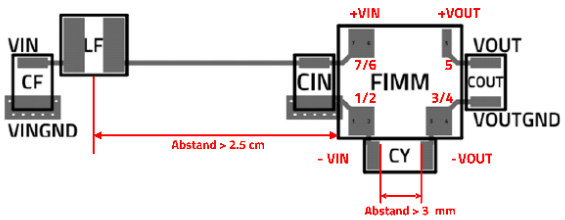


Abbildung 20: Das FIMM-Modul verfügt über zwei getrennte Masseanschlüsse für die Eingangs- und Ausgangsspannung.

Es ist darauf zu achten, dass das MicroModul zwei voneinander getrennte Masseanschlüsse hat: Pins 1 und 2 für die Primärseite und Pins 3 und 4 für die Sekundärseite.

Layouttechnisch ist darauf zu achten, dass die Primär- und Sekundärseite kapazitiv voneinander entkoppelt sind. Die Eingangs- und Ausgangskondensatoren (C_{IN} und C_{OUT}) müssen so nahe wie möglich an den Eingangs- bzw. Ausgangs-Pins des

Moduls platziert werden. Dadurch werden die Stromschleifen minimiert und die Kupferfläche, die während des Betriebs des Moduls großen Stromschwankungen ausgesetzt ist, begrenzt. Durch den Abstand zwischen dem Power-Modul und dem Eingangsfilter wird die Wirkung der Strahlungseinkopplung durch schaltende Elemente und den Filterkondensator C_F im LC-Eingangsfilter reduziert. In der Praxis ist ein Abstand von etwa 2,5 cm ausreichend. Detailliertere Information zum Layout sind im Datenblatt des FIMM Im Abschnitt „DESIGN EXAMPLE" zu finden. Eine Layoutempfehlung für ALTIUM kann im Online Katalog in dem Bereich „DESIGN EXAMPLE" heruntergeladen werden.

05. ZUSAMMENFASSUNG

Beide Applikationen, benötigen eine isolierte Versorgung für ihre Funktion. Die galvanische Isolierung gewährleistet eine hohe Entkopplung der HF-Störungen und eine Ausgangsspannung mit nur sehr geringem Ripple/Restrauschen. Abbildung 21 zeigt eine weitere Applikation eines isolierten Power-Moduls mit einer geringen Koppelkapazität zwischen Primär- und Sekundärseite. Hier wird die Spannungsversorgung des High– und Low-Side-Treibers einer SiC/GaN-FET-Halbbrücke galvanisch entkoppelt.

Moderne SiC-FETs zeichnen sich durch ein hohes ΔU/Δt beim Schalten aus. Je höher diese Flankensteilheit ist, desto mehr Verschiebestrom fließt über diese parasitäre Kapazität.

Ein hoher dielektrischer Verschiebestrom lässt auf Dauer die Isolationsbarriere degradieren, stört die Steuersignale und führt zu Gleichtaktströmen, welche eine typische Ursache für EMV-Probleme sind.

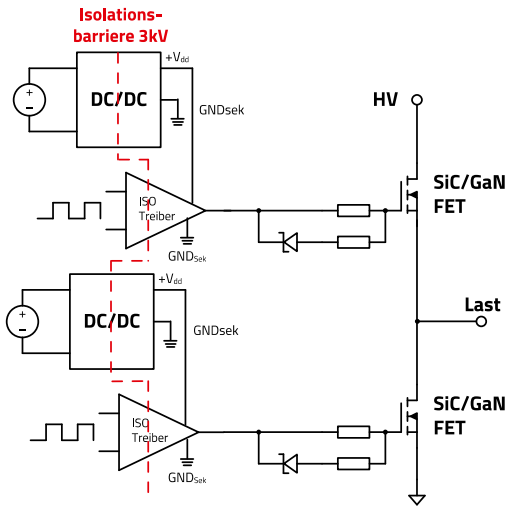
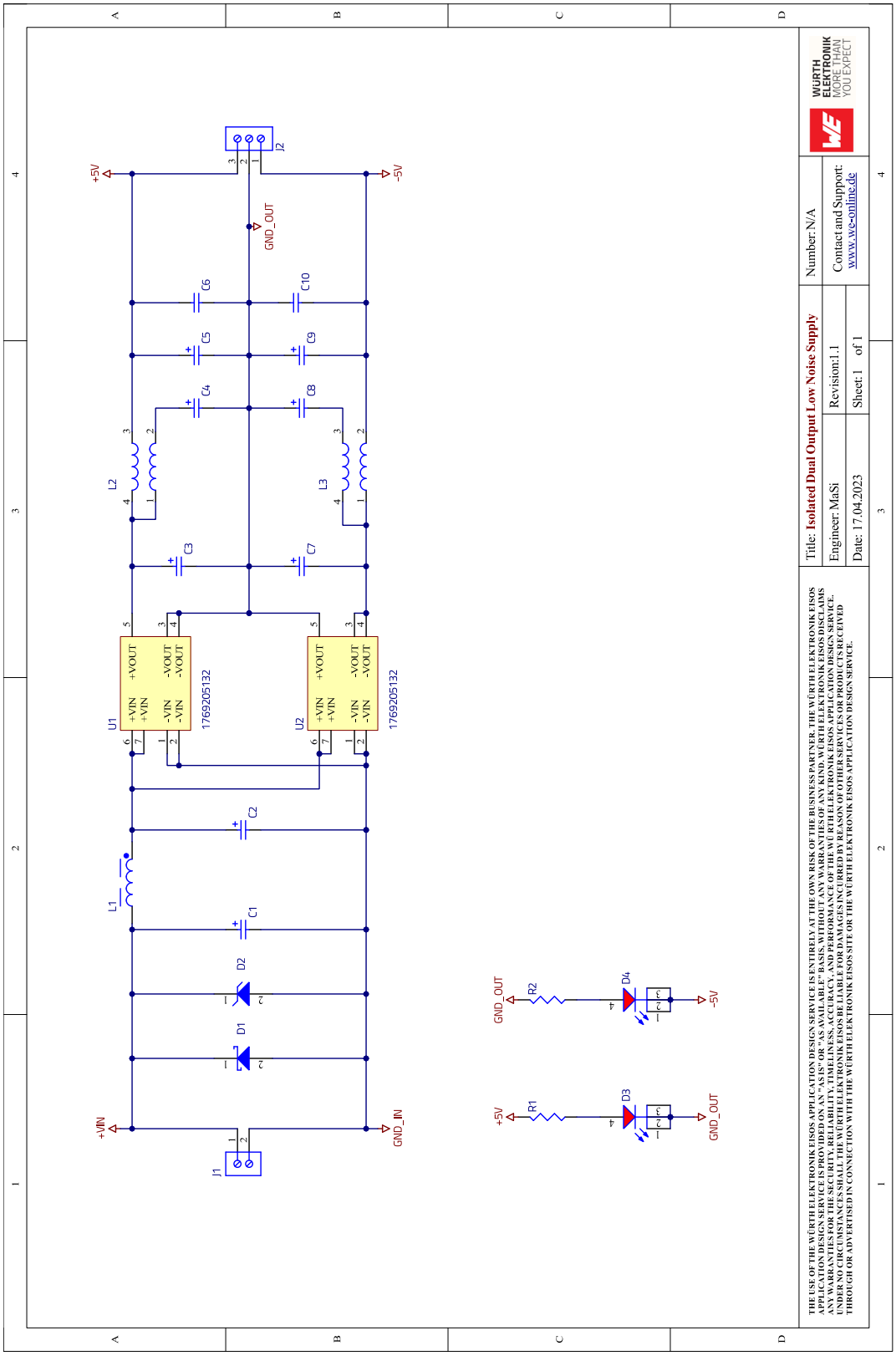


Abbildung 21: FIMM als High - Low Side Versorgung.

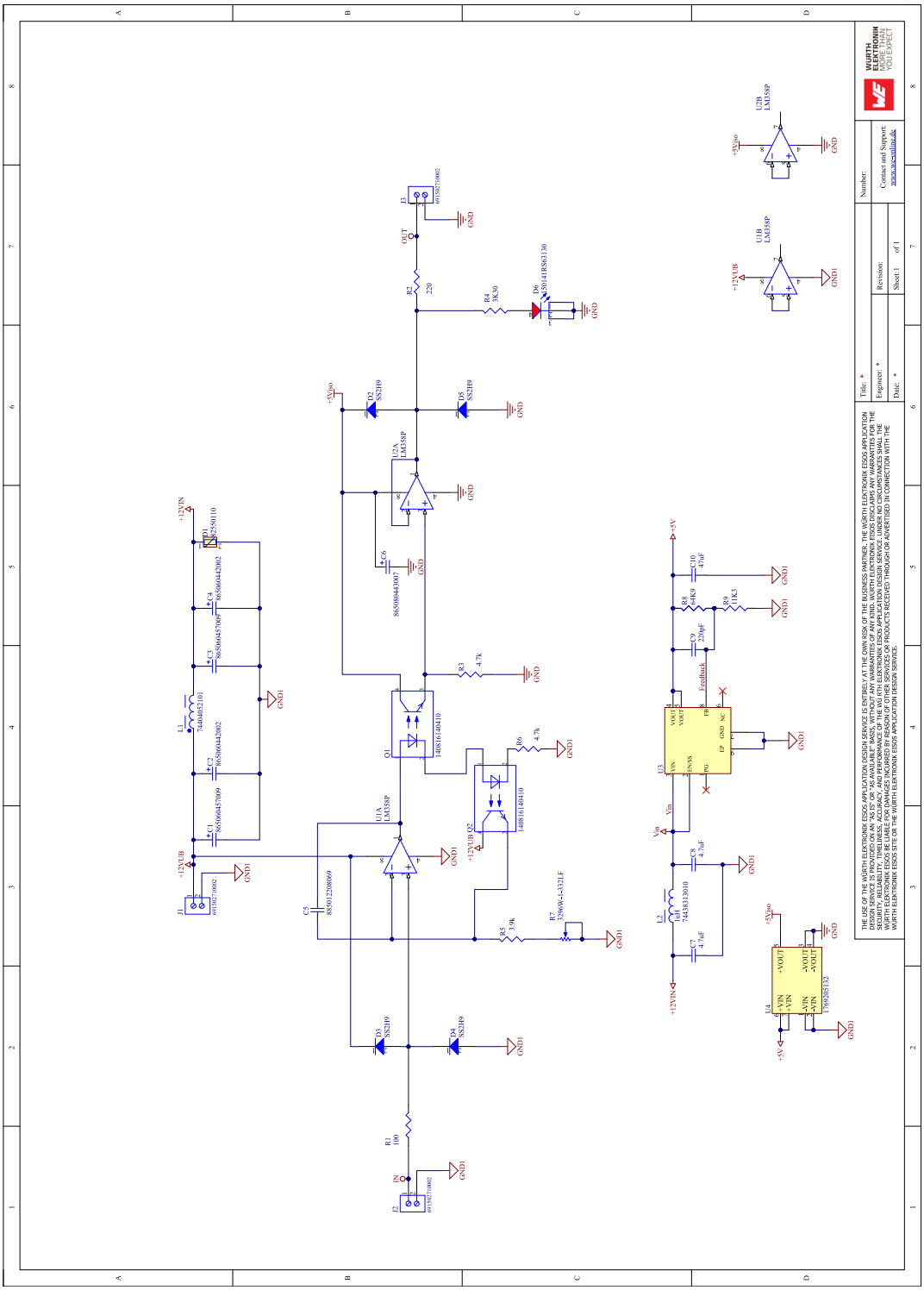
Einen guten Einblick in die GaN-/SiC-Ansteuerung bietet die Application Note „ANP082 Extrem kompakte, isolierte Versorung für HV SiC/GaN Gate Treiber (6 - 10 W)".

A ANHANG

A.1 Schaltplan



Schaltplan der entkoppelten Dualspannungsversorgung für sensitive Sensorik aus Abschnitt 03.



Schaltplan der galvanisch getrennten Messsignalübertragung aus dem Abschnitt 04.

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 Todesfällen 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.de/app-notes

REDEXPERT Design Plattform
www.we-online.de/redexpert

Toolbox
www.we-online.de/toolbox

Produkt Katalog
www.we-online.de/produkte

KONTAKTINFORMATION

appnotes@we-online.de
Tel. +49 7942 945 - 0

Würth Elektronik eiSos GmbH & Co. KG
Max-Eyth-Str. 1 · 74638 Waldenburg Germany
www.we-online.de