

ISOLIERENDE DATENKOPPLER

Sauber getrennt

Optokoppler sind anstelle von Transformatoren seit Jahren das übliche Mittel der Wahl, um Signale und Daten galvanisch getrennt zu übertragen. Doch es gibt Alternativen, beispielsweise Koppler, die auf dem GMR-Effekt basieren.

WOLF-DIETER ROTH

Ob analog oder digital, oft sind Signale galvanisch getrennt zu übertragen: in der Audio- und Videotechnik, um Brummschleifen aufzutrennen, in der Steuer- und Regelungstechnik, um Probleme mit Potenzialdifferenzen bei weit verzweigten Systemen zu vermeiden, sowie in der Medizin und allgemein aus Sicherheitsgründen. In früheren Jahren war das Mittel der Wahl hier der Transformator.

Neben dem klassischen Arbeitspferd, dem Netztransformator, der bis heute unentbehrlich ist – wenn auch inzwischen meist in Schaltnetzteilen als höherfrequente Variante realisiert –, gibt es auch den Daten- und Impulstransformator, neutraler auch »Übertrager« genannt. Dieser arbeitet in unterschiedlichen Varianten von Netzfrequenz bis UKW, doch muss er bei langsam variierenden Signalen und Gleichspannung naturgemäß zunächst passen. Nur mit einer amplitudenmodulierten Wechselspannung, die nach dem Übertrager wieder demoduliert werden muss, ist so eine Übertragung möglich. Dies begrenzt allerdings die obere Grenzfrequenz der möglichen Übertragung auf die Hälfte der Frequenz der verwendeten Wechselspannung.

Ein zweiter Schwachpunkt des Impulstransformators ist seine mangelnde Impulstreue. Zwar kann das Bauteil über die Frequenz durchaus einige Zehnerpotenzen abdecken, doch werden gerade die typischen rechteckigen Datensignale oft deutlich verzerrt. Die

Induktivitäten des Übertragers fordern ihren Tribut und führen zu Dachschrägen, Überschwüngen und Phasenverschiebungen – ungünstig für zeitkritische Flanken in Digitalsignalen.

Ein weiteres Problem ist der Platzbedarf und das hohe Übersprechen zwischen mehreren gleichartigen Übertragern. In der heutigen SMD-Digitalelektronik hat er daher als konventionell gewickelte Version keine Bedeutung mehr. Einziger

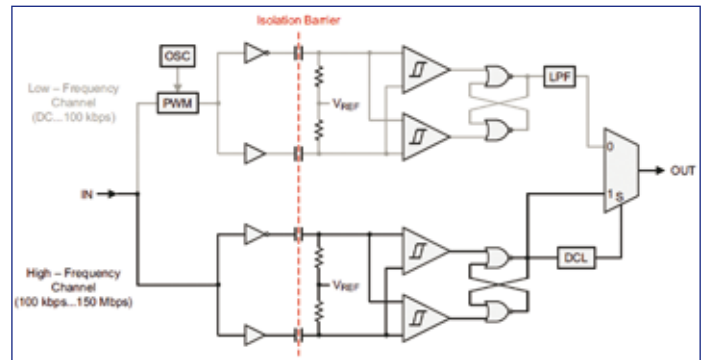


Bild 1: Ein kapazitiver Koppler ist schaltungstechnisch kompliziert (Quelle: Texas Instruments)

Übertragern keine nennenswerten Energiemengen mehr übertragen.

Kapazitive und HF-Koppler

Ein anderes Prinzip nutzen kapazitive Koppler. In einfacher Form – als potenzialtrennender Kondensator – sind sie in jedem NF- und HF-Verstärker zu finden. Als kurvenformtreue, komplett galvanisch trennende Lösung wird die Angelegenheit dagegen komplizierter.

ab, den Bereich von Gleichspannung bis 100 kBit/s mithilfe der Pulsweitenmodulation. Nach der kapazitiven Isolationsstrecke werden die beiden Kanäle wieder zusammengefügt: eine funktionale, doch relativ komplexe Lösung (Bild 1). Die Ausgänge liefern 3-V- oder 5-V-Logikpegel, wie auch alle anderen außer den optischen Kopplern.

Eine weitere Möglichkeit ist es, das kapazitive oder induktive

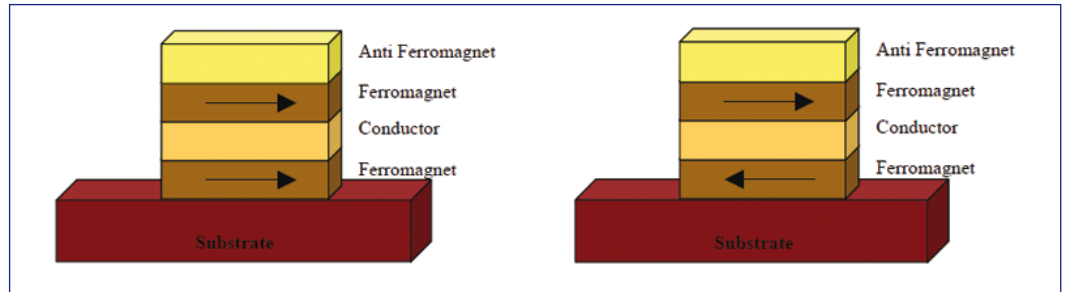


Bild 2: Beim GMR-Magnetsensor ist der elektrische Widerstand niedrig, wenn die beiden Magnetschichten in gleicher Richtung gepolt sind. Sind sie gegenläufig gepolt, ist der elektrische Widerstand hoch.

Vorteil des Klassikers: Wie sein großer Bruder, der Netztransformator, hat er meist nur geringe Energieverluste. Somit können die Schaltungsteile jenseits des Übertragers oft ohne eigene Energiequellen auskommen.

In modernerer IC-Bauform, als Planar-Transformator auf einem Siliziumchip, werden Übertrager mit einem bis vier Kanälen angeboten. Sie bieten bis zu 100 MBit/s Übertragungsleistung, verwenden Flankendetektion und können zunächst keine Gleichspannungen übertragen, weshalb noch ein 500-kHz-Hilfsoszillator vorgesehen ist. Ebenso können diese Bausteine im Gegensatz zu konventionellen

Auch hier können Gleichspannung und langsam variierende Kurvenformen nur durch Modulation des Signals auf eine Wechselspannung übertragen werden. Zwei Kanäle decken Übertragungsraten von 100 kBit/s bis 150 MBit/s direkt

Modulationsprinzip noch weiterzuführen und gleich mit Hochfrequenz (2,1 GHz) zu übertragen, und zwar mit einem induktiven Übertrager, also nicht etwa über eine HF-Sendestrecke. Damit sind theoretisch Übertragungen digi-

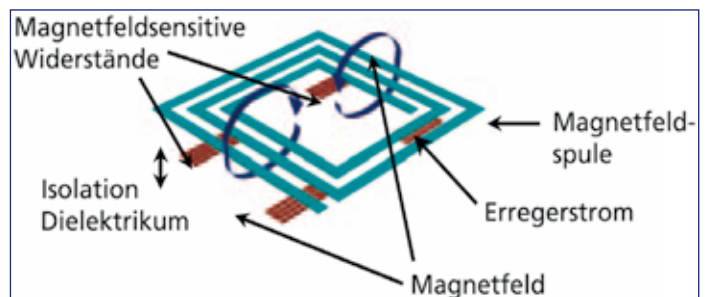


Bild 3: Schematischer Aufbau eines »Isoloop«-Kopplers von NVE

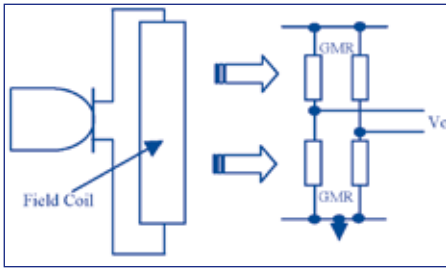


Bild 4: Durch den Aufbau als Wheatstonesche Brücke sind »Isoloop«-Koppler unempfindlich gegen externe Magnetfelder und über einen Temperaturbereich bis zu +100 °C stabil

taler Signale bis 1 GHz möglich, in der Praxis werden hier bis zu 150 MBit/s angeboten. Allerdings ist auch das Übersprechen zwischen den einzelnen Kanälen nicht unerheblich. Ebenso problematisch ist der immer häufigere Einfluss anderer Hochfrequenzsender in der Nähe des benutzten Frequenzbands wie UMTS-Handys

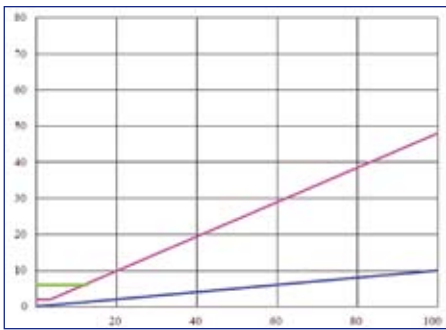


Bild 5: Eingangs-Versorgungsströme (in mA) in Abhängigkeit von der Übertragungsrate (in MBaud) bei »Isoloop«-Bausteinen (blau), schnellen Optokopplern (grün) und induktiven Kopplern (magenta)

oder 2,4-GHz-ISM-Sender, die mit Video-Übertragungsstrecken, Bluetooth, ZigBee, WLAN, Mikrowellenherden und unzähligen anderen Anwendungen geradezu allgegenwärtig sind. Es dürfte daher trotz möglicher Abschirmungen zu Problemen führen, wenn in einer Baugruppe HF-Koppler gemeinsam mit einer der »echten« Funktechnologien zum Einsatz kommen. Auch lässt sich eine leichte Abstrahlung durch die Bauelemente selbst nicht ausschließen.

Optische Koppler

All diese Probleme haben dazu geführt, dass ein anderes Prinzip zur galvanisch getrennten, kurventreuen Signalübertragung bis heute am weitesten verbreitet ist: die optische Übertragung mittels Optokoppler. Sie kann von Gleichstrom bis in den unteren Megahertzbereich übertragen und hält bei entsprechendem Aufbau auch alle Sicherheitsbestimmungen ein. Allerdings hat der Optokoppler prinzipielle Nachteile. So neigt auch sein Empfänger zu

elektrischen Einkopplungen (kapazitiv) und damit zum Übersprechen zwischen einzelnen Kanälen. Des Weiteren ist das Isolationsmaterial mitunter nicht langzeitstabil, sowohl was die elektrische Isolation als auch die optische Transparenz betrifft. Da die Sendedioden über die Jahre in Leistung und Effizienz nachlassen, verschlechtert sich das Übertragungsverhältnis mit der Zeit, was bei analogen Übertragungen durchaus zum Problem werden kann. Außerdem sind die für hohe Übertragungsverhältnisse sorgenden Fototransistoren langsam und schaffen nur einige Megahertz. Schnelle optische Koppler sind nur selten zu finden und nicht preiswert; über 50 MBit/s sind derartige Bauelemente definitiv nicht zu haben. Zudem ist der Energiebedarf nicht unerheblich. Und schließlich ist die Temperaturstabilität sowohl der Sende- als auch der Empfangsseite nicht besonders gut.

Hallsensoren sind in Zusammenhang mit Magnetspulen ebenfalls verwendbar, doch haben sie mehrere Nachteile: Sie liefern nur ein sehr kleines Signal und sind über die Zeit noch instabiler als die Optokoppler. Außerdem sind sie sehr anfällig gegen magnetische Gleich- und Wechselfelder, die sich in elektrischen und elektronischen Geräten kaum vermeiden lassen. In Datenkopplern konnte sich der Hall-Effekt daher nie durchsetzen.

Koppler mit GMR-Effekt

Ein magneto-resistiver Quanteneffekt neueren Datums ist dagegen recht interessant: der »Giant Magnetoresistive Effect« (GMR). Hier steigt der Widerstand nanokristalliner Schichten, wenn diese gegenläufig magnetisiert werden, und sinkt, wenn sie gleichsinnig magnetisiert werden (Bild 2). Es handelt sich um eine nanotechnische Anwendung der so genannten »Spintronik«, bei der nicht die elektrische Ladung der Elektronen relevant ist, sondern deren Orientierung (Spin). Diesen Effekt entdeckten unabhängig voneinander Peter Grünberg vom Forschungszentrum Jülich und Albert Fert von der Universität Paris-Süd erst 1988. Dies brachte

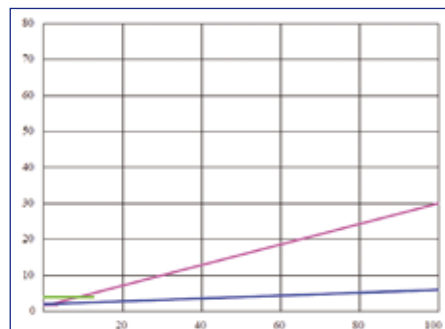


Bild 6: Ausgangs-Versorgungsströme (in mA) in Abhängigkeit von der Übertragungsrate (in MBaud) bei »Isoloop«-Bausteinen (blau), schnellen Optokopplern (grün) und induktiven Kopplern (magenta)

Call for Papers

17. DESIGN&ELEKTRONIK-Entwicklerforum Batterien, Ladekonzepte & Stromversorgungsdesign 24. Februar 2010 in der Hochschule München

Für den 24. Februar 2010 plant die DESIGN&ELEKTRONIK die nächste Ausgabe ihres Entwicklerforums »Batterien, Ladekonzepte & Stromversorgungsdesign«, zu dem die deutsche Batterien- und Stromversorgungsbranche in München zusammenkommt. Zell- und Materialhersteller, Konfektionäre, Anwender, Batterieberater und Hochschulmitarbeiter treffen sich zu diesem in Deutschland einzigartigen Event und diskutieren aktuelle Trends und Entwicklungen: Wo geht die Reise hin? Was verbirgt sich hinter der nächsten Batteriegeneration und wann wird diese verfügbar sein?

Nutzen Sie die Gelegenheit, Ihr Fachwissen auf dem neuesten Stand auszutauschen bzw. aktuelle Technologien, Lösungen und Produkte für die Versorgung elektronischer Geräte einem interessierten Fachpublikum ohne Streuverluste zu präsentieren. Tragen Sie mit einem technischen Vortrag zum Entwicklerforum bei, wir freuen uns auf Ihren Themenvorschlag. Gern nehmen wir auch mehrere Vorschläge von Ihnen oder einem Ihrer Kollegen entgegen.

Folgende Themenbereiche seien als Anregung genannt:

- Batterietechnologie (Lithium-Batterien und andere Technologien)
- Lithium-Ionen Batterien, bestehende und neue Materialien für Lithium-Batterien
- Hochstromfähige Batteriesysteme für Leistungsanwendungen, u.a. für Elektrotraktion
- Sicherheit von immer größer werdenden Batterien
- Zuverlässigkeit und Lebensdauer von Batterien
- Ladetechnologie
- Batterietest (Testsysteme, elektronische Lasten)
- Batterien /Akkus und Powermanagement für Hybridfahrzeuge
- Batterieboom im Auto: Welche Vorteile können andere Bereiche der Elektronik aus der Entwicklung von Fahrzeugbatterien ziehen?
- Neuartige Anwendungen mit Speicherbatterien
- Stromversorgungsdesign (Schaltregler-ICs, Sicherheits- und Verbindungstechnik, Simulatoren, AC/DC- und DC/DC-Wandler, diskrete Bauelemente)
- Photovoltaik, Brennstoffzellen
- Energy Harvesting (Mikro-Energiesammler: thermisch, kinetisch, etc.)
- Sonstige alternative kommerzielle Energiespeicher- und Wandlerformen

Einsendeschluss für Vortragsvorschläge (Kurzfassung) ist der **04.11.2009**. Bitte reichen Sie Ihren Vortragsvorschlag über unsere Internetseite ein:

www.batterien-entwicklerforum.de

Eine rein technische Abhandlung des Themas ist zwingend notwendig, marketingorientierte Vorträge werden nicht akzeptiert.

Dr. Andreas Jossen, ZSW
Dr. Wolfgang Weydanz, Siemens AG
Konferenzbeirat

Für Fragen oder Anregungen:
Caspar Grote, Chefredakteur DESIGN&ELEKTRONIK
cgrote@design-elektronik.de Tel. 08121/951340

Termine:
Einsendung der Kurzfassung: 04.11.2009
Benachrichtigung der Autoren: KW 48/2009
Einsendung des endgültigen Beitrags: 22.12.2009

ihnen 2007 den Nobelpreis für Physik ein.

Bekannt ist GMR hauptsächlich durch die heute bei Festplatten verwendeten Leseköpfe, bei denen er zu enorm hohen Speicherdichten führt, doch kann diese Technik ebenso in Magnetsensoren und eben Datenkopplern verwendet werden, wie sie das Unternehmen NVE (Non Volatile Electronics, Vertrieb: Hy-Line) unter dem Markennamen »Isoloop« anbietet (Bild 3). In diesen Bausteinen sind als Einzel- und Doppelkoppler GMR-Elemente, Steuerspulen und Elektronik im bislang kleinsten Format (MSOP-Gehäuse) eines isolierenden Datenkopplers verbaut, in nur wenig größeren Gehäusen sind bis zu fünf Kopplerkanäle integriert. In den Isoloop-Kopplern sind die GMRs als Wheatstone-Brücke geschaltet, was Fehlfunktionen durch Drift und Fremdfelder vermeidet (Bild 4). Übrigens spielt der Firmenname NVE – Non Volatile Electronics – auf eine eher unerwartete Eigenschaft der Bausteine an: Da es sich nicht um elektrische sondern magnetische Effekte handelt, bleibt der Schaltzustand des Kopplers auch nach einem Stromausfall erhalten und kehrt in denselben Zustand zurück, wenn die Stromversorgung wiederkehrt. Es gibt unterschiedliche Isolatortbaureihen; so sind die Serien »IL5xx« und »IL6xx« pegel-, die Serie »IL7xx« jedoch flankengesteuert. Die Bausteine der IL6xx-Serie verzichten auf der Eingangsseite auf Logikschaltungen, sodass die Magnetspule direkt ansteuerbar ist. Dies ermöglicht besonders hohe Übertragungsgeschwindigkeiten, Steuerung durch strom- statt spannungsliefernde Quellen und den direkten Ersatz von Optokopplern, deren Sendedioden ja ebenfalls stromgesteuert sind. Somit sind beim IL6xx mit entsprechender Dimensionierung des Vorwiderstands auch Steuerspannungen von weniger als einem bis zu einigen hundert Volt möglich.

Die Baureihe IL7xx mit ihren flankengesteuerten Logik-Eingangsstufen erreicht ebenfalls hohe Geschwindigkeiten. Zwar lassen sich bei der Serie IL5xx wegen der pegelgesteuerten Logik-Eingangsstufen nur

WOLF-DIETER ROTH



ist technischer Redakteur
bei Hy-Line Power
Components

2 MBit/s übertragen, sie sind jedoch sehr störfest und können teils auch auf einen Arbeitstakt synchronisiert werden (external clocking).

Wer auf die korrekte Übertragung statischer Logikpegel Wert legt, sollte also zu IL5xx oder IL6xx greifen; wem es auf hohe Geschwindigkeiten ankommt, zu IL6xx oder IL7xx. Alle Bausteine gibt es als ein- bis vierkanalige Ausführung in kompakten IC-Gehäusen, die ohne weitere Elektronik saubere Digital-Datenpegel am Ausgang liefern; mehrere fünfkanalige Varianten der IL7xx-Baureihe sind als »IL2xx« erhältlich. Die Ausgänge sind normalerweise CMOS, doch es gibt auch Open-Drain- oder Tri-State-Ausführungen.

Für RS-422 & Co.

Für die gängigen Long-Distance-Industrieschnittstellen (RS-422, RS-485, Profibus, ...) sind mit den Baureihen »IL3xxx« und »IL4xx« fertige Interfacebausteine in GMR-Technik verfügbar. Hier ist unter anderem der »IL3685« als Profibus-zertifizierter Baustein für bis zu 50 Nodes mit bis zu 40 MBit/s und 15 kV ESD-Festigkeit erwähnenswert oder der »IL3522«, der Ähnliches an RS-422 leistet. Andere Bausteine bieten zudem noch eine Fractional-Load-Funktion.

Gegenüber anderen Kopplern bietet die GMR-Technik geringere Ruhestrome, die erst bei hohen Datenraten ansteigen, hohe Temperaturfestigkeit (bis +125 °C) und -stabilität sowie das laut Hersteller größte Spektrum unterschiedlicher Bausteine. 2500 V Isolationsspannung und 20 kV/s bis 30 kV/s Transientenfestigkeit sind bei Isoloop Standard. Die Normen UL1577, IEC 61010-1 (Sicherheit), EN 50081-1 und -2 (EMV aktiv und passiv) sowie RoHS werden eingehalten. (rh)

Hy-Line Power Components
Telefon 089/614 503 10
www.hy-line.de/isoloop