

Michael Beitner
Dieter Vogel

IR-Fernsteuern mit den CMOS-Bausteinen SLB 3801 und SLB 3802

Das Fernsteuern wird bei weitverzweigten Prozessen, die zentral geführt oder automatisch betrieben werden, immer häufiger eingesetzt. Definitionsgemäß versteht man unter dem Begriff »Fernsteuern« das Überwachen und/oder Steuern räumlich entfernter Objekte mittels signalumsetzender Verfahren von einer oder mehreren Stellen aus. Drahtlose Fernsteuerungen bieten eine größere Flexibilität gegenüber drahtgebundenen, weil die Befehlszentrale (Sender) und die Empfänger mobil sein können. In der Regel geschieht die drahtlose Befehlsübermittlung über elektromagnetische Funkwellen. In Fällen, in denen diese Übertragungsart entweder zu aufwendig oder bei hoher Störstrahlung ausgeschlossen ist, bietet sich die Übertragung mittels Infrarotstrahlung oder Ultraschall an.

Die C-MOS-Bausteine SLB 3801 und SLB 3802 sind als Sender und Empfänger für eine störsichere PCM-Befehlsübertragung konzipiert und ermöglichen so das Fernsteuern sowohl drahtgebunden als auch mit Infrarotstrahlung.

Die Infrarotübertragung

Infrarotstrahlung hat aufgrund ihrer deutlichen Vorteile Ultraschall als Übertragungsmedium für Fernbedienungen weitgehend abgelöst und neue Anwendungsgebiete erschlossen.

Wegen der höheren Ausbreitungsgeschwindigkeit der Infrarotstrahlung treten keine Störungen durch Interferenzen, Raumreflexionen und Dopplereffekt auf. Auch Klirrgeräusche verursachen keine Beeinträchtigung.

Zwar kann sich durch eine hohe Beleuchtungsstärke am Empfangsort die Reichweite der Übertragung verrin-

gern, jedoch gewährleistet die Anwendung der Pulsmodulation eine hohe Störsicherheit, so daß keine Fehlfunktionen ausgelöst werden.

Infrarotstrahlung unterliegt im allgemeinen den gleichen Ausbreitungsbedingungen wie sichtbares Licht. Mit optischen Mitteln (Reflektoren, Sammellinse) kann das Signal gebündelt werden, um gerichtete Übertragung mit großer Reichweite zu erzielen.

In geschlossenen Räumen findet die nichtrichtungsgebundene diffuse Abstrahlung Verwendung. So ermöglicht die Ausnutzung von Wandreflexionen auch dann eine Signalübertragung, wenn der Sender den Empfänger nicht direkt bestrahlt.

Wesentliche Merkmale des Fernsteuersystems

- Hohe Ansprechsicherheit durch Pulsmodulation im Biphase-Format:

keine von einer Störung ausgelöste Schalthandlung oder Nachbarkanal-Übersprechen bis jetzt bekannt,

- geringe Stromaufnahme: lange Batterielebensdauer beim Sender; Stromversorgung des Empfängers kapazitiv direkt aus dem Lichtnetz oder aus einer Batterie möglich,
- 8 Empfänger mit je 8 Schaltausgängen (8 Kanälen) können durch Adressierung (Pinprogrammierung) voneinander getrennt betrieben werden,
- mitintegrierter geregelter Vorverstärker im Empfängerbaustein,
- minimaler externer Bauelementeaufwand,
- Arbeitstakt für Sender und Empfänger mit preiswerten Keramikschnivern oder durch externen Takt.

Sender SLB 3801

Funktionsbeschreibung (Bild 1)

Der CMOS-Senderbaustein SLB 3801 wandelt die über eine Tastaturmatrix durch Drücken einer Taste eingegebenen Befehle in ein 8 bit breites serielles Telegramm um.

Der Baustein hat sechs Anschlüsse (x, y) für eine Tastaturmatrix mit vier Reihen und zwei Spalten. Zur Eingabe eines Befehls wird mittels einer Taste ein Reihenausgang mit einem Spalteneingang verbunden (4 × 2 Kreuzpunkte: 8 Tasten, 8 zugeordnete Kanäle).

Der Zustand der Tastaturmatrix (ein oder mehrere Kontakte geschlossen oder geöffnet) wird im Zeitmultiplexverfahren zyklisch abgefragt.

Zur Adressierung hat der SLB 3801 drei Codiereingänge mit denen acht verschiedene Adressen eingestellt werden können. Dazu werden diese Eingänge wahlweise auf +U_S gelegt bzw. offengelassen. Alle Codiereingänge

Dipl.-Ing. Michael Beitner,
Siemens AG, Bereich Bauelemente,
Anwendungstechnik, München

Dipl.-Phys. Dieter Vogel,
Siemens AG, Bereich Bauelemente,
Entwicklung Integrierte Schaltungen,
München

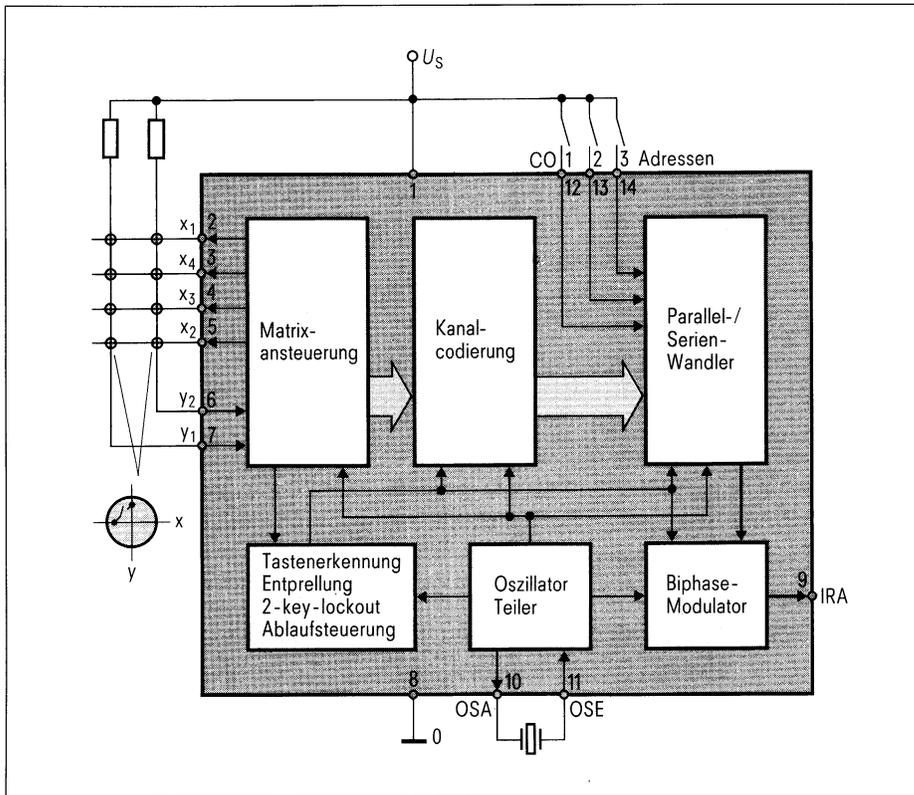


Bild 1 Blockschaltbild Sender SLB 3801

sind intern über einen Hochohmwiderstand (etwa 2 MΩ) nach 0 V gelegt. Beim Drücken einer Taste wird die Versorgungsspannung eingeschaltet, der Oszillator gestartet (bzw. ein externer Takt freigegeben) und nach etwa 20 ms Prellunterdrückung wird fortlaufend (Wiederholfrequenz etwa 100 Hz) ein der entsprechenden Taste zugeordnetes, biphascodiertes Starttelegramm mit 8 bit erzeugt (Bild 2). Die Information (Empfängeradresse + Kanal) wird auf eine 25-kHz-Trägerfrequenz aufmoduliert.

Beim Loslassen der Taste generiert der Sender ein Stoptelegramm, das sich in einem Bit vom zugehörigen Starttelegramm unterscheidet. Nach Absenden des Stoptelegramms wird nach einer Nachlaufzeit von etwa 50 ms die Versorgungsspannung intern abgeschaltet, und der Baustein geht in Stand-by-Betrieb.

Werden zwei oder mehr Tasten gleichzeitig gedrückt, so wird die im Abfragezyklus zuerst erkannte x-y-Verbindung ausgewertet. Ein weiterer Kanal kann erst aktiviert werden, wenn dieser erste Kontakt wieder geöffnet ist (elektronischer 2-key-lockout).

Bei Anschluß der Versorgungsspannung an den Baustein setzt sich dieser

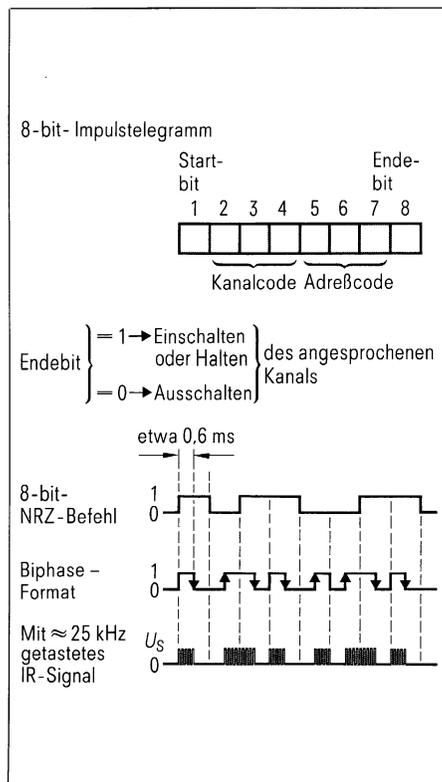


Bild 2 Format und Code der gesendeten Information

Vorteile:
kein Gleichanteil : Wechselspannungskopplung
»selbsttaktend« Taktinformation auch bei längeren »0«- oder »1«-Folgen
Selbstprüfender Code (BI-0-Bildungsgesetz)

selbst zurück und geht in Stand-by-Betrieb (Power-on-Reset).

IR-Senderschaltung

Bild 3 zeigt die Schaltung des Hand-senders für acht Kanäle. Im Stand-by-Betrieb beträgt die Stromaufnahme einschließlich des Kondensator-Leckstromes typisch 150 nA. Über den Treibertransistor T1 wird die Basis der zwei Endstufentransistoren T2 und T3 mit nahezu konstanter Amplitude angesteuert. Sie bilden mit ihren Emitter-Gegenkopplungswiderständen zwei Quasi-Konstantstromquellen und arbeiten auf die beiden in ihrem jeweiligen Kollektorstromkreis in Reihe geschalteten Sendedioden. Bei neuer Batterie fließt in jedem Zweig ein Dioden-Spitzenstrom von 800 mA. Verringert sich die Batteriespannung auf die Hälfte, dann geht der Strom um etwa 30% zurück.

Zur Batterie- und Betriebskontrolle dient eine über den Transistor T4 angesteuerte Leuchtdiode. Sie zeigt an, ob gesendet wird, solange die Spannung der belasteten Batterie 5 V nicht unterschreitet.

In der vorliegenden Schaltungsausführung mit dem Spannungsteiler R5 und R6 kann die Streuung der Basis-Emitter-Spannung von T4 zu einem Abschaltbereich der LED von 4,5 bis 5,5 V führen. Deshalb ist für eine genauere Abschaltspannung die Variante mit dem 50-Ω-Potentiometer und das Abgleichen auf 5 V vorzusehen.

Empfänger SLB 3802

Funktionsbeschreibung (Bild 4)

Im CMOS-Empfängerbaustein SLB 3802 befindet sich ein geregelter Vorverstärker (AGC-amplifier) zur Anhebung des von der Empfangsdiode kommenden Fotostroms mit sehr unterschiedlicher Signalamplitude an den internen Logikpegel. Damit ist sowohl hohe Empfindlichkeit als auch Übersteuerungsfestigkeit gewährleistet. Die Regelzeitkonstante wird durch ein externes RC-Glied bestimmt.

Das getriggerte Biphas-Signal wird digital demoduliert, wobei die verwendete Demodulatorschaltung ein unvollständig übertragenes Telegramm in gewissem Rahmen regeneriert.

Aus den Biphas-Flanken eines empfangenen Telegramms werden Schiebeteakte erzeugt, mit denen das gesamte

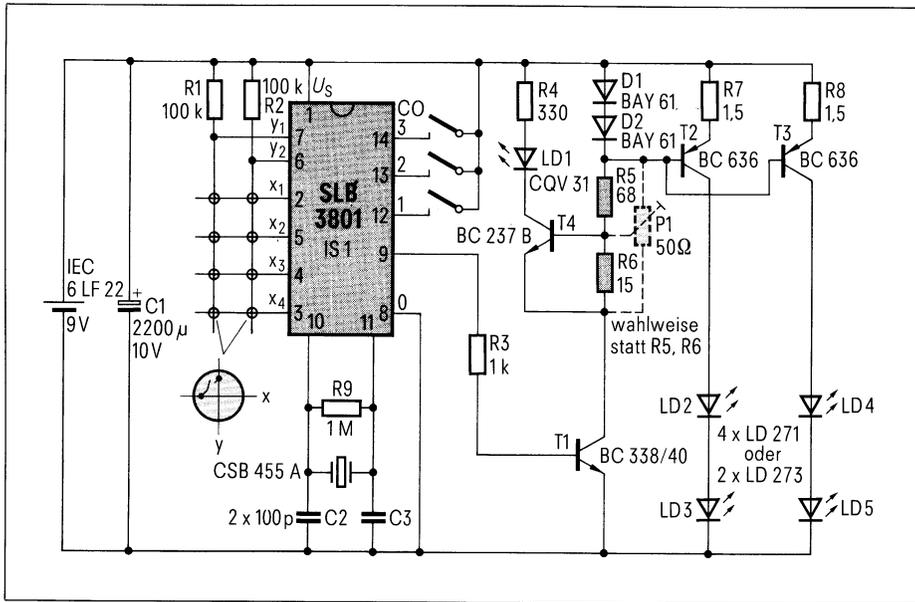


Bild 3 Handsenderschaltung mit 4 IR-LED und Batteriekontrolle

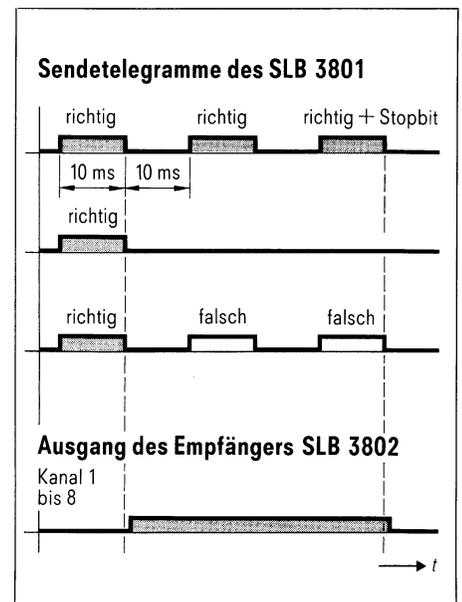


Bild 5 Ansprechverhalten des Empfängers SLB 3802

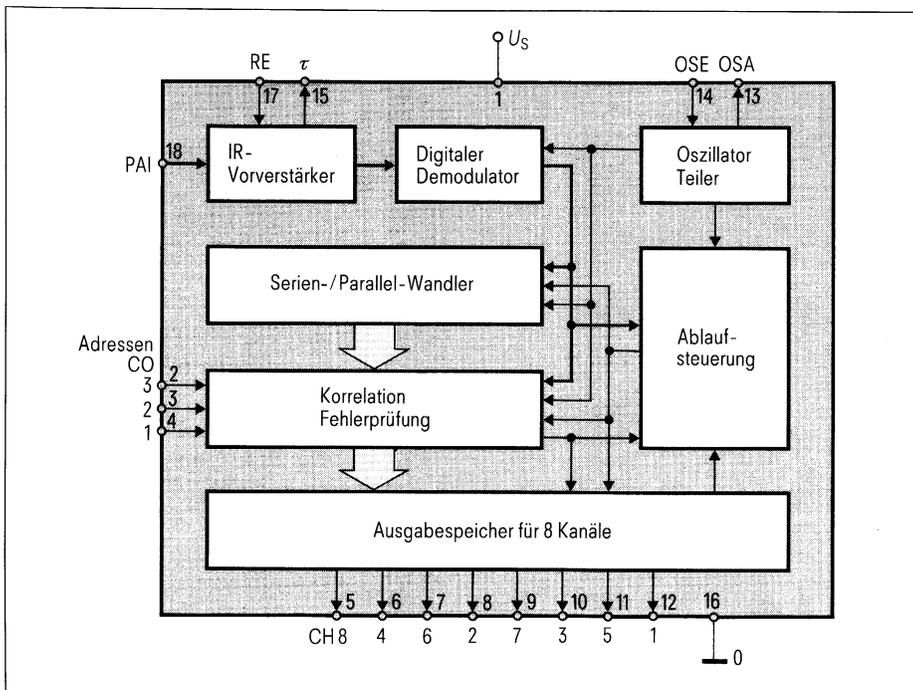


Bild 4 Blockschaltbild Empfänger SLB 3802

Telegramm in ein Schieberegister eingelesen und gespeichert werden kann. Während des Einlesens wird das gesamte Telegramm Fehlerprüfungen hinsichtlich Startbit, Format, Länge, Frequenz usw. unterzogen. Durch die bitweise Überprüfung des Code-Bildungsgesetzes für den Biphasse-Code erreicht der Empfänger eine außerordentlich hohe Ansprechbarkeit gegenüber Störungen und Nachbarkanal-Übersprechen. Bei $6,25 \cdot 10^6$

gesendeten Telegrammen auf einem stark gestörten Kanal konnte kein fälschliches Ansprechen eines Nachbarkanal gemessen werden. Die Ansprechwahrscheinlichkeit für eine Fehlinterpretation liegt damit sicher unter $1,6 \cdot 10^{-7}$. Bei einem fehlerfrei übertragenen Telegramm wird zunächst die Adreßcodierung geprüft. Stimmt diese mit der Bausteinencodierung überein, so wird der dem Kanalcode des Telegramms zuge-

ordnete Ausgang auf High gesetzt. Der Ausgang wird rückgesetzt, wenn das achte Telegrammbit eine 0 ist (Stopbit), oder wenn innerhalb der Übertragungszeit von zwei Telegrammen keine gültige Auswertung möglich war, z. B. weil keine Telegramme mehr empfangen wurden (Bild 5).

Zur Adreßzuweisung wird der Empfängerbaustein über seine drei Codiereingänge in gleicher Weise programmiert wie der zugeordnete Senderbaustein. Die Grundtaktfrequenz erzeugt, wie beim Senderbaustein SLB 3801, ein Oszillator mit Keramikschwinger. In jedem Fall ist darauf zu achten, daß die Frequenzabweichung zwischen Sender und Empfänger $\pm 5\%$ nicht übersteigt.

IR-Empfängerschaltung (Bild 6)

Zur Außenbeschaltung des Empfängerbausteins SLB 3802 gehört neben der Oszillatorbeschaltung eine selektive Vorstufe mit einem Parallelschwingkreis und einem Transistor sowie ein RC-Glied zur Einstellung der Auf- und Abregelzeitkonstante des internen Vorverstärkers.

Vorstufe

Die Fotodiode SFH 205 arbeitet auf einen Parallelschwingkreis, der auf 25 kHz abgestimmt ist. Für Diodenströme, die durch Gleichlicht (Tageslicht, Raumbeleuchtung) hervorgerufen werden, wirkt der Schwingkreis als Saugkreis, der den Gleichstrom ablei-

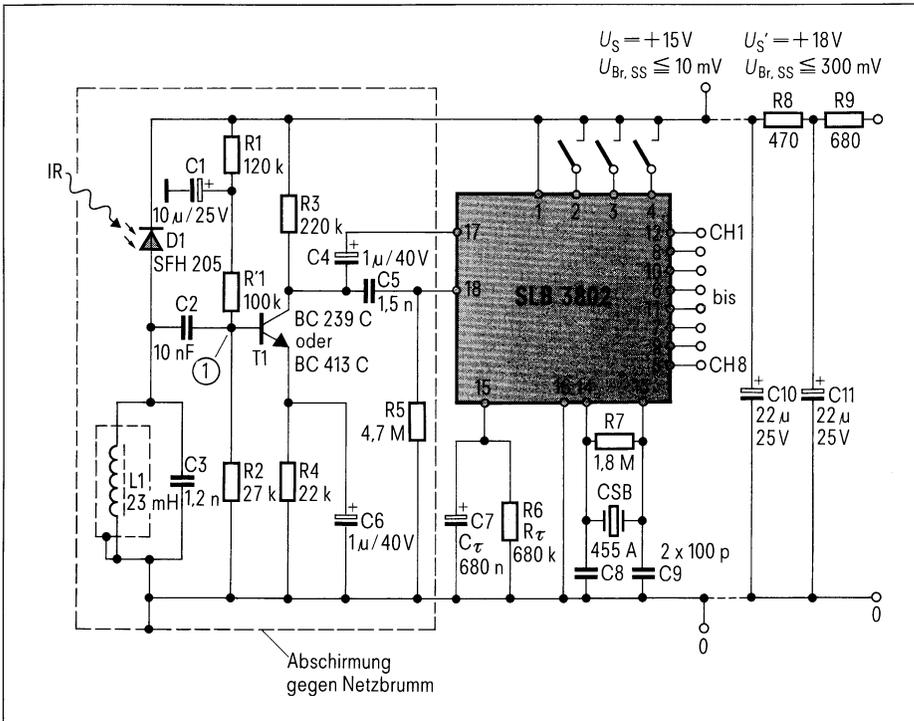


Bild 6 Empfänger-Grundschiung mit bipolarer Vorstufe

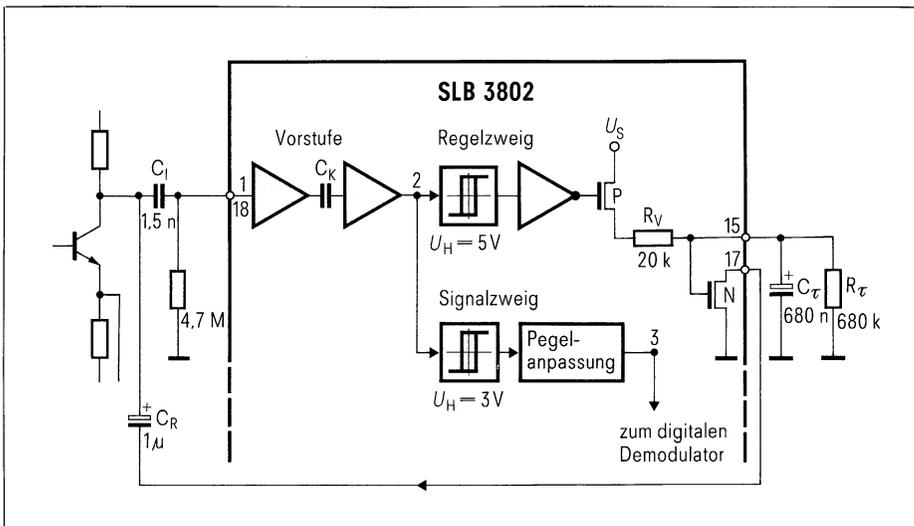


Bild 7 Prinzipschiung des internen Vorverstärkers im Empfänger SLB 3802 und Verstärkungsregelung der Vorstufe aus Bild 6

tet. Um Signalverzerrungen durch ein zu langsames Anschwing- bzw. Abklingverhalten des Schwingkreises zu vermeiden, beträgt die Lastgüte Q_L nur 6 bei einer Bandbreite $B = 9$ kHz. Der Transistor BC 239 C ist ein rauscharmer Typ mit hoher Stromverstärkung. Mit einem Kollektor-Ruhestrom von $I_C = 50 \mu A$ arbeitet er im Rauschminimum. Die Spannungsverstärkung der Stufe beträgt $u_u = 130$

(42dB). Über C_5 wird das Signal an den internen Vorverstärker ausgekoppelt.

Interner Vorverstärker und Regelung

Der interne Vorverstärker (Bild 7) besteht aus zwei kapazitiv gekoppelten Vorstufen, einem Regelzweig und einem Signalzweig. Die automatische Verstärkungsregelung greift an der externen Vorstufe ein, indem ihrem Kol-

lektorwiderstand ein vom Eingangssignal gesteuerter Kanalwiderstand eines n-Kanal-FET parallelgeschaltet wird. Zunächst verstärkt die interne Vorstufe um $v_{12} = 70$ dB. Überschreitet das Signal am Punkt 2 3V (Spitze-Spitze) und damit die Schaltpegel des im Signalzweig folgenden Schmitt-Triggers, so wird es weiter verstärkt und gelangt an den digitalen Demodulator.

Bild 8 zeigt die Verstärkung v_{12} der Vorstufe über der Frequenz (Kurve a). Zusammen mit der externen Vorstufe ergibt sich eine Maximalverstärkung von über 110 dB. Kurve b stellt das Eigenrauschen der internen Vorstufe bezogen auf die jeweilige Signalamplitude dar. Der Signal-Rauschabstand beträgt im Nutzfrequenzbereich 80 dB. Zwischen 20 kHz und 30 kHz liegt die äquivalente Rauscheingangsspannung bei $1 \mu V$.

Der im Regelzweig liegende Schmitt-Trigger hat eine Ansprechschwelle von 5 V, so daß die Regelung erst ab einer Eingangssignalamplitude von 2 mV zu arbeiten beginnt. Dadurch wird vermieden, daß die Regelung bereits durch das Gleichlichtrauschen der Fotodiode anspricht. Außerdem wird die Signalamplitude erst dann abgeregelt, wenn sie bereits sicher über den erforderlichen 3 V im Signalzweig liegt. Der dem Schmitt-Trigger nachgeschaltete Inverter steuert einen p-Kanal-Transistor an, der beim Abregeln der Verstärkung von $+U_s$ her über einen Vorwiderstand von 20 k Ω den externen Ladekondensator auflädt. Die Kondensatorspannung liegt als Steuerspannung am Gate des internen n-Kanal-Transistors, der aufgesteuert und dessen Kanal damit niederohmiger wird. Über den 1- μF -Kondensator ist er wechslungsmäßig dem Kollektorwiderstand des externen Vorstufentransistors parallelgeschaltet und verringert so dessen Verstärkung.

Die Abregelzeitkonstante ergibt sich näherungsweise zu $\tau_{ab} = R_c \cdot C_\tau = 11$ ms. Bild 9 zeigt das Einschwingen der Regelspannung am Kondensator C_τ (Ordinate: $U_{Reg} = 0,5$ V/T; Abszisse: 5 ms/T). Nach 20 ms wird die Regelspannung von 1,5 V erreicht, d. h., daß bereits zu Beginn des zweiten Telegramms der eingeschwingene Zustand erreicht ist.

Während der Telegrammpausen von 10 ms soll die Regelspannung mög-

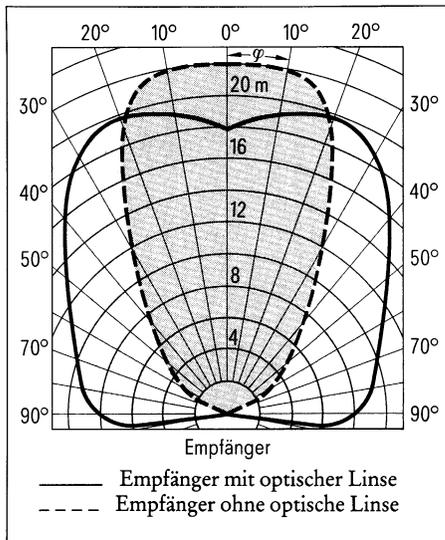


Bild 11 Empfindlichkeitscharakteristik des IR-Empfängers nach Bild 6 bei Bestrahlung durch einen Sender nach Bild 3

wirkungen vom Triac wird der SIP-MOS-Transistor durch R6 geschützt. Der Kondensator C3 ermöglicht das Speichern des Schaltzustandes bei Netzausfällen bis etwa 15 min.

Die mit den Widerständen R2, R3, R4, R5 und dem Transistor T1 realisierte Unterspannungsabschaltung sorgt bei Netzausfällen >15 min für einen Reset-Impuls (Aus-Zustand) beim Wiedereinschalten und auch beim erstmaligen Einschalten der Netzspannung.

Reichweite

Bei direkter Ausrichtung des Senders auf den Empfänger verläuft in einem weitgehend reflexionsfreien Raum bei Tagesbeleuchtung (500 lx) die Grenzkurve des ungestörten Dauerempfanges nach den Kurven in Bild 11. Durch Ausnutzung der Reflexion an hellen Wänden lassen sich Reichweiten bis zu 30 m erzielen.

Schlußbetrachtung

Über die IR-Anwendungen hinaus sind die Bausteine zum Aufbau drahtgebundener Fernsteuerungen mit und ohne Rückmeldung geeignet, zum Beispiel für 2-Draht- und 3-Draht-Rundsteueranlagen für das Ein- und Ausschalten von Verbrauchern in Gleichspannungsnetzen. Diese Anwendungen werden im folgenden Heft 4/83 dieser Zeitschrift ausführlich beschrieben.

Jürgen Schmidt

Synthese sinusförmiger Wechselfspannungssignale mit dem Mikrocomputer SDA 2010 (SDA 2020)

In der Elektronik werden für Steuerungszwecke immer häufiger sinusförmige Spannungen benötigt. Neben bekannten analogen Verfahren, wie mittels RC-Generatoren, werden zunehmend digitale Verfahren zur Erzeugung dieser Spannungen eingesetzt. An dieser Stelle wird ein Verfahren beschrieben, das mit dem bereits seit Jahren bekannten Single-Chip-Mikrocomputer SDA 2010 arbeitet.

Dieser Mikrocomputer liefert über seine Ausgänge rechteckförmige Signale konstanter Frequenz, deren Impulsbreite in 64 Stufen (6 bit) variierbar ist. Durch Integration dieser Signale erhält man eine D/A-Wandlung.

Wird die Impulsbreite dem Rhythmus einer Sinusschwingung angepaßt, so entsteht am Ausgang ein sinusförmiges Referenzsignal, das sich über die Software in seiner Grundfrequenz und Amplitude programmieren läßt. Der Mikrocomputer mit seinen vier Ausgängen kann deshalb auch mehrphasige Sinusspannungen unterschiedlicher Phasenlage erzeugen, was in Zukunft für die Steuerung von Asynchronmotoren große Bedeutung haben dürfte.

Verwendung des Mikrocomputers SDA 2010 (2020) zur Erzeugung der Unterschwingung

Der Mikrocomputer SDA 2010* enthält eine leistungsfähige Zentraleinheit, ein 2-Kbyte-ROM, ein 64-byte-RAM, eine serielle Schnittstelle, zwei Testeingänge und neben umfangreichen E/A-Möglichkeiten die für die hier beschriebene Anwendung wichtigen D/A-Wandler. So ausgestattet ermöglicht er eine einfache softwaregesteuerte Pulsbreitenmodulation, die ihn für die Erzeugung einer Unterschwingung sehr eignen.

Unter dem Verfahren der Unterschwingungserzeugung ist die sinus-

förmige Pulsbreitenmodulation zu verstehen. Dabei wird die Zwischenkreisspannung eines Wechselrichters so gepulst, daß eine Spannung mit größtmöglichem Grundschwingungsgehalt entsteht. Mit diesem Verfahren sind die Amplitude und die Frequenz frei einstellbar (Bild 1).

Pulsbreitenmodulation mit SDA 2010 (2020)

Wird der Mikrocomputer SDA 2010 (2020) mit einer Oszillatorfrequenz von 3 MHz betrieben, so liefern die vier Ausgänge (A0 bis A3) Rechtecksignale mit einer Grundfrequenz von etwa 2 kHz. (Auf Anfrage stehen auch Typen höherer Frequenz zur Verfügung). Die Ein-Aus-Zeiten dieses Rechtecksignals sind über die Software in 64 Stufen (6 bit) steuerbar.

Dipl.-Ing. Jürgen Schmidt, Siemens AG, Bereich Bauelemente, Anwendungstechnik, München

* Für detailliertere Informationen über die Mikrocomputer steht ein Datenbuch zur Verfügung