

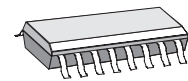
## EIGENSCHAFTEN

- ◆ Differentielle Abtastung für Spur A und B
- ◆ Gleichlichtbewertete Abtastung für die Nullspur Z mit einstellbarer relativer Schwelle
- ◆ Fotostromverstärker mit hoher Grenzfrequenz
- ◆ Stromkomparatoren mit Hysterese
- ◆ Abschaltbare UND-Verknüpfung der Nullspur Z mit Spur A und B
- ◆ Strombegrenzte und kurzschlußfeste Push-Pull Ausgänge
- ◆ Ausgänge TTL-kompatibel
- ◆ Einstellbare Sendestromregelung für konstante Empfangsleistung
- ◆ Integrierter 50mA-Treiber für die Sendediode
- ◆ Sendestromüberwachung und Fehlermeldung bei Verlassen des Regelbereiches
- ◆ Geringe Stromaufnahme aus 5V Versorgungsspannung
- ◇ Option: erweiterter Temperaturbereich von -40..125°C

## ANWENDUNGEN

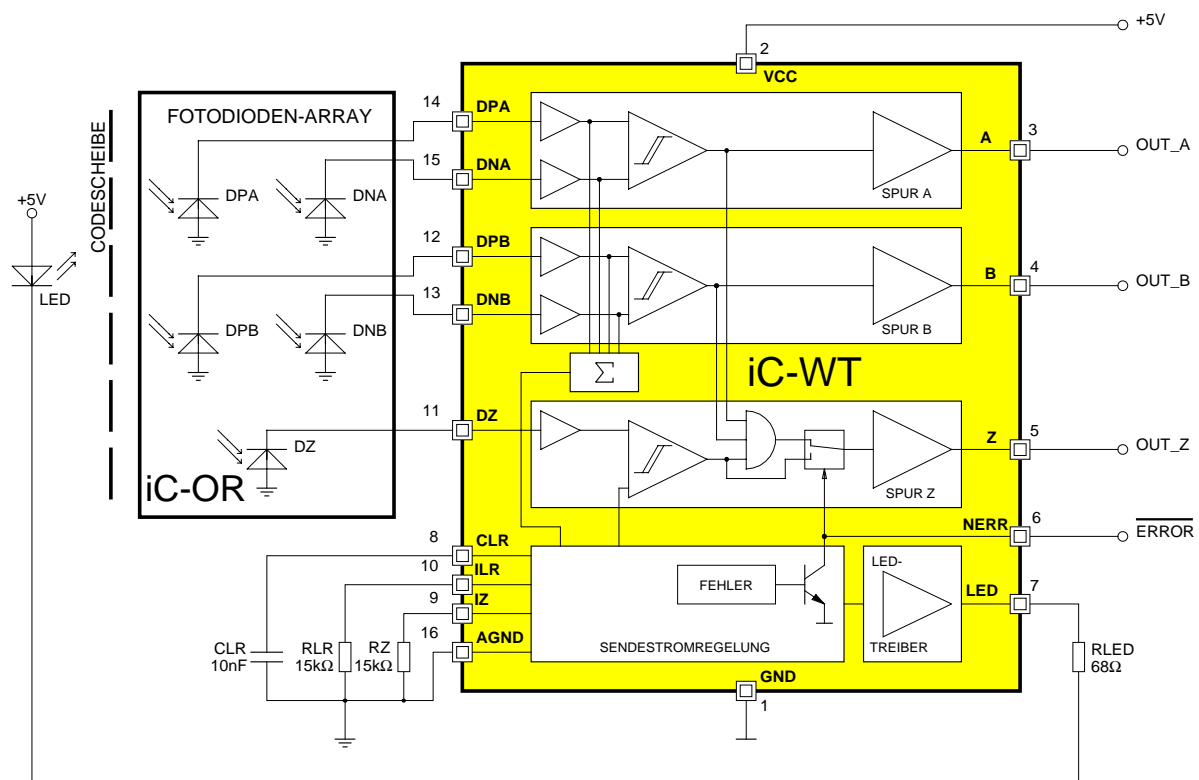
- ◆ Fotostromauswertung für inkrementale Längen- oder Winkelmeßsysteme

## GEHÄUSE



SO16N

## BLOCKSCHALTBILD



### KURZBESCHREIBUNG

Der Baustein iC-WT ist ein Auswerte-IC für inkrementale Längen- oder Winkelmeßsysteme, z. B. Glasmaßstäbe oder Drehgeber.

Ein Fotodioden-Array liefert die Eingangssignale für die monolithisch integrierten Verstärker, Komparatoren und die TTL-kompatiblen Push-Pull-Ausgangstreiber. Zwei Spuren, A und B, werden differentiell, das Nullsignal Z als Gleichlicht bewertet.

Eine integrierte Sendestromregelung mit Treiberstufe ermöglicht den direkten Anschluß einer Sendediode mit Vorwiderstand und sorgt für eine konstante optische Empfangsleistung. Die Einstellung der relativen Nullsignal-Komparatorschwelle und des Sollwerts für den Empfangsstrom erfolgt über zwei externe Widerstände.

Die intern vorhandene logische UND-Verknüpfung des Nullsignals Z mit den Spuren A und B ist für Justagezwecke abschaltbar.

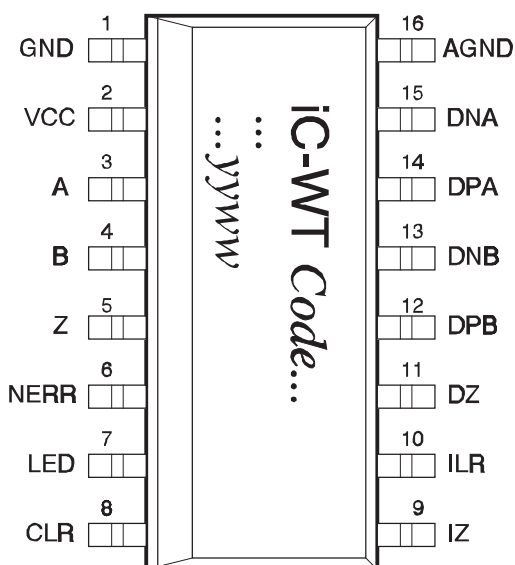
Eine Überwachungsschaltung sorgt für eine Fehlermeldung bei Verlassen des Sendestromregelbereiches. Der als Open-Collector ausgeführte Fehlermeldeausgang ist low aktiv und dient gleichzeitig als Eingang zur Abschaltung der UND-Verknüpfung des Nullsignals.

Alle Anschlüsse sind gegen Zerstörung durch ESD geschützt. Die Ausgänge sind kurzschlußfest.

### GEHÄUSE SO16N nach JEDEC-Standard

#### ANSCHLUßBELEGUNG SO16N

(von oben)



#### PIN-FUNKTIONEN

Nr. Name Funktion

1	GND	Ground
2	VCC	+5V Versorgungsspannung
3	A	TTL-Ausgang Spur A
4	B	TTL-Ausgang Spur B
5	Z	TTL-Ausgang Spur Z
6	NERR	Fehlerausgang/UND-Abschaltung
7	LED	LED Kathodenanschluß
8	CLR	Siebcondensator Sendestromregelung
9	IZ	Relative Nullspur-Schaltsschwelle
10	ILR	Sendestromeinstellung
11	DZ	Kathode Fotodiode Nullspur Z
12	DPB	Kathode Fotodiode Spur B
13	DNB	Kathode Fotodiode Spur B mit inverser Phasenlage zu DPB
14	DPA	Kathode Fotodiode Spur A
15	DNA	Kathode Fotodiode Spur A mit inverser Phasenlage zu DPA
16	AGND	Anodenanschluß aller Fotodioden, intern mit GND verbunden

### GRENZWERTE

Keine Zerstörung, Funktion nicht garantiert.

Kenn Nr.	Formelzeichen	Benennung	Bedingungen	Bild	Min.   Max.		Einh.
					Min.	Max.	
G001	VCC	Versorgungsspannung			0	7	V
G002	I(DPx) I(DNx)	Strom in Eingängen DPA, DNA, DPB, DNB			-1	1	mA
G003	V(A,B,Z)	Spannung an Ausgängen A, B, Z			0	VCC	
G004	I(A,B,Z)	Strom in Ausgängen A, B, Z	$V(A,B,Z) < 0V$ oder $V(A,B,Z) > VCC$		-4	4	mA
G005	I(DZ)	Strom in Eingang DZ			-1	1	mA
G006	I(ILR) I(IZ)	Strom in ILR, IZ			-6	1	mA
G007	I(CLR)	Strom in CLR			-1	1	mA
G008	I(LED)	Strom in LED	$V(LED) > VCC$		-1	1	mA
G009	I(LED)	Strom in LED	$V(LED) \leq VCC$		-1	60	mA
G010	V(NERR)	Spannung an NERR			0	VCC	
G011	I(NERR)	Strom in NERR	$V(NERR) < 0$ oder $V(NERR) > VCC$		-4	4	mA
TG1	Tj	Chip-Temperatur			-30	130	°C
TG2	Ts	Lagertemperatur			-30	130	°C

### THERMISCHE DATEN

Betriebsbedingungen:  $VCC = 5V \pm 10\%$

Kenn Nr.	Formelzeichen	Benennung	Bedingungen	Bild	Min.   Typ.   Max.			Einh.
					Min.	Typ.	Max.	
T1	Ta	Zulässiger Umgebungstemperaturbereich (erweiterter Temperaturbereich auf Anfrage)			-25		125	°C
T2	Rthja	Thermischer Widerstand Chip / Umgebung	SMD-Montage, ohne besondere Kühlflächen				125	K/W

### KENNDATEN

Betriebsbedingungen: VCC= 5V ±10%, Tj= -25..125°C, wenn nicht anders angegeben.

Kenn Nr.	Formelzeichen	Benennung	Bedingungen	Tj °C	Bild				Einh.
						Min.	Typ.	Max.	
<b>Allgemeines</b>									
001	VCC	Zulässige Versorgungsspannung				4.5		5.5	V
002	I(VCC)	Versorgungsstrom in VCC, Ausgänge A, B, Z hi	Sendestromreg. aktiv: R(ILR/AGND)= 15kΩ, I(LED)= 3mA, NERR= hi; I(A,B,Z)= 0, R(RZ/AGND)= 15kΩ, I(DZ,DPx)= -400nA, I(DNx)= -40..0nA, (x= A,B)	27			4	10	mA mA
003	I(VCC)	Versorgungsstrom in VCC, Ausgänge A, B, Z lo	Sendestromreg. aktiv: R(ILR/AGND)= 15kΩ, I(LED)= 3mA, NERR= hi; I(A,B,Z)= 0, R(RZ/AGND)= 15kΩ, I(DZ,DPx)= -40..0nA I(DNx)= -400nA	27			5.5	12	mA mA
004	fo	Obere Grenzfrequenz für Spur A und B	Signalform Sinus, I(DPx)= -20..-400nA, I(DNx)= -400..-20nA			500			kHz
005	fo	Obere Grenzfrequenz für Nullsignal, Spur Z	Signalform Rechteck, I(DZ)= -20..-400nA, Schwelle 200nA			250			kHz
006	Δtp()	Laufzeitunterschied zwischen A, B, Z						100	ns
<b>Differenzverstärker, Spur A und B</b>									
101	I(DPx) I(DNx)	Zulässiger Sensorstrom an DPA, DNA, DPB, DNB				-600		0	nA
102	CM(P/N)	Gleichlauf DPA zu DNA, DPB zu DNB				0.85	1	1.15	
<b>Differenzkomparator, Spur A und B</b>									
201	Hys	Hysterese bezogen auf $[I(DPx) + I(DNx)] / 2$	I(DPx,DNx)= -400..0nA			15	20	25	%
<b>Verstärker für Nullsignal, Spur Z</b>									
401	I(DZ)	Zulässiger Sensorstrom an DZ				-600		0	nA
<b>Differenzkomparator, Spur Z</b>									
801	Hys	Hysterese bezogen auf I(DZ)	I(DZ)= -400..0nA			7	10	13	%
<b>Push-Pull Ausgänge A, B, Z</b>									
301	Vs()hi	Sättigungsspannung hi	Vs()hi= VB-V(); I()= -400μA	-25			0.9	1.1	V
				27			0.8	1.0	V
				70			0.75	0.9	V
				125			0.7	0.9	V
302	Vs()hi	Sättigungsspannung hi	Vs()hi= VB-V(); I()= -1.6mA	-25			1.2	1.5	V
				27			1.1	1.4	V
				70			1.05	1.3	V
				125			1.05	1.3	V
303	Vs()lo	Sättigungsspannung lo	I()= 0.8mA				0.4	V	
304	Vs()lo	Sättigungsspannung lo	I()= 1.6mA					0.5	V
305	Isc()hi	Kurzschlußstrom hi	V()= 0V..2.8V	27		-8	-3.5	-1.7	mA mA

## KENNDATEN

Betriebsbedingungen: VCC= 5V ±10%, Tj= -25..125°C, wenn nicht anders angegeben.

Kenn Nr.	Formelzeichen	Benennung	Bedingungen	Tj °C	Bild				Einh.
						Min.	Typ.	Max.	
<b>Push-Pull Ausgänge A, B, Z (Fortsetzung)</b>									
306	Isc()lo	Kurzschlußstrom lo	V() <sub>lo</sub> = 1V..VCC	27		2	6	13	mA mA
307	Vc()hi	Clamp Spannung hi	Vc()hi= V()-VCC; I() <sub>hi</sub> = 4mA			0.4		1.5	V
308	Vc()lo	Clamp Spannung lo	I() <sub>lo</sub> =-4mA			-1.5		-0.4	V
<b>Sendestromregelung: CLR, ILR, IZ, LED</b>									
601	ISUM	Zulässiger Summenstrom der Sensoren an DPA, DNA, DPB, DNB	ISUM= I(DPA)+I(DNA) +I(DPB) +I(DNB);			-1500		-50	nA
602	I(LED)	Zulässiger Sendestrom in LED				0.1		50	mA
603	Vs(LED)	Sättigungsspannung an LED	I(LED)= 50mA, I(ILR)> 5µA, ISUM= 0	27		0.4	0.8	1.2	V V
604	V(ILR) V(IZ)	Spannung an ILR, IZ	I(ILR,IZ)= -150..-5µA			1.15	1.22	1.28	V
606	Isc(ILR) Isc(IZ)	Kurzschlußstrom in ILR, IZ	V(ILR)= 0, V(IZ)= 0	27		-5	-2.4		mA mA
607	CR(ILR)	Stromverhältnis I(ILR)/ISUM	Regelkreis geschlossen, ISUM= -800..-50nA			80	100	125	
608	CR(IZ)	Stromverhältnis I(IZ)/I(DZ)	Regelkreis geschlossen, I(DZ)= -400..-10nA			320	400	500	
609	Vc()hi	Clamp Spannung hi an LED, CLR, ILR, IZ	VCC= 0V, I() <sub>hi</sub> = 1mA			0.4		1.0	V
610	Vc()lo	Clamp Spannung lo an LED, CLR, ILR, IZ	VCC= 0V, I() <sub>lo</sub> =-1mA			-1.0		-0.4	V
<b>Fehlermeldung und UND-Logik, Ein-/Ausgang NERR</b>									
501	R(NERR)	Pull-Up Widerstand				20	30	45	kΩ
502	Vt()Gate	Schaltswelle an NERR für Abschaltung der UND-Funktion		27		0.4	0.5	1	V V
701	Vs()lo	Sättigungsspannung lo	I(NERR)= 1.6mA	27			0.15	0.4	V V
702	Vs()lo	Sättigungsspannung lo	I(NERR)= 5mA	27			0.25	0.8	V V
703	Isc()lo	Kurzschlußstrom lo	V(NERR)= 2V..VCC	27		5	15	30	mA mA
704	Vc()hi	Clamp Spannung hi	Vc()hi= V(NERR)-VCC; NERR=hi, I(NERR)= 4mA			0.4		1.5	V
705	Vc()lo	Clamp Spannung lo	NERR=lo, I(NERR)=-4mA			-1.5		-0.4	V

## APPLIKATIONSHINWEISE

Bild 1 zeigt den Aufbau der vollständigen Elektronik eines Inkremental-Drehgebers. Dabei kommen die Bausteine iC-OR (Fotodioden-Array), iC-WT (Inkremental-Encoder) und iC-WE (Leitungstreiber) von iC-Haus zum Einsatz.

Der Drehgeber benötigt die Versorgungsspannungen  $VCC = +5V$  und  $VB = +5V$  bis  $+30V$  (Leitungstreiber) und liefert am Ausgang die aufbereiteten Signale der Spuren A und B und der Nullspur Z. Zur Signalübertragung können z.B. Leitungen von 100m Länge direkt angeschlossen werden. Die obere Grenzfrequenz des Systems liegt bei 500kHz für Spur A/B. Interne Überwachungsfunktionen bestehen für die Chip-Temperatur des Leitungstreibers, für die Versorgungsspannungen und für die Sendestromregelung. Der Anschluß ERROR stellt ein Fehlermeldesignal zur Verfügung, das mit weiteren, externen Fehlersignalen durch einfaches Zusammenschalten logisch verknüpft werden kann.

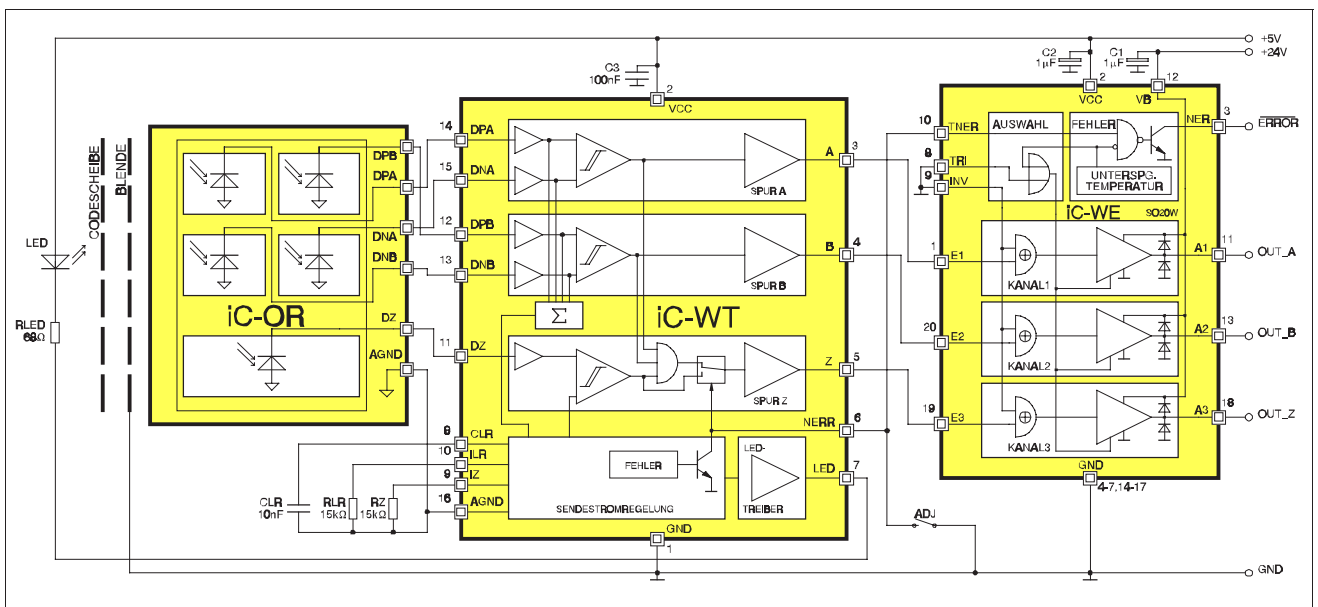


Bild1: Inkremental-Drehgeber

## FUNKTIONSBESCHREIBUNG

Das *Fotodioden-Array* iC-OR besteht aus je zwei Dioden für die Spuren A und B (Differenzansteuerung) und einer Diode für Spur Z (Nullimpuls mit Gleichlichtauswertung) in der für Inkrementaldrehgeber typischen Anordnung. Eine Referenzdiode wird nicht benötigt, da die Schaltschwelle für das Nullsignal aus den Signalen der Spuren A und B erzeugt wird. Der Einsatz des iC-Haus Bausteines iC-WS oder des Siemens Bausteines KOM 2100 ist ebenfalls möglich.

Der *Inkremental-Encoder* iC-WT wertet die Ströme der Fotodioden aus und generiert TTL-kompatible Informationen. Der Nullimpuls wird mit den Spuren A und B logisch UND-verknüpft. Diese Verknüpfung kann zu Justagezwecken durch Anlegen eines Low-Pegels an den Fehlermeldeausgang NERR (kombinierter Ein- und Ausgang) aufgehoben werden.

Eine integrierte Sendestromansteuerung regelt auf einen konstanten Summen-Fotostrom an den Eingängen A/B, der mit dem externen Widerstand RLR als Referenzstrom an ILR vorgegeben wird. Der externe Kondensator CLR stabilisiert diese Regelung.

Über einen mit RZ eingestellten weiteren Referenzstrom an IZ kann bei geregelter und damit konstanter Beleuchtungsstärke die Gleichlichtbewertungsschwelle für den Nullimpuls vorgegeben werden. Bei gleichen Geometrien und homogener Beleuchtung aller Fotodioden können ILR und IZ auf einen gemeinsamen Widerstand arbeiten.

Der Widerstand RLED begrenzt den maximal möglichen Strom durch die LED. Die Sendestromregelung ist mit einer Fehlererkennung ausgestattet, die den Ausgang NERR bei Verlassen des zulässigen Arbeitsbereiches auf Low-Pegel legt (Open-Collector). Die Fehlermeldung spricht z.B. an bei einem Defekt der LED, bei verschmutzten oder beschlagenen Codescheiben oder bei übermäßigen Fremdlichteinflüssen.

Der *Leitungstreiber iC-WE* verfügt über kurzschlußfeste Push-Pull-Endstufen für die Spuren A, B und Z. Die Treiber liefern typisch 300mA bei  $V_B=24V$  und sind intern für einen Wellenwiderstand von  $75\Omega$  angepaßt. Eine Invertierung der Ausgänge ist über den Eingang INV (active-high) möglich. Dadurch ist bei Verwendung von zwei Leitungstreibern auch eine gegenphasige Ansteuerung der Leitung möglich. Zur Unterstützung von Bus-systemen können die Endstufen Tri-State geschaltet werden (Eingang TRI). Eine Fehlererkennung überwacht die Chiptemperatur sowie die Versorgungsspannungen VCC und VB. Im Fehlerfall wird der Open-Collector-Ausgang NER low und die Endstufen hochohmig geschaltet, um eine Zerstörung zu vermeiden. Durch den Fehlereingang TNER kann das Fehlersignal des Inkremental-Encoders auf den Ausgang NER durchgeschaltet werden.

## DIMENSIONIERUNG

### Einstellung der Sendestromregelung

Da die Fotodioden DPA zu DNA bzw. DPB zu DNB gegenphasig beleuchtet werden, gilt für die Regelgröße  $I_{SUM}$  in Abhängigkeit des Fotostromspitzenwertes  $I_{ph,max}$  einer Fotodiode:

$$I_{SUM} = I(DPA) + I(DNA) + I(DPB) + I(DNB) = 2 \times I_{ph,max}$$

Multipliziert mit dem Stromübertragungsfaktor der Sendestromregelung CR(ILR) beträgt der an ILR einzustellende Strom (siehe Kenndaten Nr.607):

$$I_{ILR} = I_{SUM} \times CR(ILR) = 2 \times I_{ph,max} \times CR(ILR)$$

Dieser Strom kann mit einem gegen AGND geschalteten Widerstand  $R_{LR}$  eingestellt werden. Durch die am Pin ILR anliegende Referenzspannung  $V(ILR)$  ergibt sich:

$$R_{LR} = \frac{V(ILR)}{I(ILR)} = \frac{V(ILR)}{2 \times I_{ph,max} \times CR(ILR)}$$

**Beispiel:** Als Vorgabe sollen die Fotodioden so stark beleuchtet werden, daß sie im Maximum einen Fotostrom  $I_{ph,max} = 400nA$  führen. Mit den Kenndaten Nr.604 für  $V(ILR)$  und Nr.607 für  $CR(ILR)$  ergibt sich:

$$R_{LR} = \frac{1.22}{2 \times 400nA \times 100} = 15.25k\Omega$$

### Schaltswelle für das Nullsignal

Die Schaltschwelle für das Nullsignal wird über einen weiteren Referenzstrom definiert. Für den Fall homogener Beleuchtung und gleichen Fotodioden für Spur A/B und Spur Z ergibt sich für die Fotodiode DZ im Maximum ebenfalls der Fotostrom  $I_{ph,max}$ . Maximalen Störabstand erreicht man mit der Gleichlicht-Bewertungsschwelle:

$$I_{th} = \frac{I_{ph,max}}{2}$$

Analog zur Berechnung von  $R_{LR}$  folgt:

$$I_{IZ} = I_{th} \times CR(IZ)$$

$$R_Z = \frac{V(IZ)}{I(IZ)} = \frac{V(IZ)}{I_{th} \times CR(IZ)}$$

**Beispiel:** Als Vorgabe soll die Schwelle  $I_{th} = 200nA$  betragen. Mit den Kenndaten Nr.604 für  $V(IZ)$  und Nr.608 für  $CR(IZ)$  ergibt sich:

$$R_Z = \frac{1.22V}{200nA \times 400} = 15.25k\Omega$$

Ist der Strom aus ILR gleich dem Strom aus IZ, kann auch ein gemeinsamer Widerstand mit dem Wert  $R_{LR,Z} = R_{LR} / 2 = R_Z / 2$  (im Beispiel  $15.25k\Omega / 2 = 7.625k\Omega$ ) verwendet werden. ILR wird direkt mit IZ verbunden.

### Stromgrenzung für die Sendediode

Der Widerstand  $R_{LED}$  begrenzt den maximalen Strom durch die Leuchtdiode LED. Er berechnet sich mit der minimalen Flußspannung  $V_{fw,min}$  der zur Beleuchtung eingesetzten LED, der minimalen Sättigungsspannung des LED-Anschlusses  $Vs(LED)_{min}$  (Kenndaten Nr.603) sowie dem zulässigen Sendestrom für den Treiberausgang  $I(LED)_{max}$  (Kenndaten Nr. 602) zu:

$$R_{LED} = \frac{VCC_{max} - V_{fw,min} - Vs(LED)_{min}}{I(LED)_{max}}$$

**Beispiel:**  $R_{LED} = (5.5V - 1.2V - 0.4V) / 50mA = 78\Omega$

Der niedrigste Wert für die Strombegrenzung ergibt sich durch Einsetzen der maximalen Sättigungsspannung des LED-Anschlusses  $Vs(LED)_{max}$  und der maximalen LED-Flußspannung  $V_{fw,max}$ :

$$I(LED)_{lim} \geq \frac{VCC_{min} - V_{fw,max} - Vs(LED)_{max}}{R_{LED}}$$

**Beispiel:**  $I(LED)_{lim} = (4.5V - 1.5V - 1.2) / 78\Omega \approx 19mA$

Der eingesetzte Grenzwert für die Sättigungsspannung  $Vs(LED)_{max}$  von 1.2V wird jedoch von Strömen unter 50mA nicht erreicht. Der reale Mindestwert für die Strombegrenzung liegt also etwas höher.

### Kondensator an CLR

Der Wert des Kondensators  $C_{LR}$  ist unkritisch. Der zulässige Wertebereich wird nach unten eingeschränkt durch die Stabilität der Regelung. Es gilt:

$$C_{LR,min} = \frac{1nF \times 15k\Omega}{R_{LR}}$$

Nach oben ist der Wert beschränkt durch die Totzeit  $\tau$  der Sendestromregelung nach dem Einschalten der Versorgungsspannung:

$$C_{LR,max} = \frac{0.25 \times \tau}{R_{LR}}$$

**Beispiel:**  $\tau = 100ms$ ,  $R_{LR} = 15k\Omega$ :  $C_{LR,max} = (0.25 \times 100ms) / 15k\Omega \approx 1.5\mu F$

## PLATINENLAYOUT

Bei der Erstellung des PCB-Layouts sollen folgende Punkte beachtet werden:

- Kurze Verbindungen zwischen Fotodioden-Array und iC-WT, um Verkopplungen und Einstreuungen auf die kleinen Fotoströme zu minimieren.
- Die Anoden der Fotodioden mit Anschluß AGND des iC-WT kurzschließen. Die Verbindung mit GND erfolgt ausschließlich chip-intern.
- $R_{LR}$ ,  $R_Z$ ,  $C_{LR}$  ebenfalls gegen AGND schalten.
- Die Leiterbahnen der Ausgänge von iC-WT und iC-WE nicht in der Nähe der Verbindungen zwischen Fotodioden-Array und iC-WT führen oder durch eine dazwischenliegende GND-Bahn entkoppeln.
- Anschlußpunkt einer Metallblende für das Fotodioden-Array ist GND am iC-WT



## DEMO-BOARD

Das Demo-Board gibt auf einfache Art und Weise einen Überblick über die Eigenschaften des iC-WT. Das Encoder-IC ist bereits mit den notwendigen externen Bauteilen beschaltet. Zusätzlich sind Baugruppen vorhanden, mit deren Hilfe sich - auch ohne Drehgeber - Messungen durchführen lassen. Die Bilder 2 bis 4 zeigen die Schaltung sowie die Ober- und die Unterseite der Testplatine.

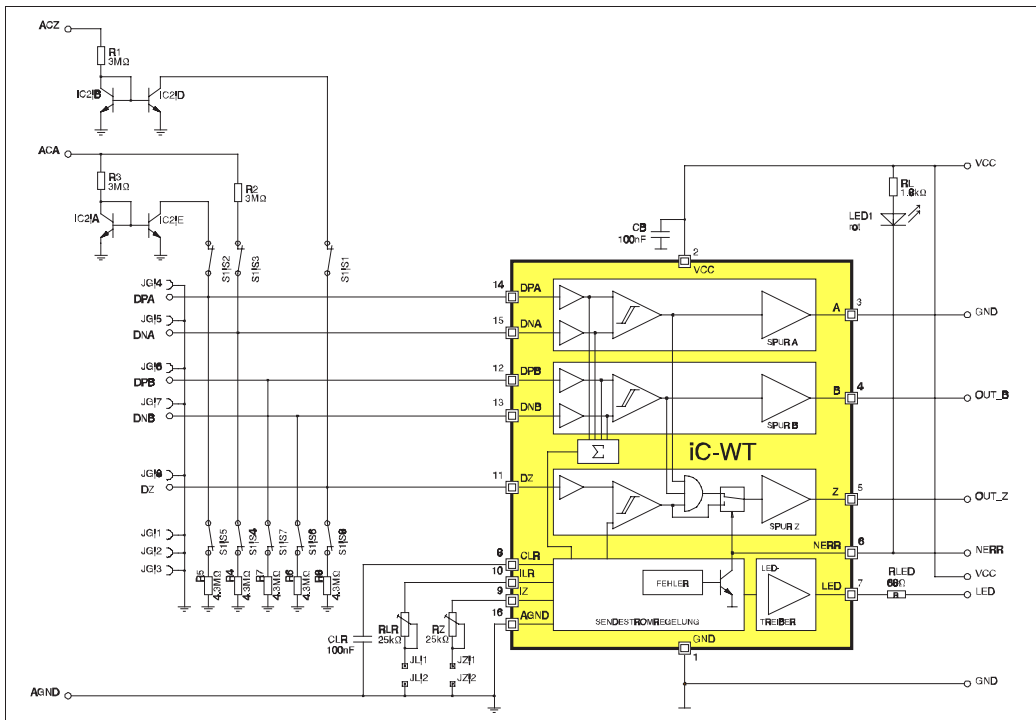


Bild 2: Schaltplan des Demo-Boards

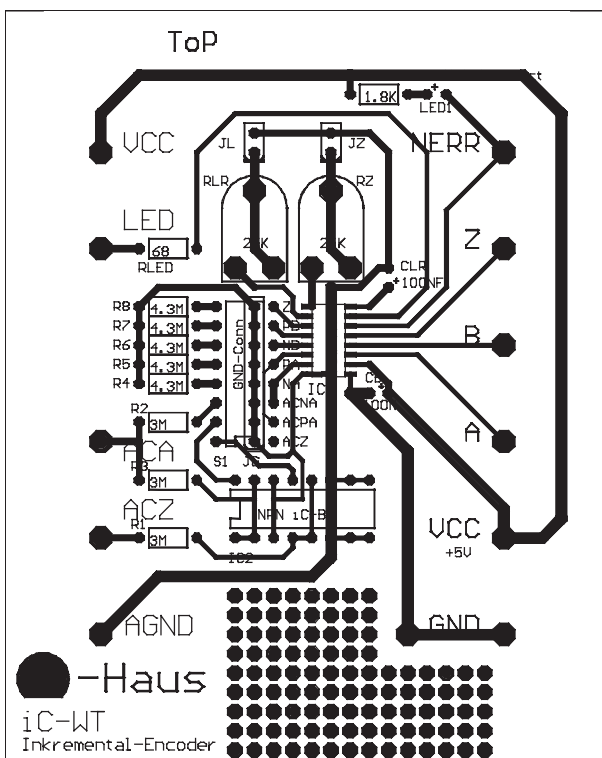


Bild 3: Demo-Board (Bestückungsseite)

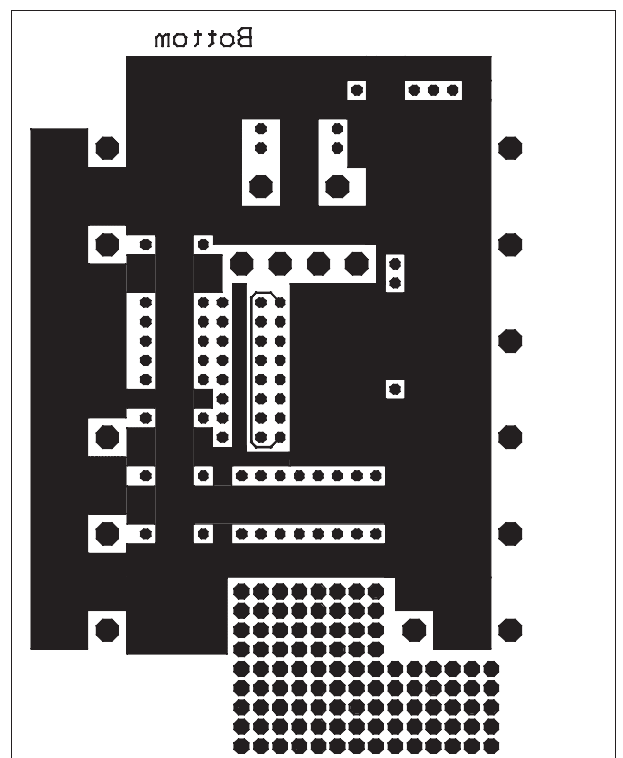


Bild 4: Demo-Board (Lötseite)

## MESSUNGEN MIT DEM DEMO-BOARD

Der iC-WT kann auf drei verschiedenen Ebenen untersucht werden:

1. Statische Beschaltung der Sensoreingänge mit Konstantströmen (über DIP-Schalter)
2. Dynamische Beschaltung der Sensoreingänge mittels Funktionsgenerator und Stromspiegelschaltung
3. Dynamische Beschaltung der Sensoreingänge mittels eines Drehgebers mit Fotodioden-Array

Für alle Messungen ist zwischen VCC und GND eine geregelte Versorgungsspannung von +5 Volt anzulegen. Da der iC-WT mit sehr kleinen Sensorströmen arbeitet, sollte die Arbeitsfläche über eine isolierte Abschirmung (z.B. einseitig kupferkaschierte Platte) verfügen, die mit GND verbunden ist.

GND und AGND sind chipintern verbunden und sollen nicht extern verbunden werden.

Zwischen LED und VCC kann die Sende-LED des Drehgebers oder - bei Messungen ohne Drehgeber - eine farbige LED zur optischen Kontrolle angeschlossen werden.

### 1.1 Statische Funktion von A, B und Z

Die UND-Verknüpfung des Nullsignals Z mit A und B ist durch Verbindung des kombinierten Ein-/Ausgangs NERR mit GND abzuschalten; dabei leuchtet die rote Kontroll-LED. Die beiden Trimpotis sollten sich zunächst in Mittelstellung befinden; die DIP-Schalter seien geöffnet.

Durch Schließen eines DIP-Schalters Nr. 4 bis 8 wird der entsprechende Sensor-Eingang über einen Widerstand (R4 bis R8) mit AGND verbunden. Da jeder Eingang auf konstantem (aber temperaturabhängigem !) Spannungspotential  $V(T)$  liegt, fließt ein Konstantstrom der Größe:

$$I = V(T) / R.$$

Bei Raumtemperatur ergibt sich etwa:

$$I = 1.8V / 4.3M\Omega = 420nA$$

Dieser eingepreßte Strom soll den Fotostrom einer beleuchteten Fotodiode nachbilden. Ein geöffneter Schalter simuliert eine unbeleuchtete Diode ( $I = 0$ ).

Die Spuren A und B werden differentiell ausgewertet. Der entsprechende Ausgang ist high (low), wenn nur aus dem P(ositiven) (N(egativen)) Eingang Strom fließt. Führen beide Eingänge keinen oder den gleichen Strom, behält der Ausgang aufgrund der Hysterese seinen alten Zustand bei.

Die Spur Z wird mit einer durch den Trimmer RZ eingestellten Stromschwelle verglichen. Ist der Eingangsstrom größer, so ist der Ausgang Z high. Der aus IZ fließende Strom wird mit RZ vorgegeben:

$$I_{IZ} = V(IZ) / RZ$$

Die eingestellte Stromschwelle ergibt sich mit Hilfe des Stromübertragungsfaktors  $CR(IZ)$  zu:

$$I_{th} = V(IZ) / (CR(IZ) \times RZ)$$

Bei Mittelstellung des Trimmers RZ gilt etwa:

$$I_{th} = 1.22V / (400 \times 12.5k\Omega) = 244nA$$

Der mit RZ eingestellte Widerstandswert kann nach Entfernen des Jumpers JZ gemessen werden.

### 1.2 Sendestromregelung und Fehlerausgang

Mit einer zwischen LED und VCC geschalteten Leuchtdiode kann die Funktion der Sendestromregelung überprüft werden. Die Spannung an NERR wird durch die rote LED auf dem Demo-Board angezeigt. Sie leuchtet, wenn NERR aktiv, d.h. low ist.

Der Sollwert der Empfangsleistung wird am Pin ILR über den Trimmer RLR eingestellt. Der Widerstandswert kann nach Entfernen des Jumpers JLR gemessen werden. Die Empfangsleistung ist definiert als die Summe der Ströme an den Eingangspins DPA, DNA, DPB und DNB. Der Sollwert  $I_{SUM}$  beträgt:

$$I_{SUM} = V(ILR) / (RLR \times CR(LR))$$

oder:

$$RLR = V(ILR) / (I_{SUM} \times CR(LR))$$

Sind zwei der DIP-Schalter Nr.4 bis 7 geschlossen, ergibt sich für den Istwert von  $I_{SUM}$ :

$$I_{SUM} = 2 \times 420nA = 840nA,$$

Entsprechend für den Widerstand RLR:

$$RLR = 1.22V / (840nA \times 100) = 14.5k\Omega$$

Ist der mit dem Trimmer RLR eingestellte Widerstand kleiner, so ergibt sich ein - verglichen mit dem Istwert - größerer Sollwert. Die Regelung versucht, dies durch Erhöhen des Sende-LED-Stromes auszugleichen. Da der Regelkreis nicht geschlossen ist, läuft die Regelung an den oberen Anschlag, und die Sende-LED leuchtet hell. Ist der mit dem Trimmer RLR eingestellte Widerstand größer, so ergibt sich ein verglichen mit dem Istwert kleinerer Sollwert. Die Regelung versucht, dies durch Vermindern des Sende-LED-Stromes auszugleichen. Da der Regelkreis nicht geschlossen ist, läuft die Regelung an den unteren Anschlag, und die Sende-LED erlischt. Dazwischen gibt es einen linearen Bereich in dem die Sende-LED mit einem zur Regeldifferenz proportionalen Strom betrieben wird. In diesem Bereich wird der Ausgang NERR über einen chipinternen Pull-Up-Widerstand auf VCC-Potential gezogen, und die Error-Anzeige ist dunkel. Befindet sich die Regelung an einem Anschlag, ist NERR low, und die Error-LED leuchtet.

### 1.3 UND-Verknüpfung der Spur Z mit A und B

Der Meßaufbau ist identisch mit 1.2. Die Sendestromregelung wird als der normale Betriebszustand so eingestellt, daß sie im linearen Bereich arbeitet, d.h. NERR high ist. Die UND-Verknüpfung von Spur Z mit A und B ist jetzt aktiviert. Mit RZ in Mittelstellung kann der Ausgang Z nur dann über DIP-Schalter Nr. 8 high geschaltet werden, wenn A und B ebenfalls high sind (DIP-Schalter Nr. 5 und 7 geschlossen, 4 und 6 offen). Sind A oder B oder beide low, so wird der High-Zustand von Z nur dann an seinen Ausgang weiter-geschaltet, wenn der kombinierte Ein-/Ausgang NERR mit GND verbunden wird (UND-Deselect). Dieser Fall ist auch dann gegeben, wenn eine Fehlerbedingung der Sendestromregelung vorliegt. Im realen Betrieb ist dieser Fall ohne Bedeutung, da im Fehlerfall der Zustand der Spuren A und B ohnehin undefiniert ist.

### 2.1 Dynamische Ansteuerung

Zur Überprüfung der dynamischen Operation sind die Eingänge mit Hilfe eines Funktionsgenerators zu beschalten. Spur A und B sind identisch aufgebaut, so daß nur A und Z untersucht werden müssen.

Die Signaleinspeisung am Demo-Board erfolgt für Spur A über den Pin ACA. Ein zwischen ACA und AGND geschalteter Funktionsgenerator soll ein Dreiecks- oder Sinussignal variabler Frequenz erzeugen. DIP-Schalter Nr. 2 und 3 werden geschlossen, und Nr. 4 und 5 werden geöffnet. Das ACA-Signal gelangt über R3 an eine Stromspiegel-Schaltung bestehend aus zwei NPN-Transistoren IC2A und IC2E, die das Eingangssignal zur Differenzansteuerung aufbereitet.

Für den Strom durch R3 und damit den Strom aus DPA gilt mit  $V_{ACA}$  als Eingangsspannung:

$$I_{DPA} = (V_{ACA} - V_{BE}) / R3$$

Für den Strom aus DNA ergibt sich:

$$I_{DNA} = (V_{DNA} - V_{ACA}) / R2$$

Die Eingangsströme nehmen mit  $R2 = R3$  den gleichen Wert an für eine symmetrische Ansteuerung über  $V_{ACA}$  als Mittelspannung zwischen  $V_{DNA}$  und  $V_{BE}$ :

$$V_{ACA} = (V_{DNA} + V_{BE}) / 2 \approx 1.16V$$

$$I_{DPA} = \{(V_{DNA} + V_{BE}) / 2 - V_{BE}\} / R3$$

$$= \{V_{DNA} / 2 - V_{BE} / 2\} / R3$$

$$= \{1.8V / 2 - 0.52V / 2\} / 3M\Omega$$

$$= 213nA$$

$$I_{DNA} = \{V_{DNA} - (V_{DNA} + V_{BE}) / 2\} / R2$$

$$= \{V_{DNA} / 2 - V_{BE} / 2\} / R2$$

$$= \{1.8V / 2 - 0.52V / 2\} / 3M\Omega$$

$$= 213nA$$

Die Aussteuerung von ACA um diesen Mittelwert wirkt als lineare Differenzansteuerung der Eingänge DPA und DNA. Die Aussteuerungsgrenzen sind  $V_{BE}$  und  $V_{DNA}$ .

Am Ausgang A kann mit einem Oszilloskop ein entsprechendes Rechtecksignal abgegriffen werden. Für ein Tastverhältnis von 1:1 muß evtl. die temperaturabhängige Mittenspannung an ACA nachgestellt werden. Außerdem wirken sich bei hohen Frequenzen oberhalb 200kHz die parasitären Kapazitäten der Testbeschaltung auf die Ansteuerung und damit auf das Ausgangssignal aus.

Die Spur Z kann durch Schließen von DIP-Schalter Nr. 1 und Öffnen von Nr. 8 gemessen werden. Die Signaleinspeisung erfolgt über ACZ, R1 und den 1:1-Stromspiegel IC2B, IC2D. Die für Spur A gemachten Angaben gelten sinngemäß.

Die Vergleichschwelle wird an RZ eingestellt (keine Differenzansteuerung). Falls die UND-Verknüpfung aktiviert ist, müssen die Ausgänge A und B high sein, damit der Ausgang Z schalten kann.

### 3.1 Ansteuerung mit Drehgeber

Das Demo-Board kann von einem Drehgeber mit Fotodioden-Array angesteuert werden. Die Verbindung zwischen Drehgeber und Demo-Board muß über abgeschirmtes Kabel erfolgen. Nach Entfernen des DIP-Schalters kann der beigelegte Stecker montiert werden. Die Bilder 5 und 6 zeigen den Anschluß.

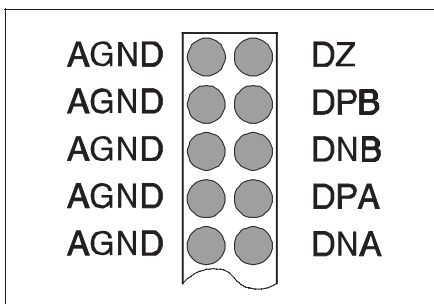


Bild 5: Steckerbelegung

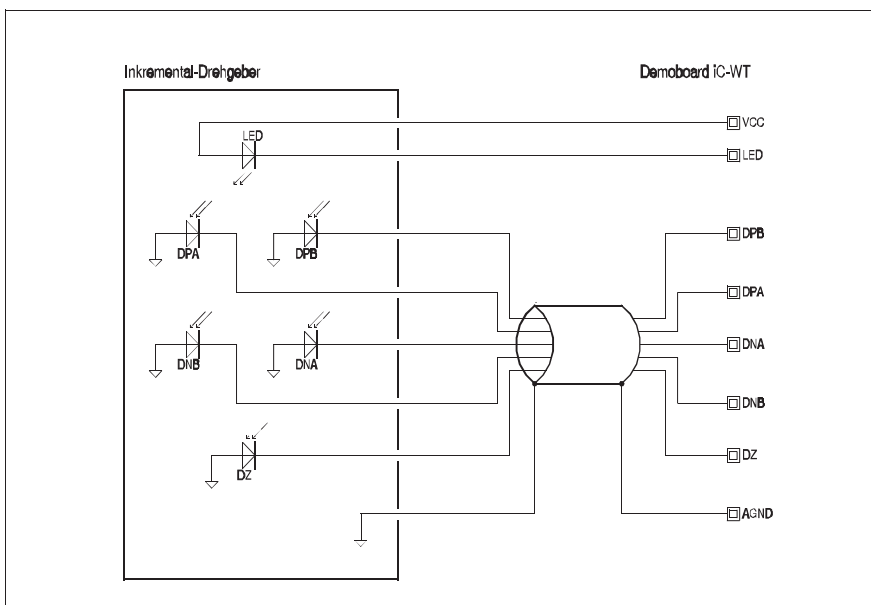


Bild 6: Anschluß eines Fotodioden-Arrays

**BESTELL-HINWEISE**

Typ	Gehäuse	Bestellbezeichnung
iC-WT WT Demo-Board	SO16N	iC-WT-SO16N WT Demo-Board

Auskünfte über Preise, Liefertermine, Liefermöglichkeiten anderer Gehäuseformen usw. erteilt

**iC-Haus GmbH**  
**Am Kuemmerling 18**  
**55294 Bodenheim**

**Tel. 06135-9292-0**  
**Fax 06135-9292-192**  
**<http://www.ichaus.com>**

Die vorliegende Spezifikation betrifft ein neuentwickeltes Produkt. iC-Haus behält sich daher das Recht vor, Daten ohne weitere Ankündigung zu ändern. Setzen Sie sich gegebenenfalls mit uns in Verbindung, um die aktuellen Daten zu erfragen. Die angegebenen Daten dienen allein der Produktbeschreibung und sind nicht als zugesicherte Eigenschaft im Rechtssinn aufzufassen. Etwaige Schadensersatzansprüche gegen uns - gleich aus welchem Rechtsgrund - sind ausgeschlossen, soweit uns nicht Vorsatz oder grobe Fahrlässigkeit trifft. Wir übernehmen keine Gewähr dafür, daß die angegebenen Schaltungen oder Verfahren frei von Schutzrechten Dritter sind. Ein Nachdruck - auch auszugsweise - ist nur mit Zustimmung des Herausgebers und mit genauer Quellenangabe zulässig.