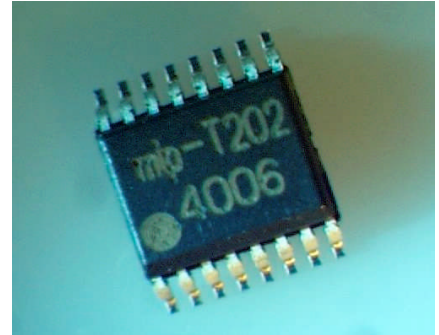


2-fach Strom-/Spannungs-Schnittstellen-IC

Eigenschaften

- zwei Strom- und zwei Spannungs-Schnittstellen
- jede Schnittstelle unabhängig einstellbar
- eine einstellbare Spannungs-/Stromquelle
- Versorgung von Prozessor oder Sensor möglich
- Ausgangskurzschluss- und Verpolschutz
- Kleines Gehäuse: SSOP16



Arbeitsbereich

- Temperaturbereich: $T_a = -40 - 105^\circ\text{C}$
- Spannungsversorgung: $V_{CC} = 8 - 36\text{V}$
- Stromausgänge: $I_{IO} = 0 - 20\text{mA}, 100\text{mA}$
- Spannungsausgänge: $V_{VO} = 0 - 10\text{V}$

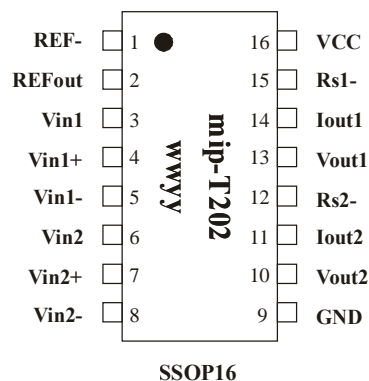
Applikationen

- Sensorsignalwandler, LED-Ansteuerung
- Sensor- und Prozessor-Versorgung
- 0 – 5/10V, 0/4 – 20mA-Schnittstellen
- Industrie, Automatisierungstechnik

Beschreibung

Der mip-T202 ist ein Schnittstellen- und LED-Treiber-IC mit je zwei unabhängigen Strom- und Spannungsausgängen und einer einstellbaren Spannungs-/Strom-Referenz. Die Referenz kann eine Sensorzelle (Spannungs-/Stromspeisung) oder einen Prozessor (Referenz-Ausgangsstrom bis 25mA) versorgen. Entwickelt für die 0/4 – 20mA-Stromschnittstelle eignet sich das IC aber auch als Ansteuerung für LEDs oder als steuerbare Stromquelle. In Abhängigkeit der externen Treibertransistoren sind Ströme bis maximal 100mA zulässig.

Anschlüsse



Pin	Bezeichnung
VCC	Versorgungsspannung
GND	Masse
REF-	Referenz-Eingang
REFout	Referenz-Ausgang
Vin	Strompfad-Eingang
RS-	Sense-Widerstand negativ
Iout	Strom-Ausgang
Vin+	Spannungs-Eingang positiv
Vin-	Spannungs-Eingang negativ
Vout	Spannungs-Ausgang
1 / 2	Signalpfad 1 oder 2

Blockschaltbild

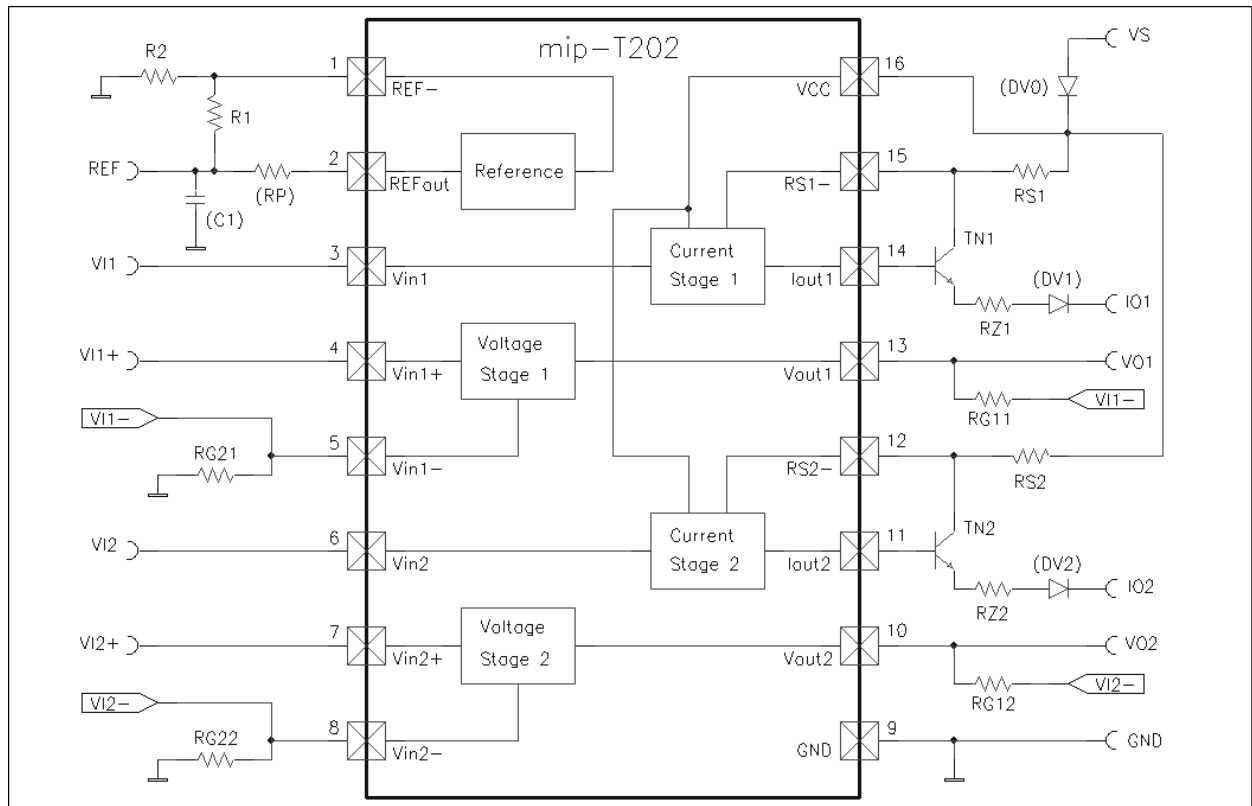


Bild 1: Blockschaltbild mip-T202 mit typischer Referenz- und Schnittstellenbeschaltung
Bauelemente in Klammern nur in Abhängigkeit von der Applikation erforderlich

Boundary conditions

Parameter	Symbol	Description	Min.	Typ.	Max.	Unit
Referenz Resistors	$R_1 + R_2$	voltage-/current-reference	80		220	k Ω
Gain Resistor	R_{G1}	voltage output stages	20			k Ω
Gain Resistors	$R_{G1} + R_{G2}$	voltage output stages	80		220	k Ω
Breakdown Voltage	$V_{BR} (D_V)$	external (schottky) diodes	40			V
Forward Current Gain	$\beta_F (T_N)$	external npn-transistor, $I_{IO} = 20\text{mA}$	60			
	$\beta_F (T_N)$	external npn-transistor, $I_{IO} = 100\text{mA}$	250			
Thermal Resistance	R_{th}	SSOP16 plastic package		140		$^{\circ}\text{C}/\text{W}$
Absolute Maximum Ratings						
Supply Voltage Range	V_{CC}		0		40	V
Operating Temperature Range	T_a	ambient temperature	-40		105	$^{\circ}\text{C}$
Storage Temperature Range	T_s		-55		150	$^{\circ}\text{C}$
Junction Temperature Range	T_j				150	$^{\circ}\text{C}$
Lead Temperature	T_l	soldering 10s			300	$^{\circ}\text{C}$

Electrical specifications

$T_a = 25^\circ\text{C}$, $V_{CC} = 16\text{V}$ (unless otherwise noted)

Parameter	Symbol	Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
Supply Voltage Range	V_{CC}		8		36	V
Supply Current	I_{CC}	$I_{REF} = 0$, $V_{VI} = V_{VI+} = 0$		0.8		mA
	I_{CC}	$I_{REF} = 0$, $V_{VI+} = V_{VI-} = 3\text{V}$ (*)		1.2		mA
Adjustable Voltage- / Current-Reference: $V_{REF} = V_{BG} * (R_1 + R_2) / R_2$ or $I_{REF} = V_{BG} / R_2$						
Bandgap Reference	V_{BG}	$V_{CC} > 10\text{V}$	1.21	1.25	1.29	V
Bandgap Reference Drift	dV_{BG}/dT	$T_a = -40\dots+105^\circ\text{C}$		± 80		ppm/ $^\circ\text{C}$
Power Supply Rejection Ratio	PSSR (V_{BG})			86		dB
Output Voltage Drop	V_{DR}	$V_{CC} - V_{REFout}$	3			V
Output Voltage Range	V_{REF}	$R_p = 0$	V_{BG}		$V_{CC} - V_{DR}$	V
Output Current	I_{REF}	$R_p > 0$, respect to power dissipation			25	mA
Load Capacitance	C_L			100		nF
Current Output Stages						
Input Voltage Range	V_{IR}	$V_{CC} \geq 10\text{V}$	0		5	V
Offset Voltage	V_{OS}			± 2		mV
Offset Voltage Drift	dV_{OS}/dT			± 8		$\mu\text{V}/^\circ\text{C}$
Input Bias Current	I_B			16		nA
Sense Resistor	R_S	$I_{IO} = 20\text{mA}$	50		250	Ω
Sense Resistor Voltage	V_{RS}			V_{Vin}		V
Sense Resistor Voltage Fullscale	$V_{RS}(\text{FS})$		1		5	V
Output Current Range	I_{IO}	$I_{IO} = V_{VI} / R_S$	0	20	100	mA
Output Offset Current	I_{OS}			-20		μA
Stabilization Resistor	R_Z		$R_S / 4$	$R_S / 3$		Ω
Internal Voltage Drop	V_{DI}	$V_{RS} - V_{Iout}$, $\beta_F(T_N) \geq 100$	1.2			V
Output Voltage Range	V_{IOR}	$V_C = I_{IOmax} * (R_S + R_Z) + V(T_N, D_V) + V_{DImax}$	0		$V_{CC} - V_C$	V
Output Resistance	R_{IO}		1			M Ω
Load Resistance	R_L	V_{IOmax} / I_{IO}	0	500		Ω
Load Capacitance	C_L		0		50	nF
Slew Rate	SR	$R_L = 100\Omega$, $C_L = 1\text{nF}$		0.2		V/ μs
Linearity				0.05		%FS
Voltage Output Stages						
Adjustable Gain	G_V		1			
Input Voltage Range	V_{IR}		0		$V_{CC} - 4$	V
Offset Voltage	V_{OS}			± 1		mV
Offset Voltage Drift	dV_{OS}/dT			± 3.5		$\mu\text{V}/^\circ\text{C}$
Input Bias Current	I_B			16		nA
Power Supply Rejection Ratio	PSRR			90		dB
Output Voltage Range	V_{OR}	$R_L = 10\text{k}\Omega$, $V_O \leq 10\text{V}$	0.01		$V_{CC} - 4$	V
Output Current Limitation	I_{LIM}	short circuit protection				mA
Load Resistance	R_L	$R_{G1} + R_{G2} \geq 80\text{ k}\Omega$, $V_O \leq 10\text{V}$	10			k Ω
Load Capacitance	C_L		0	10	50	nF
Slew Rate	SR	$R_L = 2\text{k}\Omega$, $C_L = 1\text{nF}$		0.14		V/ μs

(*) all four inputs of the current and voltage interfaces without external currents

Funktionsbeschreibung

Strom- und Spannungsschnittstellen sind nach wie vor weit verbreitet. Speziell für den Einsatz in Sensorsystemen, die zwei (vier) analoge Signalpfade, zum Beispiel für Druck und Temperatur benötigen, wurde das 2-fach Strom-/Spannungs-Schnittstellen-IC von micro-part entwickelt. Der Baustein enthält vier unabhängige Signalpfade: je zwei einstellbare Strom- und Spannungsausgänge mit Kurzschluss- und Verpolschutz. Zur Versorgung von externen Komponenten wie Sensorzelle oder Prozessor ist eine einstellbare Referenz integriert, die bis zu 25 mA Strom liefert.

Einsetzbar ist der Baustein im erweiterten Temperaturbereich von $-40 - 105^{\circ}\text{C}$ und im Spannungsbereich von $8 - 36\text{V}$. Er ist erhältlich in einem kleinen SSOP16-Gehäuse. Neben den angesprochenen Strom- und Spannungsschnittstellen, z. B.: $0/4 - 20\text{mA}$, $0 - 5/10\text{V}$, eignet sich der Baustein auch besonders für LED-Applikationen sowie als steuerbare Strom-/Spannungsquellen. Werden nur die Stromausgänge gebraucht, lassen sich die Spannungsstufen auch für Operationsverstärker-Applikationen einsetzen.

Die Referenz, die Ausgangsströme und die Ausgangsspannungen können über externe Widerstände eingestellt bzw. angepasst werden. Neben diesen Widerständen werden an zusätzlichen Bauteilen nur zwei externe Ausgangstransistoren $T_{\text{NI},2}$, bei Verpolschutz die Dioden $D_{\text{V}1,2}$ (gegen V_{CC} auch $D_{\text{V}0}$) und die Kapazität C_1 (bei Mikroprozessor-Versorgung meistens die vom Hersteller vorgeschriebene Kapazität) benötigt. Die externen Transistoren verringern die interne Verlustleistung des ICs und die Dioden gewährleisten den Verpolschutz dieser Transistoren. Für die Auswahl der Transistoren muss deren maximale Verlustleistung beachtet werden. Werte für die externen Komponenten finden sich in den Boundary Conditions.

Die minimal erforderliche Versorgungsspannung V_{S} wird durch die Referenzspannung, den maximalen Hüben an den Strom- und Spannungsausgängen, den maximalen internen Spannungsabfällen am mip-T202 und den erforderlichen externen Bauteilen definiert: $V_{\text{S}} \geq$ minimale Versorgung an der Referenz V_{CCR} , den Stromausgängen V_{CCIO} und den Spannungsausgängen V_{CCVO} .

$$V_{\text{S}} \geq \text{Maximum} (V_{\text{CCR}}, V_{\text{CCIO}}, V_{\text{CCVO}})$$

Die maximalen Ströme aus der Referenz und aus den Spannungsausgängen sind abhängig von der anfallenden Verlustleistung im IC. Die wesentlichen Blöcke sind: Verlustleistung durch Eigenstromaufnahme (P_{ICC}), durch Strom aus der Referenz (P_{REF}) und durch Strom aus den Spannungsausgängen (P_{VO}).

$$P_{\text{sum}} = P_{\text{ICC}} + P_{\text{REF}} + P_{\text{VO1}} + P_{\text{VO2}}$$

Die Details sind in den einzelnen Funktionsblöcken und im abschließenden Kapitel über die Ermittlung der Verlustleistung beschrieben.

1) Spannungs-/Strom-Referenz (Pins: REF-, REFout)

Die Referenz wird über externe Widerstände (R_1, R_2) eingestellt. Sie lässt sich stufenlos von der Bandgap-Spannung V_{BG} (intern) aufwärts bis zur Versorgungsspannung V_{CC} minus internem Spannungsabfall V_{DR} einstellen (für die externe Versorgungsspannung V_{S} muss noch die oft vorhandene Verpolschutzdiode beachtet werden). Zur Minimierung der Verlustleistung im mip-T202 kann ein externer Widerstand R_{P} zwischen REFout und REF geschaltet werden.

Die Referenzspannung berechnet sich: $V_{\text{REF}} = V_{\text{BG}} * (R_1 / R_2 + 1)$
erforderliche Versorgungsspannung: $V_{\text{CCR}} \geq V_{\text{REF}} + V_{\text{DRmin}}, R_{\text{P}} = 0$
schwankende Versorgungsspannung: $V_{\text{S}} \pm \Delta V \rightarrow V_{\text{CCmin}}$ und V_{CCmax}
interne Verlustleistung minimieren durch: $R_{\text{P}} \leq (V_{\text{CCmin}} - V_{\text{DRmin}} - V_{\text{REF}}) / I_{\text{REFmax}}$

→ maximale Verlustleistung in R_p :
 maximale interne Verlustleistung:

$$P_{RPmax} = (I_{REFmax})^2 * R_p$$

$$P_{REFmax} = (V_{CCmax} - R_p * I_{REFmax} - V_{REF}) * I_{REFmax}$$

Referenz als Stromquelle:

$$I_{REF} = V_{BG} / R_2, \text{ Sensor anstelle von } R_1$$

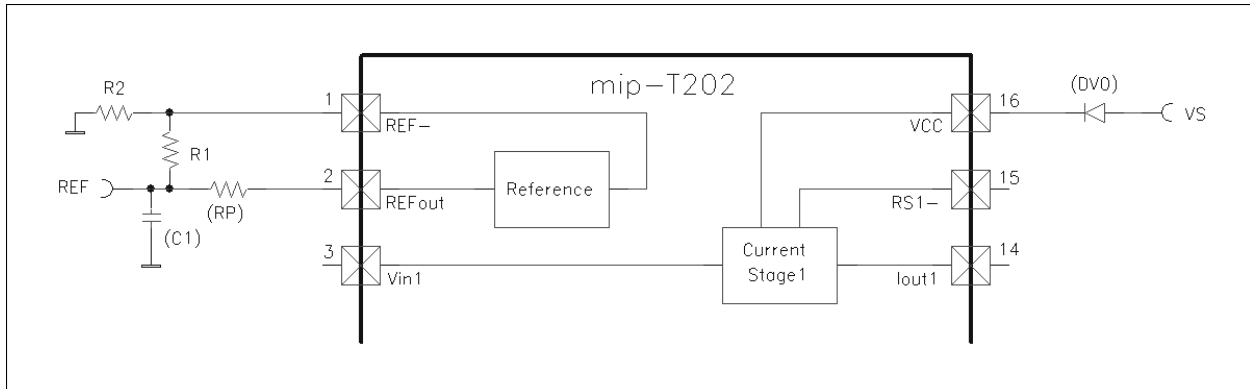


Bild 2: Spannungs-/Stromreferenz, REF ist Spannungsausgang, bei Stromspeisung Sensor anstelle von R_1

Beispiel:

$$V_{BG} = 1.25V, V_{REF} = 5V \rightarrow R_1 = 100k\Omega \rightarrow R_2 = 33k\Omega$$

$$V_{CCR} \geq 5V + 3V = 8V, R_p = 0$$

$$V_S = 24V \pm 10\% \rightarrow V_{CCmin} = 21,6V, V_{CCmax} = 26,4V, \text{ ohne Diode } DV_0$$

$$V_{CCmin} = 20,8V, V_{CCmax} = 26,0V, \text{ mit Diode } DV_0, I_{REFmax} = 10mA$$

$$R_p \leq (20,8V - 3V - 5V) / 10mA = 1280\Omega \rightarrow R_p = 1,2k\Omega$$

$$P_{RPmax} = (10mA)^2 * 1,2k\Omega = 120mW$$

$$P_{REFmax} = (26V - 1,2k\Omega * 10mA - 5V) * 10mA = 90mW$$

2) Stromausgang (Pins: VCC, VI1/2, RS1/2-, Iout1/2)

Die Stromausgänge sind als 0/4 – 20mA-Schnittstelle mit Verpolschutz (externe Dioden D_V) konzipiert. Sie sind spannungsgesteuerte Stromquellen und eignen sich daher auch hervorragend zum Ansteuern von LEDs (abhängig von den externen Transistoren jeweils bis 100mA).

Berechnung von einem Stromausgang: Das IC regelt die Spannung über dem Sense-Widerstand R_S auf die Eingangsspannung V_{vin} und erzeugt dadurch den Ausgangsstrom; der Spannungsabfall über dem Sense-Widerstand entspricht der Eingangsspannung. Dieser Spannungsabfall kann durch Untersetzung der Eingangsspannung über die Widerstände R_{I1} und R_{I2} verringert werden (V_{CCmin} zu klein).

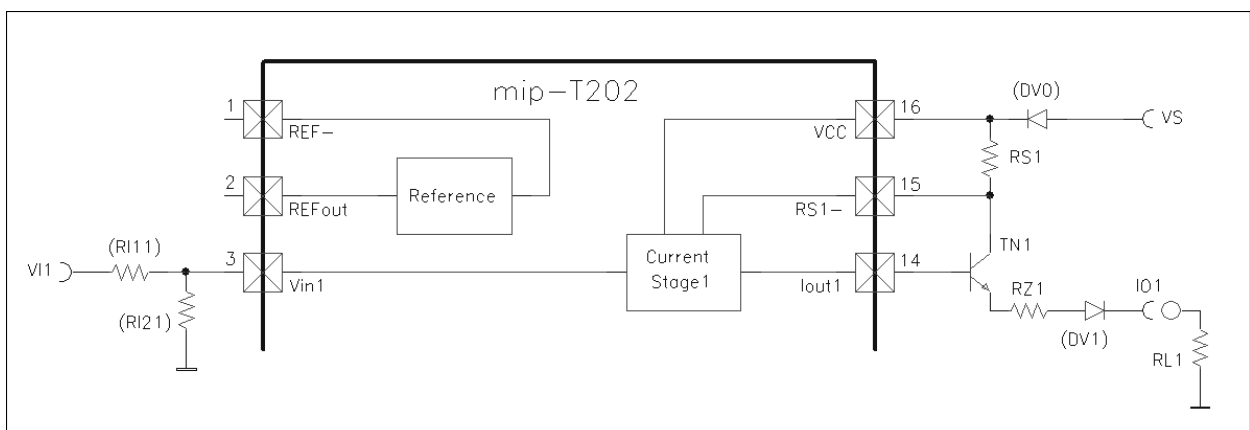


Bild 3: Stromschnittstelle 1, Beschaltung Stromschnittstelle 2 ist identisch

Der Ausgangsstrom berechnet sich: $I_{IO} = V_{VI} / R_S$, ohne R_{I1} und R_{I2} , $V_{VI} \leq V_{VI\max}$
 $I_{IO} = V_{VI} * R_{I2} / (R_{I1} + R_{I2}) / R_S$
 erforderliche Versorgungsspannung: $V_{CCIO} \geq I_{IO\max} * R_{\text{sum}} + V_{BE_{TN}} + V_{DV\max} + V_{D\text{Imin}}$
 mit $R_{\text{sum}} = R_S + R_Z + R_L$, R_L externer Lastwiderstand
 schwankende Versorgungsspannung: $V_S \pm \Delta V \rightarrow V_{CC\min}$ und $V_{CC\max}$
 Spannungsabfall an T_N : $V_{CE_{TN}} = V_{CC} - I_{IO\max} * R_{\text{sum}} - V_{DV}$
 → Verlustleistung in T_N : $P_{TN} = V_{CE_{TN}} * I_{IO}$
 interne Verlustleistung: vernachlässigbar, nur Ansteuerströme

Beispiel: $I_{IO} = 20\text{mA}$, $R_L = 500\Omega$, $V_{VI} = 3\text{V} \rightarrow R_S = 150\Omega \rightarrow R_Z = 39\Omega$
 $V_{CCIO} \geq 20\text{mA} * (150\Omega + 39\Omega + 500\Omega) + 0,7\text{V} + 0,7\text{V} + 1,2\text{V} = 16,4\text{V}$
 $V_S = 24\text{V} \pm 10\% \rightarrow V_{CC\min} = 20,8\text{V}$, $V_{CC\max} = 26,0\text{V}$, mit Diode D_{V0}
 $V_{CE_{TN\max}} = 26\text{V} - 20\text{mA} * 189\Omega - 0,4\text{V} = 21,8\text{V}$, $R_L = 0$
 $V_{CE_{TN}} = 26\text{V} - 20\text{mA} * 689\Omega - 0,4\text{V} = 11,8\text{V}$, $R_L = 500$
 $P_{TN\max} = 21,8\text{V} * 20\text{mA} = 436\text{mW}$, $R_L = 0$ oder Kurzschluss
 $P_{TN} = 11,8\text{V} * 20\text{mA} = 236\text{mW}$, $R_L = 500$

3) Spannungsausgänge (Pins: VI1/2+, VI1/2-, Vout1/2)

Die Spannungsausgänge eignen sich wegen ihrem Kurzschluss- und Verpolungsschutz und wegen ihrer Treiberleistung hervorragend als 0 – 10V Schnittstelle. Durch die variable Verstärkung können aber auch andere Ausgangsspannungen eingestellt werden.

Die Verstärkung G_V wird über die Widerstände R_{G1} und R_{G2} eingestellt und erlaubt damit die Anpassung des Ausgangs über einen weiten Spannungsbereich.

Die Ausgangsspannung berechnet sich: $V_{VO} = V_{VI+} * G_V$
 einstellbare Verstärkung: $G_V = R_{G1} / R_{G2} + 1$,
 erforderliche Versorgungsspannung: $V_{CCVO} \geq V_{O\max} + V_{DR\min}$
 maximale interne Verlustleistung: $P_{VO\max} = (V_{CC\max} - V_{VO}) * I_{VO\max}$

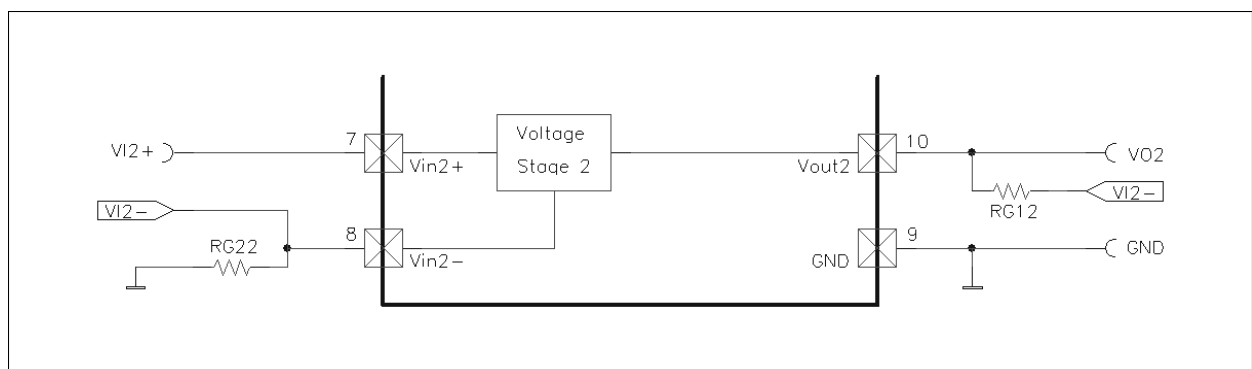


Bild 4: Spannungsschnittstelle 2, Beschaltung Spannungsschnittstelle 1 ist identisch

Beispiel: $V_{VO} = 10\text{V}$, $V_{VI+} = 5\text{V} \rightarrow G_A = 2$, mit $R_1 = 100\text{k}\Omega \rightarrow R_2 = 100\text{k}\Omega$
 $V_{CCVO} \geq 10\text{V} + 4\text{V} = 14\text{V}$, mit $R_L = 10\text{k}\Omega$ (externer Lastwiderstand)
 $P_{VO\max} = (26\text{V} - 10\text{V}) * 1\text{mA} = 16\text{mW}$, mit $V_{CC\max} = 26\text{V}$

Applikationen

In Bild 5 sind typische Applikationen für den mip-T202 dargestellt.

In a) sind alle vier Schnittstellen beispielhaft beschaltet: 4 – 20mA / 1 – 5V und 0 – 20mA / 0 – 10V. Die dargestellten Spannungswerte an den Eingängen sind willkürlich, möglich ist ein Spannungsbereich von 0 – 5V.

In b) ist ein Schaltungsbeispiel mit zwei unabhängig steuerbaren LED-Ketten skizziert. Je nach Versorgungsspannung können die LEDs in Serie an die Ausgänge IO1/2 und gegen Masse (GND) geschaltet werden. Bei $V_S = 12V$ können je nach LED-Spannung und Spannungsabfall am Sense-Widerstand bis zu 5 LEDs in Reihe geschaltet werden. Die Helligkeitssteuerung erfolgt über den Eingang VI1/2 (0 – 1.25V entspricht 0 – 20mA). In dieser Beispiel-Applikation sind die Eingänge über 10kΩ an die Referenz ($V_{REF} = 1.25V$) angeschlossen; damit können die LEDs einfach an- und ausgeschaltet werden: Eingänge offen = 20mA, Eingänge auf Masse (GND) = 0mA. Auch eine externe Helligkeitssteuerung durch Anlegen einer Spannung an VI1/2 ist möglich (dabei können die 10kΩ-Widerstände aber auch weggelassen werden).

Ausgangsströme: $I_{IO1/2} = 1.25V / 62R$, $V_{REF} = 1.25V$, $I_{IO} = V_{VI} / R_S$

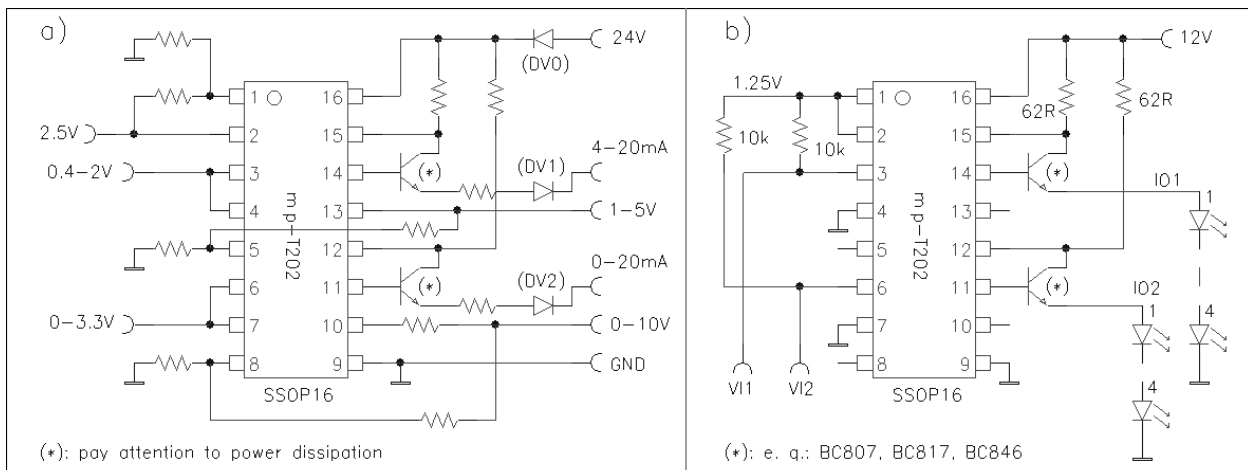


Bild 5: Typische Applikationen: a) Strom-/Spannungsschnittstellen, b) LED-Ansteuerung

Applikations-Boards

Die Boards sind unbestückt mit einer Beschreibung verfügbar.

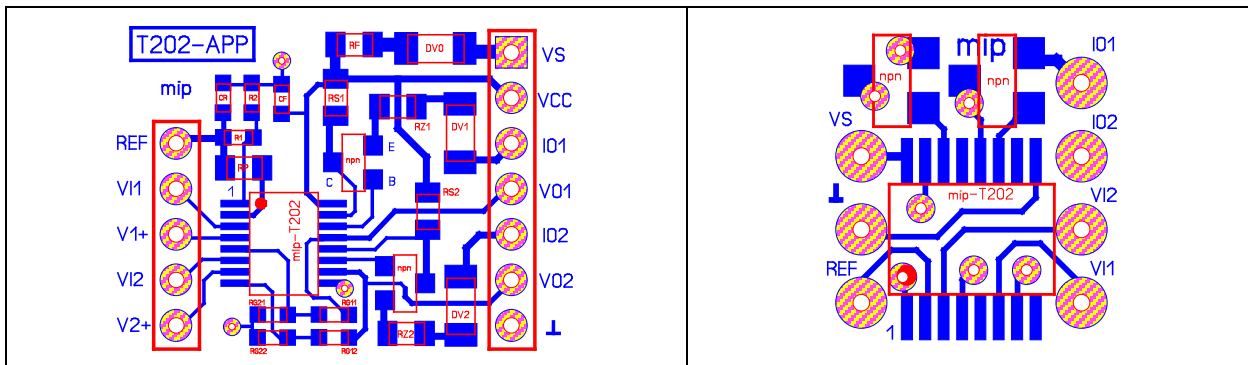


Bild 6: Applikations-Boards: a) alle Varianten, z. B.: Strom-/Spannungsschnittstellen, b) LED-Ansteuerung

Verlustleistung

Die mögliche IC interne Verlustleistung richtet sich nach der gewünschten maximalen Umgebungstemperatur T_{amax} ; je kleiner T_{amax} desto größer darf die Verlustleistung werden:

$$T_{amax} = 70^{\circ}\text{C} \rightarrow 425\text{mW}, T_{amax} = 85^{\circ}\text{C} \rightarrow 320\text{mW}, T_{amax} = 105^{\circ}\text{C} \rightarrow 175\text{mW}$$

Die Gesamtverlustleistung ist die Summe aus den Verlustleistungen der einzelnen Funktionsblöcke. Eine nennenswerte Verlustleistung entsteht durch die Eigenstromaufnahme (P_{ICC}), durch Strom aus der Referenz (P_{REF}) und durch Strom aus den Spannungsausgängen ($P_{VO1/2}$). Die ausführliche Berechnung für P_{REF} und P_{VO} sind in den zugehörigen Kapiteln aufgeführt.

Die Verlustleistungssumme ist:

$$P_{sum} = P_{ICC} + P_{REF} + P_{VO1} + P_{VO2}$$

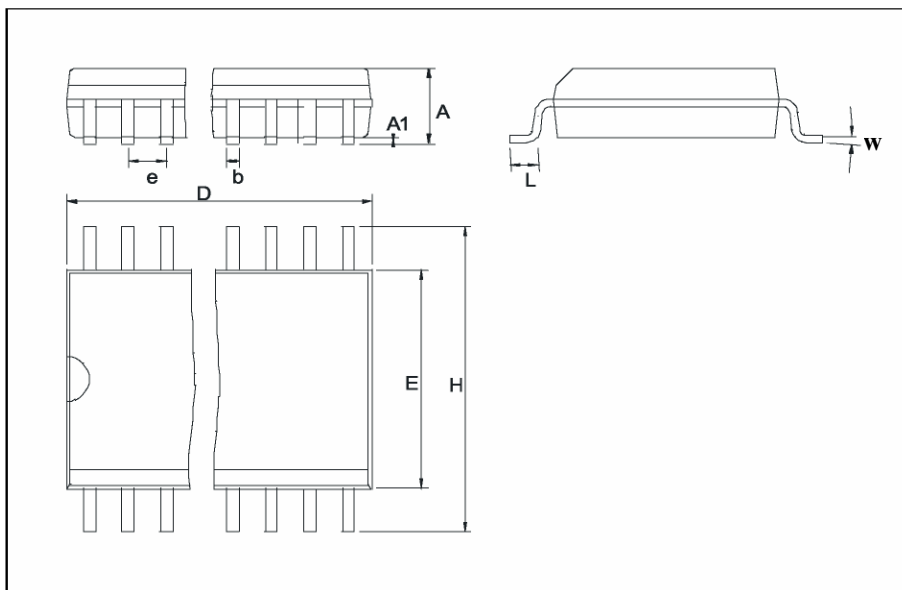
$$P_{ICC} = V_{CC} * I_{CC}$$

$$P_{REF} = (V_{CC} - V_{REFout}) * I_{REF}, V_{REFout} = R_p * I_{REF} + V_{REF}$$

$$P_{VO} = (V_{CC} - V_{VO}) * I_{VO}$$

Beispiel: $V_{CC} = 24\text{V} \pm 10\%$, $I_{CC} = 1.2\text{mA}$, $V_{REF} = 5\text{V}$, $I_{REF} = 10\text{mA}$,
 $V_{VO1} = V_{VO2} = 10\text{V}$, $I_{VO1} = I_{VO2} = 1\text{mA}$
 $\rightarrow P_{ICCmax} = 32\text{mW}$, $P_{REF} = 90\text{mW}$ (mit $R_p = 1,2\text{k}\Omega$)
 $P_{VO1} + P_{VO2} = 32\text{mW} \rightarrow P_{sum} (V_{CC} = 26\text{V}) = 154\text{mW}$

Gehäuse



Shrink Small Outline Package (SSOP) 150 mil – Jedec MO-137, Dimension: mm												
Package-Type		D	E	H	A	A1	e	b	L	Copl.	w	Rth
SSOP 16	nom max	4,90	3,90	6,00	1,75	0,15	0,635	0,26	0,72	0,10	4°	140 K/W

The information provided herein is believed to be reliable; however, micro-part assumes no responsibility for inaccuracies or omissions. micro-part assumes no responsibility for the use of this information, and all use of such information shall be entirely at the user's own risk. Prices and specifications are subject to change without notice. No patent rights or licences to any of the circuits described herein are implied or granted to any thirdparty. micro-part does not authorise or warrant any micro-part product use in life support devices and/or systems.