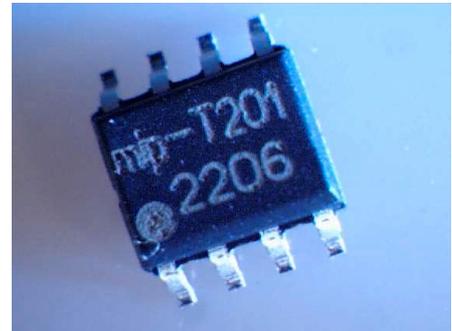


Strom-Schnittstellen- und LED-Treiber-IC

Eigenschaften

- Stromausgang für 2-/3-Draht-Schnittstellen oder
- Steuerbare Stromquelle zur LED-Ansteuerung
- Einstellbare Spannungs-/Stromreferenz
- Versorgung von Prozessor oder Sensor möglich
- Kleines Gehäuse: SOP08



Arbeitsbereich

- Temperaturbereich: $T_a = -40 - 105^\circ\text{C}$
- Spannungsversorgung: $V_{CC} = 8 - 36\text{V}$
- Stromausgang: $I_{IO} = 0 - 20\text{mA}, 100\text{mA}$
- Referenz-Ausgangsstrom: $I_{REF} = 0 - 25\text{mA}$

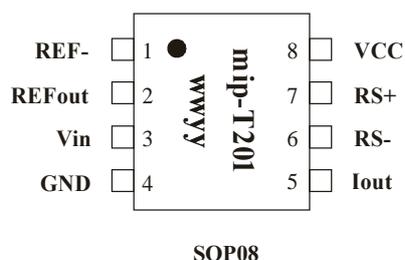
Applikationen

- Sensorik, Spannungs-/Stromwandler
- 0/4 – 20mA-Schnittstellen (2-/3-Draht)
- LED-Ansteuerung, steuerbare Stromquelle
- Industrie, Automatisierungstechnik

Beschreibung

Der mip-T201 ist ein Strom-Schnittstellen- und LED-Treiber-IC. Der Baustein enthält die folgenden Funktionsblöcke: eine einstellbare Spannungs-/Strom-Referenz und einen Spannungs-/Stromwandler. Die Referenz kann eine Sensorzelle (Spannungs-/Stromspeisung) oder einen Prozessor (Referenz-Ausgangsstrom bis 25mA) versorgen. Entwickelt für die 0/4 – 20mA-Stromschnittstelle (2-/3-Draht) eignet sich das IC aber auch als Ansteuerung für LEDs (Helligkeitssteuerung möglich) oder als steuerbare Stromquelle. In Abhängigkeit eines externen Treibertransistors 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 positiv
RS-	Sense-Widerstand negativ
Iout	Strom-Ausgang

Blockschaltbild

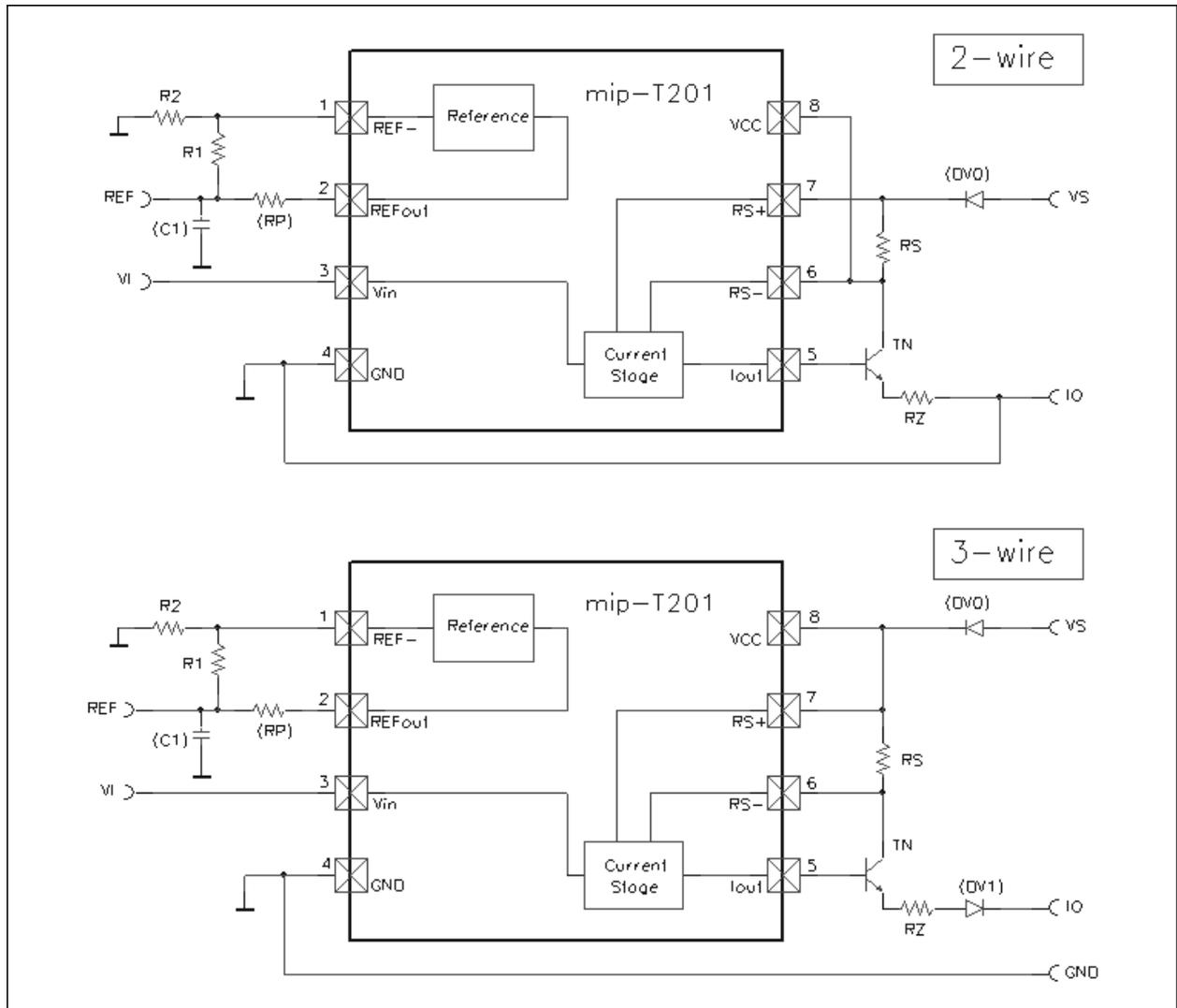


Bild 1: Blockschaltbild mip-T201 mit typischer Referenz- und 2-/3-Draht-Schnittstellenbeschriftung
Bauelemente in Klammern nur in Abhängigkeit von der Applikation erforderlich

Boundary conditions

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

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}	$I_{REF} = 0$, $V_{in+} = I_{in} = 0$		0.4		mA
	I_{CC}	$I_{REF} = 0$, $V_{in+} = I_{in} = 5\text{V}$ (*)		0.65		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 Stage						
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
	R_S	$I_{IO} = 100\text{mA}$	10		50	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}	$V_{RS} - V_{Iout}$, $\beta_F(T_N) \geq 100$		1.1	1.25	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			$\text{M}\Omega$
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

(*) without external currents

Funktionsbeschreibung

Der mip-T201 ist ein Strom-Schnittstellen- und LED-Treiber-IC. Der Baustein ist speziell für den Einsatz in Sensorsystemen zum Aufbau von 2-/3-Draht-Stromschnittstellen (0/4 – 20mA) konzipiert. Neben der steuerbaren Stromquelle enthält der mip-T201 zur Versorgung von externen Komponenten wie Sensorzelle oder Prozessor eine einstellbare Spannungs-/Strom-Referenz, 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 SOP08-Gehäuse. Neben der angesprochenen Stromschnittstelle, eignet sich der Baustein auch besonders für LED-Applikationen sowie als steuerbare Stromquelle.

Die Referenz und die Ausgangsströme können über externe Widerstände eingestellt bzw. angepasst werden. Neben diesen Widerständen werden an zusätzlichen Bauteilen nur ein externer Ausgangstransistor T_N , bei Verpolschutz die Diode D_V (gegen VCC auch D_{V0}) und die Kapazität C_1 (bei Mikroprozessor-Versorgung meistens die vom Hersteller vorgeschlagene Kapazität) benötigt. Der externe Transistor verringert die interne Verlustleistung des ICs und die Diode gewährleistet den Verpolschutz des Transistors. Für die Auswahl des Transistors muss dessen maximale Verlustleistung beachtet werden. Grenzwerte für die externen Komponenten finden sich in den Boundary Conditions.

Die minimal erforderliche Versorgungsspannung V_S wird durch die Referenzspannung, dem maximalen Hub am Stromausgang, den minimalen internen Spannungsabfällen am mip-T201 und den erforderlichen externen Bauteilen definiert: $V_S \geq$ minimale Versorgung an der Referenz V_{CCR} und dem Stromausgang V_{CCIO} .

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

Der maximale Strom aus der Referenz ist abhängig von der anfallenden Verlustleistung im IC. Die wesentlichen Blöcke sind: Verlustleistung durch Eigenstromaufnahme (P_{ICC}) und durch Strom aus der Referenz (P_{REF}).

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

Die Details sind in den Kapiteln über die Spannungs-/Strom-Referenz und 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-T201 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:

$$V_{\text{CCR}} \geq V_{\text{REF}} + V_{\text{DRmin}}, R_P = 0$$

schwankende Versorgungsspannung:

$$V_S \pm \Delta V \rightarrow V_{\text{CCmin}} \text{ und } V_{\text{CCmax}}$$

interne Verlustleistung minimieren durch:

$$R_P \leq (V_{\text{CCmin}} - V_{\text{DRmin}} - V_{\text{REF}}) / I_{\text{REFmax}}$$

→ maximale Verlustleistung in R_P :

$$P_{\text{RPmax}} = (I_{\text{REFmax}})^2 * R_P$$

maximale interne Verlustleistung:

$$P_{\text{REFmax}} = (V_{\text{CCmax}} - R_P * I_{\text{REFmax}} - V_{\text{REF}}) * I_{\text{REFmax}}$$

Referenz als Stromquelle:

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

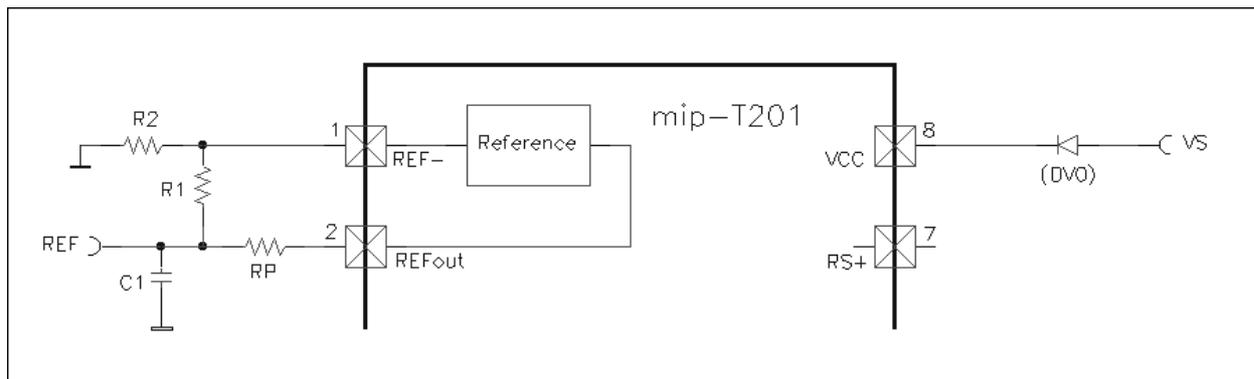


Bild 2: Spannungs-/Stromreferenz, REFout ist der Ausgang, bei Stromspeisung: Sensorzelle anstelle von R_1

Beispiel:

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

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

$$V_S = 24V \pm 10\% \rightarrow V_{CCmin} = 21,6V, V_{CCmax} = 26,4V, \text{ ohne Diode } D_{V0}$$

$$V_{CCmin} = 20,8V, V_{CCmax} = 26,0V, \text{ mit Diode } D_{V0}, I_{REFmax} = 10mA$$

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

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

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

2) Stromausgang (Pins: VCC, VI, RS-, Iout)

Der Stromausgang ist als 0/4 – 20mA-Schnittstelle (2-/3-Draht) mit Verpolschutz (externe Diode D_V) konzipiert. Er ist eine spannungsgesteuerte Stromquelle und eignet sich daher auch hervorragend zum Ansteuern von LEDs (abhängig vom externen Transistor bis 100mA).

In Bild 1 ist die typische Beschaltung für 2- und 3-Draht dargestellt. In der 3-Draht-Version ist die IC-Masse mit der Systemmasse verbunden. Der Ausgangsstrom wird über eine getrennte Signalleitung auf den Lastwiderstand R_L geleitet. Im Gegensatz dazu gibt es in der 2-Draht-Version keine getrennte Signalleitung; das Ausgangssignal wird über die Masseleitung geführt. Damit ist die IC-Masse in Reihe mit dem externen Lastwiderstand R_L geschaltet; die IC-Masse verändert sich (floated) mit dem Ausgangsstrom und damit auch die Versorgungsspannung am mip-T201.

a) 3-Draht: Die Versorgungsspannung V_S wird mit den IC-Pins VCC, RS+ und dem Sense-Widerstand R_S verbunden; Signalleitung und Masse werden getrennt geführt. Damit ist die Stromaufnahme des mip-T201 mit sämtlichen angeschlossenen Komponenten unabhängig vom Signalstrom und nicht begrenzt. Üblich ist ein Ausgangsstrom von 0 – 20mA. Inzwischen wird auch bei dieser Version 4 – 20mA verwendet; der Vorteil davon ist, dass eine Leitungsunterbrechung erkannt wird.

b) 2-Draht: Die Versorgungsspannung V_S wird nur mit dem IC-Pin RS+ und dem Sense-Widerstand R_S verbunden; die IC-Pins VCC und RS- werden wie auch die Signalleitung IO und die Masse (GND) kurzgeschlossen. Der gesamte Strom fließt im Gegensatz zur 3-Draht-Version über den Sense-Widerstand R_S . Damit ist die Stromaufnahme des mip-T201 nicht mehr unabhängig vom Signalstrom. Üblich ist ein Ausgangsstrom von 4 – 20mA; auch in dieser Version wird eine Leitungsunterbrechung erkannt. Die Stromaufnahme (IC mit sämtlichen angeschlossenen Komponenten) ist aber auf 4mA (Nullsignal) begrenzt.

c) Berechnung: Das IC regelt die Spannung über dem Sense-Widerstand R_S auf die Eingangsspannung V_{VI} 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).

Der Ausgangsstrom berechnet sich:

$$I_{IO} = V_{VI} / R_S, \text{ ohne } R_{I1} \text{ und } R_{I2}, V_{VI} \leq V_{VI\max}$$

$$I_{IO} = V_{VI} * R_{I2} / (R_{I1} + R_{I2}) / R_S$$

erforderliche Versorgungsspannung:

$$V_{CCIO} \geq I_{IO\max} * R_{\text{sum}} + V_{BE\text{TN}} + V_{DV\max} + V_{DI\max}$$

$$\text{mit } R_{\text{sum}} = R_S + R_Z + R_L, R_L \text{ externer Lastwiderstand}$$

schwankende Versorgungsspannung:

$$V_S \pm \Delta V \rightarrow V_{CC\min} \text{ und } V_{CC\max}$$

Spannungsabfall an T_N :

$$V_{CE\text{TN}} = V_{CC} - I_{IO\max} * R_{\text{sum}} - V_{DV}$$

→ Verlustleistung in T_N :

$$P_{\text{TN}} = V_{CE\text{TN}} * I_{IO}$$

interne Verlustleistung:

vernachlässigbar, nur Ansteuerströme

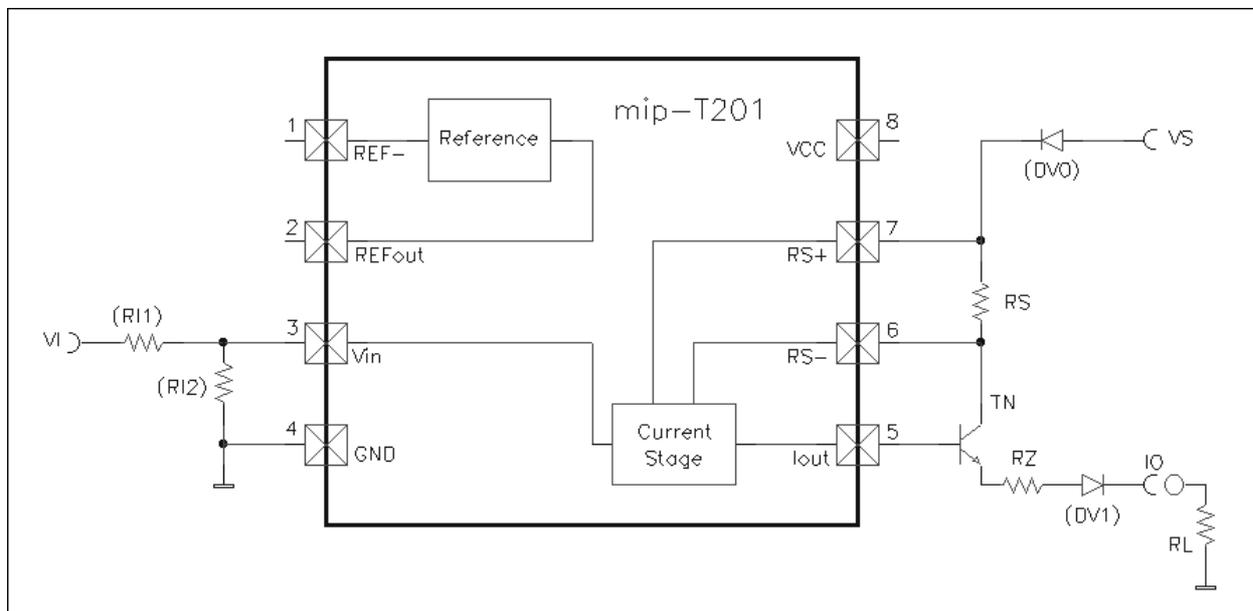


Bild 3: Stromschnittstelle, 2-Draht: VCC auf RS- und GND auf IO, 3-Draht: VCC auf RS+ (siehe auch Bild 1)

Beispiel:

$$I_{IO} = 20\text{mA}, R_L = 500\Omega, V_{VI} = 3\text{V} \rightarrow R_S = 150\Omega \rightarrow R_Z = 39\Omega$$

$$V_{CCIO} \geq 20\text{mA} * (500\Omega + 150\Omega + 39\Omega) + 2,4\text{V} = 16,2\text{V}$$

$$V_S = 24\text{V} \pm 10\% \rightarrow V_{CC\min} = 20,8\text{V}, V_{CC\max} = 26,0\text{V}, \text{ mit Diode } D_{V0}$$

$$V_{CE\text{TN}\max} = 26\text{V} - 20\text{mA} * 189\Omega - 0,4\text{V} = 21,8\text{V}, R_L = 0$$

$$V_{CE\text{TN}} = 26\text{V} - 20\text{mA} * 689\Omega - 0,4\text{V} = 11,8\text{V}, R_L = 500$$

$$P_{\text{TN}\max} = 21,8\text{V} * 20\text{mA} = 436\text{mW}, R_L = 0 \text{ oder Kurzschluss}$$

$$P_{\text{TN}} = 11,8\text{V} * 20\text{mA} = 236\text{mW}, R_L = 500$$

d) LED-Ansteuerung, Stromquelle (siehe auch Bild 4b): Die LEDs werden in Reihe an den Stromausgang nach Masse angeschlossen. Je nach verfügbarer Eingangsspannung V_{VI} und gewünschtem Ausgangsstrom I_{IO} wird der Sense-Widerstand R_S ausgewählt ($R_S = V_{VI} / I_{IO}$, weitere Berechnungen siehe c). Über die Eingangsspannung kann die Helligkeit der LEDs gesteuert oder diese an- und ausgeschaltet werden. Wird die Versorgungsspannung passend zur LED-Kette gewählt, ist die Verlustleistung im Transistor T_N gering. Daher können kleine und preiswerte npn-Transistoren in SOT23-Gehäusen ausgewählt werden.

Applikationen

In Bild 4 sind typische Applikationen für den mip-T201 dargestellt (weitere auf Anfrage).

In a) ist die Stromschnittstelle beispielhaft in 3-Draht-Version beschaltet. Die Eingangsspannung von 0.4 – 2V ergibt bei dieser Beschaltung einen Ausgangsstrom von 4 – 20mA. Der dargestellte Spannungswert an dem Eingang ist willkürlich, möglich ist ein Spannungsbereich von 0 – 5V.

Ausgangsstrom: $I_{IO} = 4 - 20\text{mA}, I_{IO} = V_{VI} / R_S$

In b) ist ein Schaltungsbeispiel mit einer helligkeitsgesteuerten LED-Kette skizziert. Die LEDs werden in Serie vom Stromausgang IO gegen Masse (GND) geschaltet. Bei $V_S = 12\text{V}$ können je nach LED-Spannung und Spannungsabfall am Sense-Widerstand bis zu 5 LEDs in Reihe geschaltet werden. Die Helligkeitssteuerung erfolgt über den Eingang VI (0 – 1.25V entspricht 0 – 20mA). In dieser Beispiel-Applikation ist der Eingang über 10kΩ an die Referenz ($V_{REF} = 1.25\text{V}$) 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 VI ist möglich (dabei können die 10kΩ-Widerstände aber auch weggelassen werden).

Ausgangsstrom: $I_{IO} = 1.25\text{V} / 62\text{R}, V_{REF} = 1.25\text{V}$

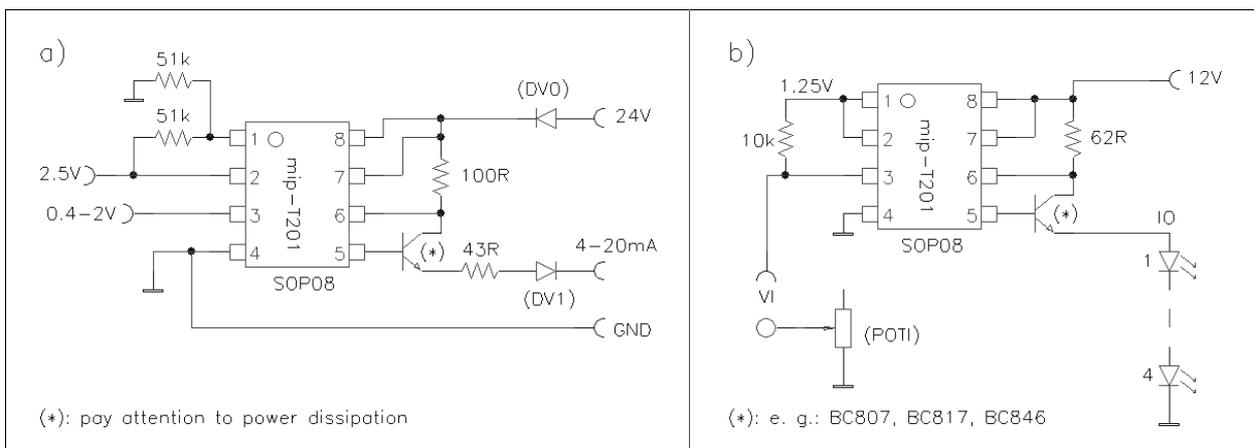


Bild 4: Typische Applikationen: a) Stromschnittstelle, b) LED-Ansteuerung

Applikations-Boards

Die Boards sind unbestückt mit einer Beschreibung verfügbar.

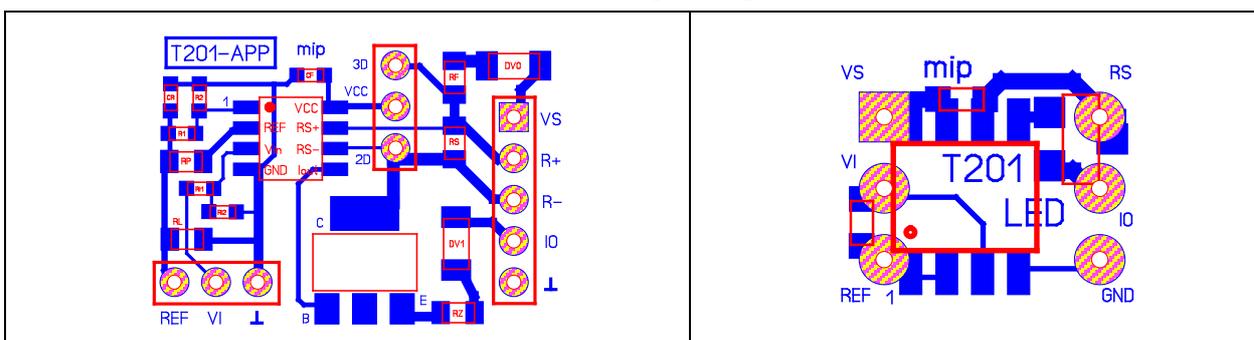


Bild 5: Applikations-Boards: a) alle Varianten, z. B.: Stromquelle/-schnittstelle 2-/3-Draht, b) LED-Ansteuerung

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. Nennenswerte Verlustleistung entsteht durch die Eigenstromaufnahme (P_{ICC}) und durch Strom aus der Referenz (P_{REF}). Die ausführliche Berechnung für P_{REF} ist in dem zugehörigen Kapitel aufgeführt.

Die Verlustleistungssumme ist:

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

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

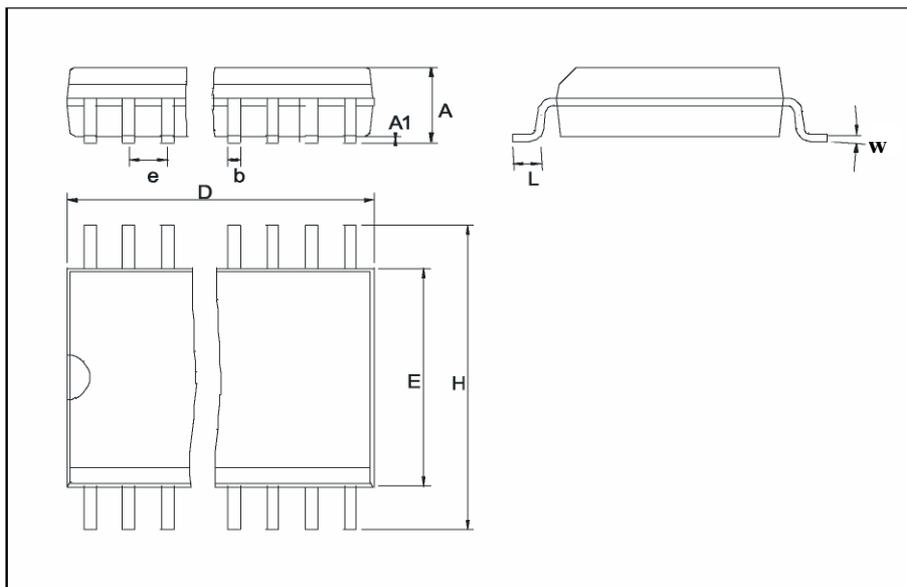
$$P_{REF} = (V_{CC} - V_{REFout}) * I_{REF}, V_{REFout} = R_p * I_{REF} + V_{REF}$$

Beispiel: $V_{CCmax} = 26\text{V}$, $I_{CC} = 1\text{mA}$, $V_{REF} = 5\text{V}$, $I_{REF} = 10\text{mA}$

→ $P_{ICC} = 26\text{mW}$, $P_{REF} = 90\text{mW}$ (mit $R_p = 1,2\text{k}\Omega$)

$P_{sum} = 116\text{mW}$

Gehäuse



Small Outline Package (SOP)		150 mil – Jedec MS-012, Dimension: mm										
Package-Type		D	E	H	A	A1	e	b	L	Copl.	w	Rth
SOP 08	nom max	4,90	3,90	6,00	1,75	0,15	1,27	0,41	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.