

STROM-WANDLER-IC

AM442

EIGENSCHAFTEN

- Versorgungsspannung: 6...35V**
- Großer Arbeitstemperaturbereich: -40°C...+85°C**
- Einstellbare Referenzspannungsquelle: 4,5 bis 10V**
- Instrumentenverstärker mit großem Eingangsspannungsbereich**
- Zusätzliche Spannungs- und Stromquelle**
- Einstellbare Verstärkung und Offset**
- Zweidraht-Betrieb: 4...20mA**
- Dreidraht-Betrieb: 0/4...20mA**
- Einstellbarer Ausgangsstrombereich**
- Verpolschutz**
- Einstellbar: Stromabschaltung bei Überspannung**
- Übertemperaturabschaltung**

ANWENDUNGEN

- Sensorsignalverarbeitung
- Programmierbare Stromquelle
- Meßumformer
- Leitungstreiber

BLOCKSCHALTBILD

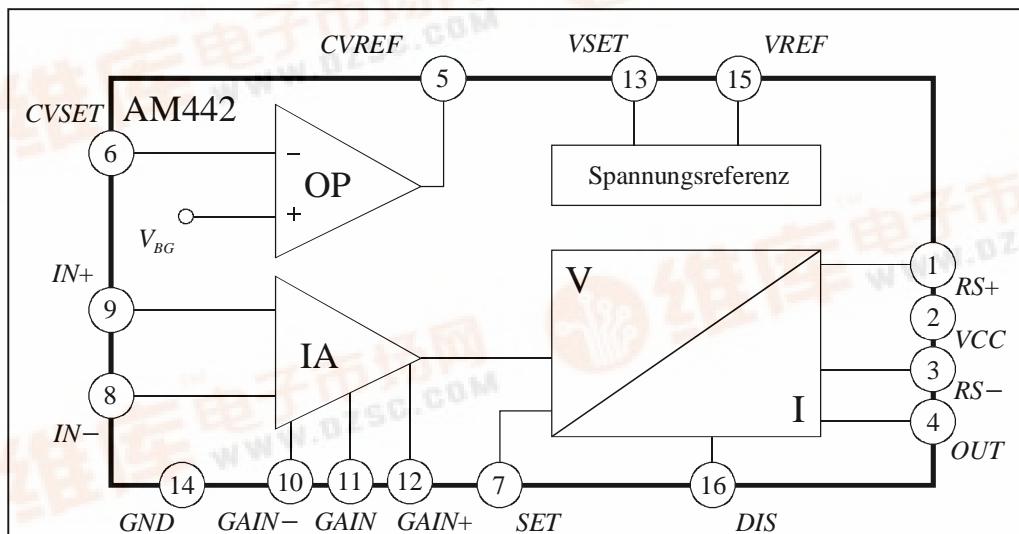


Abbildung 1

ALLGEMEINE BESCHREIBUNG

Der AM442 ist ein monolithisch integrierter Strom-Wandler, welcher speziell für die Aufbereitung differentieller Brückensignale entwickelt worden ist. Das IC sowohl für Zwei- als auch Dreidraht-Anwendungen konzipiert und besteht aus vier Funktionsblöcken: Als Eingangsstufe dient ein hochgenauer Instrumentenverstärker (IA). Eine zwischen 4,5 und 10V einstellbare Referenzspannungsquelle steht für die Versorgung externer Bauteile zur Verfügung, und eine spannungsgesteuerte Ausgangsstufe liefert das Stromsignal. Ein zusätzlicher Operationsverstärker kann als Strom- oder Spannungsquelle beschaltet werden. Der AM442 liefert damit Ausgangsströme in den gängigen Industriestandards (0/4–20mA, 12 ± 8mA) und übernimmt die Versorgung externer Systemkomponenten.

LIEFERFORMEN

- DIL16-Gehäuse
- SOP16(n)-Gehäuse
- Dice auf 5“ Dehnfolie aufgespannt

STROM-WANDLER-IC

AM442

ELEKTRISCHE SPEZIFIKATIONEN

$T_{amb} = 25^\circ\text{C}$, $V_{CC} = 24\text{V}$, $V_{REF} = 5\text{V}$, $I_{REF} = 1\text{mA}$ (unless otherwise noted)

Parameter	Symbol	Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
Voltage Range	V_{CC}		6		35	V
Quiescent Current	I_{CC}	$T_{amb} = -40...+85^\circ\text{C}$, $I_{REF} = 0\text{mA}$			1.5	mA
Temperature Specifications						
Operating	T_{amb}		-40		85	°C
Storage	T_{st}		-55		125	°C
Junction	T_J				150	°C
Thermal Resistance	Θ_{ja}	DIL16 plastic package		70		°C/W
	Θ_{ja}	SO16 narrow plastic package		140		°C/W
Voltage Reference						
Voltage	V_{REF}	$VSET$ not connected	4.75	5.00	5.25	V
	V_{REF}	$VSET = GND$, $V_{CC} \geq 11\text{V}$	9.5	10.0	10.5	V
Trim Range	V_{R10}		4.5		V_{R10}	V
Current	I_{REF}^*		0		10	mA
V_{REF} vs. Temperature	dV_{REF}/dT	$T_{amb} = -40...+85^\circ\text{C}$		±90	±140	ppm/°C
Line Regulation	dV_{REF}/dV	$V_{CC} = 6\text{V}...35\text{V}$		30	80	ppm/V
	dV_{REF}/dV	$V_{CC} = 6\text{V}...35\text{V}$, $I_{REF} \approx 5\text{mA}$		60	150	ppm/V
Load Regulation	dV_{REF}/dI			0.05	0.10	%/mA
	dV_{REF}/dI	$I_{REF} \approx 5\text{mA}$		0.06	0.15	%/mA
Load Capacitance	C_L		1.9	2.2	5.0	μF
Current/Voltage Source						
Internal Reference	V_{BG}		1.20	1.27	1.35	V
V_{BG} vs. Temperature	dV_{BG}/dT	$T_{amb} = -40...+85^\circ\text{C}$		±60	±140	ppm/°C
Current Source: $I_{CV} = V_{BG}/R_{EXT}$						
Adjustable Current Range	I_{CV}^*		0		10	mA
Output Voltage	V_{CV}	$V_{CC} < 19\text{V}$	V_{BG}		$V_{CC} - 5$	V
	V_{CV}	$V_{CC} \geq 19\text{V}$	V_{BG}		14	V
Voltage Source: $V_{CV} = V_{BG} (R_{EXT1} + R_{EXT2}) / R_{EXT2}$						
Adjustable Voltage Range	V_{CV}	$V_{CC} < 19\text{V}$	0.4		$V_{CC} - 5$	V
	V_{CV}	$V_{CC} \geq 19\text{V}$	0.4		14	V
Output Current	I_{CV}^*	Source			10	mA
	I_{CV}	Sink			-100	μA
Load Capacitance	C_L	Source mode	0	1	10	nF
SET Stage						
Internal Gain	G_{SET}			0.5		
Input Voltage	V_{SET}		0		1.15	V
Offset Voltage	V_{OS}			±0.5	±1.5	mV
V_{OS} vs. Temperature	dV_{OS}/dT			±1.6	±5	μV/°C
Input Bias Current	I_B			8	20	nA
I_B vs. Temperature	dI_B/dT			7	18	pA/°C

* In 2-wire operation a maximum current of $I_{OUTmin} - I_{CC}$ is valid
Currents flowing into the IC are negative

STROM-WANDLER-IC

AM442

Parameter	Symbol	Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
Instrumentation Amplifier						
Adjustable Gain	G_{IA}		1	5	$580/G_{IA}$	mV
Differential Input Voltage Range	V_{IN}	$SET = GND$	0			
Common Mode Input Range	$CMIR$	$V_{CC} < 9V, I_{CV} < 2mA$	1.5		$V_{CC} - 3$	V
	$CMIR$	$V_{CC} \geq 9V, I_{CV} < 2mA$	1.5		6.0	V
Common Mode Rejection Ratio	$CMRR$		80	90		dB
Power Supply Rejection Ratio	$PSRR$		80	90		dB
Offset Voltage	V_{OS}			± 1	± 3	mV
V_{OS} vs. Temperature	dV_{OS}/dT			± 5		$\mu V/^{\circ}C$
Input Bias Current	I_B			8	20	nA
I_B vs. Temperature	dI_B/dT			6	15	pA/ $^{\circ}C$
Input Offset Current	I_{OS}			0.2		nA
I_{OS} vs. Temperature	dI_{OS}/dT			0.8		pA/ $^{\circ}C$
Output Voltage Range FS	V_{OUTFS}	$V_{OUTFS} = V_{GAIN+} - V_{GAIN-}$	400	500	580	mV
Load Capacitance	C_L				250	pF
V/I Converter						
Internal Gain	G_{VI}			1.00		
Trim Range					1.25	
Voltage Range at R_0 FS	V_{R0FS}	adjustable by R_0	0.75	1.00	580	mV
Offset Voltage	V_{OS}	$\beta_F \geq 100$		± 2	± 4	mV
V_{OS} vs. Temperature	dV_{OS}/dT	$\beta_F \geq 100$		± 7	± 14	$\mu V/^{\circ}C$
Output Offset Current	I_{OUTOS}	3-wire operation		-25	-35	μA
I_{OUTOS} vs. Temperature	dI_{OUTOS}/dT	3-wire operation		16	26	nA/ $^{\circ}C$
Output Offset Current	I_{OUTOS}	2-wire operation		9.5	14	μA
I_{OUTOS} vs. Temperature	dI_{OUTOS}/dT	2-wire operation		6	8	nA/ $^{\circ}C$
Output Control Current	I_{OUTC}	2-wire operation, $V_{R0}/100mV$		6	8	μA
I_{OUTC} vs. Temperature	dI_{OUTC}/dT	2-wire operation		-10	-15	nA/ $^{\circ}C$
Output Voltage Range	V_{OUT}	$V_{OUT} = R_L I_{OUT}, V_{CC} < 18V$	0		$V_{CC} - 6$	V
	V_{OUT}	$V_{OUT} = R_L I_{OUT}, V_{CC} \geq 18V$	0		12	V
Output Current Range FS	I_{OUTFS}	$I_{OUT} = V_{R0}/R_0$, 3-wire operation		20		mA
Output Resistance	R_{OUT}		0.5	1.0		M Ω
Load Capacitance	C_L		0		500	nF
Protection Functions						
Voltage Limitation at R_0	V_{LIMR0}	$V_{R0} = V_{IN} G_{IA}, SET = GND$	580	640	700	mV
Limitation Switch-Off	DIS	$DIS = V_{REF}, SET = GND$			$V_{IN} G_{IA}$	mV
	V_{LIMR0}	$V_{IN} = 0, V_{R0} = V_{SET}/2$	580	635	690	mV
Temperature Limitation	T_{LIMIT}		110	130	150	$^{\circ}C$
Protection against reverse polarity		<i>Ground</i> vs. V_S vs. I_{OUT}			35	V
Current in case of reverse polarity		$Ground = 35V, V_S = I_{OUT} = 0$		4.5		mA
System Parameters						
Nonlinearity		ideal input		0.05	0.15	%FS

STROM-WANDLER-IC

AM442

RANDBEDINGUNGEN

Parameter	Symbol	Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
Sense Resistor	R_0	$I_{OUTFS} = 20\text{mA}$	20	25	29	Ω
	R_0	$c = 20\text{mA}/I_{OUTFS}$	$c \cdot 20$	$c \cdot 25$	$c \cdot 29$	Ω
Stabilisation Resistor	R_S	$I_{OUTFS} = 20\text{mA}$	35	40	45	Ω
	R_S	$c = 20\text{mA}/I_{OUTFS}$	$c \cdot 35$	$c \cdot 40$	$c \cdot 45$	Ω
Load Resistance	R_L	limitation only for 3-wire operation	0		600	Ω
Sum Gain Resistors	$R_1 + R_2$		25		50	$\text{k}\Omega$
Sum Offset Resistors	$R_3 + R_4$		20		200	$\text{k}\Omega$
V_{REF} Capacitance	C_1		1.9	2.2	5.0	μF
Output Capacitance	C_2	only for 2-wire operation	90	100	250	nF
D_1 Breakdown Voltage	V_{BR}		35	50		V
T_1 Forward Current Gain	β_F		50	150		

FUNKTIONSDIAGRAMME

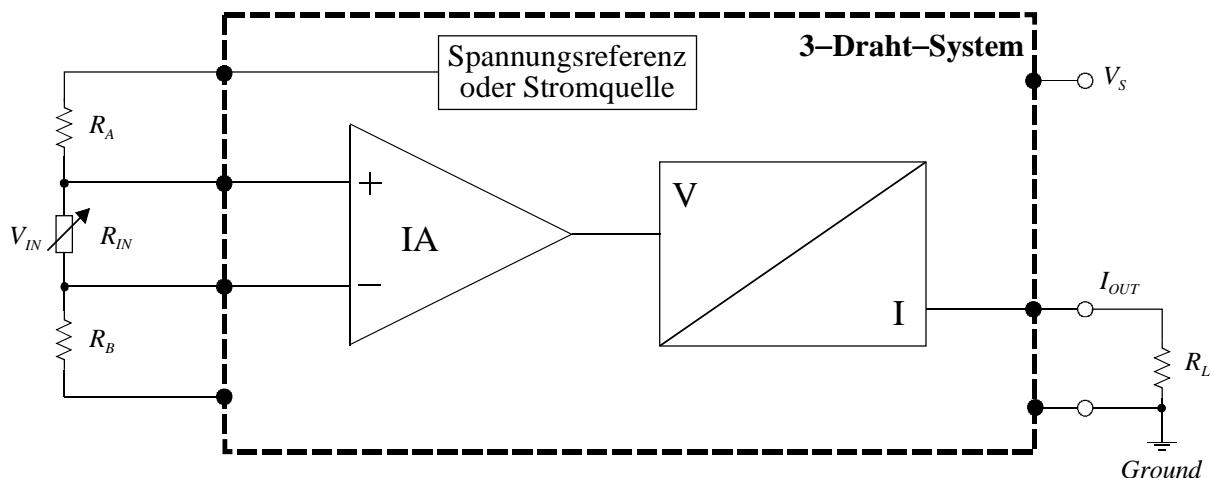


Abbildung 2

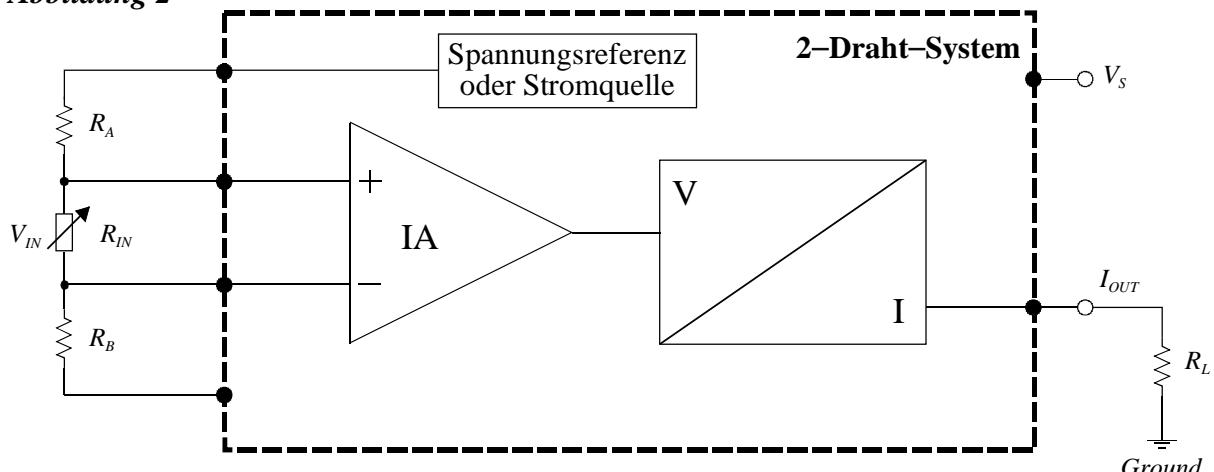


Abbildung 3

FUNKTIONSBesCHREIBUNG

Der AM442 ist ein monolithisch integrierter Strom-Wandler, welcher speziell für die Aufbereitung differentieller Brückensignale entwickelt worden ist. Über die Variation einiger weniger externer Bauteile kann der Ausgangstrom in einem weiten Bereich eingestellt werden. Zusätzlich zu den Widerständen $R_0 - R_5$ und der Kapazität C_1 (C_2) werden nur noch ein externer Ausgangstransistor T_1 und eine Diode D_1 benötigt (siehe Abbildung 8 und Abbildung 9). Der externe Transistor verringert die Verlustleistung des ICs, und die Diode gewährleistet den Verpolschutz dieses Transistors. Für die Auswahl des Transistors und der Diode muß die maximale Verlustleistung der Bauteile beachtet werden. Typische Werte für die externen Komponenten finden sich in den nachfolgenden Anwendungsbeschreibungen.

Prinzipiell können mit dem AM442 Zwei- oder Dreidraht-Systeme für industrielle Anwendungen realisiert werden. Eine schematische Skizze für das Dreidraht-System ist in Abbildung 2 aufgezeigt. Die differentielle Eingangsspannung V_{IN} ist hierbei durch einen variablen Widerstand dargestellt. Der externe Referenzpunkt *Ground* ist identisch mit der IC-Masse (*GND*) und die Versorgungsspannung des ICs entspricht der Versorgungsspannung des Systems: $V_{CC} = V_S$. Im Gegensatz dazu wird im Zweidraht-Betrieb (Abbildung 3) der IC-Masse (*GND*) zwischen den Widerständen R_5 und R_L angeschlossen. In diesem Fall hängt die Versorgungsspannung des ICs V_{CC} von der Versorgungsspannung des Systems V_S und dem Wert des Lastwiderstands R_L ab und kann berechnet werden mit:

$$V_{CC} = V_S - I_{OUT} R_L$$

Im Wesentlichen besteht der AM442 aus 4 Funktionsblöcken (siehe Abbildung 1):

1. Der hochgenaue *Instrumentenverstärker* als Eingangsstufe gestattet aufgrund seiner einstellbaren Verstärkung Anwendungen für eine Vielzahl von Eingangssignalen und Sensoren. Die Verstärkung G_{IA} wird über zwei externe Widerstände R_1 und R_2 eingestellt. Für die Auswahl der Widerstände muß die in den *Randbedingungen* angegebene Summe $R_1 + R_2$ eingehalten werden. Bei der Beschaltung des Instrumentenverstärkers muß auf die korrekte Polarität des Eingangssignals geachtet werden.

1. Am *spannungsgesteuerte Stromausgang* kann mit Hilfe der internen Spannungsreferenz über die externen Widerstände R_3 und R_4 (siehe die *Anwendungsbeschreibungen* ab Seite 8) ein Offsetstrom am Ausgang eingestellt werden. Der Ausgangstrom I_{OUT} wird von einem externen Transistor T_1 bereitgestellt, der vom Ausgang (*OUT*) des ICs angesteuert wird. Als besondere Eigenschaft verfügt der AM442 wahlweise über eine

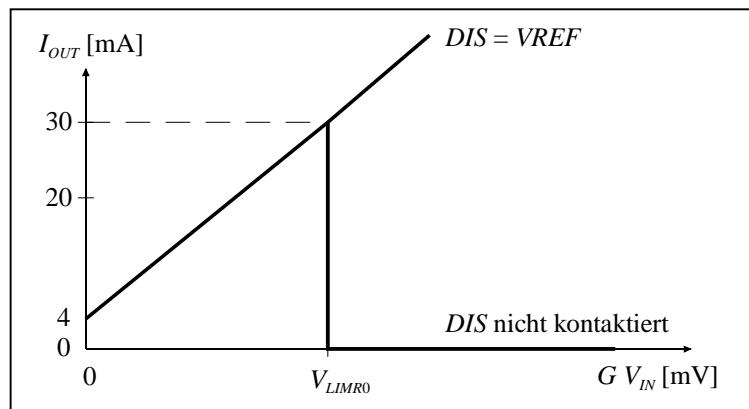


Abbildung 4

Abschaltung des Ausgangstroms (Disable-Pin *DIS*). Wird der Disable-Pin *DIS* mit der Referenzspannung *VREF* verbunden, wird der Ausgangstrom bei eingangsseitiger Überspannung nicht abgeschaltet. Wird der Disable-Pin nicht kontaktiert, ist die Stromabschaltung aktiviert (Abbildung 4). Als weitere Sicherheitsvorkehrung verfügt der AM442 über eine integrierte

Übertemperaturabschaltung. Falls das IC sich zu sehr erwärmt, wird der Ausgangsstrom abgeschaltet.

2. Die *einstellbare Referenzspannungsquelle* ($V_{SET} = N.C.$ oder $V_{SET} = GND$) steht für die Spannungsversorgung von Sensoren oder anderen externen Bauteilen zur Verfügung. Über einen externen Spannungsteiler kann darüber hinaus jeder beliebige Spannungswert zwischen 4,5 und 10V eingestellt werden. **Wichtig:** Die Kapazität C_1 (Keramik) muß auch dann kontaktiert werden, wenn die Spannungsreferenz nicht benutzt wird.
3. Der zusätzliche *Operationsverstärker* kann als Strom-/Spannungsquelle für externe Bauteile benutzt werden

Inbetriebnahme des AM442:

Für einen ersten Offset-Abgleich des Ausgangstroms muß der Eingang kurzgeschlossen werden ($V_{IN} = 0$). Hierbei ist besonders darauf zu achten, daß sich die Eingangspins des Instrumentenverstärkers auf den in den *Elektrischen Spezifikationen* vorgeschriebenen Spannungspotentialen befinden (Eingangsspannungsbereich). Mit dem Kurzschluß am Eingang ergibt sich ein Ausgangsstrom $I_{OUT} = I_{SET}$ mit

$$I_{SET}(V_{IN} = 0) = \frac{V_{REF}}{2R_0} \cdot \frac{R_4}{R_3 + R_4}$$

Das Einstellen des Ausgangstrombereichs hängt ab von der Wahl der externen Widerstände R_1 und R_2 . Der maximale Ausgangsstrom wird über die allgemeine Transferfunktion des ICs definiert. Für den Ausgangsstrom I_{OUT} ergibt sich:

$$I_{OUT} = V_{IN} \frac{G_{IA}}{R_0} + I_{SET}$$

Der Verstärkungsfaktor $G_{IA} = 1 + R_1/R_2$ des Instrumentenverstärkers wird von der Eingangsspannung V_{IN} und dem maximalen Ausgangsstrom I_{OUTmax} bestimmt.

Die minimalen Versorgungsspannung hängt zum einen vom Wert der Referenzspannung ab. Es gilt:

$$V_{CC} \geq V_{REF} + 1V.$$

Die Wahl der Versorgungsspannung V_S hängt außerdem von dem jeweiligen Lastwiderstand R_L der Anwendung ab. Die folgende Ungleichung bestimmt die minimale Versorgungsspannung:

$$V_S \geq I_{OUTmax} R_L + V_{CCmin}.$$

Der resultierende Betriebsbereich ist in Abbildung 5 gezeigt. Beispielrechnungen und typische Werte für die externen Bauteile finden sich in den *Anwendungsbeschreibungen* ab Seite 8.

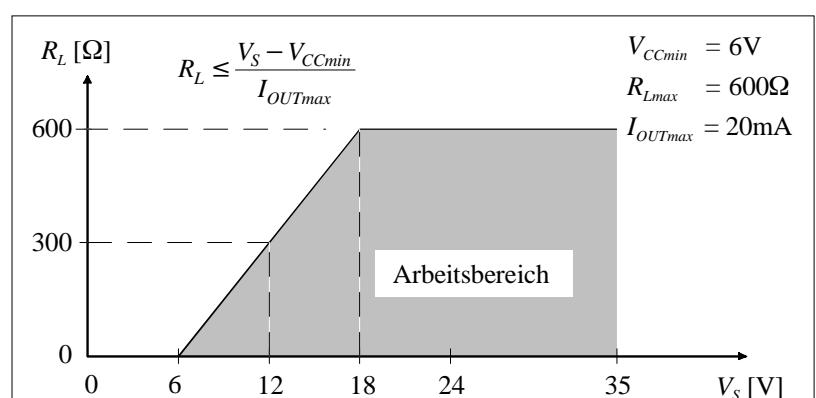
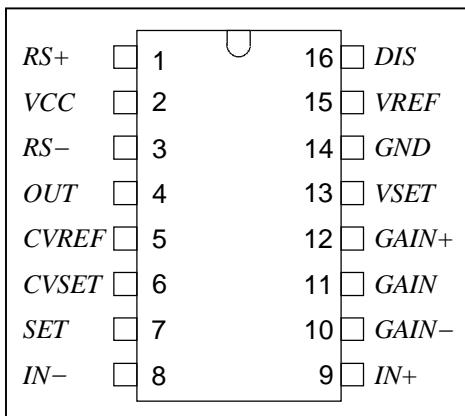


Abbildung 5

STROM-WANDLER-IC

AM442

PINOUT



PIN	NAME	BEDEUTUNG
1	RS+	Senswiderstand +
2	VCC	Versorgungsspannung
3	RS-	Senswiderstand -
4	OUT	Ausgang
5	CVREF	Strom-/Spannungsreferenz
6	CVSET	Einstellen Strom-/Spannungsreferenz
7	SET	Einstellen des Ausgangoffsetstroms
8	IN-	Negativer Eingang
9	IN+	Positiver Eingang
10	GAIN-	Einstellen der Verstärkung
11	GAIN	Einstellen der Verstärkung
12	GAIN+	Einstellen der Verstärkung
13	VSET	Wahl der Referenzspannung
14	GND	IC-Masse
15	VREF	Ausgang Referenzspannungsquelle
16	DIS	Einstellen Ausgangsstufe

Abbildung 6

LIEFERFORMEN

Der AM442 ist lieferbar als:

- 16-Pin-DIL
- SO16 (n) (Maximale Verlustleistung $P_D = 300\text{mW}$)
- Dice auf 5“ Dehnfolie aufgespannt

GEHÄUSEABMESSUNGEN SO16 (n)

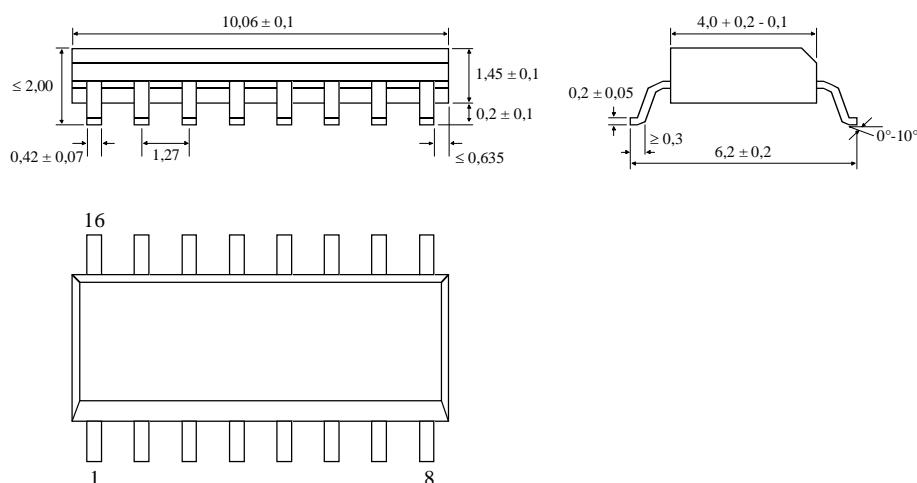


Abbildung 7

STROM-WANDLER-IC

AM442

TYPISCHE DREIDRAHT-ANWENDUNG (0–20mA)

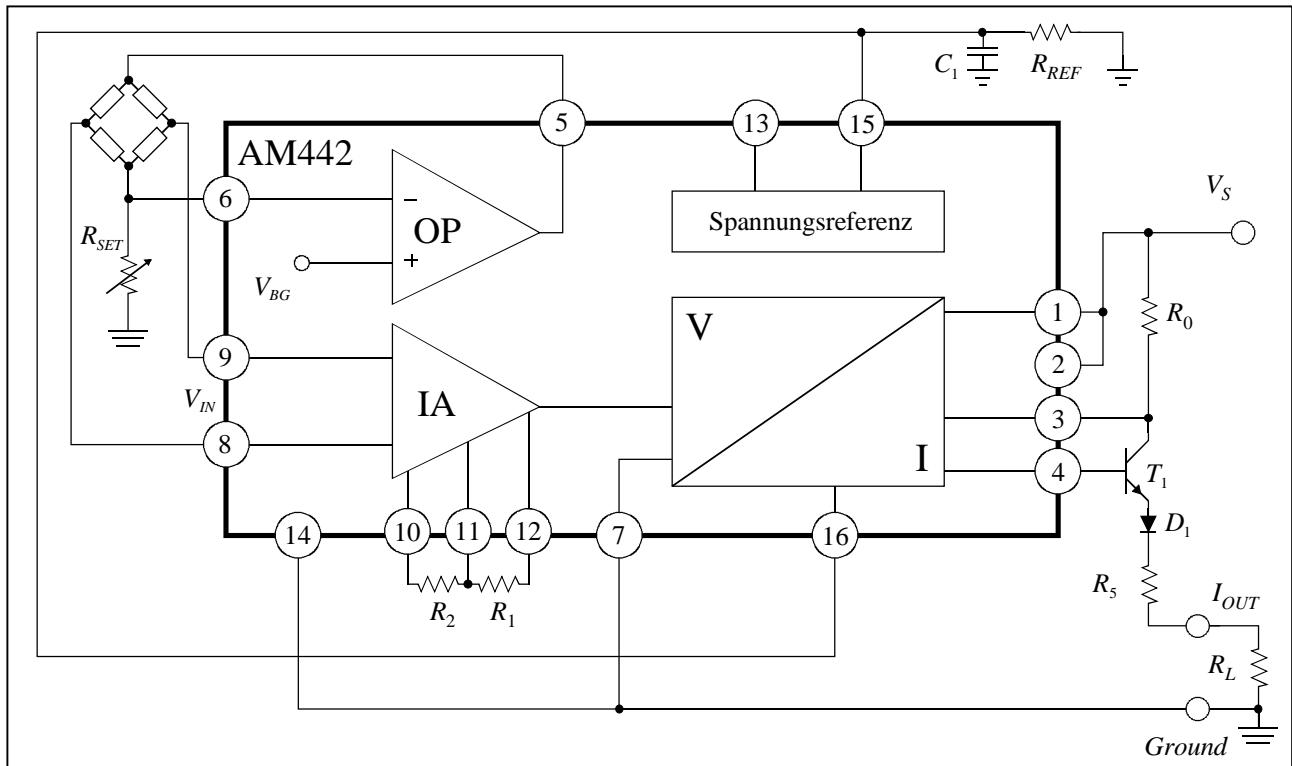


Abbildung 8

Im Dreidraht-Betrieb muß Pin 2 (*VCC*) mit Pin 1 (*RS+*) und die IC-Masse 14 (*GND*) mit *Ground* verbunden werden. In der vorliegenden Anwendung (Abbildung 8) ist der Ausgang so eingestellt, daß der Ausgangsstrom bei Überspannung am Eingang nicht abgeschaltet wird (*DIS* = *VREF*). Die Verstärkung G_{IA} wird über die externen Widerstände R_1 und R_2 eingestellt und ergibt sich zu

$$G_{IA} = 1 + R_1 / R_2 \Rightarrow R_1 / R_2 = G_{IA} - 1$$

In einer Anwendung 0–20mA wird der Strom I_{SET} zu Null gesetzt ($I_{SET} = GND$). Die Transferfunktion für den Ausgangsstrom I_{OUT} lautet dann

$$I_{OUT} = V_{IN} G_{IA} / R_0 + I_{SET} = V_{IN} G_{IA} / R_0$$

Die Versorgungsspannung V_S muß unter Berücksichtigung des Lastwiderstandes R_L gewählt werden:

$$V_S \geq I_{OUTmax} R_L + 6V$$

Die Meßbrücke wird von dem zusätzlichen OP mit Strom versorgt. Der Versorgungsstrom I_S für die Sensorbrücke kann über den Widerstand R_{SET} bestimmt werden

$$I_S = \frac{V_{BG}}{R_{SET}}$$

Beispiel: Ausgangsstrombereich 0...20mA

Für die Werte der externen Bauteile ergeben sich mit $V_{IN} = 0\dots250mV$, $V_{REF} = 5V$, $G_{IA} = 2$:

$$R_0 = 25\Omega \quad R_1 = 22k\Omega \quad R_2 = 22k\Omega \quad R_5 = 40\Omega \quad R_L = 0\dots600\Omega \quad C_1 = 2,2\mu F$$

STROM-WANDLER-IC

AM442

TYPISCHE ZWEIDRAHT-ANWENDUNG (4–20mA)

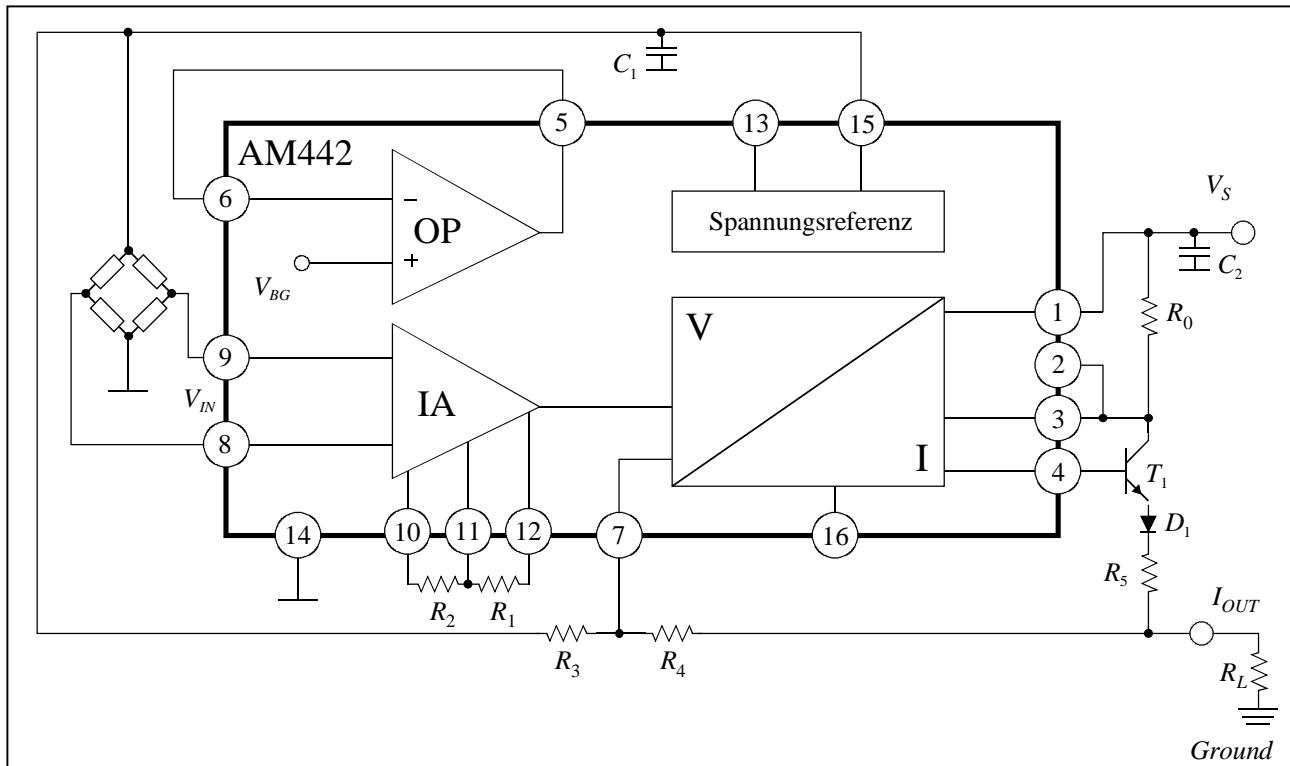


Abbildung 9

Im Zweidraht-Betrieb muß Pin 2 (VCC) mit Pin 3 (RS-) und IC-Masse 14 (GND, \perp) mit dem Lastwiderstand R_L verbunden werden. In der vorliegenden Anwendung (Abbildung 9) ist der Ausgang so eingestellt, daß der Ausgangsstrom bei Überspannung abgeschaltet wird (DIS nicht kontaktiert). Die Verstärkung G_{IA} wird über die externen Widerstände R_1 und R_2 eingestellt und ergibt sich zu

$$G_{IA} = 1 + R_1/R_2 \Rightarrow R_1/R_2 = G_{IA} - 1$$

Die Transferfunktion für den Ausgangsstrom I_{OUT} lautet

$$I_{OUT} = V_{IN} G_{IA} / R_0 + I_{SET}$$

mit dem Strom I_{SET} , der über die externen Widerstände R_3 und R_4 eingestellt wird.

$$I_{SET} = \frac{V_{REF}}{2R_0} \cdot \frac{R_4}{R_3 + R_4} \Rightarrow \frac{R_3}{R_4} = \frac{V_{REF}}{2R_0 I_{SET}} - 1$$

Die Versorgungsspannung muß unter Berücksichtigung des Lastwiderstandes R_L gewählt werden:

$$V_S \geq I_{OUTmax} R_L + 6V$$

Beispiel: Ausgangsstrombereich 4...20mA

Für die Werte der externen Bauteile ergeben sich mit $V_{IN} = 0\dots200mV$, $V_{REF} = 5V$, $G_{IA} = 2$:

$R_0 = 25\Omega$	$R_1 = 22k\Omega$	$R_2 = 22k\Omega$	$R_3 = 100k\Omega$	$R_4 = 0\dots5k\Omega$
$R_5 = 40\Omega$	$R_L = 0\dots500\Omega$	$C_1 = 2,2\mu F$	$C_2 = 100nF$	

Analog Microelectronics behält sich Änderungen von Abmessungen, technischen Daten und sonstigen Angaben ohne vorherige Ankündigung vor.