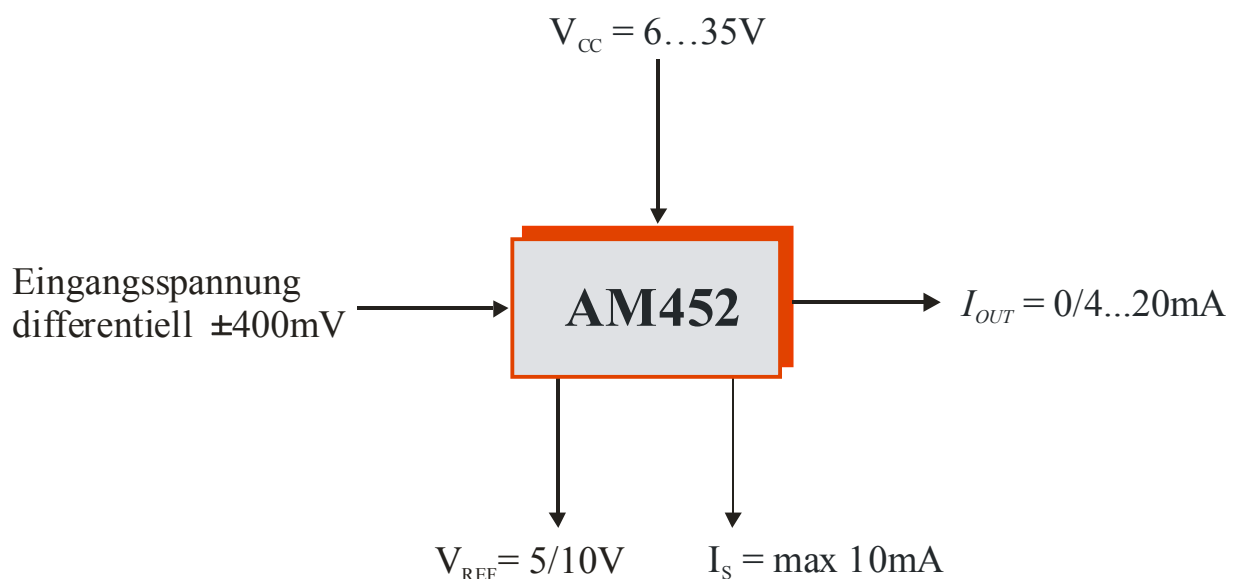


SPANNUNG-/STROM-MESSUMFORMER-IC MIT DIFFERENZ-EINGANG -AM452

PRINZIPIELLE FUNKTION

Verstärkung und Wandlung von differentiellen Eingangsspannungen in einstellbare 0(4)...20mA Ausgangssignale für 2- und 3-Draht Anwendungen



TYPISCHE ANWENDUNGEN

Messumformer für differentielle Eingangssignale in Stromausgangswerte für:

- Messumformer für Sensoranwendungen mit interner Messzellenversorgung
- Treiber für analoges Industrienetz (z. B. Fernanzeige)
- Differentieller Impedanzwandler
- Modulare Signalauswertung mit digitaler Korrektur (Frame-Konzept[1])

analog microelectronics
integrated circuits

Analog Microelectronics GmbH
An der Fahrt 13, D – 55124 Mainz

Telefon: +49 (0)6131/91 073-0
Telefax: +49 (0)6131/91 073-30

Internet:

<http://www.analogmicro.de>

E-Mail: info@analogmicro.de

November 2007 - Rev 1.1 - Page 1/18

SPANNUNG-/STROM-MESSUMFORMER-IC MIT DIFFERENZ-EINGANG -AM452

INHALTSVERZEICHNIS

EIGENSCHAFTEN	3
BLOCKDIAGRAMM	3
ALLGEMEINE BESCHREIBUNG	3
ELEKTRISCHE SPEZIFIKATIONEN	4
RANDBEDINGUNGEN	7
AUSFÜHRLICHE FUNKTIONSBESCHREIBUNG	8
1. <i>Der Instrumentenverstärker (IA)</i>	8
2. <i>Die Operationsverstärkerstufe (OP1)</i>	8
3. <i>Der Spannungs-/Stromwandler (U/I-Wandler)</i>	8
4. <i>Die Referenzspannungsquelle</i>	9
5. <i>Der Zusatz-Operationsverstärker (OP2)</i>	9
INBETRIEBNAHME DES AM452	9
Allgemeines zur 2- und 3-Draht-Anwendung mit dem AM452 [2]	9
Wahl der Versorgungsspannung	11
Einstellung des Offset und des Ausgangstrombereichs für den Fall: $V_{IN} = 0$	11
WICHTIGE HINWEISE ZUR INBETRIEBNAHME	12
DIMENSIONIERUNG	13
ANWENDUNGEN	13
Typische 3-Draht-Anwendung mit differentielltem Eingangssignal	14
Typische 2-Draht-Anwendung mit differentielltem Eingangssignal	15
LIEFERFORMEN	18
GEHÄUSEABMESSUNGEN	18
WEITERFÜHRENDE LITERATUR	18
NOTIZEN	18

SPANNUNG-/STROM-MESSUMFORMER-IC MIT DIFFERENZ-EINGANG -AM452

EIGENSCHAFTEN

- Instrumentenverstärkereingang mit weitem Spannungsbereich: $\pm 400\text{mV}$
- Einstellbare Verstärkung und Offset
- Einstellbarer Stromausgang (z.B. $0/4\dots 20\text{mA}$)
- Zwei- und Dreidraht-Betrieb
- Verpolschutz, Kurzschlusschutz
- Ausgangssignalbegrenzung
- Integrierte Stromquelle
- Einstellbare integrierte Referenzspannungsquelle: 5 bis 10V
- Modularer Aufbau
- Versorgungsspannung: 6...35V
- Temperaturbereich: $-40^\circ\text{C}\dots +85^\circ\text{C}$
- RoHS-konform

ALLGEMEINE BESCHREIBUNG

Der AM452 ist ein integrierter Messumformer mit einem einstellbaren Stromausgang, der speziell für die Aufbereitung von differentiellen Eingangssignalen entwickelt worden ist.

Das IC besteht aus verschiedenen Funktionsmodulen. Es verfügt neben dem Instrumentenverstärkereingang über einen zweiten Verstärker, der zur Verstärkungseinstellung dient. Der Fußpunkt kann über den Instrumentenverstärker oder über den U/I-Wandler eingestellt werden.

Zur Versorgung externer Komponenten stehen integrierte Spannungs- und Stromquellen in einem weiten Wertebereich zur Verfügung. Die einstellbare Stromausgangsstufe ermöglicht den 2- und den 3-Draht-Betrieb durch eine einfache Änderung der Beschaltung.

BLOCKDIAGRAMM

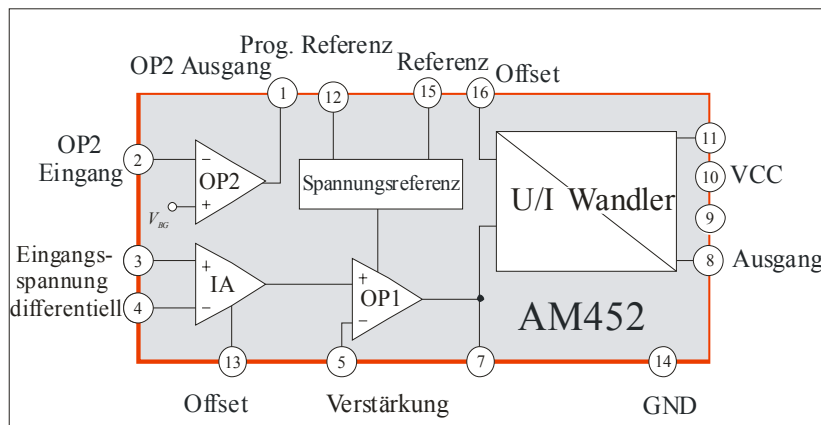


Abbildung 1: Blockschaltbild AM452

SPANNUNG-/STROM-MESSUMFORMER-IC MIT DIFFERENZ-EINGANG -AM452

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
Supply Voltage Range	V_{CC}	V_{SET} not connected	6		35	V
Quiescent Current	I_{CC}	$T_{amb} = -40\dots+85^{\circ}\text{C}$, $I_{REF} = 0\text{mA}$			1.5	mA
Temperature Specifications						
Operating	T_{amb}		-40		85	$^{\circ}\text{C}$
Storage	T_{st}		-55		125	$^{\circ}\text{C}$
Junction	T_j				150	$^{\circ}\text{C}$
Voltage Reference						
Voltage	V_{REF}	V_{SET} not connected	4.75	5.00	5.25	V
	V_{REF}	$V_{SET} = GND$, $V_{CC} \geq 11\text{V}$	9.5	10.0	10.5	V
Current	I_{REF}^*		0		10.0	mA
V_{REF} vs. Temperature	dV_{REF}/dT	$T_{amb} = -40\dots+85^{\circ}\text{C}$		± 90	± 140	ppm/ $^{\circ}\text{C}$
Line Regulation	dV_{REF}/dV	$V_{CC} = 6\text{V}\dots35\text{V}$		30	80	ppm/V
	dV_{REF}/dV	$V_{CC} = 6\text{V}\dots35\text{V}$, $I_{REF} \approx 5\text{mA}$		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 OP2						
Internal Reference	V_{BG}		1.20	1.27	1.35	V
V_{BG} vs. Temperature	dV_{BG}/dT	$T_{amb} = -40\dots+85^{\circ}\text{C}$		± 60	± 140	ppm/ $^{\circ}\text{C}$
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}		$V_{CC} - 4$	V
	V_{CV}	$V_{CC} \geq 19\text{V}$	V_{BG}		15	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		$V_{CC} - 4$	V
	V_{CV}	$V_{CC} \geq 19\text{V}$	0.4		15	V
Output Current	I_{CV}^*	Source			10	mA
	I_{CV}	Sink			-100	μA
Load Capacitance	C_L	Source mode	0	1	10	nF

* In 2-wire operation a maximum current of $I_{OUTmin} - I_{CC}$ is valid



Analog Microelectronics GmbH
An der Fahrt 13, D – 55124 Mainz

Telefon: +49 (0)6131/91 0730-0
Telefax: +49 (0)6131/91 073-30
Internet:
<http://www.analogmicro.de>
E-Mail: info@analogmicro.de

November2007 -Rev1.1- Page 4/18

SPANNUNG-/STROM-MESSUMFORMER-IC MIT DIFFERENZ-EINGANG -AM452

Parameter	Symbol	Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
Instrumentation Amplifier (cont.)						
Internal Gain	G_{IA}		4.9	5	5.1	
Differential Input Voltage Range	V_{IN}		0		±400	mV
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}		-9.0	-1.5	+6.0	mV
V_{OS} vs. Temperature	dV_{OS}/dT			±5		µV/°C
Input Bias Current	I_B			-100	-250	nA
I_B vs. Temperature	dI_B/dT			-0.4	-0.9	nA/°C
Output Voltage	V_{OUTIA}	$V_{CC} < 9V$			$V_{CC} - 4$	V
	V_{OUTIA}	$V_{CC} \geq 9V$			5	V
Minimum Output Voltage	$V_{OUTIAmin}$			4.5	16	mV
Load Capacitance	C_L				250	pF
Zero Adjust Stage						
Internal Gain	G_{ZA}		0.94	1	1.06	
Zero Adjust Voltage	V_{ZA}	$V_{ZA} \leq V_{OUTIAmax} - G_{IA} \Delta V_{IN}; V_{CC} < 9V, \Delta V_{IN} = 400mV, G_{IA} = 5$	0		$V_{CC} - 6$	V
		$V_{ZA} \leq V_{OUTIAmax} - G_{IA} \Delta V_{IN}; V_{CC} \geq 9V, \Delta V_{IN} = 400mV, G_{IA} = 5$	0		3	V
Offset Voltage	V_{OS}			±0.5	±2.0	mV
V_{OS} vs. Temperature	dV_{OS}/dT			±1.6	±5	µV/°C
Input Bias Current	I_B			47	120	nA
I_B vs. Temperature	dI_B/dT			18	30	pA/°C
Operational Amplifier – Gain Stage (OP1)						
Adjustable Gain	G_{GAIN}		1			
Input Range	IR	$V_{CC} < 10V$	0		$V_{CC} - 5$	V
		$V_{CC} \geq 10V$	0		5	V
Power Supply Rejection Ratio	$PSRR$		80	90		dB
Offset Voltage	V_{OS}		-3.0	-1.0	1.0	mV
V_{OS} vs. Temperature	dV_{OS}/dT			±3	±7	µV/°C
Input Bias Current	I_B			10	25	nA
I_B vs. Temperature	dI_B/dT			7	20	pA/°C
Output Voltage Limitation	V_{LIM}			V_{REF}		V
Output Voltage Range	V_{OP}	$V_{CC} < 10V$	0		$V_{CC} - 5$	V
		$V_{CC} \geq 10V$	0		V_{REF}	V
Load Capacitance	C_L				250	pF

SPANNUNG-/STROM-MESSUMFORMER-IC MIT DIFFERENZ-EINGANG -AM452

Parameter	Symbol	Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
U/I Converter						
Internal Gain	G_{VI}		0.122	0.125	0.128	
Trim Range		adjustable by R_0	0.60	1.00	1.40	
Voltage Range at R_0 FS	V_{R0FS}		320	540	760	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	$\mu V/^\circ C$
Input Resistance	R_{IN}		120	160		k Ω
R_{IN} vs. Temperature	dR_{IN}/dT		0.2	0.3		k $\Omega/^\circ C$
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
SET Stage						
Internal Gain	G_{SET}			0.5		
Input Voltage	V_{SET}		0		1.15	V
Offset Voltage	V_{OS}		-4.0	-1.0	+2.0	mV
V_{OS} vs. Temperature	dV_{OS}/dT			± 1.6	± 5	$\mu V/^\circ C$
Input Bias Current	I_B			8	20	nA
I_B vs. Temperature	dI_B/dT			7	18	pA/ $^\circ C$
Protection Functions						
Voltage Limitation at R_0	V_{LIMR0}	$V_{R0} = V_{IN} G_I, SET = GND$		$V_{REF}/8$		mV
	V_{LIMR0}	$V_{IN} = 0, V_{R0} = V_{SET}/2$	580	635	690	mV
Protection against reverse polarity		Ground vs. V_S vs. V_{OUT}			35	V
		Ground 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

Tabelle 1: Specifications

Remark: currents flowing into the IC are negative

SPANNUNG-/STROM-MESSUMFORMER-IC MIT DIFFERENZ-EINGANG -AM452

RANDBEDINGUNGEN

Parameter	Symbol	Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
Sense Resistor	R_0	$I_{OUTFS} = 20\text{mA}$	16	27	38	Ω
	R_0	$c = 20\text{mA}/I_{OUTFS}$	$c \cdot 16$	$c \cdot 27$	$c \cdot 38$	Ω
Stabilisation Resistor	R_5	$I_{OUTFS} = 20\text{mA}$	35	40	45	Ω
	R_5	$c = 20\text{mA}/I_{OUTFS}$	$c \cdot 35$	$c \cdot 40$	$c \cdot 45$	Ω
Load Resistance	R_L	limitation only for 3-wire operation	0		600	Ω
Sum Gain Resistors	$R_1 + R_2$		20		200	$\text{k}\Omega$
Sum Offset Resistors	$R_3 + R_4$		20		200	$\text{k}\Omega$
Sum IA-Offset Resistor	$R_6 + R_7$		20		200	$\text{k}\Omega$
V_{REF} Capacitance	C_1	min value for $T_{amb} 85^\circ\text{C}$	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	BCX54/55/56 for example	50	150		

Tabelle 2: Boundary Conditions

Hinweis: Für die 4...20mA Anwendungen (sowohl 2- als auch 3-Draht-Anwendung) gilt für den positiven Offset des Eingangssignals: $\text{Offset} < 1/5 (V_{IN+} - V_{IN-})$

Die Pins und 2 müssen gemäß Anwendung angeschlossen werden.

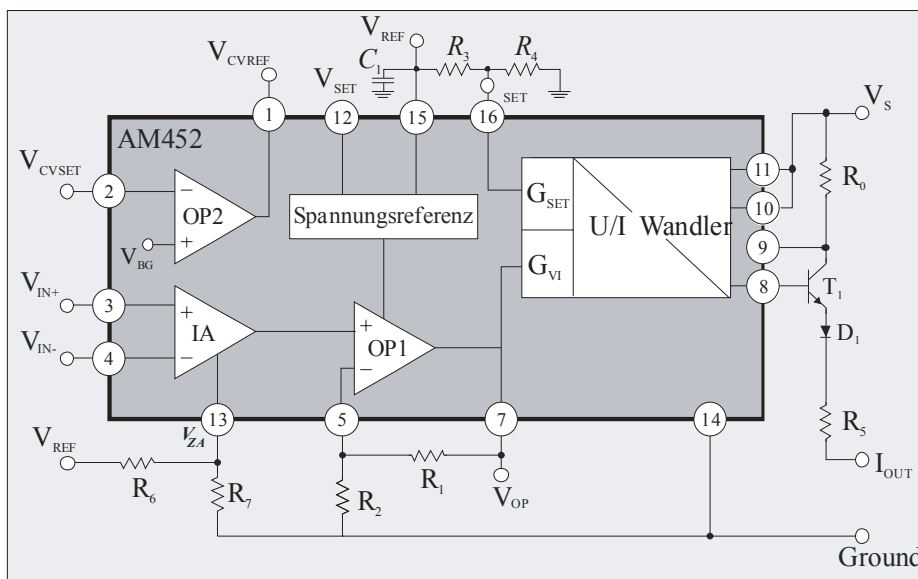


Abbildung 2: Blockschaltbild AM452 (3-Draht-Version).

SPANNUNG-/STROM-MESSUMFORMER-IC MIT DIFFERENZ-EINGANG -AM452

AUSFÜHRLICHE FUNKTIONSBESCHREIBUNG

Der AM452 ist ein modular aufgebauter, monolithisch integrierter Verstärker, der speziell für die Aufbereitung von differentiellen Spannungssignalen entwickelt wurde. Er besteht aus mehreren Funktionsblöcken, deren Werte in den elektrischen Spezifikationen einzeln beschrieben sind. Der AM452 ist er für industrielle Anwendungen sowohl für den 3-Draht- als auch für den 2-Draht-Betrieb geeignet (vgl. Kapitel ANWENDUNGEN). Seine Funktionsblöcke werden anhand des Blockschaltbildes (Siehe: *Abbildung 2*) erläutert.

Die Funktionsblöcke im Einzelnen:

1. **Der Instrumentenverstärker (IA)** mit einer internen festen Verstärkung $G_{IA} = 5$ dient als Eingangsstufe für differentielle Spannungssignale von maximal $\pm 400\text{mV}$. Aufgrund seines speziellen Aufbaus wird eine hohe Gleichtaktunterdrückung (CMIR) erreicht. Das Bezugspotential des Verstärkers kann über den Pin *ZA* des AM452 extern eingestellt werden, wodurch der Fußpunkt des Ausgangssignals (z.B. 4mA) beeinflusst werden kann.

Für die Übertragungsfunktion des Instrumentenverstärkers gilt:

$$V_{OUTIA} = G_{IA} V_{IN} + V_{ZA} \quad \text{mit } V_{OUTIA} > 0 \quad (1)$$

wobei V_{IN} die Differenzspannung zwischen den Eingängen und V_{ZA} die Spannung am Pin *ZA* des Instrumentenverstärkers IA bezeichnet.

2. **Die Operationsverstärkerstufe (OP1)** ermöglicht eine variable Verstärkung des Ausgangssignals des IA. Die Verstärkung G_{GAIN} des OP1 ist über die externen Widerstände R_1 und R_2 einstellbar. Als Schutzfunktion ist ein Überspannungsschutz integriert, der auf den Wert der eingestellten Referenz begrenzt ist (Siehe Pkt.4). Die Ausgangsspannung am OP1 kann zur Kontrolle am Pin V_{OP} abgegriffen werden. Sie errechnet sich zu:

$$V_{OP} = V_{OUTIA} \cdot G_{GAIN} \quad \text{mit } G_{GAIN} = \left(\frac{R_1}{R_2} + 1 \right) \quad (2)$$

wobei V_{OUTIA} extern nicht zugänglich, sondern intern mit dem Eingang des OP1 verbunden ist.

3. **Der Spannungs-/Stromwandler (U/I-Wandler)** liefert ein spannungsgesteuertes Stromsignal am IC-Ausgangs PIN *IOUT*, welches einen externen Transistor T_1 ansteuert. Dieser liefert den Ausgangsstrom I_{OUT} und übernimmt die Verlustleistung der Ausgangsstufe. Er sollte durch eine zusätzliche Diode D_1 gegen Verpolung geschützt werden.

SPANNUNG-/STROM-MESSUMFORMER-IC MIT DIFFERENZ-EINGANG -AM452

Über den Pin *SET* kann ein Offsetstrom I_{SET} am Ausgang *IOUT* eingestellt werden (z.B. mit Hilfe der internen Spannungsreferenz und einem externen Spannungsteiler wie in *Abbildung 2*). Der externe Widerstand R_0 ermöglicht eine Feinjustage des Ausgangsstromes. Für den durch T_1 verstärkten Ausgangsstrom I_{OUT} gilt die Beziehung

$$I_{OUT} = \frac{V_{OP} \cdot G_{VI}}{R_0} + I_{SET} = \frac{V_{OP}}{8R_0} + I_{SET} \text{ mit } I_{SET} = \frac{V_{SET} \cdot G_{SET}}{R_0} = \frac{V_{SET}}{2R_0} \quad (3)/(4)$$

wobei V_{OP} der Eingangsspannung des U/I-Wandlers und V_{SET} der Spannung am Pin *SET* entspricht.

4. **Die Referenzspannungsquelle** des AM452 erlaubt die Spannungsversorgung von externen Komponenten (z.B. Sensoren, μ P usw.). Der Wert der Referenzspannung V_{REF} kann über den Pin *VSET* eingestellt werden. Bei nicht angeschlossenem Pin *VSET* ist $V_{REF} = 5V$; wenn Pin *VSET* an Masse geschaltet ist, wird $V_{REF} = 10V$. Unter Verwendung von zwei externen Widerständen (zwischen Pin *VREF* und Pin *VSET* sowie Pin *VSET* und *GND*) lassen sich auch Zwischenwerte einstellen.

Die externe Kapazität C_1 dient zur Stabilisierung der Referenzspannung. Sie **muß** auch dann kontaktiert werden, wenn die Spannungsreferenz nicht benutzt wird. Sie darf den angegebenen Minimalwert nicht unterschreiten.

5. **Der Zusatz-Operationsverstärker (OP2)** ist als Strom- bzw. Spannungsquelle zur Versorgung von externen Komponenten einsetzbar. Der positive Eingang ist dabei intern auf die Bandgap Spannung V_{BG} gelegt, so dass die Ausgangsspannung des OP2 am Pin V_{CVREF} durch einen bzw. zwei externe Widerstände über einen weiten Bereich einstellbar ist.

Die einzelnen Module sind in den Spezifikationen separat beschrieben. Die Referenzspannungsquelle mit V_{REF} und der Operationsverstärker OP2 können als unabhängige Schaltungselemente betrieben und dimensioniert werden. Der Instrumentenverstärker IA, der Operationsverstärker OP1 und der U/I-Wandler bilden schaltungstechnisch eine Einheit, mit der Aufgabe, das Spannungseingangssignal in den Ausgangsstrom umzuwandeln.

INBETRIEBNAHME DES AM452

Allgemeines zur 2- und 3-Draht-Anwendung mit dem AM452 [2]

Da der AM452 durch äußere Kontaktierung sowohl im 2-Draht wie auch im 3-Draht Betrieb arbeiten kann, soll zunächst der Unterschied zwischen beiden Schaltungsversionen dargestellt werden.

Die IC-Masse im 2-Draht-Betrieb ist „virtuell“ (floatend), da sich die IC-Versorgungsspannung V_{CC} je nach Strom bei konstantem Lastwiderstand ändert. Allgemein gilt für den 2-Draht-Betrieb folgende Gleichung:



Analog Microelectronics GmbH
An der Fahrt 13, D – 55124 Mainz

Telefon: +49 (0)6131/91 0730-0
Telefax: +49 (0)6131/91 073-30
Internet:
<http://www.analogmicro.de>
E-Mail: info@analogmicro.de

November2007 -Rev1.1-Page 9/18

SPANNUNG-/STROM-MESSUMFORMER-IC MIT DIFFERENZ-EINGANG -AM452

$$V_{CC} = V_S - I_{OUT}(V_{IN}) R_L \quad (5)$$

Der Grund dafür ist, dass das IC im 2-Draht-Betrieb in Reihe zum eigentlichen Lastwiderstand R_L geschaltet ist. In *Abbildung 3* ist dieser Sachverhalt graphisch dargestellt.

Im 3-Draht-Betrieb gilt Formel 5 nicht mehr, da die IC-Masse an die Systemmasse angeschlossen wird. Für den 3-Draht-Betrieb lässt sich für die Versorgungsspannung schreiben

$$V_{CC} = V_S \quad (6)$$

Die Stromaufnahme des Gesamtsystems (AM452 und alle externen Komponenten inklusive der Einstellwiderstände) dürfen in einem 2-Draht-System in der Summe nicht mehr als I_{OUTmin} (z.B. 4mA) verbrauchen.

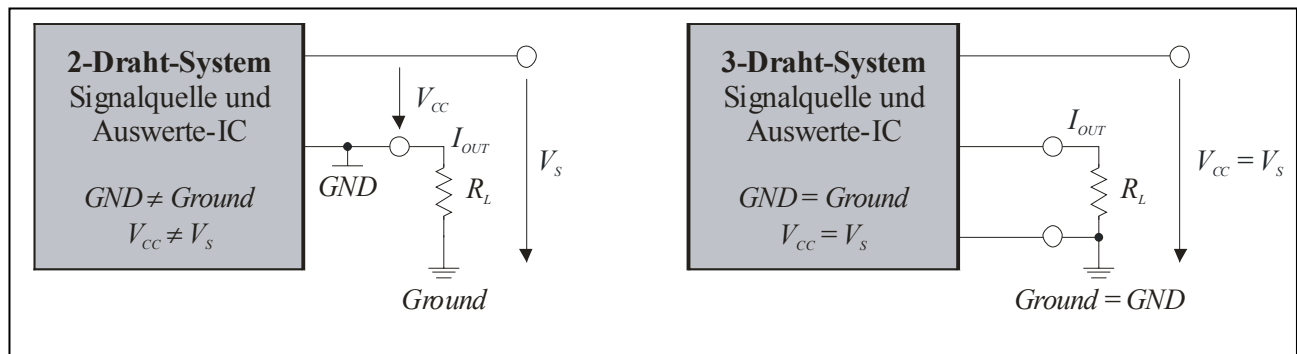


Abbildung 3: Grundsätzlicher Unterschied zwischen 2-Draht- und 3-Draht-Schaltung

Hinweis: Unbedingt auf den Unterschied zwischen GND und Ground achten -

Im 3-Draht-Betrieb (vgl. z.B. *Abbildung 2*) wird der Masseanschluß des ICs (Pin *GND*) mit der von außen zugeführten Systemmasse *Ground* verbunden. Die System-Versorgungsspannung V_S wird an Pin *VCC* angeschlossen und Pin *VCC* mit Pin *RS+* verbunden.

Im 2-Draht-Betrieb (vgl. *Abbildung 6*) wird die System-Versorgungsspannung V_S an den Pin *RS+* angeschlossen und der Pin *VCC* mit Pin *RS-* verbunden. Der Masseanschluß des IC (Pin *GND*) wird am Knotenpunkt zwischen dem Widerstand R_S und dem Lastwiderstand R_L (Stromausgang I_{OUT}) kontaktiert. Damit ist die Masse *GND* des ICs **nicht** gleich der Systemmasse *Ground*. Das Ausgangssignal wird über dem Lastwiderstand R_L abgegriffen, der den Stromausgang I_{OUT} mit der Systemmasse verbindet.

SPANNUNG-/STROM-MESSUMFORMER-IC MIT DIFFERENZ-EINGANG -AM452

Wahl der Versorgungsspannung

Die zum Betrieb des AM452 benötigte „System“-Versorgungsspannung V_S hängt von dem jeweils gewählten Betriebsmodus ab:

Bei Nutzung des Stromausganges Pin I_{OUT} (in Verbindung mit dem externen Transistor) hängt V_S von dem jeweiligen Lastwiderstand R_L der Anwendung ab. Für die minimale System-Versorgungsspannung V_S gilt:

$$V_S \geq I_{OUTmax} R_L + V_{CCmin} \quad (7)$$

Darin bezeichnet I_{OUTmax} den maximalen Ausgangsstrom und V_{CCmin} die minimale IC-Versorgungsspannung, die vom Wert der gewählten Referenzspannung abhängt:

$$V_{CCmin} \geq V_{REF} + 1V \quad (8)$$

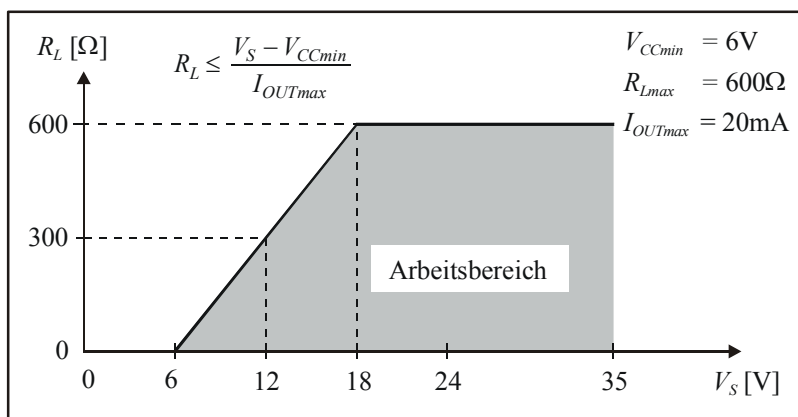


Abbildung 4 : Arbeitsbereich in Abhängigkeit des Lastwiderstands

Einstellung des Offset und des Ausgangsstrombereichs für den Fall: $V_{IN} = 0$

Bei der Einstellung des AM452 sollte zunächst eine Voreinstellung durchgeführt werden. Dazu wird zunächst der Offset (Fußpunkt)-Abgleich des Ausgangsstroms durchgeführt, indem in einem ersten Schritt die beiden Eingänge des IA kurzgeschlossen werden ($V_{IN} = 0$) und gemeinsam auf ein erlaubtes Potential (vgl. *CMIR* in den *Elektrischen Spezifikationen*) gelegt werden. Mit dem Kurzschluss am Eingang ergibt sich unter Berücksichtigung eines Spannungsteilers für die Referenzspannung V_{REF} : (siehe z.B. *Abbildung 5*):

$$I_{OUT}(V_{IN} = 0) = I_{SET} \quad \text{mit} \quad I_{SET} = \frac{V_{REF}}{2R_0} \cdot \frac{R_4}{R_3 + R_4} \quad (9)$$

Die Einstellung des Ausgangsstrombereichs (z.B. 16mA) erfolgt durch die Wahl der externen Widerstände R_1 und R_2 (bzw. Feinjustage mit R_0). Für den Ausgangsstrom I_{OUT} ergibt sich:

$$I_{OUT} = V_{IN} \frac{G_I \cdot G_{VI}}{R_0} + I_{SET} \quad \text{mit} \quad G_I = G_{IA} \cdot G_{GAIN} \quad \text{und} \quad V_{ZA} = 0 \quad (10)$$

SPANNUNG-/STROM-MESSUMFORMER-IC MIT DIFFERENZ-EINGANG -AM452

Durch die Einstellung des Ausgangsstrombereiches (Verstärkung) wird bei nicht vernachlässigbarem Offset von Signalquelle und Eingangsverstärker (IA) des AM452 auch $I_{OUT}(V_{IN} = 0)$ verändert. Dieser Verschiebung muß gegebenenfalls durch ein Feinjustieren von R_3 und R_4 Rechnung getragen werden. Sind der Offset von Signalquelle und Eingangsverstärker für die gewünschte Genauigkeit nicht relevant, gelten uneingeschränkt die Formel (9) und (10).

Falls die Signalquelle einen positiven Offset hat, gilt für den Einsatz des AM452 für den Offset des Eingangssignals: $\text{Offset} < 1/5 (V_{IN+} - V_{IN-})$.

Falls die Signalquelle einen negativen Offset hat, kann über den ZA-Pin der Offset über den Spannungsteiler R_6 und R_7 eingestellt werden.

WICHTIGE HINWEISE ZUR INBETRIEBNAHME

1. Zum Betrieb des AM452 muß **immer** die externe Kapazität C_1 (Keramikkapazität) kontaktiert werden. Es ist zu beachten, dass der Wert der Kapazität auch über den Temperaturbereich nicht den Wertebereich in den Randbedingungen (siehe *Tabelle2*) unterschreitet. Im 2-Draht-Betrieb ist zusätzlich die Keramikkapazität C_2 zu verwenden.
2. Alle in einer Applikation nicht benutzten Funktionsblöcke des AM452 (OP2 oder VREF) müssen in einen definierten (und erlaubten) Betriebszustand gebracht werden.
3. Die Spannungen an den Eingängen des IA (Pin $IN+$ und Pin $IN-$) müssen **immer** innerhalb des Eingangsspannungsbereichs $CMIR$ liegen.
4. Am Stromausgang ist für den 2-Draht-Betrieb ein Lastwiderstand von **maximal** 600Ω zulässig.
5. Die Werte der externen Widerstände $R_0, R_1, R_2, R_3, R_4, R_5, R_6$ und R_7 müssen innerhalb des erlaubten Bereichs gewählt werden, der in den Randbedingungen spezifiziert ist.
6. Die Toleranzen der Widerstände sowie ihre Temperaturkoeffizienten gehen in den Gesamtfehler ein.
7. Es ist zur Vermeidung von Temperaturgradienten dringend darauf zu achten, dass der Transistor **genügend weit** vom IC AM452 entfernt platziert wird und dass für eine ausreichende Temperaturabführung gesorgt ist.
8. Beim 2-Draht-Betrieb ist auf die Strombilanz (gesamte Eigenstromaufnahme auch über den Temperaturbereich $<4mA$) des ICs und aller angeschlossenen Bauelemente z.B. Sensor zu achten.

SPANNUNG-/STROM-MESSUMFORMER-IC MIT DIFFERENZ-EINGANG -AM452

DIMENSIONIERUNG

Es werden zwei Wege zur Dimensionierung vorgeschlagen.

a) Dimensionierung gemäß den im Datenblatt angegebenen Formeln. Hier muß insbesondere auf den Offset des Eingangssignals des AM452 geachtet werden. Die Formeln gelten für den Fall eines Eingangssignals mit einem Offset zwischen null und $< 1/5 (V_{IN+} - V_{IN-})$. Beispiele in den ANWENDUNGEN.

b) Die Dimensionierung der externen Bauelemente des AM452 kann mit Hilfe des Excel-Sheets: **Kali_AM452.xls** durchgeführt werden. Siehe dazu [3]. Diese Dimensionierung gilt für den Fall eines Eingangssignals mit einem Offset von negativen Werten bis zu einem positiven Wert $< 1/5 (V_{IN+} - V_{IN-})$. (Der größere Abstimmbereich wird dadurch erreicht, dass der Eingangsoffset über den ZA-Pin des Instrumentenverstärkers und nicht durch einen Offsetstrom am U/I-Wandler eingestellt wird).

Das Programm berücksichtigt durch den zugrunde liegenden Algorithmus auch die Exemplarstreuungen der ICs und der angeschlossenen Bauelemente.

ANWENDUNGEN

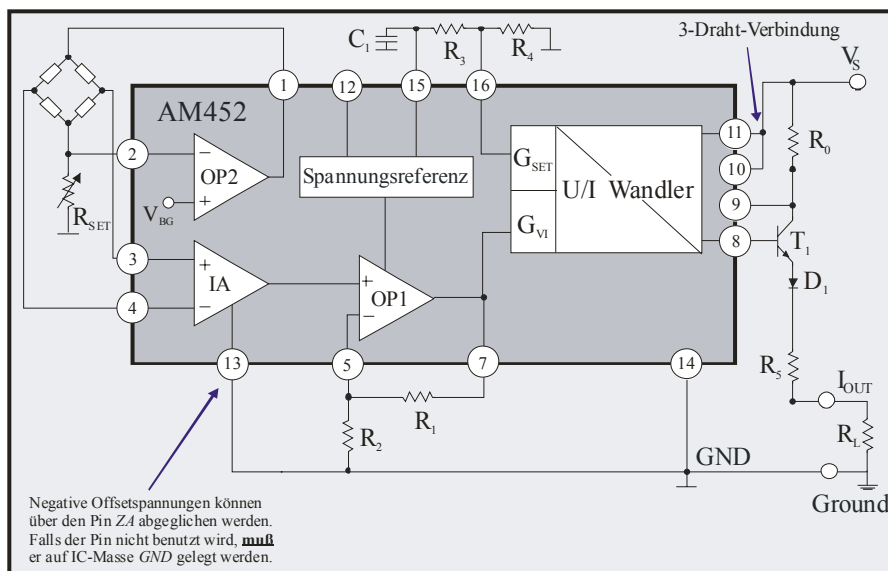


Abbildung 5: Typische 3-Draht-Anwendung für differentielle Eingangssignale

SPANNUNG-/STROM-MESSUMFORMER-IC MIT DIFFERENZ-EINGANG -AM452

Typische 3-Draht-Anwendung mit differentielltem Eingangssignal

Im 3-Draht-Betrieb (vgl. z.B. Abbildung 5) wird der Masseanschluß des ICs (Pin 14 = *GND*) mit der von außen zugeführten Systemmasse *Ground* verbunden. Die System-Versorgungsspannung V_S wird an Pin *VCC* angeschlossen und Pin *VCC* mit Pin *RS+* verbunden. Der Ruhestrom des AM452 fließt in dieser Konfiguration nicht über den Widerstand R_0 .

Abbildung 5 zeigt die 3-Draht-Anwendung, bei der das differentielle Ausgangssignal einer stromgespeisten Messbrücke verstärkt und gewandelt wird. Die Stromspeisung der Messbrücke erfolgt mit dem Operationsverstärker OP2. Der Versorgungsstrom I_S der Brücke kann über den Widerstand R_{SET} eingestellt werden:

$$I_S = \frac{V_{BG}}{R_{SET}} = \frac{1,27V}{R_{SET}} \quad (11)$$

Für die Anwendung wird angenommen, dass keine negativen Eingangsdifferenzspannungen auftreten. Der Pin *ZA* wird deshalb auf IC-Masse *GND* gelegt.

Für den Ausgangsstrom I_{OUT} gilt nach Gleichung (9) und (10)

$$I_{OUT} = V_{IN} \frac{G_I}{8R_0} + I_{SET} \quad \text{mit } V_{ZA} = 0 \quad (12)$$

$$\text{mit } G_I = G_{IA} \quad G_{GAIN} = 5 \left(1 + \frac{R_1}{R_2} \right) \quad \text{und } I_{SET} = \frac{V_{REF}}{2R_0} \cdot \frac{R_4}{R_3 + R_4} \quad (13)$$

G_I ist hierbei die Gesamtverstärkung des Instrumentenverstärkers (IA) und des nachfolgenden Operationsverstärkers (OP1). I_{SET} ist der zusätzliche Offsetstrom, der mittels einer Spannung am Set Pin eingestellt wird und den Ausgangsstrom des U/I-Wandlers um einen konstanten Wert erhöhen kann.

1) Beispiel 1: $V_{IN} = 0...100\text{mV}$ differentiell, $I_{OUT} = 4...20\text{mA}$ (3-Draht)

Für eine Messbrücke mit einem Signal $V_{IN} = 0...100\text{mV}$ (ohne Offset) am Eingang des IA sollen die externen Bauteile so dimensioniert werden, dass der Ausgangsstrom $I_{OUT} 4...20\text{mA}$ beträgt.

Falls der Offset des Eingangssignals zu vernachlässigen ist, müssen die Widerstände R_0 , R_1 , R_2 , R_3 und R_4 bestimmt werden. Bei den beiden Spannungsteilern ist es ausreichend einen der beiden Widerstände zu berechnen; der andere kann innerhalb der Vorgaben der Randbedingungen frei gewählt werden. In dem Beispiel wird für R_2 ein Wert von $10\text{k}\Omega$ und für R_4 $5\text{k}\Omega$ gewählt. Am Widerstand R_0 sollen bei einem Strom von 20mA 540mV abfallen (typischer Wert). Man erhält mit Gleichung (14) und unter Anwendung der Formeln (12) und (13) die Werte für R_0 , R_1 und R_3 .

$$R_0 \cdot 0,02A = 0,54V \quad (14)$$

SPANNUNG-/STROM-MESSUMFORMER-IC MIT DIFFERENZ-EINGANG -AM452

Aus den Gleichungen (12) und (13) folgt mit den Werten des Beispiels 1:

$$0,02A = \frac{0,1V \cdot 5 \cdot \left(1 + \frac{R_1}{10k\Omega}\right)}{8 \cdot R_0} + \left(\frac{5}{2 \cdot R_0} \cdot \frac{5k\Omega}{(R_3 + 5k\Omega)} \right)$$

$$0,004A = \frac{5}{2 \cdot R_0} \cdot \frac{5k\Omega}{(R_3 + 5k\Omega)}$$

Durch Lösen des Gleichungssystems und unter Berücksichtigung der Vorgaben ergeben sich folgende Werte für die 3-Draht 4-20mA Stromschnittstelle:

$R_0 = 27\Omega$	$R_1 = 59,12k\Omega$	$R_3 = 110,74k\Omega$
$R_2 = 10k\Omega$	$R_4 = 5k\Omega$	
$R_5 = 39\Omega$	$R_L = 0 \dots 600\Omega$	$C_1 = 2,2\mu F$

Typische 2-Draht-Anwendung mit differentielllem Eingangssignal

2) Beispiel 2: $V_{IN} = 0 \dots 100mV$ differentiell, $I_{OUT} = 4 \dots 20mA$ (2-Draht)

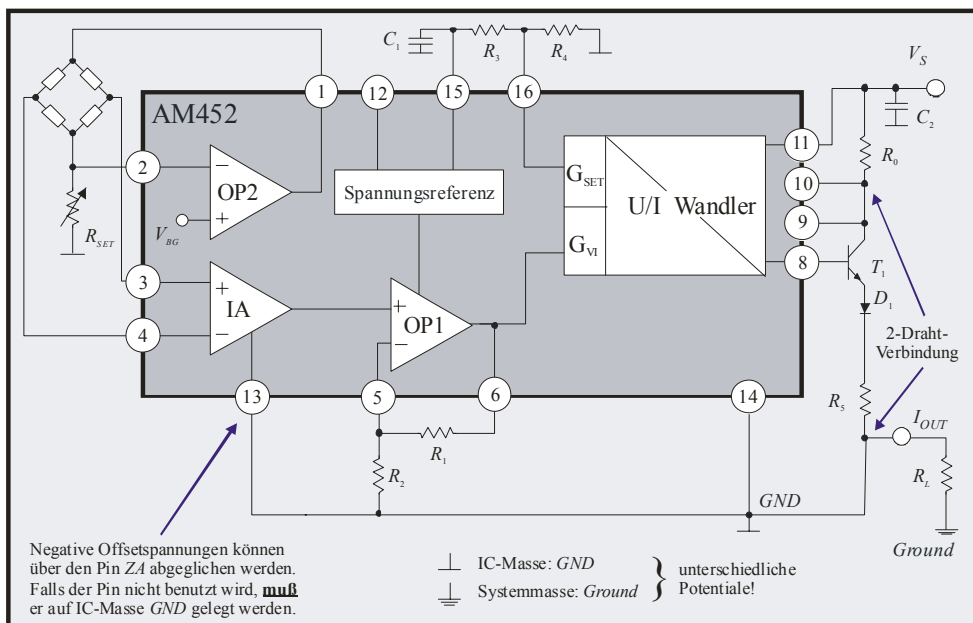


Abbildung 6: Typische 2-Draht-Anwendung für differentielle Eingangssignale

SPANNUNG-/STROM-MESSUMFORMER-IC MIT DIFFERENZ-EINGANG -AM452

Um das System zu bestimmen müssen die Widerstände R_0 , R_1 , R_2 , R_3 und R_4 bestimmt werden.

Für eine Messbrücke mit einem Signal $V_{IN} = 0..100\text{mV}$ (ohne Offset) am Eingang des IA sollen die externen Bauteile zur Beschaltung des AM452 so dimensioniert werden, dass der Ausgangsstrombereich 4...20mA beträgt. Der AM452 wird hier nun so beschaltet, dass über R_0 der gesamte Strom, also auch der Ruhestrom des IC fließt.

Wie in Beispiel 1 können auch hier R_2 und R_4 unter Berücksichtigung der Randbedingungen frei gewählt werden. Hier soll beispielsweise $R_2=10\text{k}\Omega$ und $R_4=5\text{k}\Omega$ sein. Auch R_0 wird zu 33Ω gewählt. Es ergeben sich aus den beiden Gleichungen (12) und (13) die Werte für R_1 und R_3 :

$$0,02\text{A} = \frac{0,1\text{V} \cdot 5 \cdot \left(1 + \frac{R_1}{10\text{k}\Omega}\right)}{8 \cdot 33\Omega} + \left(\frac{5}{2 \cdot 33\Omega} \cdot \frac{5\text{k}\Omega}{(R_3 + 5\text{k}\Omega)} \right)$$
$$0,004\text{A} = \frac{5}{2 \cdot 33\Omega} \cdot \frac{5\text{k}\Omega}{(R_3 + 5\text{k}\Omega)}$$

Durch Lösen des Gleichungssystems und unter Berücksichtigung der Randbedingungen für die externen Bauteile ergeben sich dann die folgenden Werte:

$R_0 = 33\Omega$	$R_1 = 74,48\text{k}\Omega$	$R_3 = 89,7\text{k}\Omega$	
$R_2 = 10\text{k}\Omega$	$R_4 = 5\text{k}\Omega$		
$R_5 = 39\Omega$	$R_L = 0...600\Omega$	$C_1 = 2,2\mu\text{F}$	$C_2 = 100\text{nF}$

Bei dieser Anwendung ist insbesondere auf die Gesamtstromaufnahme zu achten, die bei 85°C den Wert von 4mA nicht überschreiten darf.

Offsetabgleich mittels R_3 am Set Pin

Der Offsetwert des Ausgangsstroms kann mittels der Spannung am SET Pin 16 über den Spannungsteiler R_3 und R_4 nachgestellt werden. Ist beispielsweise , durch interne Offsets und Parasitäten der Ausgangsstrom um 0,1mA zu hoch (4,1mA und 20,1mA), so muß der Strom um 0,1mA reduziert werden, d.h. I_{SET} darf nur 3,9mA betragen. Es ergibt sich nach Formel (9) in diesem Beispiel:

$$I_{SET} = \frac{V_{REF}}{2R_0} \cdot \frac{R_4}{R_3 + R_4} = 3,9\text{mA} = \frac{5\text{V}}{66\Omega} \cdot \frac{5\text{k}\Omega}{R_3 + 5\text{k}\Omega}$$

Nach R_3 aufgelöst erhält man: $R_3 \approx 92,125\text{k}\Omega$ statt $89,7\text{k}\Omega$. Die Spannung am SET Pin beträgt dann nur noch 257,4mV statt 264mV und der Ausgangsstrom ist dadurch um 0,1mA reduziert.

SPANNUNG-/STROM-MESSUMFORMER-IC MIT DIFFERENZ-EINGANG -AM452

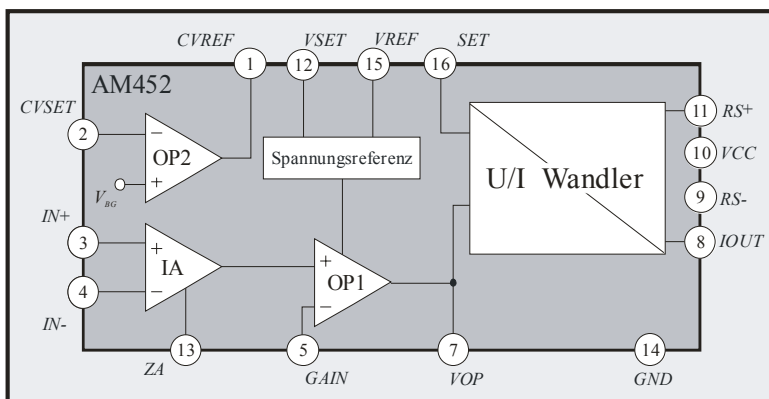


Abbildung 7: Blockschaltbild

BLOCKSCHALTBIOD UND PINOUT

PIN	NAME	BEDEUTUNG
1	CVREF	Strom-/Spannungsreferenz
2	CVSET	Einstellen Strom-/Spannungsreferenz
3	IN+	Positiver Eingang
4	IN-	Negativer Eingang
5	GAIN	Einstellen der Verstärkung
6	NC	Non Connected
7	VOP	Ausgang OP1
8	IOUT	Stromausgang
9	RS-	Senswiderstand -
10	VCC	Versorgungsspannung
11	RS+	Senswiderstand +
12	VSET	Einstellung Referenzspannungsquelle
13	ZA	Nullpunkteinstellung
14	GND	IC-Masse
15	VREF	Ausgang Referenzspannungsquelle
16	SET	Einstellen des Ausgangsoffsetstroms

Tabelle 3: Pinbelegung

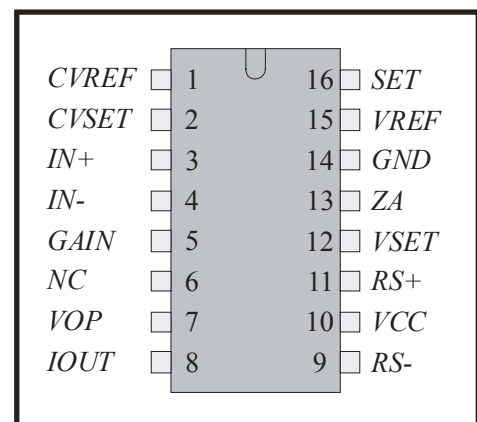


Abbildung 8: Pin Out

SPANNUNG-/STROM-MESSUMFORMER-IC MIT DIFFERENZ-EINGANG -AM452

LIEFERFORMEN

Der AM452 ist lieferbar als:

- SOP 16(n)

GEHÄUSEABMESSUNGEN

Siehe Homepage Datenblätter: package.pdf

WEITERFÜHRENDE LITERATUR

[1] Konzept der Frame-ASICs: <http://www.Frame-ASIC.de/>

Alle nachstehenden Verweise beziehen sich auf die Homepage der Analog Microelectronics: <http://www.analogmicro.de/>

[2] Technische Artikel: PR1012 - AM462 Spannungs/Strom-Wandler IC für 2-Draht Stromschleifenanwendungen:

[3] Dimensionierungsprogramm Down Load: Kali_AM452.xls

NOTIZEN

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



Analog Microelectronics GmbH
An der Fahrt 13, D – 55124 Mainz

Telefon: +49 (0)6131/91 0730-0
Telefax: +49 (0)6131/91 073-30
Internet:
<http://www.analogmicro.de>
E-Mail: info@analogmicro.de

November2007 -Rev1.1-Page 18/18