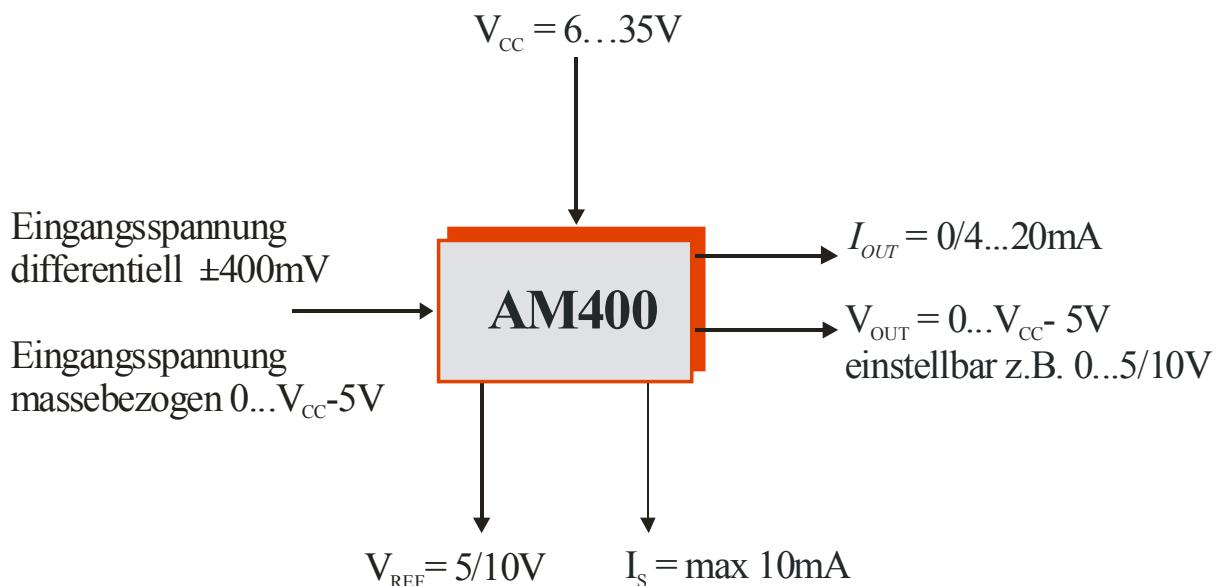


UNIVERSALES VERSTÄRKER-IC AM400

PRINZIPIELLE FUNKTION

Verstärkung und Wandlung von differentiellen oder massebezogenen Eingangsspannungen in industrielle Standardstrom- (0/4...20mA) oder Spannungssignale (z.B. 0...5/10V, 0,5...4,5V)



TYPISCHE ANWENDUNGEN

- Messumformer für Sensoranwendungen
- Analoge Ausgangsstufe für Mikroprozessoren
- Modulare Signalauswertung mit digitaler Korrektur (Frame-ASIC [1])
- Geschützte Ausgangsstufe
- Treiber für analoges Industriennetz
- Impedanzwandler

UNIVERSALES VERSTÄRKER-IC

AM400

INHALTSVERZEICHNIS

EIGENSCHAFTEN	3
ALLGEMEINE BESCHREIBUNG	3
BLOCKDIAGRAMM	3
ELEKTRISCHE SPEZIFIKATIONEN	4
RANDBEDINGUNGEN	7
AUSFÜHRLICHE FUNKTIONSBesCHREIBUNG	8
INBETRIEBNAHME DES AM400	10
Allgemeines zu 2- und 3-Draht-Anwendungen im Strombetrieb	10
Einstellung der Spannungsverstärkung bei Nutzung des Spannungsausgangs	11
Einstellung des Ausgangsstrombereichs und Offsetabgleich bei Nutzung des Stromausgangs	11
Wahl der Versorgungsspannung	11
WICHTIGE HINWEISE ZUR INBETRIEBNAHME	12
ANWENDUNGEN	13
1) Typische 3-Draht-Anwendung mit differentiellem Eingangssignal	13
2) Typische 3-Draht-Anwendung mit massebezogenem Eingangssignal	14
3) Typische 2-Draht-Anwendung mit differentiellem Eingangssignal	15
4) Anwendung für 16-polige Version (3-Draht-Anwendung)	17
BLOCKSCHALTBILD UND PINOUT 20-POLIGE VERSION UND DICE	18
BLOCKSCHALTBILD UND PINOUT 16-POLIGE VERSION	19
PRINZIPIELLE ANWENDUNGSBEISPIELE	20
LIEFERFORMEN	21
GEHÄUSEABMESSUNGEN	21
WEITERFÜHRENDE LITERATUR	21
NOTIZEN	21

UNIVERSALES VERSTÄRKER-IC AM400

EIGENSCHAFTEN

- Instrumentenverstärker mit großem Eingangsspannungsbereich
- Einstellbare Verstärkung und Offset
- Analoger Spannungs- (z.B. 0...5/10V) und Stromausgang (z.B. 0/4...20mA) parallel
- Zwei- und Dreidraht-Betrieb
- Verpolschutz, Kurzschlußschutz
- Ausgangssignalbegrenzung
- Integrierte Stromquelle
- Einstellbare integrierte Referenzspannungsquelle: 4,5 bis 10V
- Versorgungsspannung: 6...35V
- Großer Arbeitstemperaturbereich: -40°C...+85°C
- Einzeln zugängliche Funktionsmodule
- RoHS-konform
- 2 Gehäusungsvarianten SOP und SSOP

ALLGEMEINE BESCHREIBUNG

Der AM400 ist ein monolithisch integrierter Meßverstärker mit parallelem Strom- und Spannungsausgang, der speziell für die Aufbereitung von differentiellen Eingangssignalen entwickelt worden ist. Der AM400 ist aus verschiedenen Funktionsmodulen aufgebaut. Er verfügt neben dem Instrumentenverstärkereingang auch über einen Eingang für massebezogene Signale. Als besondere Eigenschaft besitzt der AM400 einen Strom- und einen Spannungsausgang, die beide gleichzeitig genutzt werden können. Die Ausgangsbereiche sind über externe Widerstände wählbar. So kann beispielsweise der AM400 auf die Anforderungen des analogen Industrienetzes 0/4...20mA und 0/5...10V eingestellt werden. Zur Versorgung externer Komponenten stehen integrierte Spannungs- und Stromquellen in einem weiten Wertebereich zur Verfügung.

Der AM400 wurde so konzipiert, daß er ideal mit externen Prozessoren betrieben werden kann (zum Beispiel mit einem µP zur Signalkorrektur [1]).

BLOCKDIAGRAMM

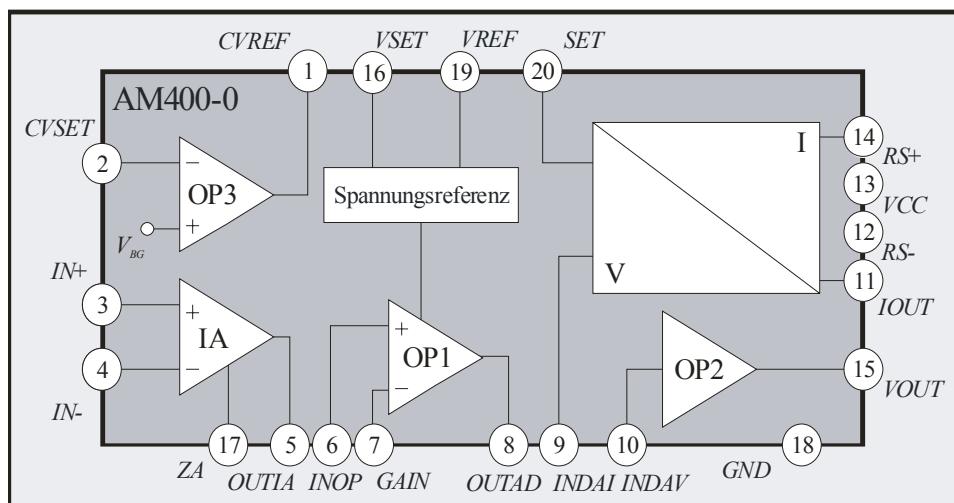


Abbildung 1: Blockschaltbild AM400 in der 20-poligen Version

UNIVERSALES VERSTÄRKER-IC

AM400

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), currents flowing into the IC are negative

Parameter	Symbol	Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
Supply Voltage Range	V_{CC}		6		35	V
Quiescent Current	I_{CC}	$T_{amb} = -40\text{...}+85^\circ\text{C}$, $I_{REF} = 0\text{mA}$			1.5	mA
Temperature Specifications						
Operating	T_{amb}		-40		85	°C
Storage	T_{st}		-55		125	°C
Junction	T_J				150	°C
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		10.0	mA
V_{REF} vs. Temperature	dV_{REF}/dT	$T_{amb} = -40\text{...}+85^\circ\text{C}$		±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 OP3						
Internal Reference	V_{BG}		1.20	1.27	1.35	V
V_{BG} vs. Temperature	dV_{BG}/dT	$T_{amb} = -40\text{...}+85^\circ\text{C}$		±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}		$V_{CC} - 4$	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
Instrumentation Amplifier						
Internal Gain	G_{IA}		4.9	5	5.1	
Differential Input Voltage Range	V_{IN}		0		±400	mV
Common Mode Input Range	$CMIR$	$V_{CC} < 9\text{V}$, $I_{CV} < 2\text{mA}$	1.5		$V_{CC} - 3$	V
	$CMIR$	$V_{CC} \geq 9\text{V}$, $I_{CV} < 2\text{mA}$	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}			±1.5	±6	mV

UNIVERSALES VERSTÄRKER-IC

AM400

Parameter	Symbol	Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
Instrumentation Amplifier (cont.)						
V_{OS} vs. Temperature	dV_{OS}/dT			± 5		$\mu\text{V}/^\circ\text{C}$
Input Bias Current	I_B			-100	-250	nA
I_B vs. Temperature	dI_B/dT			-0.4	-0.9	$\text{nA}/^\circ\text{C}$
Output Voltage Range	V_{OUTIA}	$V_{CC} < 9\text{V}$, $R_{LIA} \leq 10\text{k}\Omega$	0***		$V_{CC} - 4$	V
	V_{OUTIA}	$V_{CC} \geq 9\text{V}$, $R_{LIA} \leq 10\text{k}\Omega$	0***		5	V
Minimum Output Voltage	$V_{OUTIamin}$	without external load resistance R_{LIA}		4.5	16	mV
Load Capacitance	C_L^{**}				250	pF
Zero Adjust Stage						
Internal Gain	G_{ZA}		0,94	1	1,06	
Input Voltage	V_{ZA}	$V_{ZA} \leq V_{OUTIA} - G_{IA} V_{IN}$	0		V_{OUTIA}	V
Offset Voltage	V_{OS}			± 0.5	± 2.0	mV
V_{OS} vs. Temperature	dV_{OS}/dT			± 1.6	± 5	$\mu\text{V}/^\circ\text{C}$
Input Bias Current	I_B			47	120	nA
I_B vs. Temperature	dI_B/dT			18	30	$\text{pA}/^\circ\text{C}$
Operational Amplifier Gain Stage (OP1)						
Adjustable Gain	G_{GAIN}		1			
Input Range	IR	$V_{CC} < 10\text{V}$	0		$V_{CC} - 5$	V
	IR	$V_{CC} \geq 10\text{V}$	0		5	V
Power Supply Rejection Ratio	$PSRR$		80	90		dB
Offset Voltage	V_{OS}			± 0.5	± 2	mV
V_{OS} vs. Temperature	dV_{OS}/dT			± 3	± 7	$\mu\text{V}/^\circ\text{C}$
Input Bias Current	I_B			10	25	nA
I_B vs. Temperature	dI_B/dT			7	20	$\text{pA}/^\circ\text{C}$
Output Voltage Limitation	V_{LIM}				V_{REF}	V
Output Voltage Range	V_{OUTAD}	$V_{CC} < 10\text{V}$	0		$V_{CC} - 5$	V
	V_{OUTAD}	$V_{CC} \geq 10\text{V}$	0		V_{REF}	V
Load Capacitance	C_L					250 pF
Operational Amplifier Output Stage (OP2)						
Internal Gain	G_{OP}		2.15	2.20	2.25	
Input Range	IR	$V_{CC} < 11\text{V}$	0		$V_{CC} - 5$	V
	IR	$V_{CC} \geq 11\text{V}$	0		6	V
Power Supply Rejection Ratio	$PSRR$		80	90		dB
Offset Voltage	V_{OS}			± 0.5	± 2	mV
V_{OS} vs. Temperature	dV_{OS}/dT			± 3	± 7	$\mu\text{V}/^\circ\text{C}$
Input Bias Current	I_B			10	25	nA
I_B vs. Temperature	dI_B/dT			7	20	$\text{pA}/^\circ\text{C}$
Output Voltage Range	V_{OUT}	$V_{CC} < 19\text{V}$	0		$V_{CC} - 5$	V
	V_{OUT}	$V_{CC} \geq 19\text{V}$	0		14	V
Output Current Limitation	I_{LIM}	$V_{OUT} \geq 10\text{V}$	5	7	10	mA
Output Current	I_{OUT}		0		I_{LIM}	mA
Load Resistance	R_L		2			k Ω
Load Capacitance	C_L				500	nF

UNIVERSALES VERSTÄRKER-IC

AM400

Parameter	Symbol	Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
V/I Converter						
Internal Gain	G_{VI}		0,120	0.125	0,130	
Trim Range		adjustable by R_0	0.75	1.00	1.25	
Voltage Range at R_0 FS	$V_{R0}FS$		350	750		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}			± 0.5	± 1.5	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/°C
Protection Functions						
Voltage Limitation at R_0	V_{LIMR0}	$V_{R0} = V_{IN} G_I$, SET = GND Only if OP2 and V/I-Converter are connected		$V_{REF}/8$		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

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

** Only available in die form or in SSOP 20 version

*** Depending on external load resistance at output of IA ($R_{LIA} \leq 10k\Omega \Rightarrow V_{OUTIA} < 3mV$); internal load resistance is $\approx 100k\Omega$

UNIVERSALES VERSTÄRKER-IC

AM400

RANDBEDINGUNGEN

Parameter	Symbol	Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
Sense Resistor	R_0	$I_{OUTFS} = 20\text{mA}$	17	27	38	Ω
	R_0	$c = 20\text{mA}/I_{OUTFS}$	$c \cdot 17$	$c \cdot 27$	$c \cdot 38$	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	$\text{k}\Omega$
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		

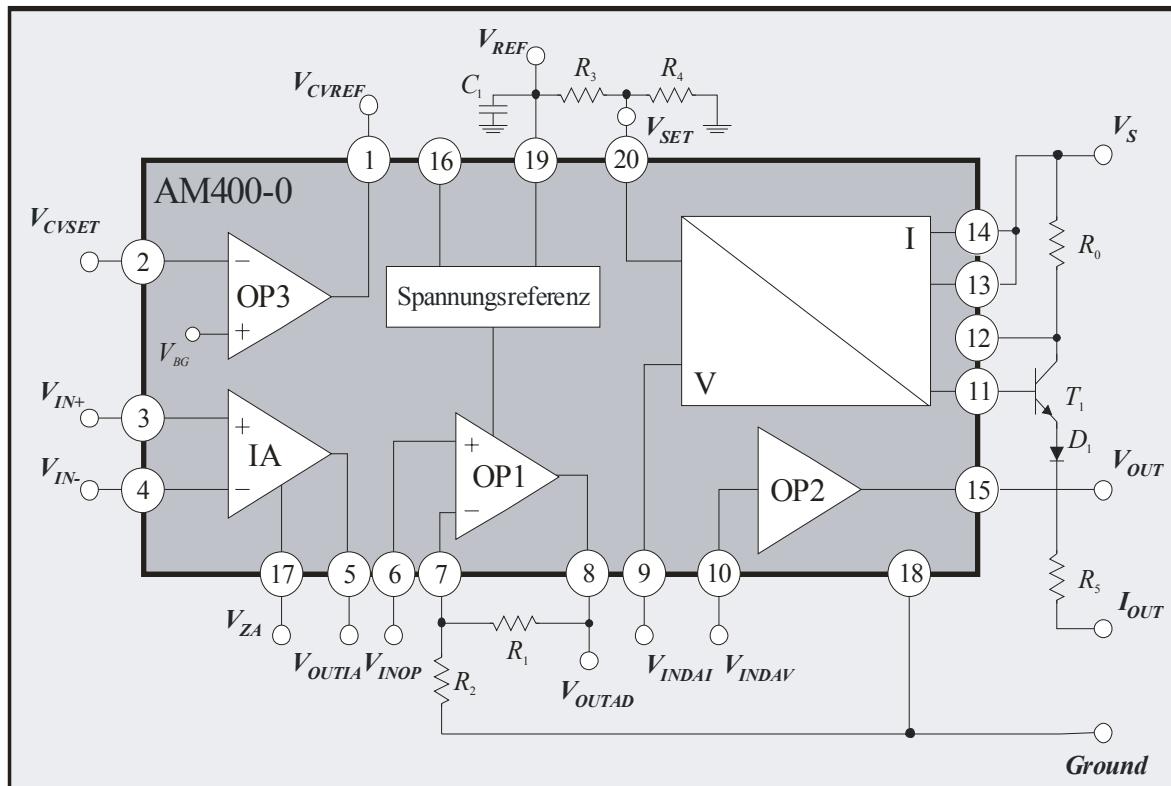


Abbildung 2: Blockschaltbild AM400 mit externen Bauelementen (3-Draht-Verschaltung für Stromausgang)

UNIVERSALES VERSTÄRKER-IC

AM400

AUSFÜHRLICHE FUNKTIONSBesCHREIBUNG

Der AM400 ist ein modular aufgebauter, monolithisch integrierter universeller Verstärker, der speziell für die Aufbereitung von differentiellen und massebezogenen Spannungssignalen entwickelt wurde. Durch seine Konzeption ist er für industrielle Anwendungen sowohl für den 3-Draht- als auch für den 2-Draht-Betrieb¹ geeignet (vgl. Anwendung Seite 13 bzw. Seite 16). Die Funktion des AM400 wird anhand des in Abbildung 1 gezeigten Blockschaltbildes erläutert, das auch die wenigen externen Bauteile enthält, die für den Betrieb des AM400 nötig sind.

Der AM400 besteht aus mehreren modularen Funktionsblöcken, die durch externe Verknüpfungen zusammengeschaltet oder jeder für sich alleine betrieben werden können (siehe Abbildung 2). Sie sind in den elektrischen Spezifikationen separat beschrieben:

1. Der *Instrumentenverstärker* (IA) mit einer internen Verstärkung $G_{IA} = 5$ dient als Eingangsstufe für differentielle Spannungssignale. Aufgrund seines speziellen Aufbaus wird eine hohe Gleichaktunterdrückung (CMRR) erreicht. Das Bezugspotential des Verstärkers wird über den Pin *Z_A* des AM400 extern eingestellt. Die Ausgangsspannung V_{OUTIA} am Pin *OUTIA* berechnet sich für $V_{ZA} > 0$ zu

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

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

2. Die nachfolgende *Operationsverstärkerstufe* (OP1) ermöglicht eine weitere 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 die Spannung auf den eingestellten Wert der Referenzspannung begrenzt (vgl. Punkt 5 der Aufzählung).

Die Ausgangsspannung V_{OUTAD} am Pin *OUTAD* berechnet sich zu:

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

wobei V_{INOP} die Spannung am Eingangs-Pin *INOP* des OP1 bezeichnet. Alternativ kann der Eingangs-Pin *INOP* des OP1 auch als Eingang für massebezogene Signale verwendet werden (siehe Anwendung 2), Abbildung 6).

¹Prinzipbedingt lässt sich im 2-Draht-Betrieb nur der Stromausgang betreiben.

UNIVERSALES VERSTÄRKER-IC

AM400

3. Über die strombegrenzte *Operationsverstärkerstufe* (OP2) mit integriertem Verpolschutz wird der Spannungsausgang V_{OUT} des ICs realisiert. Die interne Verstärkung der OP2 ist auf einen festen Wert $G_{OP} = 2,2$ eingestellt. Der Ausgang ist als Treiberstufe ausgelegt. Für die Ausgangsspannung V_{OUT} des OP2 am Pin V_{OUT} des ICs gilt

$$V_{OUT} = G_{OP} \cdot V_{INDAV} \quad (3)$$

worin V_{INDAV} die Spannung am Pin $INDAV$ (Eingang des OP2) bezeichnet.

4. Der Spannungs-/Stromwandler (V/I-Wandler) liefert ein spannungsgesteuertes Stromsignal am IC-Ausgang I_{OUT} , das einen externen Transistor T_1 ansteuert. Der externe Transistor, der die Verlustleistung des ICs verringert, liefert den Ausgangsstrom I_{OUT} . Er ist durch eine zusätzliche Diode D_1 gegen Verpolung geschützt. Über den Pin SET kann ein Offsetstrom I_{SET} am Ausgang I_{OUT} eingestellt werden (z.B. mit Hilfe der internen Spannungsreferenz und einem externen Spannungsteiler wie in Abbildung 5). Der externe Widerstand R_0 ermöglicht bei gleichzeitigem Betrieb von Strom und Spannungsausgang eine Feinjustage des Ausgangsstromes. Für den durch T_1 verstärkten Ausgangsstrom I_{OUT} gilt die Beziehung

$$I_{OUT} = \frac{V_{INDAI}}{8R_0} + I_{SET} \quad \text{mit} \quad I_{SET} = \frac{V_{SET}}{2R_0} \quad (4)$$

worin V_{INDAI} die Spannung am Pin $INDAI$ und V_{SET} die Spannung am Pin SET (Eingänge des V/I-Wandlers, Abbildung bezeichnen.²

5. Die *Referenzspannungsquelle* des AM400 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 Minimalwert nicht unterschreiten.

6. Die zusätzliche *Operationsverstärkerstufe* (OP3) ist als Strom- bzw. Spannungsquelle zur Versorgung von externen Komponenten einsetzbar. Der positive Eingang des OP3 ist dabei intern auf die Spannung V_{BG} gelegt, so daß der Ausgangsstrom bzw. die -spannung durch einen bzw. zwei externe Widerstände über einen weiten Bereich einstellbar ist.

² Aufgrund der speziellen Konstruktion des V/I-Wandlers ist der Ausgangsstrom I_{OUT} weitgehend unabhängig von der Stromverstärkung β_F des externen Transistors T_1 . Produktionsbedingte Schwankungen in der Stromverstärkung der verwendeten Transistoren werden durch den V/I-Wandler intern ausgeglichen.

UNIVERSALES VERSTÄRKER-IC

AM400

INBETRIEBNAHME DES AM400

Allgemeines zu 2- und 3-Draht-Anwendungen im Strombetrieb

Im 3-Draht-Betrieb (vgl. z.B. Abbildung 5) 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 7) 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_5 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.

Die IC-Masse ist im 2-Draht-Betrieb „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:

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

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 Gleichung 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 (AM400 und alle externen Komponenten inklusive der Einstellwiderstände) dürfen in einem 2-Draht-System in der Summe nicht mehr als $I_{OUT\min}$ (meist 4mA) verbrauchen.

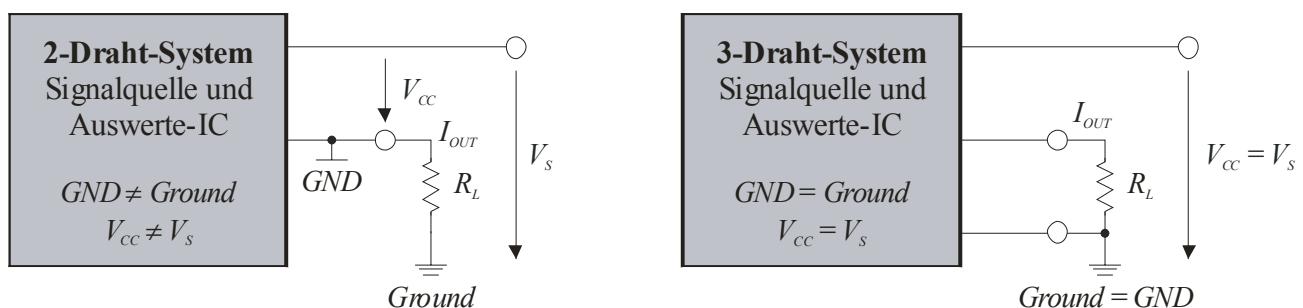


Abbildung 3: Unterschied 2- und 3-Draht-Betrieb

UNIVERSALES VERSTÄRKER-IC

AM400

Einstellung der Spannungsverstärkung bei Nutzung des Spannungsausgangs

Bei Nutzung des IA und der Verstärkerstufen OP1 und OP2 zur weiteren Signalverarbeitung kann die Gesamtverstärkung durch eine geeignete Wahl der externen Widerstände R_1 und R_2 eingestellt werden. Die Transferfunktion für der Ausgangsspannung ergibt sich durch Multiplikation der Gleichungen 1, 2 und 3 zu:

$$V_{OUT} = (G_{IA}V_{IN} + V_{ZA}) \cdot G_{GAIN} \cdot G_{OP} \quad (7)$$

mit $G_{IA} = 5$, $G_{GAIN} = (R_1/R_2) + 1$, $G_{OP} = 2,2$ und der extern eingestellten Spannung V_{ZA} an Pin ZA.

Einstellung des Ausgangsstrombereichs und Offsetabgleich bei Nutzung des Stromausgangs

Bei Nutzung des IA zusammen mit der Verstärkerstufe OP1 und dem V/I-Wandler zur weiteren Signalverarbeitung sollte zunächst ein Offset-Abgleich des Ausgangsstroms durchgeführt werden. Dazu müssen die beiden Eingänge des IA kurzgeschlossen werden ($V_{IN} = 0$) und gemeinsam auf ein erlaubtes Potential (vgl. CMIR in den *Elektrischen Spezifikationen* auf Seite 4) gelegt werden. Mit dem Kurzschluß am Eingang ergibt sich für den Ausgangsstrom nach Gleichung 4 und einem externen Spannungsteiler (z.B. Abbildung 5):

$$I_{OUT}(V_{IN} = 0) = I_{SET} \text{ mit } I_{SET} = \frac{V_{REF}}{2R_0} \cdot \frac{R_4}{R_3 + R_4} \quad (8)$$

Die Einstellung des Ausgangsstrombereichs erfolgt durch die Wahl der externen Widerstände R_1 und R_2 (bzw. Feinjustage mit R_0). Für den Ausgangsstrom I_{OUT} ergibt sich mit den Gleichungen 1, 2 und 8:

$$I_{OUT} = V_{IN} \frac{G_I}{8R_0} + I_{SET} \text{ mit } G_I = G_{IA} \cdot G_{GAIN} \text{ und } V_{ZA} = 0 \quad (9)$$

Wahl der Versorgungsspannung

Die zum Betrieb des AM400 benötigte System-Versorgungsspannung V_S hängt von dem jeweils gewählten Betriebsmodus ab:

- Bei Nutzung des Spannungsausgangs Pin V_{OUT} richtet sich die minimale V_S , die zum Betrieb angelegt werden muß, nach der in der Applikation geforderten maximalen Ausgangsspannung $V_{OUT\max}$. Es gilt

$$V_S \geq V_{OUT\max} + 5V \quad (10)$$

- Bei Nutzung des Stromausgangs Pin I_{OUT} (in Verbindung mit dem externen Transistor) hängt V_S von dem jeweiligen Lastwiderstand R_L (max. 600Ω) der Anwendung ab. Für die minimale System-Versorgungsspannung V_S gilt:

$$V_S \geq I_{OUT\max} R_L + V_{CC\min} \quad (11)$$

UNIVERSALES VERSTÄRKER-IC

AM400

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

$$V_{CCmin} \geq V_{REF} + 1V \quad (12)$$

Der aus Gleichung 11 resultierende Betriebsbereich ist in Abbildung 4 gezeigt. Beispielrechnungen und typische Werte für die externen Bauteile finden sich in den jeweiligen Anwendungsbeispielen.

WICHTIGE HINWEISE ZUR INBETRIEBNAHME

1. Zum Betrieb des AM400 muß **immer** die externe Kapazität C_1 (hochwertige Keramikkapazität) kontaktiert werden (vgl. Abbildung 2). Es ist zu beachten, daß der Wert der Kapazität auch über den Temperaturbereich nicht den Wertebereich in den Randbedingungen auf Seite 7 verläßt. Im 2-Draht-Betrieb ist zusätzlich die Keramikkapazität C_2 zu verwenden.

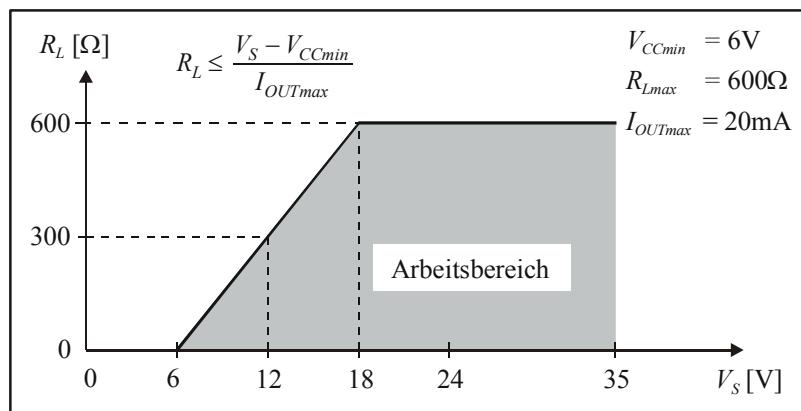


Abbildung 4 : Arbeitsbereich in Abhängigkeit des Lastwiderstands

2. Alle in der Applikation nicht benutzten Funktionsblöcke des AM400 (z.B. OP3) müssen auf ein definiertes (und erlaubtes) Potential gelegt werden.
3. Die jeweilige Spannung an den Eingängen des IA (Pin $IN+$ und Pin $IN-$) muß **immer** (auch bei nicht genutztem IA) innerhalb des Eingangsspannungsbereichs $CMIR$ liegen.
4. Bei Betrieb des Spannungsausgangs muß der Lastwiderstand an Pin $VOUT$ **mindestens** $2k\Omega$ betragen.
5. Bei Betrieb des Stromausgangs ist ein Lastwiderstand von **maximal** 600Ω zulässig.
6. Die Werte der externen Widerstände R_0 , R_1 , R_2 , R_3 , R_4 und R_5 müssen innerhalb des erlaubten Bereichs gewählt werden, der in den Randbedingungen auf Seite 7 auf spezifiziert ist.

UNIVERSALES VERSTÄRKER-IC AM400

ANWENDUNGEN

1) Typische 3-Draht-Anwendung mit differentiellem Eingangssignal

Im 3-Draht-Betrieb (vgl. z.B. Abbildung 5) 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.

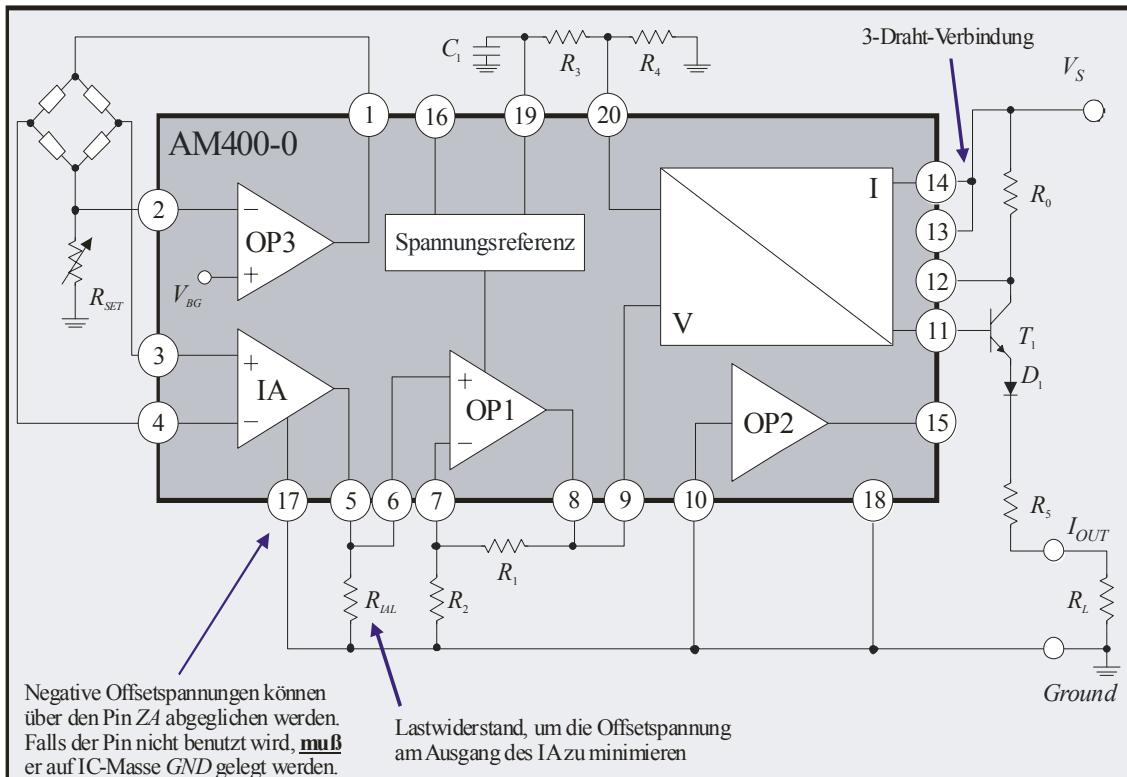


Abbildung 5: Typische 3-Draht-Anwendung für differentielle Eingangssignale

Abbildung 5 zeigt eine 3-Draht-Anwendung, bei der das differentielle Ausgangssignal einer stromgespeisten Meßbrücke verstärkt und gewandelt wird. Die Stromspeisung der Meßbrücke erfolgt mit dem Operationsverstärker OP3. Der Versorgungsstrom I_S der Brücke kann über den Widerstand R_{SET} eingestellt werden:

$$I_S = \frac{V_{BG}}{R_{SET}} = \frac{1,27 \text{ V}}{R_{SET}} \quad (13)$$

Für die Anwendung wird angenommen, daß keine negativen Eingangsspannungen auftreten. Der Pin ZA wird deshalb auf IC-Masse GND gelegt. Für die Ausgangsspannung V_{OUT} gilt dann nach Gleichung 3

$$V_{OUT} = G_V \cdot V_{IN} \text{ mit } G_V = G_{IA} \cdot G_{GAIN} \cdot G_{OP} = 5 \left(1 + \frac{R_1}{R_2} \right) 2,2 \quad (14)$$

UNIVERSALES VERSTÄRKER-IC AM400

Für den Ausgangsstrom I_{OUT} gilt nach Gleichung 4

$$I_{OUT} = V_{IN} \frac{G_I}{8R_0} + I_{SET} \text{ mit } V_{ZA} = 0 \quad (15)$$

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

Beispiel 1: $V_{IN} = 0 \dots 100\text{mV}$ differentiell, $I_{OUT} = 4 \dots 20\text{mA}$, $V_{OUT} = 0 \dots 10\text{V}$

Für eine Meßbrücke mit einem Signal $V_{IN} = 0 \dots 100\text{mV}$ am Eingang des IA sollen die externen Bauteile so dimensioniert werden, daß der Ausgangsstrombereich $4 \dots 20\text{mA}$ und der Ausgangsspannungsbereich $0 \dots 10\text{V}$ beträgt.

Die Dimensionierung von R_1 und R_2 erfolgt mit Gleichung 14, von R_0 mit Gleichung 4 und R_3 und R_4 mit Gleichung 8. Mit den Randbedingungen für die externen Bauteile ergeben sich die folgenden Werte:

$$\begin{array}{lllll} R_0 \approx 35,5\Omega & R_1 \approx 80,9\text{k}\Omega & R_2 = 10\text{k}\Omega & R_3 = 83\text{k}\Omega & R_4 = 5\text{k}\Omega \\ R_5 = 39\Omega & R_L = 0 \dots 600\Omega & R_{IAL} \leq 10\text{k}\Omega & C_1 = 2,2\mu\text{F} & \end{array}$$

2) Typische 3-Draht-Anwendung mit massebezogenem Eingangssignal

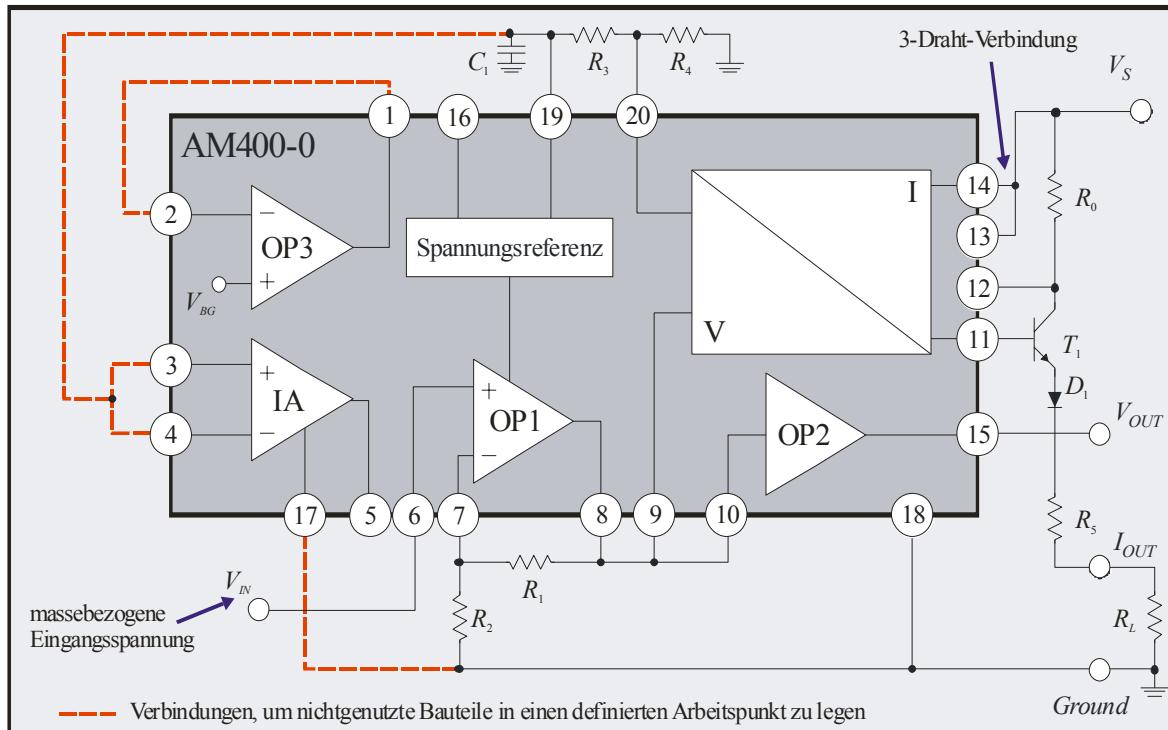


Abbildung 6: Typische Anwendung für massebezogene Eingangssignale

UNIVERSALES VERSTÄRKER-IC

AM400

In Abbildung 6 ist eine 3-Draht-Anwendung dargestellt, bei der der AM400 ein massebezogenes Spannungssignal verstärkt und wandelt. Die nicht genutzten Blöcke (IA, OP3) sind in der Anwendung in definierte Arbeitspunkte gelegt worden. Alternativ können diese Funktionsgruppen natürlich weiterhin benutzt werden (z.B. zur Speisung externer Komponenten).

Für diese Anwendung ergibt sich mit den Gleichungen 2 und 3 die Ausgangsspannung V_{OUT} zu

$$V_{OUT} = G_V V_{IN} \text{ mit } G_V = G_{GAIN} \quad G_{OP} = \left(1 + \frac{R_1}{R_2}\right) 2,2$$

Für den Ausgangsstrom I_{OUT} gilt nach Gleichung 4

$$I_{OUT} = V_{IN} \frac{G_I}{8R_0} + I_{SET}$$

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

Beispiel 2: $V_{IN}=0\ldots1V$ massebezogen, $I_{OUT}=4\ldots20mA$, $V_{OUT}=0\ldots10V$

Für ein Signal $V_{IN}=0\ldots1V$ am Eingang des OP1 sollen die externen Bauteile so dimensioniert werden, daß der Ausgangsstrombereich 4...20mA und der Ausgangsspannungsbereich 0...10V beträgt.

Für die Werte der externen Bauteile ergeben sich mit den Randbedingungen:

$$\begin{array}{lllll} R_0 \approx 35,5\Omega & R_1 \approx 35,5k\Omega & R_2 = 10k\Omega & R_3 = 83k\Omega & R_4 = 5k\Omega \\ R_5 = 39\Omega & R_L = 0\ldots600\Omega & C_1 = 2,2\mu\text{F} & & \end{array}$$

3) Typische 2-Draht-Anwendung mit differentiellem Eingangssignal¹

Im 2-Draht-Betrieb (vgl. Abbildung 7) 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_5 und dem Lastwiderstand R_L (Stromausgang I_{OUT}) kontaktiert. Damit ist die Masse des IC (GND) nicht gleich der Systemmasse (*Ground*). Das Ausgangssignal wird über den Lastwiderstand R_L abgegriffen, der den Stromausgang I_{OUT} mit der Systemmasse verbindet.

Abbildung 7 zeigt eine typische 2-Draht-Anwendung, in der das differentielle Ausgangssignal einer stromgespeisten Meßbrücke mit dem IA und dem OP1 verstärkt und dem V/I-Wandler gewandelt wird. Die Stromspeisung der Meßbrücke erfolgt mit dem Operationsverstärker OP3. Der Versorgungsstrom I_S der Brücke kann nach Gleichung 13 über den Widerstand R_{SET} eingestellt werden.

Für den Ausgangsstrom der 2-Draht-Anwendung gilt nach Gleichung 4

$$I_{OUT} = V_{IN} \frac{G_I}{8R_0} + I_{SET} \text{ mit } V_{Z4} = 0 \text{ (ZA an } GND \text{ angeschlossen)}$$

UNIVERSALES VERSTÄRKER-IC

AM400

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

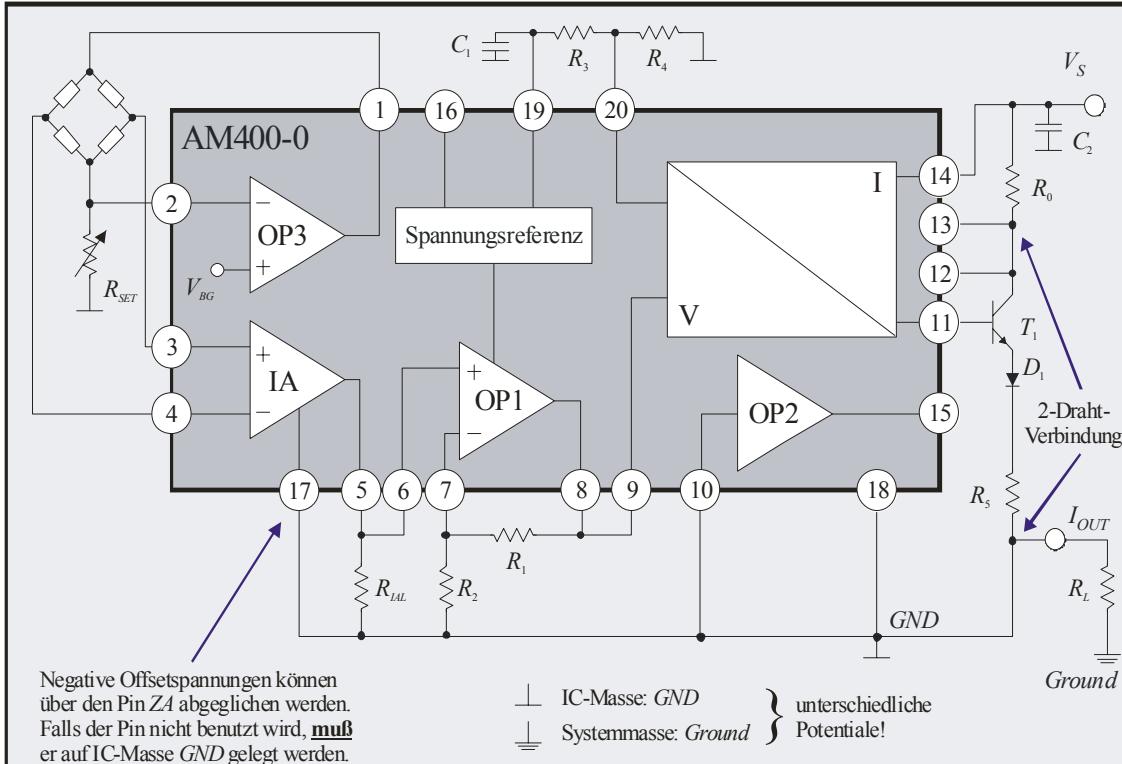


Abbildung 7: Typische 2-Draht-Anwendung für differentielle Eingangssignale¹

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

Für eine Meßbrücke mit einem Signal $V_{IN} = 0..100\text{mV}$ am Eingang des IA sollen die externen Bauteile zur Beschaltung des AM400 so dimensioniert werden, daß der Ausgangsstrombereich 4...20mA beträgt.

Da nur der Stromausgang genutzt wird, kann die Verstärkung und der Ausgangsstrombereich mit den Widerständen R_1 bis R_4 dimensioniert werden. Der Widerstand R_0 ist in gewissen Grenzen frei wählbar und kann zu 27Ω gewählt werden. Unter Berücksichtigung der Randbedingungen für die externen Bauteile ergeben sich dann die folgenden Werte:

$$\begin{array}{lllll} R_0 = 27\Omega & R_1 \approx 59,12\text{k}\Omega & R_2 = 10\text{k}\Omega & R_3 = 82\text{k}\Omega & R_4 = 5\text{k}\Omega \\ R_5 = 39\Omega & R_L = 0...600\Omega & R_{IAL} \leq 10\text{k}\Omega & C_1 = 2,2\mu\text{F} & C_2 = 100\text{nF} \end{array}$$

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

UNIVERSALES VERSTÄRKER-IC AM400

Anwendung für 16-polige Version (3-Draht-Anwendung)

In Abbildung 8 ist eine 3-Draht-Anwendung mit der 16-poligen Version des AM400 (Abbildung 11) dargestellt. Die Dimensionierung der Anwendung unterscheidet sich nicht von den Berechnungen für die 3-Draht-Anwendung aus Abbildung 5. Aus diesem Grund wird auf eine ausführliche Darstellung verzichtet. Ein Unterschied ist, daß die minimale Spannung am Ausgang des IA nicht durch das Anschließen eines externen Lastwiderstands R_{LIA} verringert werden kann. Gerade bei kleinen differentiellen Eingangssignalen und einer damit verbundenen großen Verstärkung G_{OP} sind „richtige“ 0V am Ausgang V_{OUT} des ICs nicht zu erreichen (siehe auch Anmerkungen zu V_{OUTIA} in den *Elektrischen Spezifikationen*). Aus diesem Grunde ist für kleine Signale die 20 polige Version vorzuziehen.

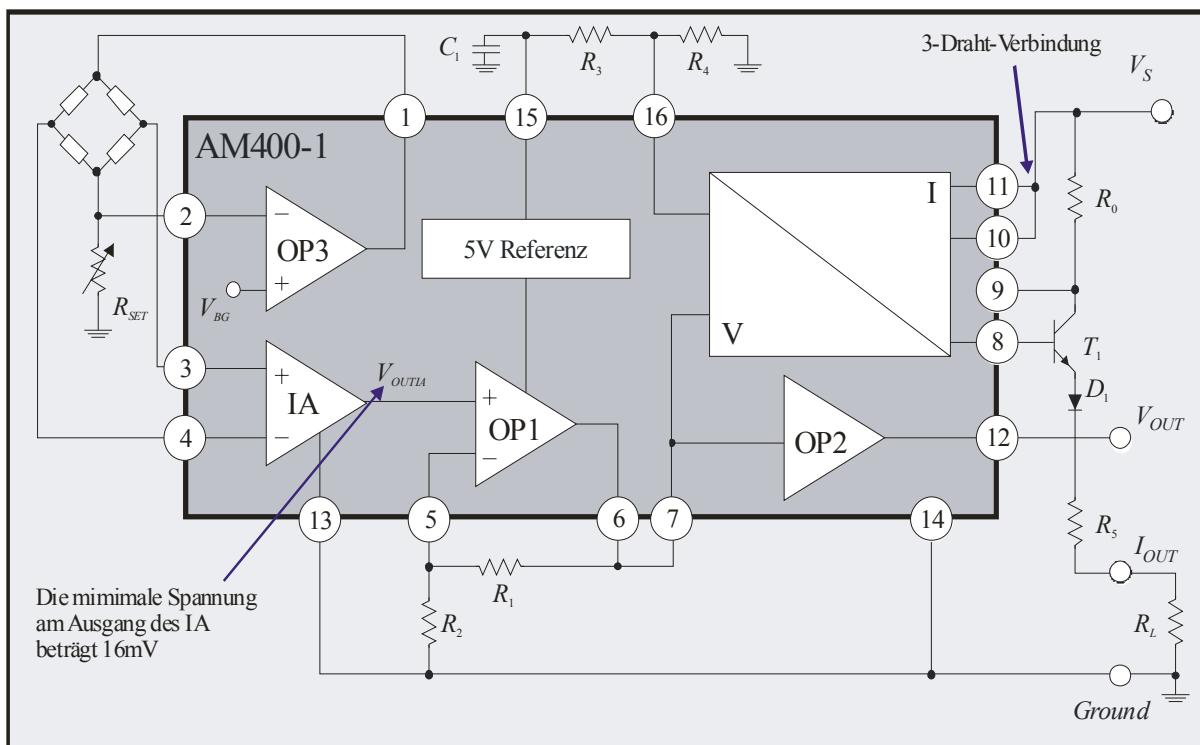


Abbildung 8: Typische Anwendung für die 16-polige Version (3-Draht)

¹Prinzipbedingt lässt sich im 2-Draht-Betrieb nur der Stromausgang betreiben.

UNIVERSALES VERSTÄRKER-IC

AM400

BLOCKSCHALTBILD UND PINOUT 20-POLIGE VERSION UND DICE

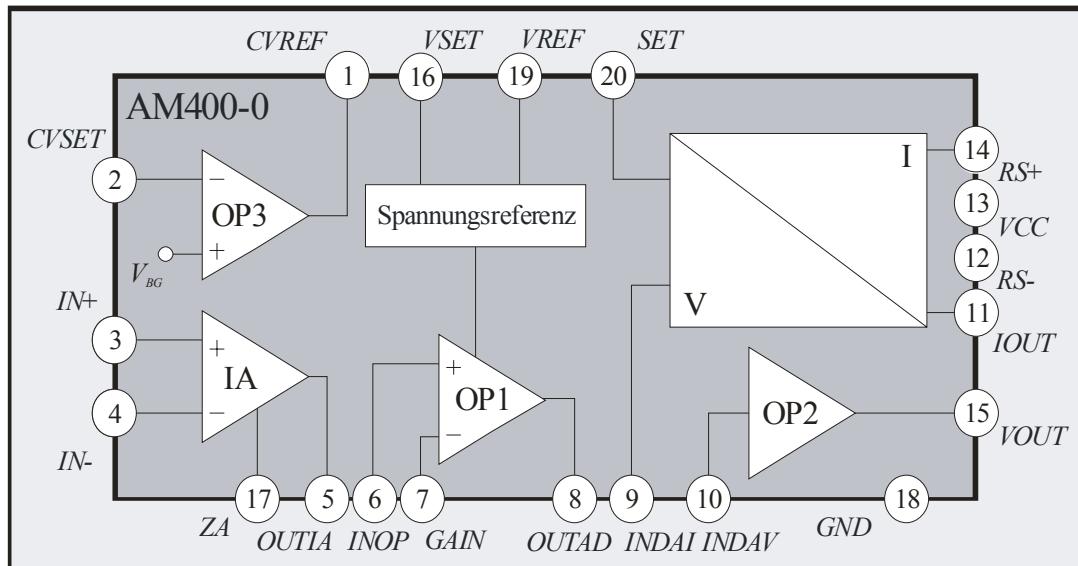


Abbildung 9: Blockschaltbild AM400 in der 20-poligen Version

PIN	NAME	BEDEUTUNG
1	CVREF	Strom-/Spannungsreferenz
2	CVSET	Einstellen Strom-/Spannungsreferenz
3	IN+	Positiver Eingang IA
4	IN-	Negativer Eingang IA
5	OUTIA	Ausgang IA
6	INOP	Positiver Eingang Verstärkungs-OP
7	GAIN	Einstellen der Verstärkung
8	OUTAD	Ausgang Systemverstärkung
9	INDAI	Eingang für die Stromausgangsstufe
10	INDAV	Eingang für die Spannungsausgangsstufe
11	IOUT	Stromausgang
12	RS-	Senswiderstand –
13	VCC	Versorgungsspannung
14	RS+	Senswiderstand +
15	VOUT	Spannungsausgang
16	VSET	Einstellen Referenzspannungsquelle
17	ZA	Nullpunkteinstellung
18	GND	IC-Masse
19	VREF	Ausgang Referenzspannungsquelle
20	SET	Einstellen des Ausgangoffsetstroms

Tabelle 1: Pinbelegung 20-polige Version

CVREF	1	20	SET
CVSET	2	19	VREF
IN+	3	18	GND
IN-	4	17	ZA
OUTIA	5	16	VSET
INOP	6	15	VOUT
GAIN	7	14	RS+
OUTAD	8	13	VCC
INDAI	9	12	RS-
INDAV	10	11	IOUT

Abbildung 10: Pin Out 20-polige Version

UNIVERSALES VERSTÄRKER-IC

AM400

BLOCKSCHALTBILD UND PINOUT 16-POLIGE VERSION

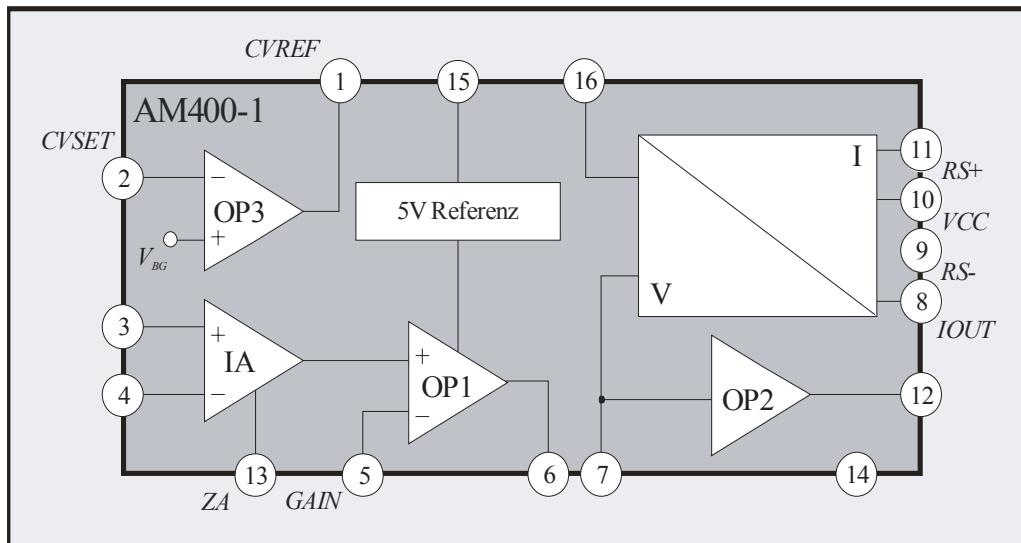


Abbildung 11: Blockschaltbild für die 16-polige Version des AM400

PIN	NAME	BEDEUTUNG
1	<i>CVREF</i>	Strom-/Spannungsreferenz
2	<i>CVSET</i>	Einstellen Strom-/Spannungsreferenz
3	<i>IN+</i>	Positiver Eingang
4	<i>IN-</i>	Negativer Eingang
5	<i>GAIN</i>	Einstellen der Verstärkung
6	<i>OUTAD</i>	Ausgang Systemverstärkung
7	<i>INDA</i>	Eingang für die Ausgangsstufen
8	<i>IOUT</i>	Stromausgang
9	<i>RS-</i>	Senswiderstand –
10	<i>VCC</i>	Versorgungsspannung
11	<i>RS+</i>	Senswiderstand +
12	<i>VOUT</i>	Spannungsausgang
13	<i>ZA</i>	Nullpunkteinstellung
14	<i>GND</i>	IC-Masse
15	<i>VREF</i>	Ausgang Referenzspannungsquelle
16	<i>SET</i>	Einstellen des Ausgangoffsetstroms

Tabelle 2: Pinbelegung 16-polige Version

<i>CVREF</i>	1	16	<i>SET</i>
<i>CVSET</i>	2	15	<i>VREF</i>
<i>IN+</i>	3	14	<i>GND</i>
<i>IN-</i>	4	13	<i>ZA</i>
<i>GAIN</i>	5	12	<i>VOUT</i>
<i>OUTAD</i>	6	11	<i>RS+</i>
<i>INDA</i>	7	10	<i>VCC</i>
<i>IOUT</i>	8	9	<i>RS-</i>

Abbildung 12: Pin Out 16-polige Version

UNIVERSALES VERSTÄRKER-IC

AM400

PRINZIPIELLE ANWENDUNGSBEISPIELE

- Signalaufbereitung für keramische und piezoresistive Druckmeßzellen mit einem optionalen externen Prozessor zur Fehlerkompensation

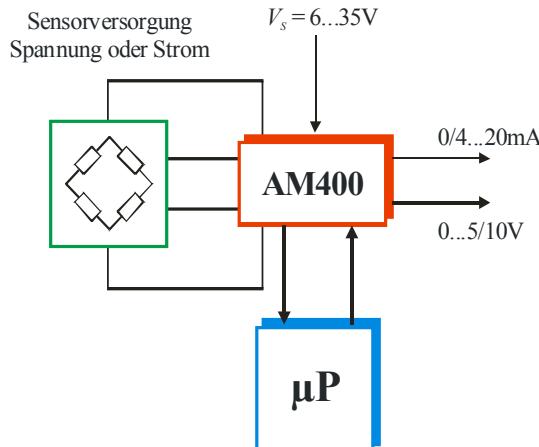
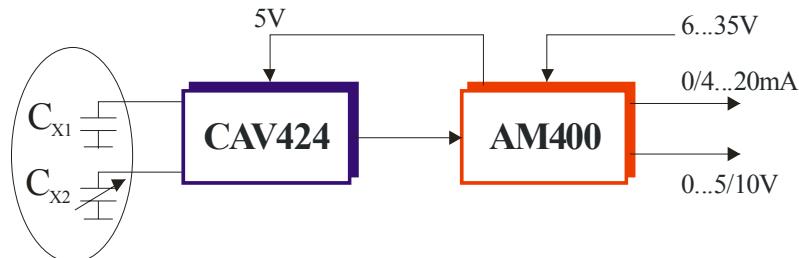


Abbildung 13: Anwendung für keramische und piezoresistive Drucksensoren und einem externen Mikrokontroller

- Anwendung als Wandler-IC



Anwendung 14: Anwendung als Wandler-IC zusammen mit CAV424 zur Messung kapazitiver Signale V424

- Aufbereitung von massebezogenen Signalen (geschützte Ausgangsstufe, Impedanzwandler usw.)

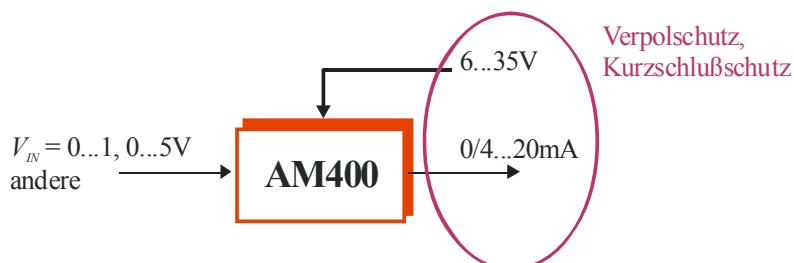


Abbildung 15: Anwendung für massebezogene Eingangssignale (geschützte Ausgangsstufe, Impedanzwandler usw.)

UNIVERSALES VERSTÄRKER-IC AM400

LIEFERFORMEN

Der AM400 Sensor-Transmitter ist lieferbar als:

- SSOP20
- SO16(n)
- Dice auf 5“ Dehnfolie aufgespannt (auf Anfrage)

GEHÄUSEABMESSUNGEN

Siehe Homepage Datenblätter: package.pdf

WEITERFÜHRENDE LITERATUR

- [1] Konzept der Frame-ASICs: <http://www.Frame-ASIC.de/>
- [2] Homepage der Analog Microelectronics GmbH: <http://www.analogmicro.de/>

NOTIZEN

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

analog microelectronics

Analog Microelectronics GmbH
An der Fahrt 13, D – 55124 Mainz
Internet: <http://www.analogmicro.de>

Telefon: +49 (0)6131/91 073 – 0
Telefax: +49 (0)6131/91 073 – 30
E-Mail: info@analogmicro.de

Februar 2006

21/21
Rev.: 4.3