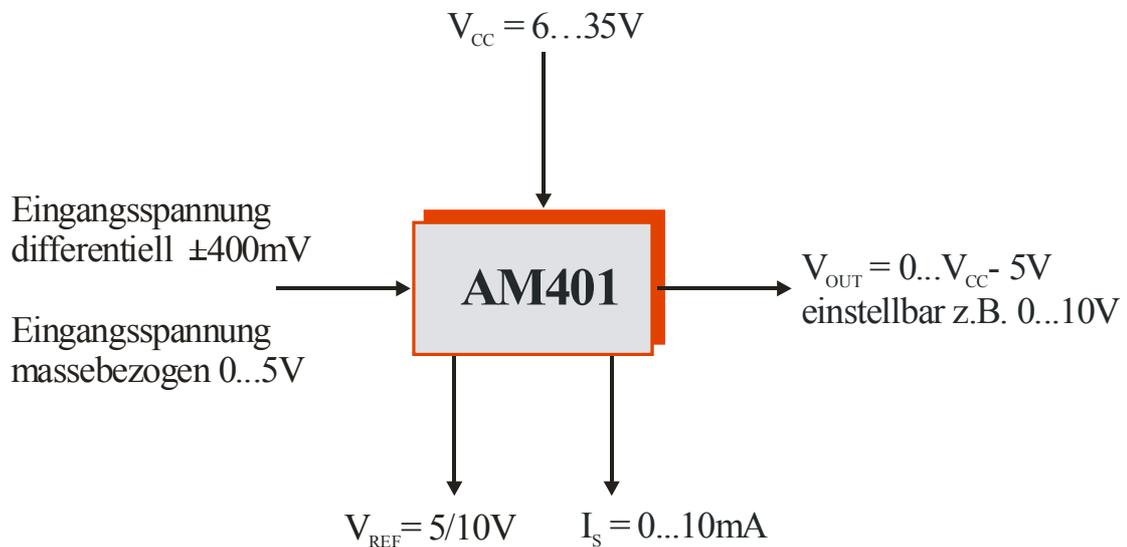


SPANNUNGS-VERSTÄRKER-IC

AM401

PRINZIPIELLE FUNKTION

**Verstärkung und Wandlung von differentiellen und massebezogenen Signalen
in einstellbare industrielle Spannungen (0...V_{CC}-5V, z.B. 0...5/10V usw.)
Variable Strom-/Spannungsquelle und integrierte Schutzfunktionen**



TYPISCHE ANWENDUNGEN

- Meßumformer z.B. für Sensoranwendungen
- Analoge Ausgangsstufe für Mikroprozessoren
- Impedanzwandler
- Spannungsregler mit Spannungs- und Stromquellen
- Analoges Front- und Back-End-IC (Frame-ASIC-Konzept [1])
- Einstellbares Endstufen-IC für Industrienetz

SPANNUNGS-VERSTÄRKER-IC AM401

INHALTSVERZEICHNIS

| | |
|---|-----------|
| EIGENSCHAFTEN | 3 |
| ALLGEMEINE BESCHREIBUNG | 3 |
| BLOCKDIAGRAMM | 3 |
| ELEKTRISCHE SPEZIFIKATIONEN | 4 |
| RANDBEDINGUNGEN | 6 |
| AUSFÜHRLICHE FUNKTIONSBESCHREIBUNG | 7 |
| Übertragungsfunktion des AM401 | 8 |
| Einstellung der Instrumentenverstärkers | 8 |
| Einstellung der Spannungsverstärkung | 9 |
| Wahl der Versorgungsspannung | 9 |
| Wichtige Hinweise zur Inbetriebnahme | 9 |
| ANWENDUNGEN | 10 |
| Anwendung 1 – Differentielles Eingangssignal, Spannungsausgangssignal 0...5/10V | 10 |
| Anwendung 2 – Spannungsausgangssignal 0...5/10V, stromgespeiste Meßzelle | 11 |
| Anwendung 3 – Differentielles Eingangssignal, Spannungsausgangssignal 0,5...4,5V, | 12 |
| Anwendung 4 – Eingangsspannung (massebezogen) 0...1V und Ausgangsspannung 0...10V | 14 |
| Anwendung 5 – Beschaltung des OP2 als Spannungsreferenz | 15 |
| SCHALTUNGSTOPOLOGIE | 16 |
| Topologie für die 0...5/10V–Anwendung | 16 |
| Topologie für die 0,5...4,5V–Anwendung | 16 |
| BLOCKSCHALTBILD UND PINOUT | 17 |
| PRINZIPIELLE ANWENDUNGSBEISPIELE | 18 |
| LIEFERFORMEN | 20 |
| GEHÄUSEABMESSUNGEN | 20 |
| WEITERFÜHRENDE LITERATUR | 20 |
| NOTIZEN | 20 |

SPANNUNGS-VERSTÄRKER-IC AM401

EIGENSCHAFTEN

- Versorgungsspannung: 6...35V
- Großer Arbeitstemperaturbereich: $-40^{\circ}\text{C} \dots +85^{\circ}\text{C}$
- Programmierbare Referenzspannungsquelle: 5 und 10V (Bandgap)
- Zusätzliche Spannungs-/Stromquelle
- Instrumentenverstärkereingang
CMVI: 1,5...Vcc-3V
Vin: $\pm 400\text{mV}$
- Operationsverstärkereingang
Vin: 0...Vcc-5V
- Einstellbare Verstärkung und Offset
- Einstellbarer Ausgangsspannungsbereich: 0...Vcc-5V, z.B. 0,5...4,5V, 0...5/10V,
- Einzeln beschaltbare Funktionsmodule
- Integrierter Verpolschutz
- Ausgangsstrombegrenzung
- Kurzschlußschutz
- ESD-Schutz
- RoHS-Konform

ALLGEMEINE BESCHREIBUNG

Der AM401 und der AM401P [2] sind universell einsetzbare Spannungs-Transmitter, die für die Aufbereitung differentieller Brückensignale entwickelt worden sind. Beide unterscheiden sich durch ihre Offset- und Offsetdriftwerte. Die ICs sind modular aufgebaut und die Funktionseinheiten einzeln zugänglich. Beide ICs bestehen aus einem hochgenauen Instrumentenverstärker für differentielle und einem Operationsverstärker für massebezogene Eingangssignale. Eine belastbare Referenzspannungsquelle (einstellbar zwischen 5 und 10V) steht für die Versorgung externer Komponenten zur Verfügung. Als Ausgang dient eine Verstärkerstufe, deren Verstärkung ebenfalls einstellbar ist. Zusätzlich ist ein Operationsverstärker integriert, der als Strom- oder Spannungsquelle beschaltet werden kann. Das IC ist gegen Verpolung geschützt und verfügt über eine integrierte Ausgangsstrombegrenzung. Mit den Transmitter-ICs AM401 und AM401P ist es auf einfache Weise möglich, industrielle Standardspannungen (z.B. 0...5Volt oder 10Volt) zu erzeugen.

BLOCKDIAGRAMM

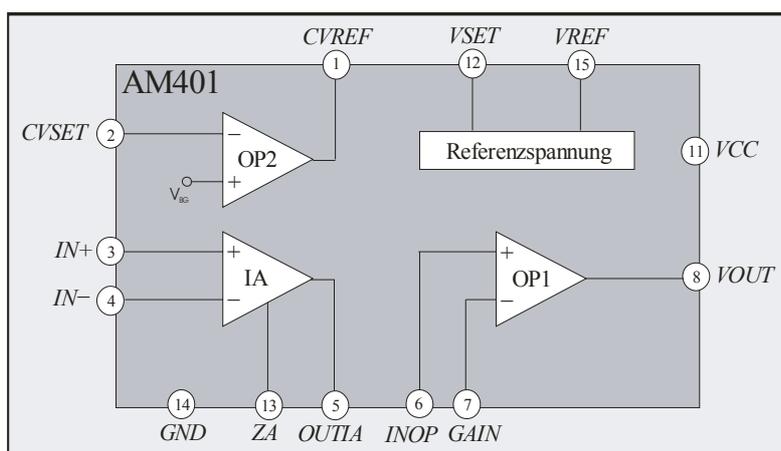


Abbildung 1: Blockschaltbild AM401 (Einzeln beschaltbare Funktionseinheiten)

SPANNUNGS-VERSTÄRKER-IC

AM401

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 | $^{\circ}\text{C}$ |
| Storage | T_{st} | | -55 | | 125 | $^{\circ}\text{C}$ |
| Junction | T_J | | | | 150 | $^{\circ}\text{C}$ |
| Thermal Resistance | Θ_{ja} | DIL16 plastic package | | 70 | | $^{\circ}\text{C}/\text{W}$ |
| | Θ_{ja} | SSOP plastic package | | 120 | | $^{\circ}\text{C}/\text{W}$ |
| | Θ_{ja} | SO16 narrow plastic package | | 140 | | $^{\circ}\text{C}/\text{W}$ |
| Voltage Reference | | | | | | |
| Voltage | V_{REF} | V_{SET} not connected | 4.90 | 5.00 | 5.10 | V |
| | V_{REF} | $V_{SET} = GND$, $V_{CC} \geq 11\text{V}$ | 9.8 | 10.0 | 10.2 | V |
| Current | I_{REF} | | 0.2 | | 10.0 | mA |
| V_{REF} vs. Temperature | dV_{REF}/dT | $T_{amb} = -40...+85^{\circ}\text{C}$ | | ± 90 | ± 140 | ppm/ $^{\circ}\text{C}$ |
| 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 (OP2) | | | | | | |
| 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/ $^{\circ}\text{C}$ |
| Current Source: $I_{CV} = V_{BG}/R_{EXT}$ (see page 10 for details) | | | | | | |
| Adjustable Current Range | I_{CV} | | 0 | | 10 | mA |
| Output Voltage | V_{CV} | $V_{CC} < 18\text{V}$ | V_{BG} | | $V_{CC} - 5$ | V |
| | V_{CV} | $V_{CC} \geq 18\text{V}$ | V_{BG} | | 13 | V |
| Voltage Source: $V_{CV} = V_{BG}(1+R_4/R_3)$ (see page 13 for details) | | | | | | |
| Adjustable Voltage Range | V_{CV} | $V_{CC} < 18\text{V}$ | 0.4 | | $V_{CC} - 5$ | V |
| | V_{CV} | $V_{CC} \geq 18\text{V}$ | 0.4 | | 13 | V |
| Output Current | I_{CV} | Source | | | 10 | mA |
| | I_{CV} | Sink | | | -100 | μA |
| Load Capacitance | C_L | Source mode | 0 | 1 | 10 | nF |

SPANNUNGS-VERSTÄRKER-IC

AM401

ELEKTRISCHE SPEZIFIKATIONEN

| Parameter | Symbol | Conditions | Min. | Typ. | Max. | Unit |
|---|----------------|--|------|-----------|--------------|-------------------|
| Instrumentation Amplifier (IA) AM401 | | | | | | |
| 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} | | | ± 1.5 | ± 6 | mV |
| V_{OS} vs. Temperature | dV_{OS}/dT | | | ± 5 | | $\mu V/^{\circ}C$ |
| Input Bias Current | I_B | | | -120 | -300 | nA |
| I_B vs. Temperature | dI_B/dT | | | -0.35 | -0.8 | nA/ $^{\circ}C$ |
| Output Voltage Range* | V_{OUTIA} | $V_{CC} < 9V, R_{LLA} \leq 10k\Omega$ | 0* | | $V_{CC} - 3$ | V |
| | V_{OUTIA} | $V_{CC} \geq 9V, R_{LLA} \leq 10k\Omega$ | 0* | | 6 | V |
| Minimum Output Voltage | $V_{OUTIAmin}$ | without external load resistance R_{LLA} | | 5 | 17 | mV |
| Load Capacitance | C_L | | | | 250 | pF |
| Instrumentation Amplifier (IA) AM401 P | | | | | | |
| 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} | | | | $\pm 1,5$ | mV |
| V_{OS} vs. Temperature | dV_{OS}/dT | | | | ± 5 | $\mu V/^{\circ}C$ |
| Input Bias Current | I_B | | | -120 | -300 | nA |
| I_B vs. Temperature | dI_B/dT | | | -0.35 | -0.8 | nA/ $^{\circ}C$ |
| Output Voltage Range* | V_{OUTIA} | $V_{CC} < 9V, R_{LLA} \leq 10k\Omega$ | 0* | | $V_{CC} - 3$ | V |
| | V_{OUTIA} | $V_{CC} \geq 9V, R_{LLA} \leq 10k\Omega$ | 0* | | 6 | V |
| Minimum Output Voltage | $V_{OUTIAmin}$ | without external load resistance R_{LLA} | | 5 | 17 | mV |
| Load Capacitance | C_L | | | | 250 | pF |
| Zero Adjust Stage (IA) | | | | | | |
| Internal Gain | G_{ZA} | | | 1 | | |
| 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 | $\mu V/^{\circ}C$ |
| Input Bias Current | I_B | | | 38 | 100 | nA |
| I_B vs. Temperature | dI_B/dT | | | 24 | 75 | pA/ $^{\circ}C$ |

SPANNUNGS-VERSTÄRKER-IC AM401

ELEKTRISCHE SPEZIFIKATIONEN

| Parameter | Symbol | Conditions | Min. | Typ. | Max. | Unit |
|-------------------------------------|--------------|---|------|-----------|--------------|------------------|
| Voltage Output Stage (OP1) | | | | | | |
| Adjustable Gain | G_{OP} | | 1 | | | |
| Input Range | I_R | $V_{CC} < 10V$ | 0 | | $V_{CC} - 5$ | V |
| | I_R | $V_{CC} \geq 10V$ | 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 | $\mu V/^\circ C$ |
| Input Bias Current | I_B | | | 5 | 12 | nA |
| I_B vs. Temperature | dI_B/dT | | | 3.5 | 10 | pA/°C |
| Output Voltage Range | V_{OUT} | $V_{CC} < 18V$ | 0 | | $V_{CC} - 5$ | V |
| | V_{OUT} | $V_{CC} \geq 18V$ | 0 | | 13 | V |
| Output Current Limitation | I_{LIM} | $V_{OUT} \geq 10V$ | 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 |
| Protection Functions | | | | | | |
| Protection against reverse polarity | | Ground vs. V_S vs. V_{OUT} $R_I \geq 20$ k Ω | | | 35 | V |
| Output current limitation | I_{LIM} | $V_{OUT} \geq 10V$ | | | 10 | mA |
| System Parameters | | | | | | |
| Nonlinearity | | ideal input | | 0.05 | 0.15 | %FS |

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

RANDBEDINGUNGEN

| Parameter | Symbol | Conditions | Min. | Typ. | Max. | Unit |
|---------------------------------------|-------------|------------|------|------|------|------------|
| Sum Gain Resistors | $R_1 + R_2$ | | 90 | | 200 | k Ω |
| Sum Reference Adjustment Resistors | $R_3 + R_4$ | | 20 | | 200 | k Ω |
| Stabilisation Capacitance @ V_{REF} | C_1 | | 1.9 | 2.2 | 5.0 | μF |
| V_{IA} Capacitance | C_2 | | 10 | | 100 | nF |

IMPORTANT CONDITION:

*The reference output has always to source 1mA.

SPANNUNGS-VERSTÄRKER-IC

AM401

AUSFÜHRLICHE FUNKTIONSBESCHREIBUNG

Der AM401 ist ein monolithisch integrierter Spannungs-Transmitter, welcher sowohl für die Aufbereitung differentieller Brückenspannungen als auch für die Wandlung massebezogener Spannungssignale entwickelt worden ist. Über die Variation einiger weniger externer Bauteile kann die Ausgangsspannung in einem weiten Bereich eingestellt werden. Alle Funktionsblöcke sind einzeln zugänglich, so dass diese als Funktionseinheiten benutzt werden können oder mit der entsprechenden äußeren Beschaltung zu einem anwendungsspezifischen Baustein verschaltet werden können. Typische Anwendungsfälle und deren Werte für die externen Komponenten finden sich in den nachfolgenden Anwendungsbeschreibungen.

Im Wesentlichen besteht der AM401 aus 4 Funktionsblöcken (siehe Abbildung 2). Die Funktionsblöcke sind im Einzelnen:

- 1 Kernstück des AM401 ist der hochgenaue *Instrumentenverstärker* (IA) mit einer internen Verstärkung G_{IA} und der Möglichkeit das Bezugspotential des Verstärkers extern einzustellen (Pin ZA). Er dient als Eingangsstufe für differentielle Spannungssignale.
- 2 Hinzu kommt die *Operationsverstärkerstufe* (OP1). Die Verstärkung G_{OP1} des OP1 ist über die externen Widerstände R_1 und R_2 einstellbar (siehe Abbildung). Der Ausgang des Operationsverstärkers ist so konzipiert, dass er bei entsprechender Belastung bis auf Null eingestellt werden kann. Darüber hinaus kann die Ausgangsstufe bis zu max. 10mA treiben ohne dass ein externer Transistor angeschlossen werden muß. Als Schutzfunktion ist eine Ausgangsstrombegrenzung implementiert, die das IC im Falle eines Kurzschlusses am Ausgang schützt.
- 3 Die *Spannungsreferenz* des AM401 erlaubt die Spannungsversorgung von externen Komponenten (z.B. Sensoren, μ P usw.). Der Wert der Referenzspannung V_{REF} beträgt 5V oder 10V. Die externe Kapazität C_1 (Keramikkondensator) dient zur Stabilisierung der Referenzspannung. Sie **muß** auch dann kontaktiert werden, wenn die Spannungsreferenz nicht benutzt wird (siehe Abbildung).
- 4 Eine zusätzliche *Operationsverstärkerstufe* (OP2) ist als Strom- bzw. Spannungsquelle zur Versorgung von externen Komponenten einsetzbar. Der positive Eingang des OP2 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. Auf den nachfolgenden Seiten befinden sich die entsprechenden Anwendungsbeschreibungen. Der Ausgang des Operationsverstärkers verfügt über eine ausreichend hohe Treiberleistung.

Eine wesentliche Eigenschaft des AM401 ist die Vielzahl an integrierten Schutzfunktionen, die das IC zu einer wirkungsvollen Ausgangsstufe machen.

- Die Anschlußpins V_{OUT} , V_{CC} und GND sind im gesamten Versorgungsspannungsbereich gegen Verpolung geschützt, ohne daß zusätzliche externe Komponenten benötigt werden
- Der Ausgang des ICs ist gegen Kurzschluß geschützt.
- Alle Anschlußpins (außer V_{OUT} , V_{CC} und GND) sind über interne ESD-Dioden geschützt.

SPANNUNGS-VERSTÄRKER-IC AM401

Übertragungsfunktion des AM401

Gemäß Abbildung 2 schreibt sich die Übertragungsfunktion für den AM401 in der Anwendung als Verstärker für differentielle Signale mit Spannungsausgang:

$$V_{OUT} = G_{OP}(G_{IA}V_{IN} + V_{ZA}) \quad (1)$$

wobei gilt: $G = G_{IA}G_{OP} = G_{IA}(1 + R_1/R_2)$ (2)

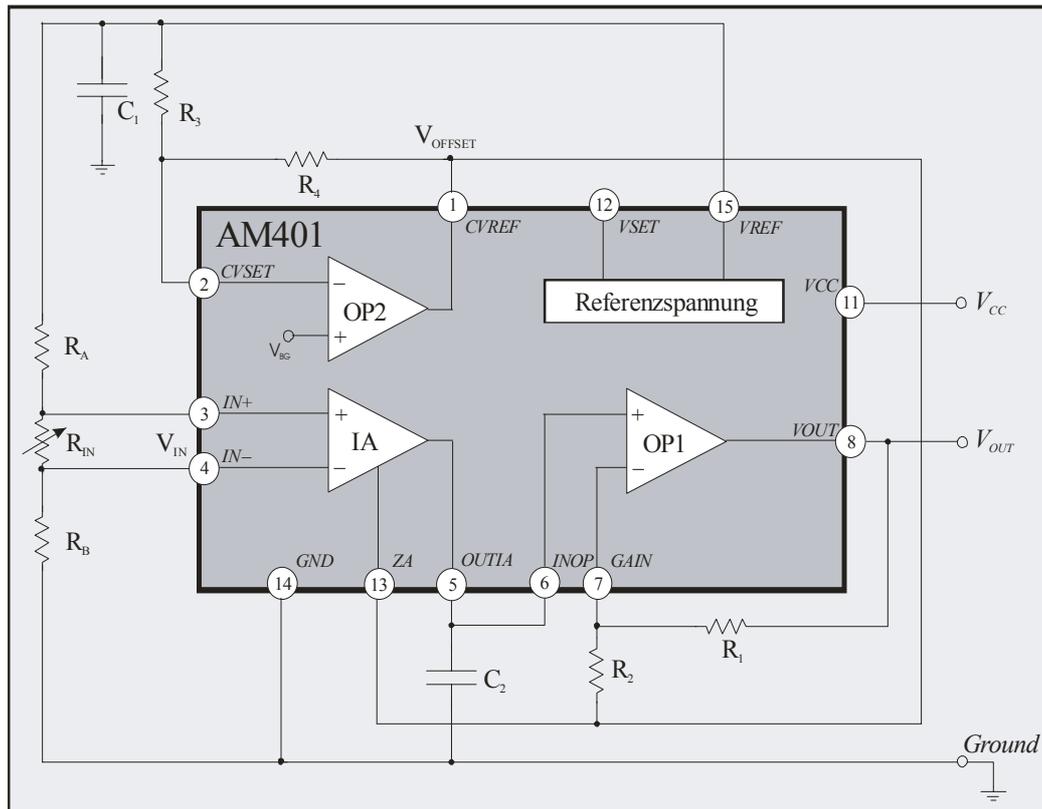


Abbildung 2: Funktionsdarstellung AM401

Einstellung der Instrumentenverstärkers

Die Übertragungsfunktion des Instrumentenverstärkers ergibt sich zu:

$$V_{OUTIA} = G_{IA}V_{IN} + V_{ZA}$$

mit der Offsetspannung V_{ZA} , die an Pin ZA eingestellt werden kann. Mit der Beschaltung (Abbildung 2) ergibt sich dann für diese Offsetspannung unter Benutzung des zusätzlichen Operationsverstärkers

$$V_{OFFSET} = V_{BG} - \frac{R_4}{R_3}(V_{REF} - V_{BG}) \quad (3)$$

SPANNUNGS-VERSTÄRKER-IC

AM401

Für die eigentliche Ausgangsspannung V_{OUT} (Übertragungsfunktion des OP1) des ICs gilt

$$V_{OUT} = G_{OP} \cdot V_{INOP} \quad (4)$$

mit der einstellbaren Verstärkung G_{OP} : $G_{OP} = \frac{R_1}{R_2} + 1$ (5)

Einstellung der Spannungsverstärkung

Die Verstärkung der Operationsverstärkerstufe OP1 kann durch geeignete Wahl externer Widerstände R_1 und R_2 eingestellt werden. Für die Verschaltung des OP1 als nicht invertierender Verstärker (siehe Abbildung) berechnet sich die Ausgangsspannung V_{OUT} am Pin V_{OUT} zu:

$$V_{OUT} = V_{IN} \cdot G_{OP1} \text{ mit } G_{OP1} = \frac{R_1}{R_2} + 1$$

wobei V_{IN} die Spannung am Eingangs-Pin $INOP$ des OP1 bezeichnet.

Wahl der Versorgungsspannung

Prinzipiell ist der AM401 im gesamten definierten Versorgungsspannungsbereich einsetzbar. Allerdings ergeben sich je nach Wahl der Ausgangsspannung beziehungsweise der Beschaltungen der übrigen Komponenten gewisse Randbedingungen für die Wahl von V_{CC} :

- Bei Nutzung des Spannungsausganges Pin V_{OUT} richtet sich die minimale Versorgungsspannung des ICs V_{CC} , die zum Betrieb angelegt werden muß, nach der in der Applikation geforderten maximalen Ausgangsspannung V_{OUTmax} . Es gilt

$$V_{CC} \geq V_{OUTmax} + 5V \quad (6)$$

- Falls der zusätzliche Operationsverstärker OP2 als Spannungsreferenz oder Stromquelle benutzt wird, ist die Wahl der minimalen Versorgungsspannung V_{CC} von der maximalen Spannung an Pin $CVREF$ abhängig. Es gilt

$$V_{CC} \geq V_{CVREFmax} + 5V \quad (7)$$

Bei Nutzung von Pin V_{OUT} und des Operationsverstärkers OP2 als Spannungs- oder Stromquelle muß der entsprechende höhere Wert V_{CC} eingestellt werden.

Wichtige Hinweise zur Inbetriebnahme

1. Zum Betrieb des AM401 muß **immer** die externe Stabilisierungskapazität C_1 (hochwertige Keramikkondensator) angeschlossen werden. Es ist zu beachten, dass der Wert der Kapazität auch über den Temperaturbereich nicht außerhalb des Wertebereichs liegt (siehe Randbedingungen auf Seite 5). Der Strom, der maximal aus der Referenz gezogen werden kann, darf einen Wert von $I_{REF} = 10\text{mA}$ nicht übersteigen.

SPANNUNGS-VERSTÄRKER-IC AM401

2. Alle in der Applikation nicht benutzten Funktionsblöcke des AM401 (z.B. OP2) müssen auf ein definiertes (und erlaubtes) Potential gelegt werden. Nicht benutzte Blöcke wie z.B. der zusätzlichen Operationsverstärker (siehe Abbildung) müssen beschaltet werden. Die zwei Kapazitäten C_1 und C_2 müssen auf jeden Fall angeschlossen werden, auch wenn die Referenzspannungsquelle nicht benutzt wird

3. Bei Betrieb des OP1 muß der Lastwiderstand an Pin V_{OUT} **mindestens** 2k Ω betragen.

Die Werte der externen Widerstände R_1 , R_2 , R_3 und R_4 müssen innerhalb des erlaubten Bereichs gewählt werden, der in den Randbedingungen auf Seite 5 spezifiziert ist:

ANWENDUNGEN

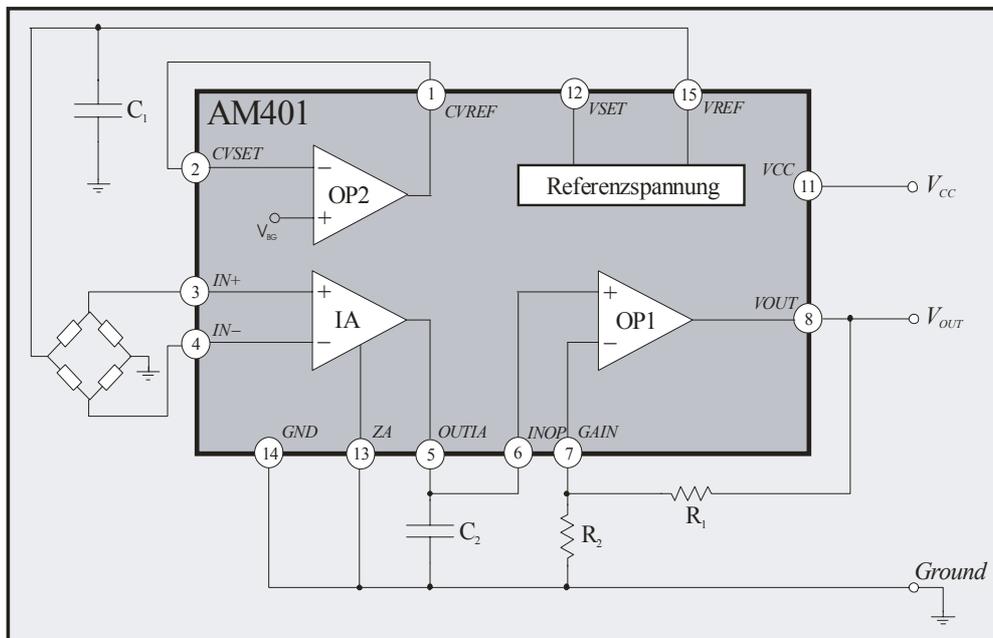


Abbildung 3: AM401 als industrieller Brückenverstärker für Sensoranwendungen

Anwendung 1 – Differentielles Eingangssignal, Spannungsausgangssignal 0...5/10V

Bei der Anwendung, die eine Ausgangsspannung von 0...5/10V erfordert, wird der Pin zur Nullpunkteinstellung des Instrumentenverstärkers ZA auf IC-Masse Ground gelegt. Die Verstärkung G wird über die beiden externen Widerstände R_1 und R_2 eingestellt:

$$G = G_{IA} G_{OP} = G_{IA} (1 + R_1/R_2) \quad (2)$$

SPANNUNGS-VERSTÄRKER-IC AM401

Wenn keine Offsetspannung vorhanden ist, wird die Übertragungsfunktion der Ausgangsspannung (Gl.1) zu:

$$V_{OUT} = G V_{IN}$$

Mit diesen Gleichungen können die Werte der Widerstände R_1 und R_2 bestimmt werden

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{V_{OUT}}{G_{IA} V_{IN}} - 1$$

Beispiel 1: Eingangsspannung (differentiell) 0...50mV und Ausgangsspannungsbereich 0...10V

Für die Werte der externen Bauteile ergeben sich mit $V_{IN} = 0...50\text{mV}$, $R_1/R_2 = 39$, $I_{REF} \geq 1\text{mA}$:

$$R_1 \approx 117\text{k}\Omega \quad R_2 \approx 3\text{k}\Omega \quad G_{IA} = 5 \quad C_1 = 2,2\mu\text{F} \quad C_2 = 10\text{nF}$$

Beispiel 2: Eingangsspannung (differentiell) 0...100mV und Ausgangsspannungsbereich 0...5V

Für die Werte der externen Bauteile ergeben sich mit $V_{IN} = 0...100\text{mV}$, $R_1/R_2 = 9$, $I_{REF} \geq 1\text{mA}$:

$$R_1 \approx 90\text{k}\Omega \quad R_2 \approx 10\text{k}\Omega \quad G_{IA} = 5 \quad C_1 = 2,2\mu\text{F} \quad C_2 = 10\text{nF}$$

Anwendung 2 – Spannungsausgangssignal 0...5/10V, stromgespeiste Meßzelle

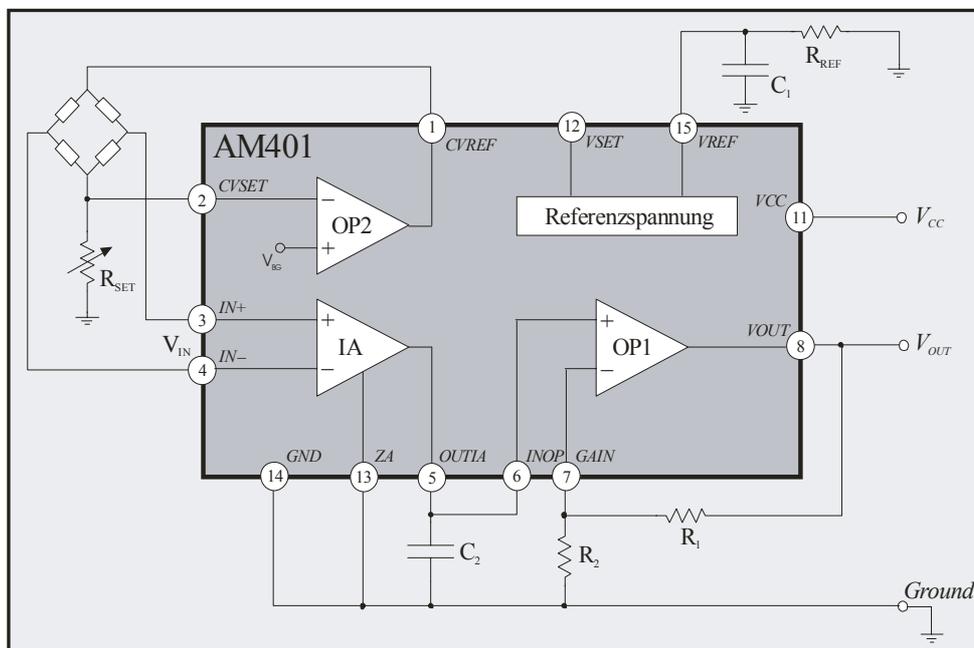


Abbildung 4: Anwendung für stromgespeiste Meßzellen

SPANNUNGS-VERSTÄRKER-IC

AM401

In der vorliegenden Anwendung wird der zusätzliche OP als Stromquelle für eine Widerstandsmeßbrücke benutzt. Die Werte der externen Bauteile sind für eine Ausgangsspannung von 0...5V berechnet. Der Pin zur Nullpunkteinstellung des Instrumentenverstärkers ZA auf IC-Masse *Ground* gelegt. Die Verstärkung G wird über die beiden externen Widerstände R_1 und R_2 eingestellt

$$G = G_{IA} G_{OP} = G_{IA} (1 + R_1/R_2) \quad (2)$$

Wenn keine Offsetspannung vorhanden ist, wird die Übertragungsfunktion der Ausgangsspannung (Gl.1) zu:

$$V_{OUT} = G V_{IN} \quad (1)$$

Mit diesen Gleichungen können die Werte der Widerstände R_1 und R_2 bestimmt werden

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{V_{OUT}}{G_{IA} V_{IN}} - 1$$

Der Versorgungsstrom I_S für die Sensorbrücke kann über den Widerstand R_{SET} bestimmt werden:

$$I_S = \frac{V_{BG}}{R_{SET}} \quad (8)$$

Beispiel 3: Eingangsspannung (differentiell) 0...100mV Ausgangsspannungsbereich 0...5V

Für die Werte der externen Bauteile ergeben sich mit $V_{IN} = 0...100\text{mV}$, $R_1/R_2 = 9$, $I_S = 1,5\text{mA}$, $V_{BG} = 1,27\text{V}$, $I_{REF} = 1\text{mA}$:

$$\begin{array}{llllll} R_1 \approx 90\text{k}\Omega & R_2 \approx 10\text{k}\Omega & G_{IA} = 5 & C_1 = 2,2\mu\text{F} & C_2 = 10\text{nF} \\ R_{SET} \approx 846,7\Omega & R_{REF} \approx 5\text{k}\Omega & & & \end{array}$$

Anwendung 3 – Differentielles Eingangssignal, Spannungsausgangssignal 0,5...4,5V,

Bei der Anwendung, die eine Ausgangsspannung von 0,5...4,5V erfordert, wird der Pin zur Nullpunkteinstellung des Instrumentenverstärkers ZA auf eine Spannung V_{OFFSET} gelegt (Abbildung 5). Die Verstärkung G wird über die beiden externen Widerstände R_1 und R_2 eingestellt:

$$G = G_{IA} G_{OP} = G_{IA} (1 + R_1/R_2) \quad (2)$$

Die Übertragungsfunktion der Ausgangsspannung V_{OUT} wird zu

$$V_{OUT} = G V_{IN} + V_{OFFSET} \quad (1)$$

Die Offsetspannung (Gleichung 3) berechnet sich zu

$$V_{OFFSET} = V_{BG} - \frac{R_4}{R_3} (V_{REF} - V_{BG}) \Rightarrow \frac{R_3}{R_4} = \frac{V_{REF} - V_{BG}}{V_{BG} - V_{OFFSET}}$$

SPANNUNGS-VERSTÄRKER-IC AM401

Mit diesen Gleichungen können die Werte der Widerstände R_1 und R_2 bestimmt werden

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{V_{OUT} - V_{OFFSET}}{G_{IA} V_{IN}} - 1$$

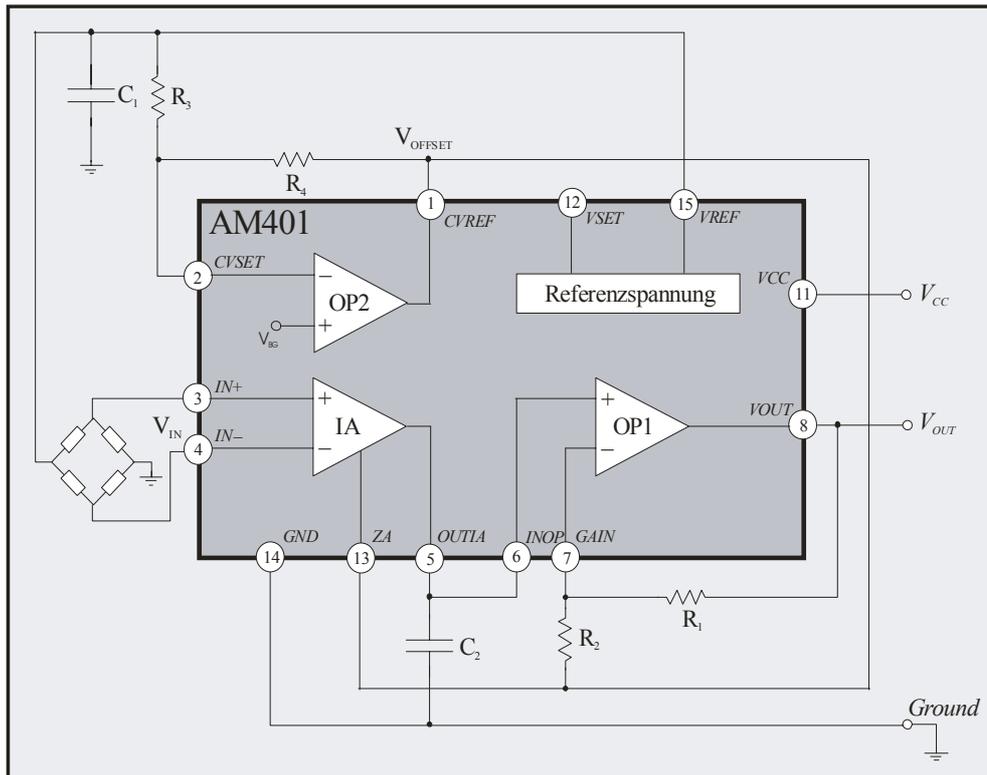


Abbildung 5: Anwendung als Brückenverstärker für Ausgangsspannung 0,5...4,5V

Beispiel 4: Eingangsspannung (differentiell) 0...250mV und Ausgangsspannungsbereich 0.5...4.5V

Für die Werte der externen Bauteile ergeben sich mit $V_{IN} = 0...250\text{mV}$, $I_{REF} \geq 1\text{mA}$, $R_1/R_2 = 2,2$, $R_3/R_4 = 4,8$

$R_1 \approx 100\text{k}\Omega$
 $V_{OFFSET} = 0.5\text{V}$

$R_2 \approx 47\text{k}\Omega$
 $C_1 = 2,2\mu\text{F}$

$R_3 \approx 75\text{k}\Omega$
 $C_2 = 10\text{nF}$

$R_4 \approx 15,5\text{k}\Omega$

SPANNUNGS-VERSTÄRKER-IC AM401

Anwendung 4 – Eingangsspannung (massebezogen) 0...1V und Ausgangsspannung 0...10V

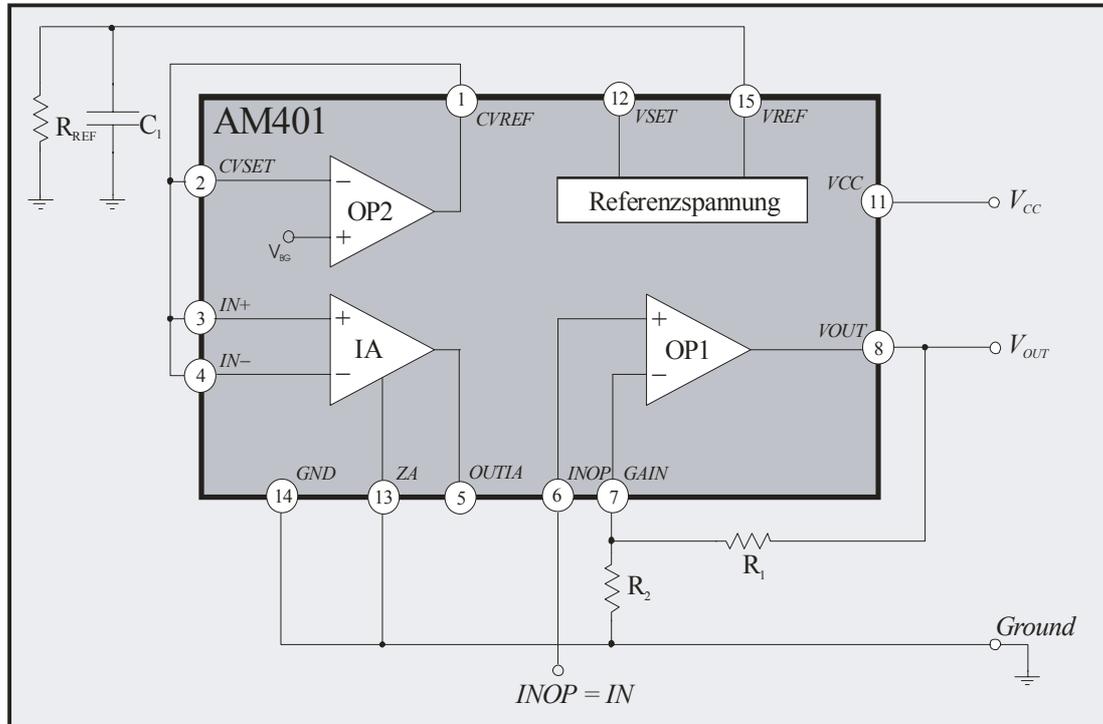


Abbildung 6: AM401 mit OP-Eingangsstufe für massebezogenes Eingangssignal

Für ein Signal $V_{IN} = 0...1V$ am Eingang des OP1 sollen die externen Bauteile so dimensioniert werden, dass der Ausgangsspannungsbereich $V_{OUT} = 0...10V$ beträgt. Setzt man die Werte in Gleichung 4 ein ergibt sich für die einzustellende Verstärkung ein Wert von:

$$G_{OP1} = \frac{V_{OUT\max}}{V_{IN\max}} = \frac{10V}{1V} = 10$$

wobei V_{IN} die Spannung am Eingangs-Pin $INOP$ des OP1 bezeichnet.

Für das Widerstandsverhältnis der Einstellwiderstände ergibt sich nach Gleichung 5 ein Wert von

$$\frac{R_1}{R_2} = G_{OP1} - 1 = 9$$

Mit den Randbedingungen für die externen Bauteile ergeben sich die folgenden Werte:

$$R_1 \approx 90k\Omega \quad R_2 = 10k\Omega \quad R_{REF} = 5k\Omega \quad C_1 = 2,2\mu F$$

SPANNUNGS-VERSTÄRKER-IC AM401

Anwendung 5 – Beschaltung des OP2 als Spannungsreferenz

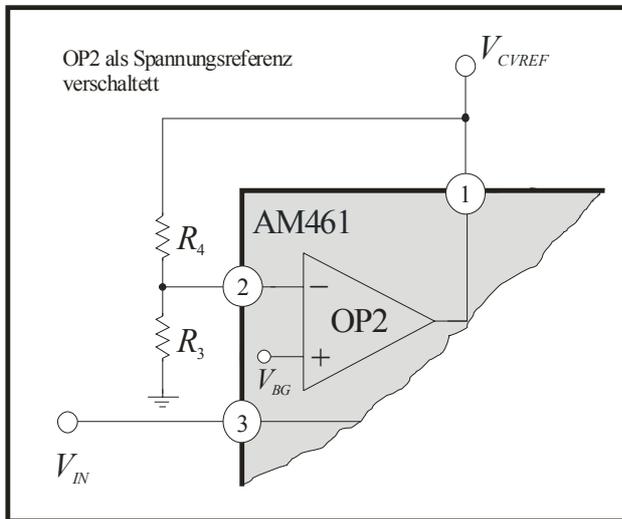


Abbildung 7: OP2 des AM401 als Spannungsreferenz

Neben der integrierten Spannungsreferenz kann auch der OP2 als Spannungsversorgung für externe Komponenten wie z.B. A/D-Wandler oder Mikroprozessoren genutzt werden. Damit lassen sich auch geringere Versorgungsspannungen (z.B. 3,3V) generieren, die auf Grund der zunehmenden Miniaturisierung und dem Zwang zu geringeren Verlustleistungen bei digitalen Bauteilen zunehmend an Bedeutung gewinnen.

Wenn zusätzlich zu der 5/10 Volt Referenz eine weitere Spannungsquelle zur Versorgung von externen Bauelementen benötigt wird, kann der zusätzliche Operationsverstärker OP2 dazu benutzt werden.

Dieser Operationsverstärker kann auf einfache Art und Weise zu einer Spannungsreferenz verschaltet werden. Mit der Schaltung aus Abbildung 7 ergibt sich folgender Zusammenhang:

$$V_{CVREF} = V_{BG} \left(1 + \frac{R_4}{R_3} \right) = 1,27 \text{ V} \left(1 + \frac{R_4}{R_3} \right) \quad (9)$$

Es soll eine Spannung von $V_{CVREF} = 3,3\text{V}$ eingestellt werden. Mit Gleichung 9 ergibt sich für die externen Widerstände R_3 und R_4 ein Verhältnis von

$$\frac{R_4}{R_3} = \frac{V_{CVREF}}{V_{BG}} - 1 \approx 2,6 - 1 = 1,6$$

Mit den Randbedingungen (Seite 5) für die externen Bauteile ergeben sich die folgenden Werte für die Widerstände:

$$R_3 = 10\text{k}\Omega \quad R_4 = 16\text{k}\Omega$$

SPANNUNGS-VERSTÄRKER-IC AM401

SCHALTUNGSTOPOLOGIE

Topologie für die 0...5/10V-Anwendung

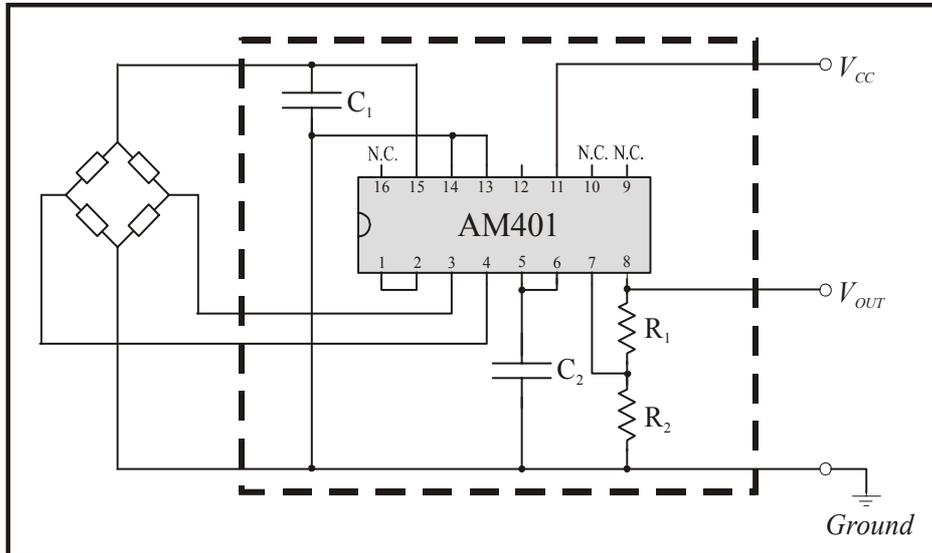


Abbildung 8: Schaltungstopologie für 0...5/10V Ausgang

Topologie für die 0,5...4,5V-Anwendung

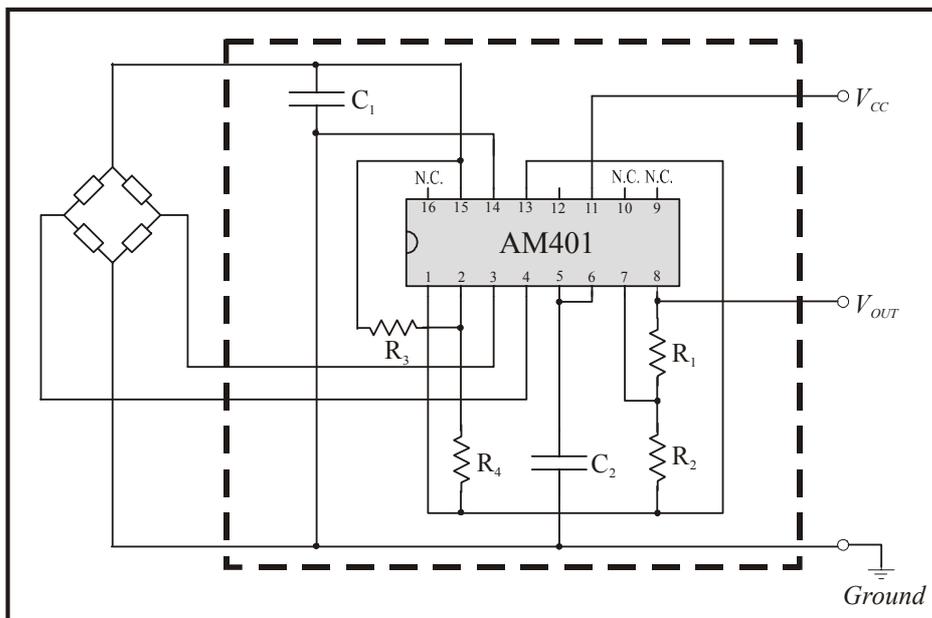


Abbildung 9: Schaltungstopologie für 0,5...4,5V Ausgang

SPANNUNGS-VERSTÄRKER-IC AM401

BLOCKSCHALTBILD UND PINOUT

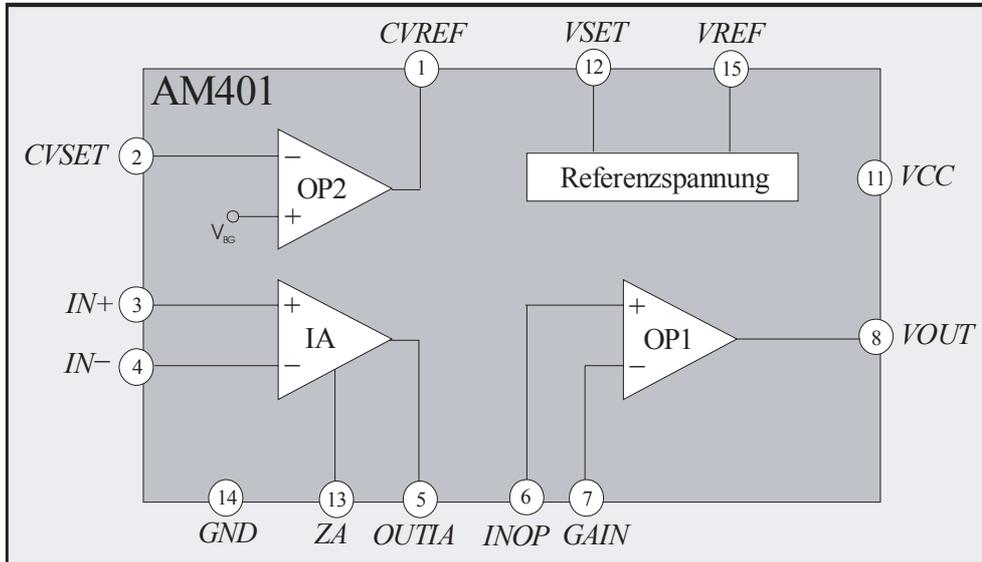


Abbildung 10: Blockschaltbild AM401 (Einzel beschaltbare Funktionseinheiten)

| PIN | NAME | BEDEUTUNG |
|-----|-------|-------------------------------------|
| 1 | CVREF | Strom-/Spannungsreferenz |
| 2 | CVSET | Einstellen Strom-/Spannungsreferenz |
| 3 | IN+ | Positiver Eingang |
| 4 | IN- | Negativer Eingang |
| 5 | OUTIA | Ausgang Instrumentenverstärker |
| 6 | INOP | Eingang Operationsverstärker |
| 7 | GAIN | Einstellen der Verstärkung |
| 8 | VOUT | Spannungsausgang |
| 9 | N.C. | Nicht kontaktiert |
| 10 | N.C. | Nicht kontaktiert |
| 11 | VCC | Versorgungsspannung |
| 12 | VSET | Wahl der Referenzspannung |
| 13 | ZA | Nullpunkteinstellung |
| 14 | GND | IC-Masse |
| 15 | VREF | Ausgang Referenzspannungsquelle |
| 16 | N.C. | Nicht kontaktiert |

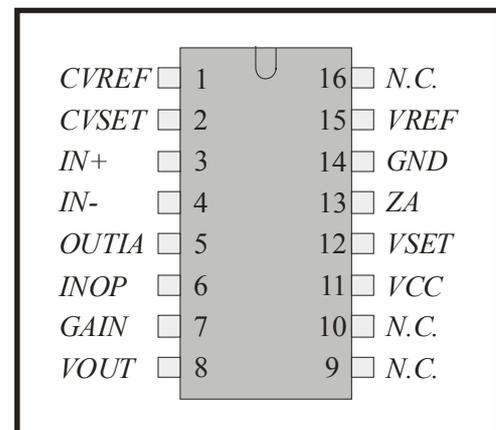


Abbildung 11: Pin Out AM401

Tabelle 1: Pinbelegung

SPANNUNGS-VERSTÄRKER-IC AM401

PRINZIPIELLE ANWENDUNGSBEISPIELE

- Anwendung als Spannungswandler [3]

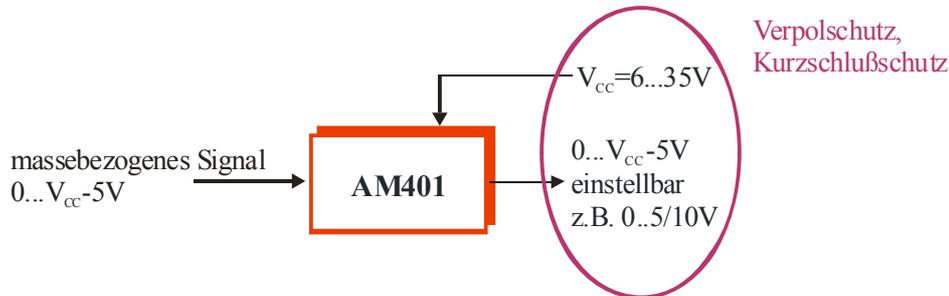


Abbildung 12: Anwendung als Spannungswandler für massebezogenes Signal

- Anwendung als Verstärker-IC und Impedanzwandler

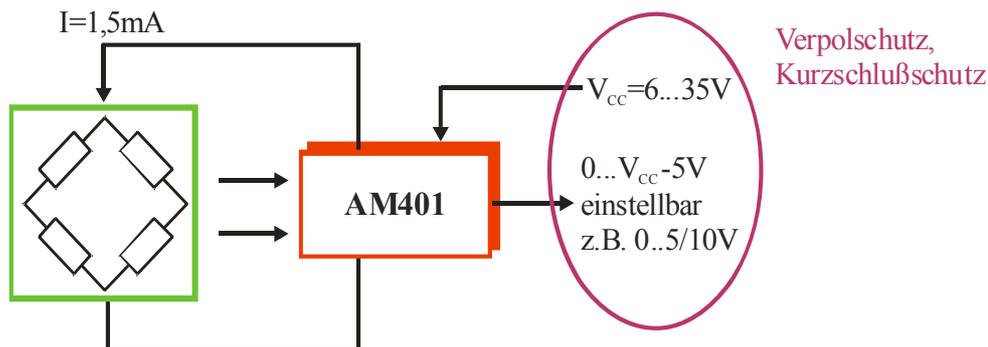


Abbildung 13: Anwendung als Verstärker-IC und Impedanzwandler für differentielle Signale

- Anwendung als Prozessorschnittstelle

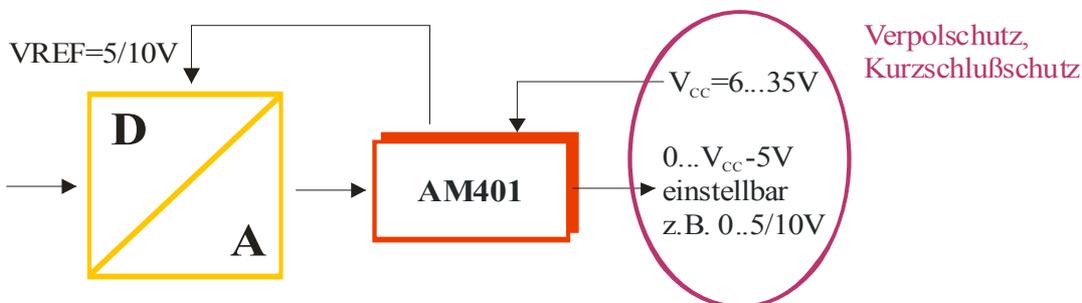


Abbildung 14: Anwendung als Prozessorschnittstelle für analoges Industrienetz

SPANNUNGS-VERSTÄRKER-IC AM401

- *Anwendung als Prozessor-Peripherie-IC*

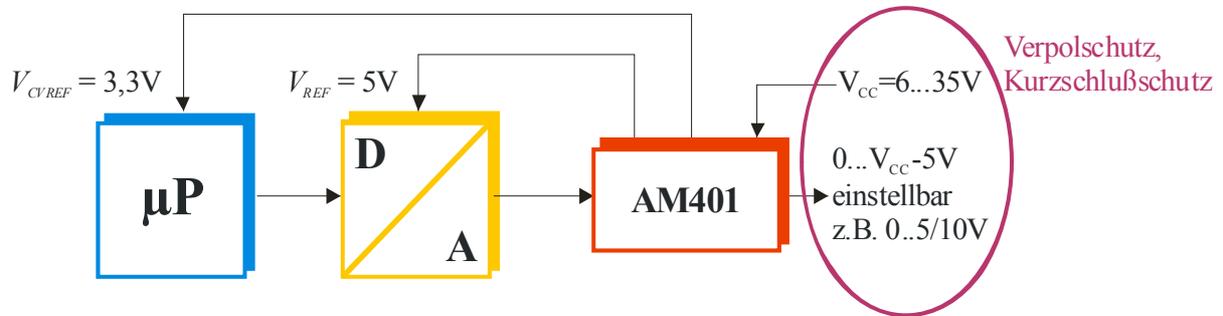


Abbildung 15: Schaltung als Prozessor-Peripherie-IC

- *Anwendung als Frontend-Backend-IC für Mikroprozessoren*

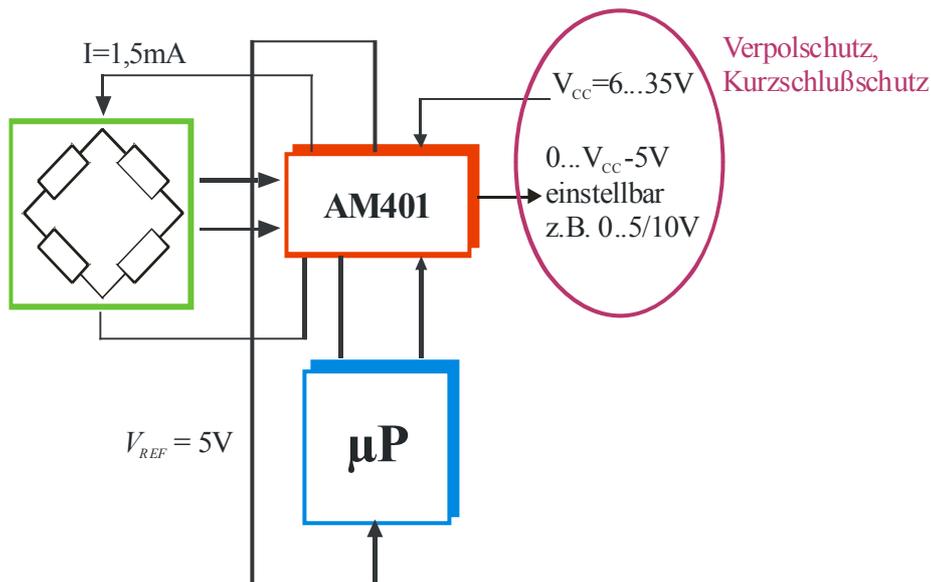


Abbildung 16: Anwendung als analoges Front- und Backend für Mikroprozessoren (Frame-Konzept)

SPANNUNGS-VERSTÄRKER-IC AM401

LIEFERFORMEN

Der AM401 ist lieferbar als:

16-Pin-DIP (Muster, Kleinserien)

SO 16 (n)

SSOP 16

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/>
- [3] Auch für AM401 gültig: Spannungsverstärker-IC AM461 mit einstellbarer Ausgangsspannung für industrielle Anwendungen siehe <http://www.analogmicro.de> Anwendungsnotiz AN1013

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

März 2006
20/20
Rev. 2.3