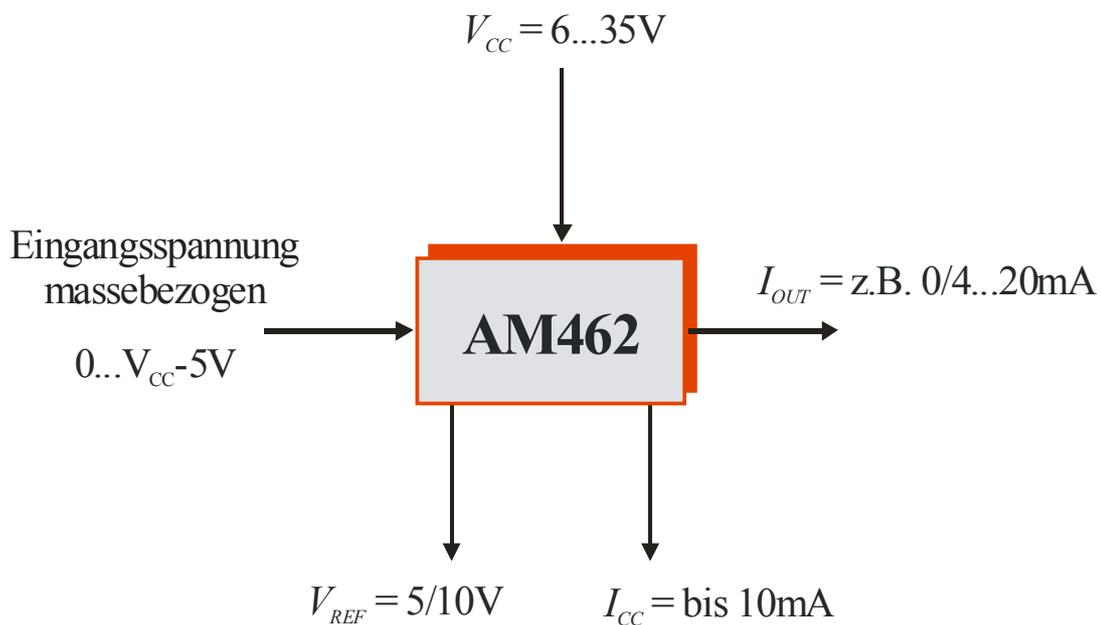


Industrielles U/I-Wandler- und Schutz-IC AM462

PRINZIPIELLE FUNKTION

Wandlung von massebezogener Eingangsspannung in Ausgangsstrom
Integrierte Schutzfunktionen für IC und extern angeschlossene Bauteile
Integrierte, einstellbare Strom-/Spannungsquellen für externe Komponenten



TYPISCHE ANWENDUNGEN

- Einstellbarer Spannungs/Strom (U/I)-Wandler
- Einstellbare Spannungs- und Stromquelle (Versorgungseinheit)
- Spannungsregler mit Zusatzfunktionen
- Industrielles Schutz- und Ausgangs-IC für Mikroprozessoren (Frame-ASIC-Konzept [1])
- Prozessor-Peripherie-IC
- Darstellung typischer Anwendungen siehe: Prinzipielle Anwendungsbeispiele

Industrielles U/I-Wandler- und Schutz-IC AM462

| | |
|--|-----------|
| EIGENSCHAFTEN | 3 |
| KURZBESCHREIBUNG | 3 |
| BLOCKDIAGRAMM | 3 |
| ELEKTRISCHE SPEZIFIKATIONEN | 4 |
| RANDBEDINGUNGEN | 6 |
| AUSFÜHRLICHE FUNKTIONSBESCHREIBUNG | 6 |
| INBETRIEBNAHME DES AM462 | 8 |
| Allgemeines zu 2- und 3-Draht-Anwendungen im Strombetrieb | 8 |
| Einstellung des Ausgangsstrombereichs | 9 |
| Wahl der Versorgungsspannung | 9 |
| Verwendung des OP2 als Stromquelle | 10 |
| WICHTIGE HINWEISE ZUR INBETRIEBNAHME | 12 |
| ANWENDUNGEN | 12 |
| Typische 3-Draht-Anwendung mit massebezogenem Eingangssignal | 12 |
| Typische 2-Draht-Anwendung mit massebezogenem Eingangssignal | 14 |
| Anwendung für Eingangssignal mit Offset | 15 |
| BLOCKSCHALTBILD UND PINOUT | 18 |
| PRINZIPIELLE ANWENDUNGSBEISPIELE | 19 |
| LIEFERFORMEN | 21 |
| GEHÄUSEABMESSUNGEN | 21 |
| WEITERFÜHRENDE LITERATUR | 21 |

Industrielles U/I-Wandler- und Schutz-IC AM462

EIGENSCHAFTEN

- Versorgungsspannung: 6...35V
- Großer Arbeitstemperaturbereich: $-40^{\circ}\text{C} \dots +85^{\circ}\text{C}$
- Einstellbare integrierte Referenzspannungsquelle: 4,5 bis 10V
- Zusätzliche Spannungs-/Stromquelle
- Einstellbare Verstärkung
- Einstellbarer Offset
- Analoger Stromausgang (z.B. 0/4...20mA)
- Verpolschutz
- Kurzschlußschutz
- Ausgangsstrombegrenzung
- Zwei- und Dreidraht-Betrieb
- Einzel beschaltbare Funktionsmodule
- RoHS-konform

KURZBESCHREIBUNG

Der AM462 ist ein universell einsetzbares U/I-Wandler- und Verstärker-IC mit einer Vielzahl an Zusatzfunktionen. Das IC besteht im Wesentlichen aus einem Verstärker mit extern einstellbarer Verstärkung und einer Ausgangsstufe zur Wandlung von massebezogenen Spannungssignalen in industrielle Stromsignale. Zusätzlich ist eine Referenzspannungsquelle zur Versorgung von externen Komponenten integriert. Ein weiterer Operationsverstärker kann als Stromquelle, Spannungsreferenz oder Komparator benutzt werden.

Ein Hauptmerkmal des ICs sind die vielfältigen integrierten Schutzfunktionen. Das IC ist gegen Verpolung geschützt und verfügt über eine integrierte Ausgangsstrombegrenzung. Mit dem U/I-Wandler-IC AM462 ist es möglich, auf einfache Weise industrielle Stromschleifensignale (z.B. 0/4-20mA) zu erzeugen.

Das IC kann gemäß dem Frame-Konzept [1] an einen Prozessor zur Signalkorrektur angeschlossen werden.

BLOCKDIAGRAMM

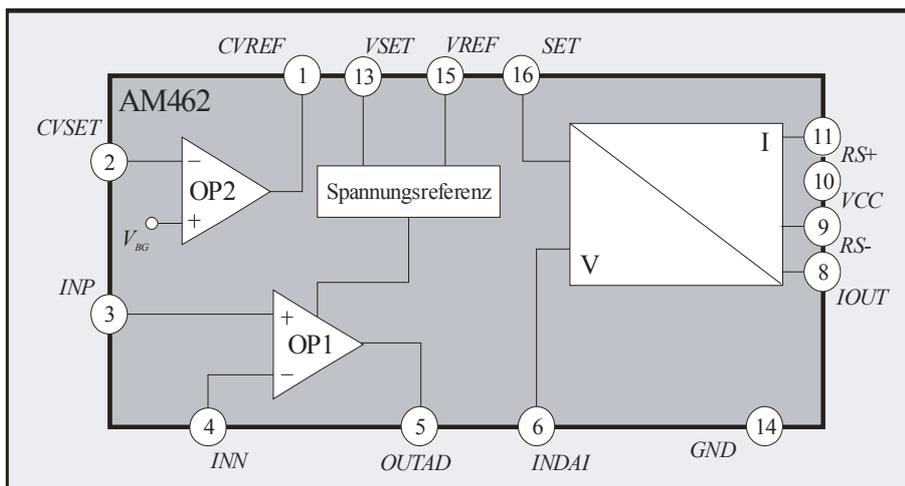


Abbildung 1: Blockschaltbild AM462 (Einzel beschaltbare Funktionsmodule)

Industrielles U/I-Wandler- und Schutz-IC

AM462

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} | $T_{amb} = -40\dots+85^{\circ}\text{C}$, $I_{REF} = 0\text{mA}$ | | | 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 | $^{\circ}\text{C}$ |
| Thermal Resistance | Θ_{ja} | DIL16 plastic package | | 70 | | $^{\circ}\text{C}/\text{W}$ |
| | Θ_{ja} | SO16 narrow plastic package | | 140 | | $^{\circ}\text{C}/\text{W}$ |
| Voltage Reference | | | | | | |
| Voltage | V_{REF} | V_{SET} not connected | 4.75 | 5.00 | 5.25 | V |
| | V_{REF10} | $V_{SET} = GND$, $V_{CC} \geq 11\text{V}$ | 9.5 | 10.0 | 10.5 | V |
| Trim Range | V_{REFADJ} | | 4.5 | | V_{REF10} | 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 | $V_{CC} = 6\text{V}\dots 35\text{V}$ | | 30 | 80 | ppm/V |
| | dV_{REF}/dV | $V_{CC} = 6\text{V}\dots 35\text{V}$, $I_{REF} \approx 5\text{mA}$ | | 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 | $T_{amb} = -40\dots+85^{\circ}\text{C}$ | | ± 60 | ± 140 | ppm/ $^{\circ}\text{C}$ |
| Current Source: $I_{CV} = V_{BG}/R_{SET}$, from Abbildung 5 | | | | | | |
| 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: $V_{CV} = V_{BG} (1 + R_7 / R_6)$, from Abbildung 6 | | | | | | |
| 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 |
| Operational Amplifier Gain Stage (OP1) | | | | | | |
| Adjustable Gain | G_{GAIN} | | 1 | | | |
| Input Range | I_R | $V_{CC} < 10\text{V}$ | 0 | | $V_{CC} - 5$ | V |
| | I_R | $V_{CC} \geq 10\text{V}$ | 0 | | 5 | V |
| Power Supply Rejection Ratio | $PSRR$ | | 80 | 90 | | dB |
| Offset Voltage | V_{OS} | | | ± 0.5 | ± 2 | mV |

Industrielles U/I-Wandler- und Schutz-IC

AM462

| Parameter | Symbol | Conditions | Min. | Typ. | Max. | Unit |
|---|-----------------|---|------|-----------|--------------|-------|
| Operational Amplifier Gain Stage (OP1) (cont.) | | | | | | |
| 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_{OUTAD} | $V_{CC} < 10V$ | 0 | | $V_{CC} - 5$ | V |
| | V_{OUTAD} | $V_{CC} \geq 10V$ | 0 | | V_{REF} | V |
| Load Capacitance | C_L | | | | 250 | pF |
| V/I Converter | | | | | | |
| Internal Gain | G_{VI} | | 0,12 | 0,125 | 0,13 | |
| Trim Range | | adjustable by R_0 | 0,75 | 1,00 | 1,25 | |
| Voltage Range at R_0 FS | V_{R0FS} | | 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 | μV/°C |
| Input Resistance | R_{IN} | | 120 | 160 | | kΩ |
| R_{IN} vs. Temperature | dR_{IN}/dT | | 0,2 | 0,3 | | kΩ/°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/°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/°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/°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 | | MΩ |
| 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 | μV/°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} | $V_{INDAI} = 0, V_{R0} = G_{SET} V_{SET}$ | 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

analog microelectronic

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

Dezember 2006

5/21
Rev. 2.4

Industrielles U/I-Wandler- und Schutz-IC

AM462

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 | ceramic | 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 | | |

AUSFÜHRLICHE FUNKTIONSBESCHREIBUNG

Der AM462 ist ein modular aufgebautes, universelles U/I-Wandler- und Schutz-IC, welches speziell für die Aufbereitung von massebezogenen Spannungssignalen entwickelt wurde. Durch seine Konzeption ist er für industrielle Anwendungen sowohl für den 3-Draht- als auch für den 2-Draht-Betrieb geeignet (vgl. Abbildung 8). Die Funktion des AM462 wird anhand des Blockschaltbildes (Abbildung 2) erläutert, das auch die wenigen externen Bauteile aufzeigt, die für den Betrieb des AM462 nötig sind.

Der AM462 besteht aus mehreren modularen Funktionsmodulen (OPs, V/I-Konverter und Referenzen), die durch externe Verknüpfungen zusammengeschaltet oder separat betrieben werden können (siehe Grundschialtung in Abbildung 2):

1. Die *Operationsverstärkerstufe* OP1 ermöglicht die Verstärkung eines positiven Spannungssignals. 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. Die Ausgangsspannung V_{OUTAD} am Pin *OUTAD* berechnet sich zu:

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

wobei V_{INP} die Spannung am Eingangs-Pin *INP* des OP1 bezeichnet.

2. Der interne Spannungs-/Stromwandler (V/I-Konverter) liefert ein spannungsgesteuertes Stromsignal am IC-Ausgang *IOUT* (Pin 8), das einen externen Transistor T_1 ansteuern kann, der den eigentlichen Ausgangsstrom I_{OUT} liefert. Der Transistor ist aus Gründen der Verlustleistung extern ausgeführt und wird durch eine zusätzliche Diode D_1 gegen Verpolung geschützt. Über den

Industrielles U/I-Wandler- und Schutz-IC AM462

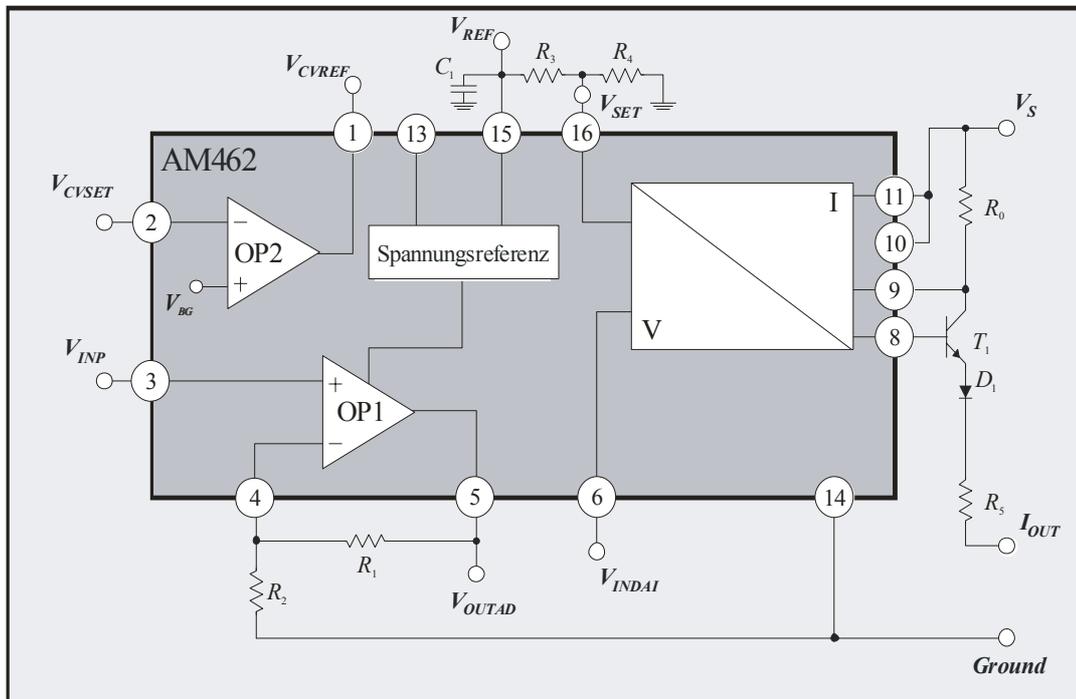


Abbildung 2: Prinzipschaltbild AM462 mit externen Bauelementen (3-Draht-Schaltung)

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 2 dargestellt). 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

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

worin V_{INDAI} die Spannung am Pin *INDAI* und V_{SET} die Spannung am Pin *SET* (Eingänge des V/I-Konverters) bezeichnen.¹

- Die Referenzspannungsquelle des AM462 erlaubt die Spannungsversorgung von externen Komponenten (z.B. Sensoren, μP usw.). Der Wert der Referenzspannung V_{REF} kann über Pin 13 *VSET* eingestellt werden. Bei nicht angeschlossenem Pin *VSET* ist $V_{REF} = 5V$; liegt *VSET* an Masse, gilt $V_{REF} = 10V$. Unter Verwendung von zwei externen Widerständen (zwischen Pin *VREF* und Pin *VSET* sowie Pin *VSET* und *GND*) lassen sich auch Zwischenwerte einstellen.

¹ Aufgrund der speziellen Konstruktion des V/I-Konverters 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-Konverter intern ausgeglichen.

Industrielles U/I-Wandler- und Schutz-IC AM462

Die externe Kapazität C_1 an Pin $VREF$ dient zur Stabilisierung der Referenzspannung. Sie **muß** auch dann kontaktiert werden, wenn die Spannungsreferenz nicht benutzt wird.

4. Die 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.

INBETRIEBNAHME DES AM462

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

Im 3-Draht-Betrieb (vgl. Abbildung 3 rechts und Abbildung 7) 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 3 links und Abbildung 8) 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.

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

$$V_{CC} = V_S - I_{OUT}(V_{IN}) R_L \quad (3)$$

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

Im 3-Draht-Betrieb gilt $V_{CC} = V_S$, da die IC-Masse an die Systemmasse angeschlossen wird.

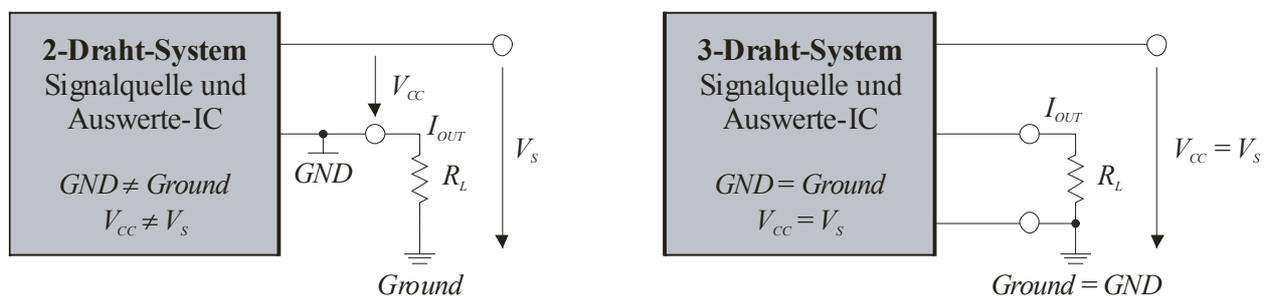


Abbildung 3: Unterschied 2- und 3-Draht-Betrieb

Industrielles U/I-Wandler- und Schutz-IC AM462

Einstellung des Ausgangsstrombereichs

Bei Nutzung der Verstärkerstufe OP1 zusammen mit dem V/I-Konverter zur Spannungs/Stromwandlung sollte zunächst ein Offset-Abgleich des Ausgangsstroms durch geeignete Wahl der Widerstände R_3 und R_4 durchgeführt werden. Dazu muß der Eingang von OP1 auf Masse gelegt werden ($V_{INP} = 0$). Mit dem Kurzschluß am Eingang und einer Beschaltung des Pins $VSET$ des V/I-Konverters nach Abbildung 2 ergibt sich für den Ausgangsstrom nach Gleichung 2:

$$I_{OUT}(V_{INDAI} = 0) = I_{SET} = \frac{V_{REF}}{2R_0} \cdot \frac{R_4}{R_3 + R_4} \quad (4)$$

und damit für das Widerstandsverhältnis R_3/R_4

$$\frac{R_3}{R_4} = \frac{V_{REF}}{2R_0 I_{SET}} - 1 \quad (5)$$

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 und 2:

$$I_{OUT} = V_{INP} \frac{G_{GAIN}}{8R_0} + I_{SET} \quad \text{mit} \quad G_{GAIN} = 1 + \frac{R_1}{R_2} \quad (6)$$

Wahl der Versorgungsspannung

Die zum Betrieb des AM462 benötigte System-Versorgungsspannung V_S hängt von dem jeweils gewählten Betriebsmodus ab.

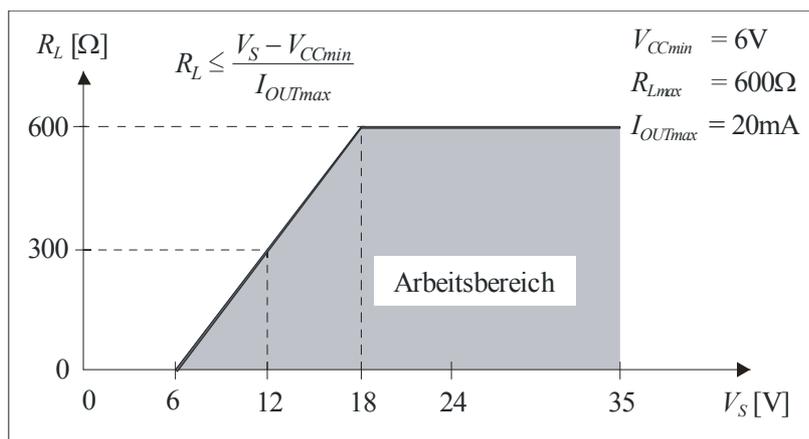


Abbildung 4: Arbeitsbereich in Abhängigkeit des Lastwiderstands

Industrielles U/I-Wandler- und Schutz-IC AM462

Bei Nutzung des Stromausganges 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:

$$V_S \geq I_{OUT\max} R_L + V_{CC\min} \quad (7)$$

Darin bezeichnet $I_{OUT\max}$ den maximalen Ausgangsstrom und $V_{CC\min}$ die minimale Versorgungsspannung für das IC, die vom Wert der gewählten Referenzspannung abhängt:

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

Der aus Gleichung 7 resultierende Betriebsbereich ist in Abbildung 4 gezeigt. Beispielrechnungen und typische Werte für die externen Bauteile finden sich in den Anwendungsbeispielen.

Verwendung des OP2 als Stromquelle

Der zusätzliche Operationsverstärker OP2 kann auf einfache Art und Weise zu einer Konstantstromquelle verschaltet werden. Mit der Schaltung aus Abbildung 5 ergibt sich folgender Zusammenhang:

$$I_S = \frac{V_{BG}}{R_{SET}} = \frac{1,27V}{R_{SET}} \quad (9)$$

Das Brückensymbol soll das zu versorgende Bauelement (z.B. eine piezoresistive Meßzelle oder einen Temperatursensor) andeuten.

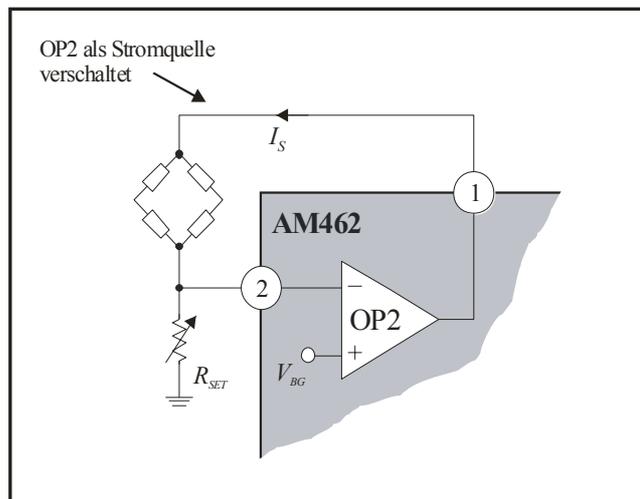


Abbildung 5: Schaltung einer Konstantstromquelle

Industrielles U/I-Wandler- und Schutz-IC AM462

Beispiel : OP2 als Stromquelle

Es soll ein Versorgungsstrom von $I_S = 1\text{mA}$ eingestellt werden. Mit Gleichung 9 ergibt sich für den externen Widerstand R_{SET} , welcher die Größe des Stroms bestimmt, ein Wert von

$$R_{SET} = \frac{V_{BG}}{I_S} = \frac{1,27\text{V}}{1\text{mA}} = 1,27\text{k}\Omega$$

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 niedrigere 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.

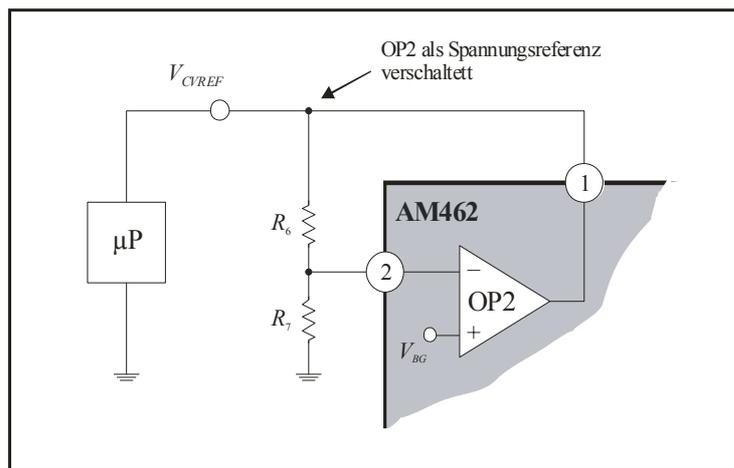


Abbildung 6: Schaltung einer Spannungsreferenz

Der zusätzliche Operationsverstärker OP2 kann auf einfache Art und Weise zu einer Spannungsreferenz verschaltet werden. Mit der Schaltung aus Abbildung 6 ergibt sich folgender Zusammenhang:

$$V_{CVREF} = V_{BG} \left(1 + \frac{R_6}{R_7} \right) = 1,27\text{V} \left(1 + \frac{R_6}{R_7} \right) \quad (10)$$

Industrielles U/I-Wandler- und Schutz-IC AM462

Beispiel : OP2 als Spannungsquelle

Es soll eine Spannung von $V_{CVREF} = 3,3\text{V}$ eingestellt werden. Mit Gleichung 10 ergibt sich für die externen Widerstände R_6 und R_7 ein Verhältnis von

$$\frac{R_6}{R_7} = \frac{V_{CVREF}}{V_{BG}} - 1 \approx 2,6 - 1 = 1,6$$

Für die Widerstände ergeben sich z.B. die folgenden Werte:

$$R_7 = 10\text{k}\Omega \quad R_6 = 16\text{k}\Omega$$

WICHTIGE HINWEISE ZUR INBETRIEBNAHME

1. Zum Betrieb des AM462 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 6 verläßt. Im 2-Draht-Betrieb ist zusätzlich die Keramikkapazität C_2 zu verwenden (vgl. Abbildung 8).
2. Die Stromaufnahme des Gesamtsystems (AM462 und alle externen Komponenten inklusive der Einstellwiderstände) dürfen in einem 2-Draht-System in der Summe **nicht mehr** als I_{OUTmin} (meist 4mA) verbrauchen.
3. Alle in der Applikation nicht benutzten Funktionsblöcke des AM462 müssen auf ein definiertes (und erlaubtes) Potential gelegt werden.
4. Für den Stromausgang ist ein Lastwiderstand von **maximal** 600 Ω zulässig.
5. 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 6 spezifiziert ist.

ANWENDUNGEN

Typische 3-Draht-Anwendung mit massebezogenem Eingangssignal

In Abbildung 7 ist eine 3-Draht-Anwendung dargestellt, bei welcher der AM462 ein positives massebezogenes Spannungssignal verstärkt und wandelt. Die nicht genutzten Blöcke (z.B. OP2) sind in der Anwendung in definierte Arbeitspunkte gelegt worden. Alternativ können diese Funktionsgruppen natürlich weiterhin benutzt werden (z.B. zur Speisung externer Komponenten).

Für den Ausgangsstrom I_{OUT} gilt nach Gleichung 1 und 2:

$$I_{OUT} = V_{INP} \cdot \frac{G_I}{8R_0} + I_{SET} \quad \text{mit} \quad G_I = G_{GAIN} = 1 + \frac{R_1}{R_2}$$

Industrielles U/I-Wandler- und Schutz-IC AM462

Typische 2-Draht-Anwendung mit massebezogenem Eingangssignal

Im 2-Draht-Betrieb (vgl. Abbildung 8) 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 dem Lastwiderstand R_L abgegriffen, der den Stromausgang I_{OUT} mit der Systemmasse verbindet.

Es ist darauf zu achten, daß im Zweidrahtbetrieb eine zusätzliche Strombelastungen (Benutzung von Strom/Spannungsquelle) durch die Eigenstromaufnahme und die Limitierung auf 4mA beschränkt ist.

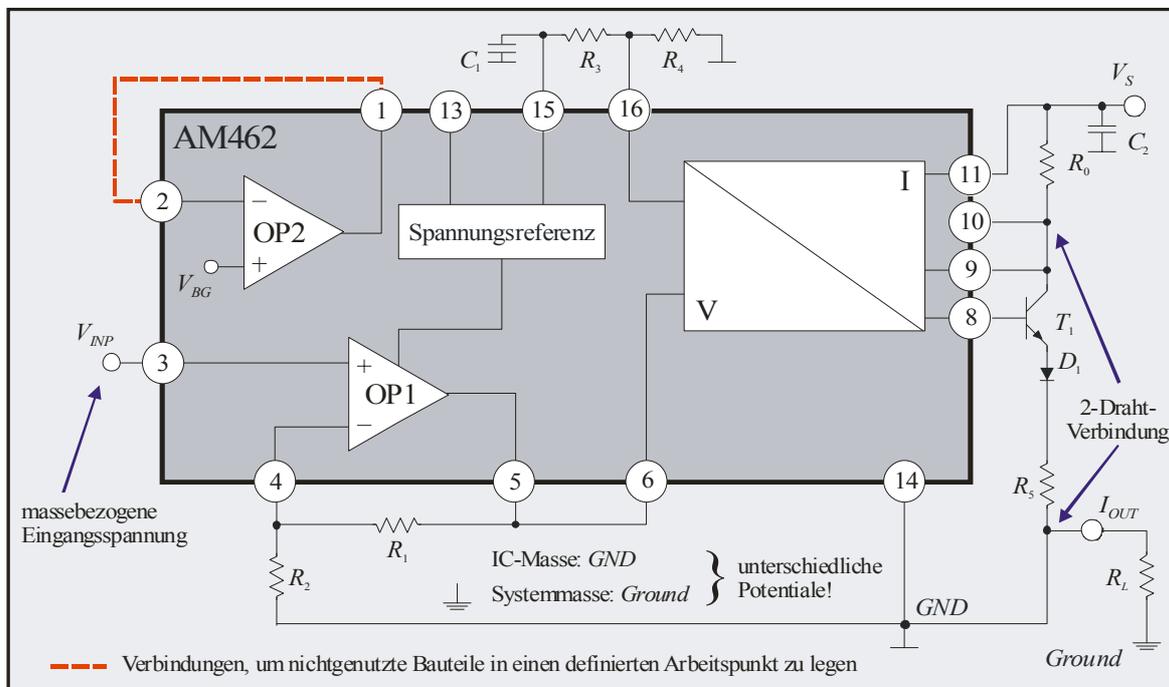


Abbildung 8: Typische 2-Draht-Anwendung für massebezogene Eingangssignale

Für den Ausgangsstrom I_{OUT} gilt nach Gleichung 1 und 2

$$I_{OUT} = V_{INP} \cdot \frac{G_I}{8R_0} + I_{SET} \quad \text{mit } G_I = G_{GAIN} = 1 + \frac{R_1}{R_2} \quad \text{und} \quad I_{SET} = \frac{V_{REF}}{2R_0} \cdot \frac{R_4}{R_3 + R_4}$$

Industrielles U/I-Wandler- und Schutz-IC AM462

Beispiel : 4...20mA Spannungs-Stromwandler

Für ein Signal $V_{INP} = 0...1V$ am Eingang des OP1 sollen die externen Bauteile so dimensioniert werden, daß der Ausgangsstrombereich 4...20mA beträgt. Es gilt

$$I_{OUT} = V_{INP} \cdot \frac{G_I}{8R_0} + I_{SET} = V_{INP} \cdot \frac{G_{GAIN}}{8R_0} + 4mA$$

Mit $R_0 = 27\Omega$ ergibt sich mit Gleichung 5 und $I_{SET} = 4mA$ für die Widerstände R_3 und R_4

$$\frac{R_3}{R_4} = \frac{V_{REF}}{2R_0 I_{SET}} - 1 = \frac{5V}{2 \cdot 27\Omega \cdot 4mA} - 1 \approx 22,15$$

und damit für die einzustellende Verstärkung ein Wert von

$$G_{GAIN} = 8R_0 \frac{I_{OUTmax} - I_{SET}}{V_{INP}} = 8 \cdot 27\Omega \cdot \frac{16mA}{1V} = 3,456 \Rightarrow \frac{R_1}{R_2} = 3,456 - 1 = 2,456$$

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

$$\begin{array}{llll} R_1 \approx 24,56k\Omega & R_2 = 10k\Omega & R_3 \approx 44,3k\Omega & R_4 = 2k\Omega \\ R_0 = 27\Omega & R_5 = 39\Omega & R_L = 0...600\Omega & C_1 = 2,2\mu F \quad C_2 = 100nF \end{array}$$

Anwendung für Eingangssignal mit Offset

Es kommt oft vor, daß Eingangssignale bereits einen Offset besitzen (z.B. 0,5...4,5V oder 1...6V). Für diese Signale ergibt sich auch bei $I_{SET} = 0$ am Ausgang des ICs ein Offsetstrom. Die Dimensionierung der Schaltung kann dann wie nachfolgend beschrieben vorgenommen werden.

Für einen gewünschten Stromhub am Ausgang von $\Delta I_{OUT} = I_{OUTmax} - I_{OUTmin}$ gilt nach Gleichung 2

$$\Delta I_{OUT} = \frac{\Delta V_{PIN6}}{8R_0} \Rightarrow \Delta V_{PIN6} = 8R_0 \Delta I_{OUT} \quad (11)$$

Für einen Eingangshub $\Delta V_{IN} = V_{INmax} - V_{INmin}$ ergibt sich damit die nötige Verstärkung zu

$$G = \frac{\Delta V_{PIN6}}{\Delta V_{IN}} \quad (12)$$

Ist $G < 1$, so kann das Eingangssignal über einen Spannungsteiler direkt auf Pin 6 ($INDAI$) gegeben werden, ohne den OP1 zu verwenden (siehe Abbildung 9). Mit dieser Beschaltung ergibt sich

$$G = \frac{\Delta V_{PIN6}}{\Delta V_{IN}} = \frac{R_9}{R_8 + R_9} \Rightarrow \frac{R_8}{R_9} = \frac{\Delta V_{IN}}{\Delta V_{PIN6}} - 1 \quad (13)$$

Industrielles U/I-Wandler- und Schutz-IC AM462

Aus dem Eingangsoffset V_{INmin} resultiert dann für $I_{SET} = 0$ ein Ausgangsstrom

$$I_{OUT}(V_{INmin}) = V_{INmin} \cdot \frac{R_9}{R_8 + R_9} \cdot \frac{1}{8R_0} \quad (14)$$

Unter Verwendung des *SET*-Pins kann der gewünschte minimale Ausgangsstrom I_{OUTmin} mit Gleichung 2 eingestellt werden:

$$I_{OUT} = V_{IN} \frac{R_9}{R_8 + R_9} \cdot \frac{1}{8R_0} + I_{SET} \quad \text{mit} \quad I_{SET} = \frac{V_{REF}}{2R_0} \cdot \frac{R_4}{R_3 + R_4} \quad (15)$$

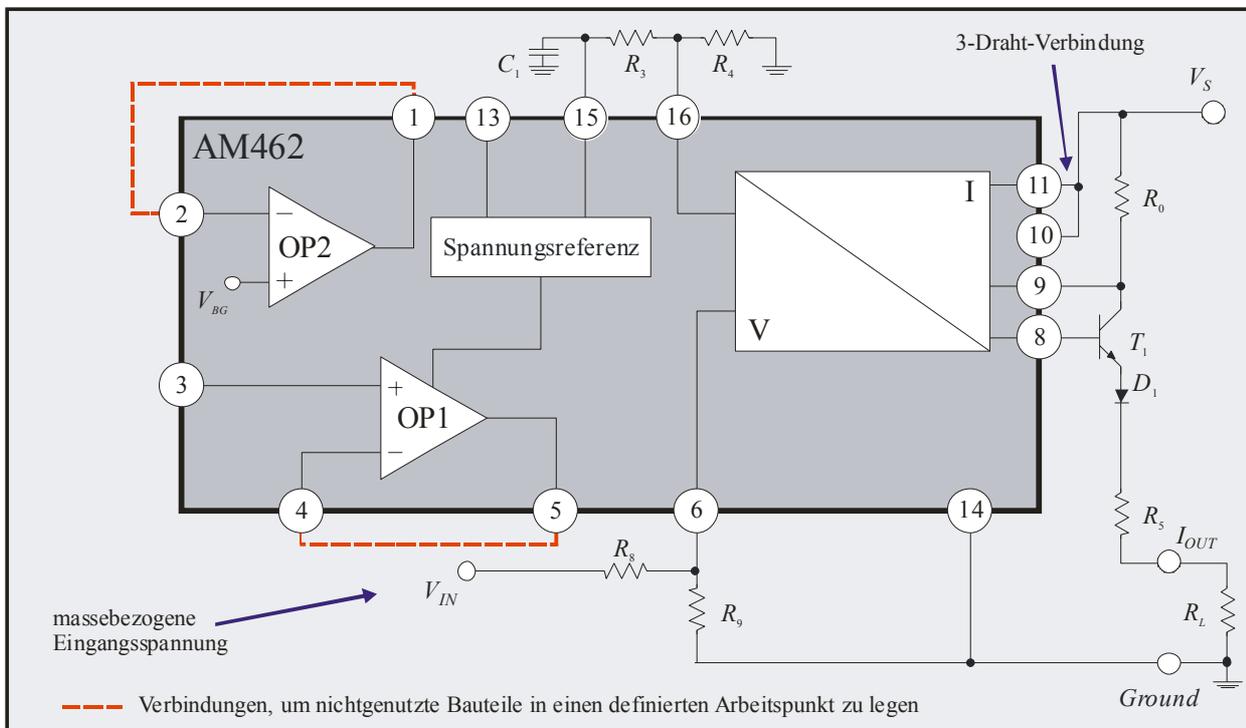


Abbildung 9: Wandlung eines Eingangssignals mit Offset

Beispiel : 4...20mA Spannungs-Stromwandler bei Eingangssignal mit Offset

Für ein Signal $V_{IN} = 0,5...4,5V$ sollen die externen Bauteile so dimensioniert werden, daß der Ausgangsbereich 4...20mA beträgt. Die Schaltung ist in Abbildung 9 dargestellt. Der OP1 wird dabei nicht benutzt. Er steht dem Anwender prinzipiell als zusätzlicher OP zur Verfügung und kann z.B. als Impedanzwandler am Eingang des Spannungs/Strom-Wandlers *INDAI* verwendet werden.

Industrielles U/I-Wandler- und Schutz-IC AM462

Mit Gleichung 11 ergibt sich ein Spannungshub an Pin 6 von (mit $R_0 = 27\Omega$):

$$\Delta V_{PIN6} = 8R_0 \Delta I_{OUT} = 8 \cdot 27\Omega \cdot 16\text{mA} = 3,456\text{V}$$

Mit Gleichung 13 folgt:

$$\frac{R_8}{R_9} = \frac{\Delta V_{IN} - \Delta V_{PIN6}}{\Delta V_{PIN6}} = \frac{4\text{V} - 3,456\text{V}}{3,456\text{V}} \approx 0,157 \quad \Rightarrow \quad R_9 = 6,35 \cdot R_8$$

Nach Gleichung 14 berechnet sich der minimale Ausgangsstrom, der sich durch den Eingangsoffset ergibt zu:

$$I_{OUT\min} = V_{IN\min} \cdot \frac{R_9}{R_8 + R_9} \cdot \frac{1}{8R_0} = 0,5\text{V} \cdot \frac{6,37}{6,37 + 1} \cdot \frac{1}{8 \cdot 27\Omega} \approx 2\text{mA}$$

Um einen Ausgangsstrom von $I_{OUT} = 4 \dots 20\text{mA}$ zu erhalten, muß demnach ein Strom $I_{SET} = 2\text{mA}$ addiert werden. Das Verhältnis von R_3 zu R_4 berechnet sich nach Gleichung 5 zu

$$I_{SET} \stackrel{!}{=} 2\text{mA} = \frac{V_{REF}}{2R_0} \cdot \frac{R_4}{R_3 + R_4} \quad \Rightarrow \quad \frac{R_3}{R_4} = \frac{V_{REF}}{2R_0 I_{SET}} - 1 = \frac{5\text{V}}{2 \cdot 27\Omega \cdot 2\text{mA}} - 1 \approx 45,3$$

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

$$\begin{array}{lllll} R_0 \approx 27\Omega & R_8 \approx 10\text{k}\Omega & R_9 = 63,7\text{k}\Omega & R_3 = 90,6\text{k}\Omega & R_4 = 2\text{k}\Omega \\ R_5 = 39\Omega & R_L = 0 \dots 600\Omega & C_1 = 2,2\mu\text{F} & & \end{array}$$

Industrielles U/I-Wandler- und Schutz-IC AM462

BLOCKSCHALTBILD UND PINOUT

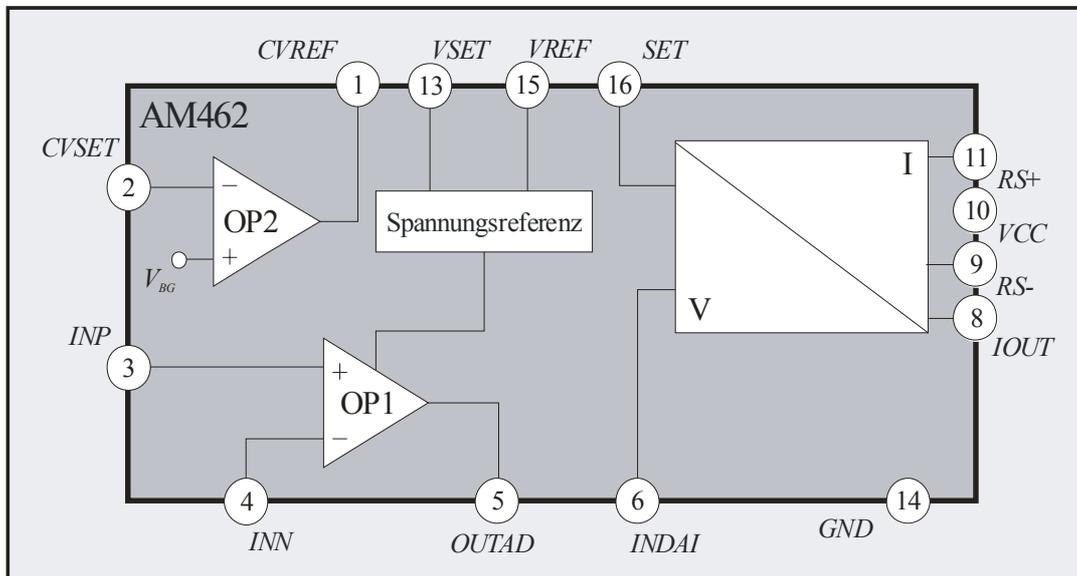


Abbildung 10: Blockschaltbild des AM462

| PIN | NAME | BEDEUTUNG |
|-----|-------|-------------------------------------|
| 1 | CVREF | Strom-/Spannungsreferenz |
| 2 | CVSET | Einstellen Strom-/Spannungsreferenz |
| 3 | INP | Positiver Eingang |
| 4 | INN | Negativer Eingang |
| 5 | OUTAD | Ausgang Systemverstärkung |
| 6 | INDAI | Eingang für die Stromausgangsstufe |
| 7 | N.C. | Nicht kontaktiert |
| 8 | IOUT | Stromausgang |
| 9 | RS- | Senswiderstand - |
| 10 | VCC | Versorgungsspannung |
| 11 | RS+ | Senswiderstand + |
| 12 | N.C. | Nicht kontaktiert |
| 13 | VSET | Einstellen Referenzspannungsquelle |
| 14 | GND | IC-Masse |
| 15 | VREF | Ausgang Referenzspannungsquelle |
| 16 | SET | Einstellen des Ausgangsoffsetstroms |

Tabelle 1: Anschlußbelegung des AM462

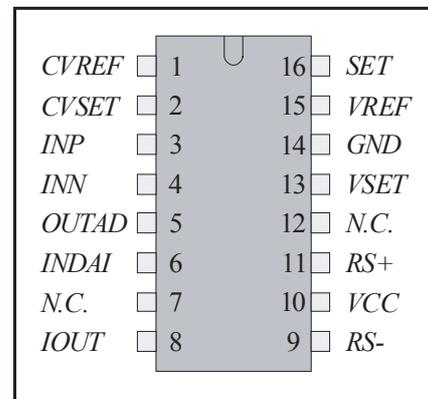


Abbildung 11: Pin out AM462

Industrielles U/I-Wandler- und Schutz-IC AM462

PRINZIPIELLE ANWENDUNGSBEISPIELE

- *Anwendung als Spannungs- Strom-Wandler-IC*

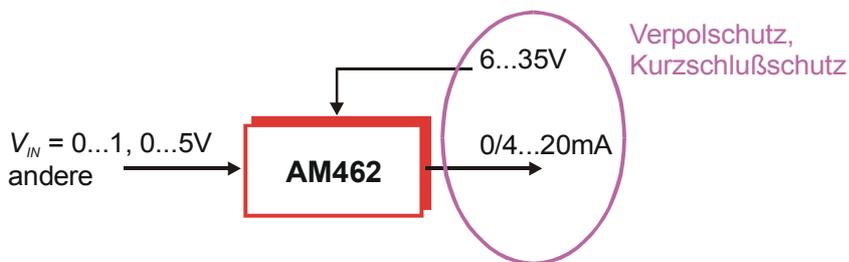


Abbildung 11: Anwendung als Strom-Wandler-IC

- *Wandlung eines 0,5...4,5V-Sensor(spannungs)signals*

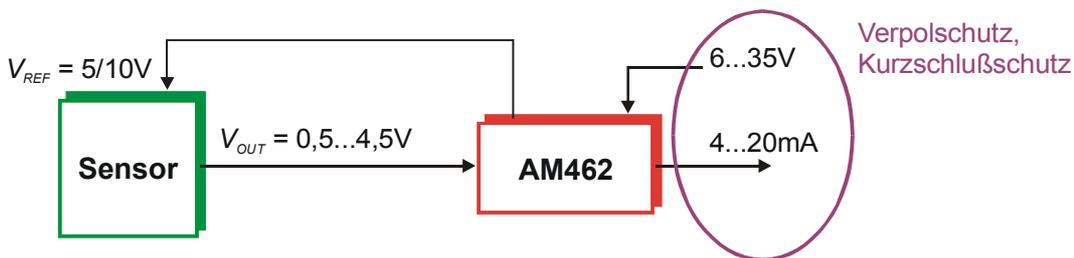


Abbildung 12: Wandlung eines 0,5...4,5V-Sensorsignals

- *Schaltung als Prozessor-Peripherie-IC [2]*

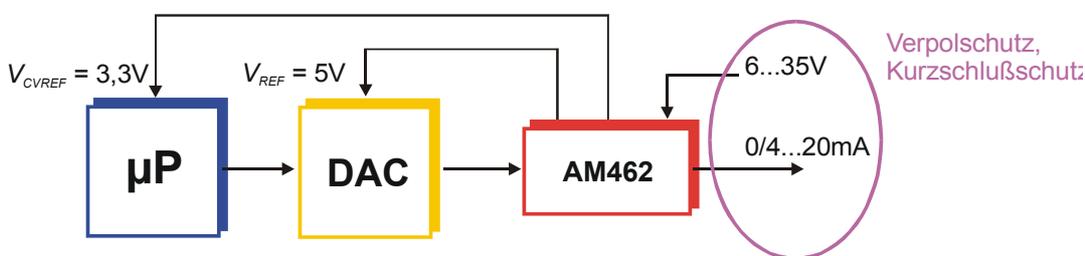


Abbildung 13: Schaltung als Prozessor-Peripherie-IC und Versorgungseinheit

Industrielles U/I-Wandler- und Schutz-IC AM462

- *Anwendung als analoges Ausgangs-ICs und Versorgungseinheit: Sensoren*

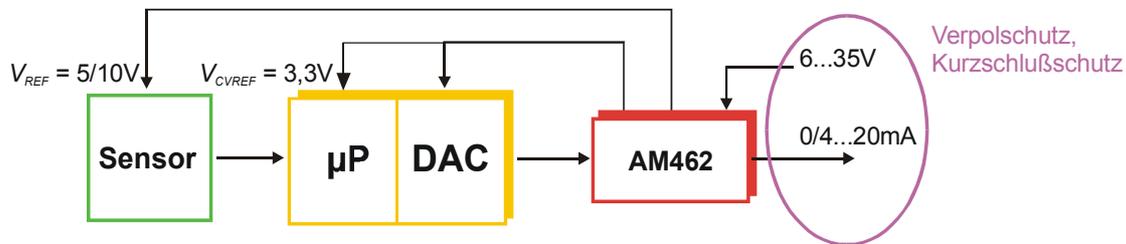


Abbildung 14: Ausgangs-IC und Versorgungseinheit in Sensoranwendungen

- *Anwendung als Front- und Backend-IC für Mikroprozessoren*

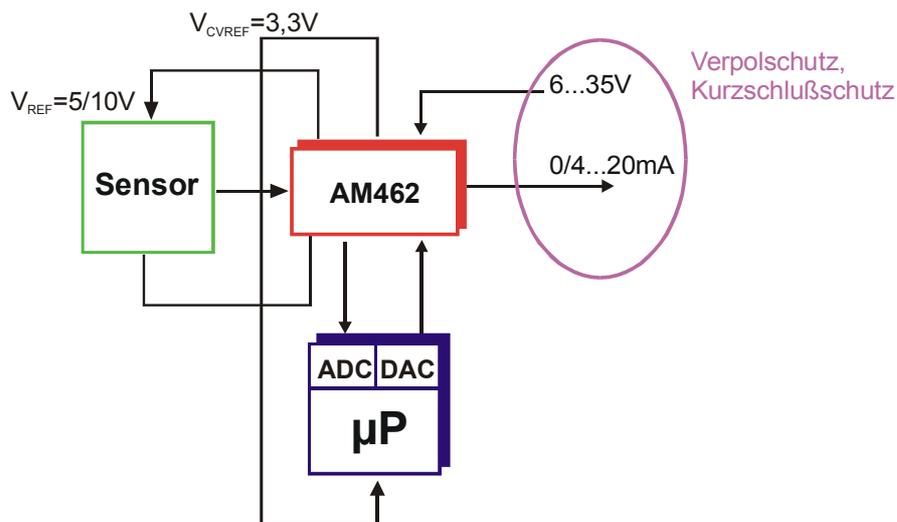


Abbildung 15: Anwendung als analoges Front- und Backend für Mikroprozessoren (Frame-Konzept)

Industrielles U/I-Wandler- und Schutz-IC AM462

LIEFERFORMEN

Der AM462 U/I-Wandler- und Schutz-IC ist lieferbar als:

- SSOP16
- SO16(n)
- Dice auf 5“ Dehnfolie aufgespannt (auf Anfrage)

GEHÄUSEABMESSUNGEN

Siehe Homepage Datenblätter: package.pdf

WEITERFÜHRENDE LITERATUR

www.analogmicro.de

[1] Konzept der Frame-ASICs

[2] Analoges Peripherie-IC AM462 für industrielle Prozessoranwendungen. Siehe: Pressenotizen PR1011 und PR1012

Wandlung eines 0,5...4.5V Signals in ein Stromschnittstellensignal 4...20mA. Siehe: Applikation AN1010

Anbindung von μ Prozessoren an das 4...20mA Netz. Siehe: Applikation AN1014

NOTIZEN

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

analog microelectronic

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

Dezember 2006

21/21

Rev. 2.4