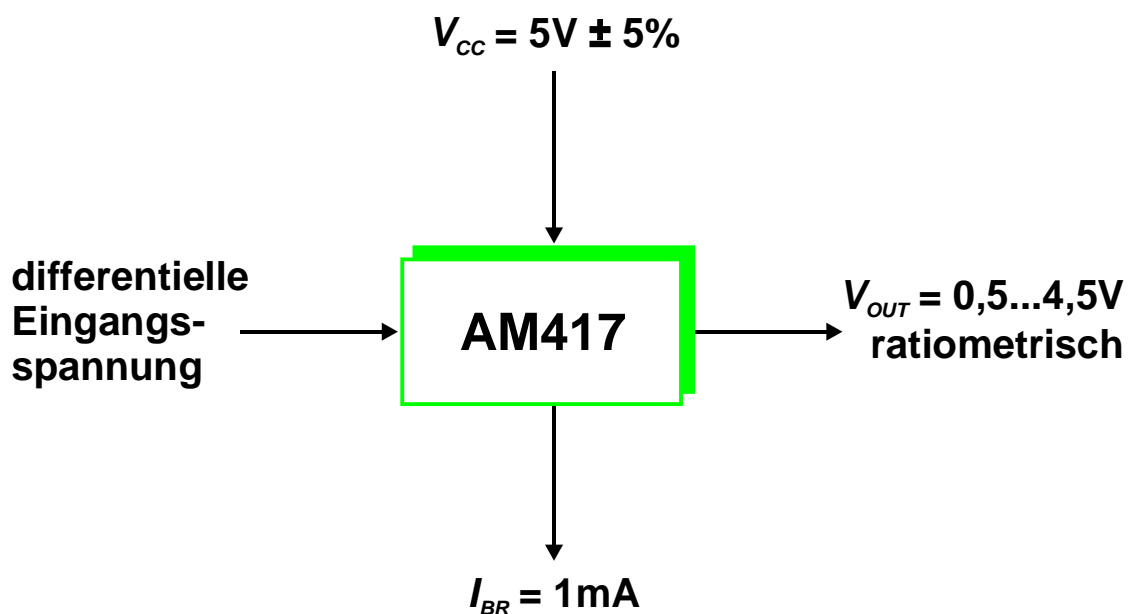


## PRINZIPIELLE FUNKTION

Verstärkung von differentiellen Sensorsignalen  
in eine der Versorgungsspannung ratiometrische  
Ausgangsspannung zwischen 0,5 und 4,5V



## TYPISCHE ANWENDUNGEN

- Sensorsignalverarbeitung
- Piezoresistive Drucksensoren
- Automobilanwendungen
- Anwendungen mit  $\mu P$

## **INHALTSVERZEICHNIS**

<b>Eigenschaften</b>	<b>3</b>
<b>Kurzbeschreibung</b>	<b>3</b>
<b>Blockdiagramm</b>	<b>3</b>
<b>Elektrische Spezifikationen</b>	<b>4</b>
<b>Randbedingungen</b>	<b>5</b>
<b>Ausführliche Funktionsbeschreibung</b>	<b>5</b>
Funktionseinheiten des AM417	5
Einstellen des Ausgangsspannungsbereichs	6
<b>Blockschaltbild und Pinout</b>	<b>7</b>
<b>Prinzipielle Anwendungsbeispiele</b>	<b>8</b>
<b>Lieferformen</b>	<b>8</b>
<b>Weiterführende Literatur</b>	<b>8</b>

## **ABBILDUNGSVERZEICHNIS**

Abbildung 1: Blockschaltbild AM417	3
Abbildung 2: Anwendung mit AM417 und externen Komponenten	6
Abbildung 3: Blockschaltbild AM417	7
Abbildung 4: Pinout AM417	7
Abbildung 5: Anwendung für piezoresistive Drucksensoren und einem externen Mikrokontroller	8
Abbildung 6: Anwendung als Signalaufbereitungs-IC mit einem externen Abgleichnetzwerk (Abbildung 2)	8
 Tabelle 1: Elektrische Randbedingungen	 5
Tabelle 2: Bedeutung der Pins	7

## EIGENSCHAFTEN

- Versorgungsspannungsbereich:  
 $5V \pm 5\%$  (Ratiometriebereich)
- Instrumentenverstärker mit großem Eingangsspannungsbereich
- Ausgangsspannung ratiometrisch zur Versorgung: 0,5...4,5V
- Einstellbare Verstärkung und Offset
- Großer Arbeitstemperaturbereich:  
 $-40^{\circ}\text{C} \dots +100^{\circ}\text{C}$
- Integrierte, ratiometrische Stromquelle für die Versorgung externer Sensoren
- Ausgangstreiber (Open Collector):  
 $I_{OUT} = +10\text{mA}$
- Kostengünstig
- Kleines Gehäuse: SO8

## KURZBESCHREIBUNG

Der AM417 ist ein kostengünstiges ratiometrisches Interface-IC, welches speziell für die Aufbereitung von Brückensignalen entwickelt worden ist. Das IC eignet sich besonders für piezoresistive und magnetoresistive Siliziumsensoren. Prinzipiell besteht der AM417 aus einem Instrumentenverstärker als Eingangsstufe für differentielle Spannungssignale, einer ratiometrischen Stromquelle, mit der eine Meßzelle versorgt werden kann, und einem Spannungsausgang, der als Treiberstufe ausgelegt ist. Verstärkung, Offset und die Ausgangsspannungsbereich sind über externe Widerstände einstellbar.

Der AM417 wurde so konzipiert, daß er ideal mit nachfolgenden Prozessoren oder A/D-Wandlern betrieben werden kann.

## BLOCKDIAGRAMM

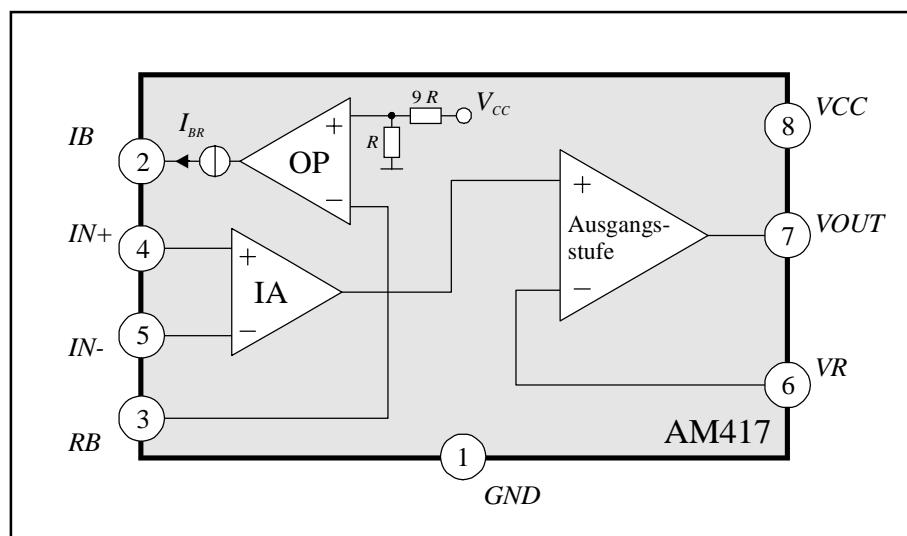


Abbildung 1: Blockschaltbild AM417

## ELEKTRISCHE SPEZIFIKATIONEN

$T_{amb} = 25^{\circ}\text{C}$ ,  $V_{CC} = 5\text{V}$  (unless otherwise noted), currents flowing into the IC are negative

Parameter	Symbol	Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
Supply Voltage Range	$V_{CC}$	ratiometric range	4.75	5	5.25	V
Maximum Supply Voltage	$V_{CCmax}$				6	V
Quiescent Current	$I_{CC}$	$R_{RB} = 500\Omega$ , $I_{IB} = 1\text{mA}$			7.6	mA
<b>Temperature Specifications</b>						
Operating	$T_{amb}$		-40		100	$^{\circ}\text{C}$
Storage	$T_{st}$		-55		125	$^{\circ}\text{C}$
Junction	$T_J$				150	$^{\circ}\text{C}$
<b>Ratiometrical Current Source</b>						
Internal Sense Voltage	$V_{RB}$	ratiometric with $V_{CC}$ , $V_{VCC} = 5\text{V}$		0.5		V
Output Current Range	$I_{IB}$		0.80		1.25	mA
Output Current	$I_{IB}$	ratiometric with $V_{CC}$ , $V_{VCC} = 5\text{V}$ , $R_{RB} = 500\Omega$ ,	0.98	1	1.02	mA
Ratiometrical Error	$RAT@IB$	$RAT@IB = 1.05 V_{RB} (V_{VCC} = 5\text{V})$ $- V_{RB} (V_{VCC} = 5.25\text{V})$	-1		1	mV
$I_{RB}$ vs. Temperature	$\Delta I_{RB}$	$I_{IB} = 1\text{mA}$	-20		+20	ppm/ $^{\circ}\text{C}$
Output Voltage Range	$V_{IB}$	$I_{IB} = 1.25\text{mA}$	2.0		$V_{CC}-0.2\text{V}$	V
Output Resistance	$R_{IB}$	$R_{IB} = \Delta V_{IB}/\Delta I_{IB}$ , $V_{IB} = 2\text{V}$ , $\Delta V_{IB} = 2.8\text{V}$ , $I_{IB} = 1\text{mA}$ ,	1.5	30		M $\Omega$
<b>Instrumentation Amplifier</b>						
Input Voltage Range	$V_{IN+;-}$		1.3		$V_{CC}-2.2\text{V}$	V
Input Current	$I_{IN+;-}$	$V_{IN+} = V_{IN-} = 2\text{V}$		25	75	nA
Input Offset Voltage	$V_{OS}$		-3		3	mV
$V_{OS}$ vs. Temperature	$\Delta V_{OS}$		-10		10	$\mu\text{V}/^{\circ}\text{C}$
Output Voltage Range	$V_{VIA}$		0.05		$V_{CC}-2\text{V}$	V
Internal Gain	$G_{IA}$	$G_{IA} = \Delta V_{VIA}/\Delta V_{IN}$ , $V_{IN-} = 1.3\text{V}$ , $\Delta V_{IN} = 100\text{mV}$	9.8	10.0	10.2	
Linearity		$V_{IN-} = 1.3\text{V}$ , $\Delta V_{IN} = 100\text{mV}$			0.15	% FS
Common Mode Rejection Ratio	$CMRR$	$V_{IN-} = 1.3\text{V}$ , $\Delta V_{IN} = 100\text{mV}$	80	90		dB
Power Supply Rejection Ratio	$PSRR$	$V_{IN-} = 1.3\text{V}$ , $\Delta V_{IN} = 100\text{mV}$	74	80		dB
Output Resistance	$R_{OUT}$			20		k $\Omega$
<b>Voltage Output Stage</b>						
Adjustable Gain	$G_{OUT}$		2		11	
Input Voltage Range	$V_{VR}$		0.05		$V_{CC}-2.5\text{V}$	V
Input Current	$I_{IN}$	$V_{IN-} = 2\text{V}$ , $\Delta V_{IN} = 50\text{mV}$		20	75	nA
Input Offset Voltage	$V_{OS}$		-3		3	mV
$V_{OS}$ vs. Temperature	$\Delta V_{OS}$	$V_{IN-} = 2\text{V}$ , $\Delta V_{IN} = 50\text{mV}$	-15		15	$\mu\text{V}/^{\circ}\text{C}$
Linearity					0.01	%FS
Output Current	$I_{VOUT}$	pin $V_{OUT}$	100	200	350	$\mu\text{A}$
Output Voltage Range	$V_{OUT}$	with transistor BCW68H	0.5		4.5	V
Output Current	$I_{OUT}$	with transistor BCW68H			11	mA
Output Resistance	$\Delta R_{OUT}$			0.1	0.85	$\Omega$
Power Supply Rejection Ratio	$\Delta V_{OUT}$		-72	-90		dB
Current Limitation Threshold	$V_{THRESH}$	$V_{THRESH} = V_{VCC} - V_{VOUTmin}$ $R_2 = 27\Omega$ , $I_{OUT} \approx 14\text{mA}$	1.00		1.15	V
$V_{TRESH}$ vs. Temperature	$\Delta V_{THRESH}$	-40...+100 $^{\circ}\text{C}$	-5.0		-2.0	mV/ $^{\circ}\text{C}$

## RANDBEDINGUNGEN

Parameter	Symbol	Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
Resistor Adjustment Current Source	$R_1$		400		625	$\Omega$
Resistor Sense Current Limitation	$R_2$		0		50	$\Omega$
Gain Resistor Sum	$R_3 + R_4$	$V_{OUT} = R_3 / (R_3 + R_4) G_{IA}$			2.1	k $\Omega$
Capacitor Power Supply	$C_1$		100	330		nF
Capacitor Frequency Compensation	$C_2$	Output stage, $\pm 10\%$	4.3	4.7	5.8	nF
Capacitor Load	$C_3$	Output stage, $\pm 10\%$	1.0		10.0	nF
Output PNP-Transistor	$T_1$	BCW68H, BC557C (or similar) low drop, high $\beta$ @ 10mA				

**Tabelle 1:** Elektrische Randbedingungen

## AUSFÜHRLICHE FUNKTIONSBESCHREIBUNG

Der AM417 ist ein integriertes ratiometrisches Interface-IC, welches speziell für die Verarbeitung von Brückensignalen für Automobilanwendungen entwickelt worden ist. Mit seiner integrierten, ratiometrischen Stromquelle ist es vor allem für die Signalaufbereitung bei piezoresistiven Druckmeßzellen geeignet und erlaubt eine einfache Temperaturkompensation und Kalibrierung dieser Sensorelemente.

### Funktionseinheiten des AM417

Der AM417 besteht prinzipiell aus 3 funktionalen Blöcken (siehe Abbildung 2):

1. Mit einer Instrumentenverstärker-Eingangsstufe mit einer festen Verstärkung von  $G_{IA}$  wird das Eingangssignal vorverstärkt.
2. Mit einer ratiometrischen Stromquelle kann die Meßzelle versorgt werden. Der Versorgungsstrom  $I_{IB}$  kann über die Variation des Widerstands  $R_1$  über die folgende Beziehung geändert eingestellt werden:

$$I_{IB} = \frac{V_{VCC}}{10 R_1} \quad (1)$$

3. Als Ausgang wurde eine **Open Collector-Stufe** mit den folgenden Funktionen integriert:

- **Spannungsausgang:** Als Spannungsausgang dient ein Spannungsverstärker mit einer externen PNP-Open Collector-Stufe  $T_1$ , welche einen maximalen Strom von  $I_{OUT} = 11\text{mA}$  liefern kann. Die Verstärkung  $G_{OUT}$  kann über die externen Widerstände  $R_3$  und  $R_4$  zwischen  $G_{OUT} = 2 \dots 11$  eingestellt werden:

$$G_{OUT} = \frac{R_3 + R_4}{R_4} \quad (2)$$

Die Verstärkung des gesamten Systems beträgt dann  $G = G_{IA} G_{OUT}$ .

- **Strombegrenzung:** Eine einfache Begrenzungsschaltung für den Pin  $V_{OUT}$  limitiert den Spannungsabfall gegen  $V_{CC}$ :

$$V_{VOUT \min} = V_{VCC} - 1,5 V_{BE}(T_1) \quad (3)$$

Damit kann der maximale Ausgangsstrom über einen Widerstand  $R_2$  in Reihe zu dem Emitter des Transistors  $T_1$  eingestellt werden (siehe Abbildung 2). Der Strom berechnet sich zu:

$$I_{OUT\max} = \frac{V_{THRESH} - V_{BE}(T_1)}{R_2} \approx \frac{380\text{mV}}{R_2} \quad (4)$$

Falls keine Strombegrenzung benötigt wird, kann der Emitter des Transistors  $T_1$  direkt an Pin  $V_{CC}$  angeschlossen werden ( $R_2 = 0$ ). Eine gute Wärmekopplung zwischen  $T_1$  und dem IC verringert die Temperaturdrift des Ausgangsstroms  $I_{OUT}$  und erhöht damit die Qualität der Strombegrenzung.

## Einstellen des Ausgangsspannungsbereichs

Die Spanne der Ausgangsspannung kann über die Verstärkung  $G_{OUT}$  der Ausgangsstufe eingestellt werden. Der Offset der des Ausgangs kann zusammen mit dem Offset des Sensors über die Widerstände  $R_{O1}$  und  $R_{O2}$  (Abbildung 2) abgeglichen werden.

Mit den Werten und Grenzen für die externen Komponenten aus den Randbedingungen können folgende Systemparameter aus Abbildung 2 eingestellt werden:

- $V_{IN} = 100\text{mV}$
- $V_{OUT} = 0,5 \dots 4,5\text{V}$
- $G = G_{IA} \cdot G_{OUT} = 40$
- $I_{OUT} = +10\text{mA} - 0,25\text{mA}$  ( $I_{OUT} = 14\text{mA max (25}^\circ\text{C)}$ )
- $I_{BR} = 1\text{mA}$  (ratiometrischer Versorgungsstrom für einen piezoresistiven Drucksensor)

$$R_1 = 500\Omega$$

$$R_2 = 27\Omega$$

$$R_3 = 1,5\text{k}\Omega$$

$$R_4 = 500\Omega$$

$$R_S = 3\text{k}\Omega$$

$$R_{TCS} = 6 \dots 120\text{k}\Omega$$

$$R_{O1}, R_{O2} = 0,09 \dots 10\text{k}\Omega$$

$$R_{TCO1}, R_{TCO2} = 100 \dots 500\Omega$$

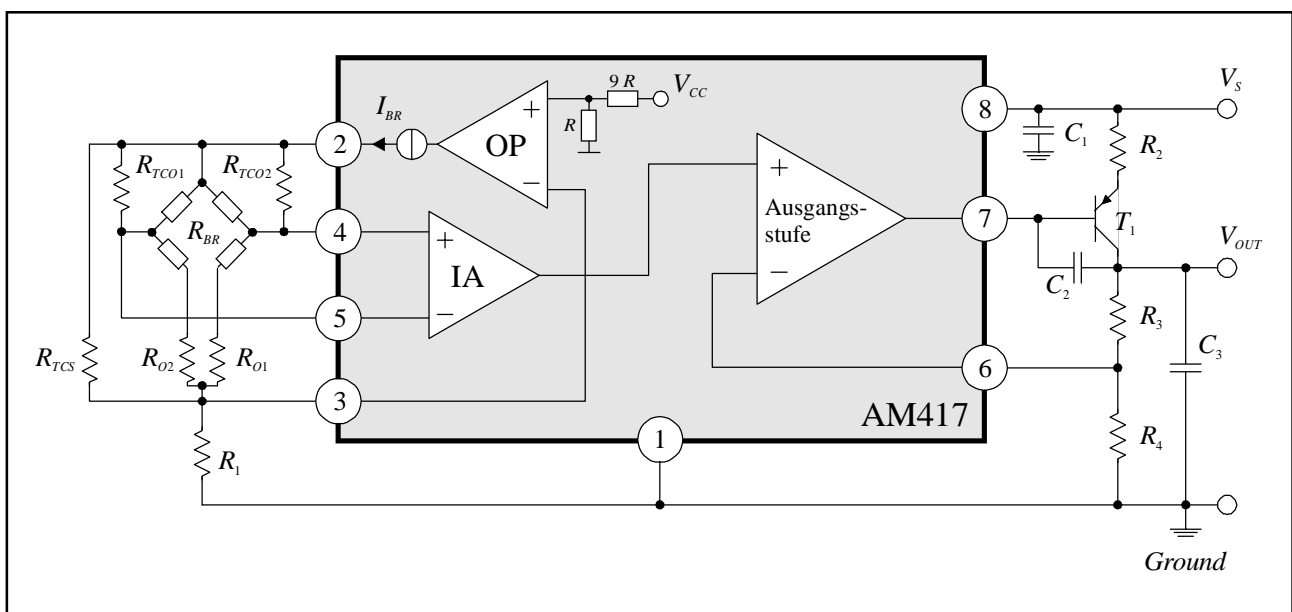


Abbildung 2: Anwendung mit AM417 und externen Komponenten

## BLOCKSCHALTBILD UND PINOUT

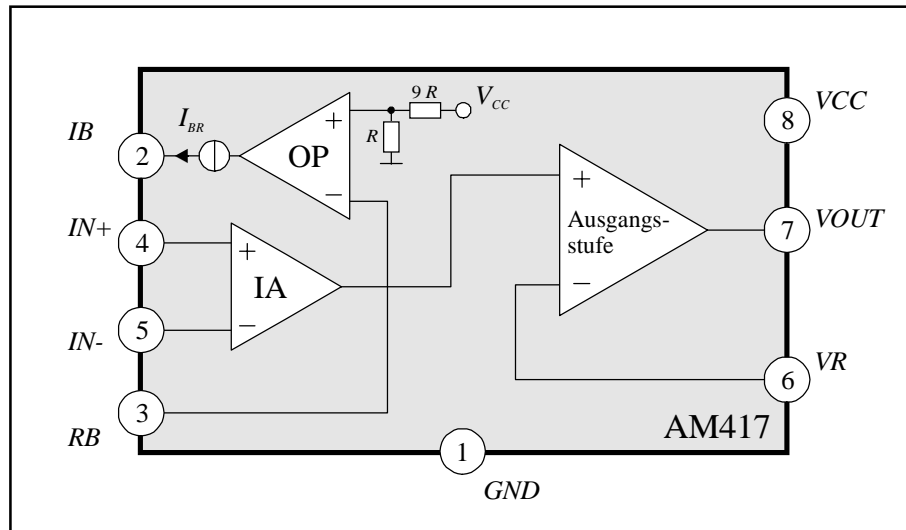


Abbildung 3: Blockschaltbild AM417

PIN	NAME	BEDEUTUNG
1	GND	IC-Masse
2	IB	Ausgang Stromquelle
3	RB	Einstellen Stromquelle
4	IN+	Positiver Eingang IA
5	IN-	Negativer Eingang IA
6	VR	Einstellen der Verstärkung
7	VOUT	Spannungsausgang
8	VCC	Versorgungsspannung

Tabelle 2: Bedeutung der Pins

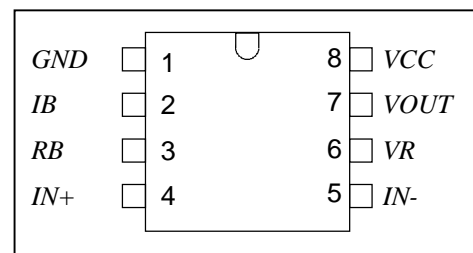
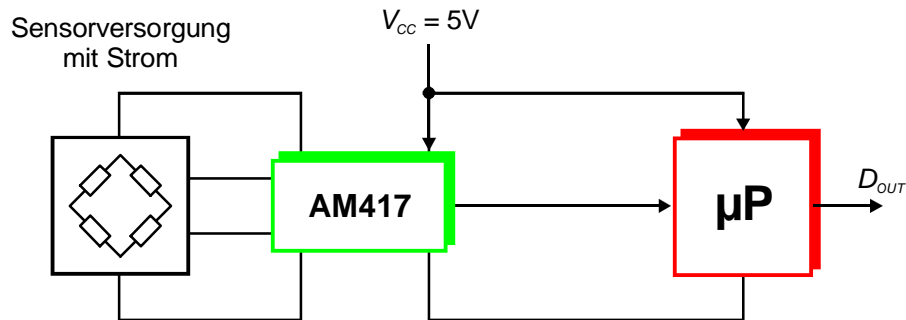


Abbildung 4: Pinout AM417

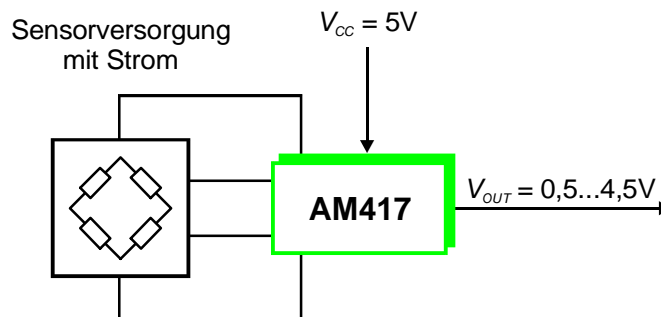
## PRINZIPIELLE ANWENDUNGSBEISPIELE

- Interface-IC für piezoresistive Druckmeßzellen mit elektronischer Kompensation der Fehler über einen externen Mikrokontroller



**Abbildung 5:** Anwendung für piezoresistive Drucksensoren und einem externen Mikrokontroller

- Anwendung als Signalaufbereitungs-IC mit einem externen Abgleichnetzwerk



**Abbildung 6:** Anwendung als Signalaufbereitungs-IC mit einem externen Abgleichnetzwerk (Abbildung 2)

## LIEFERFORMEN

Der AM417 ist lieferbar als:

- DIP08, SOP08
- Dice auf 5“ Dehnfolie aufgespannt

## WEITERFÜHRENDE LITERATUR

- [1] Homepage der Analog Microelectronics GmbH: <http://www.analogmicro.de/>