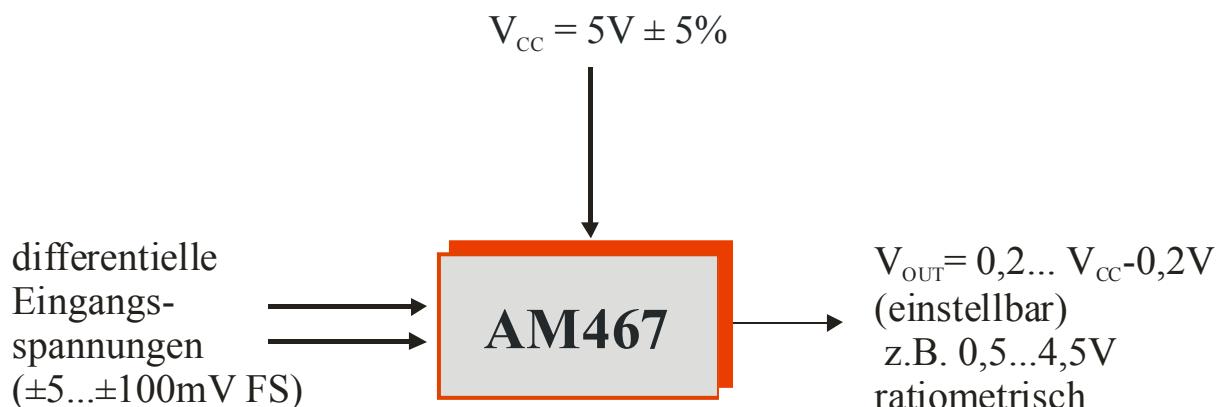


Präzisionsverstärker für Brückenschaltungen

AM467

PRINZIPIELLE FUNKTION

Einstellbare Verstärkung differentiellen Eingangsspannungssignale (0 bis $\pm 5\text{mVFS}$ bis zu 0 bis $\pm 100\text{mV FS}$) in eine einstellbare, ratiometrische Ausgangsspannung von max. 0,2 und $V_{cc}-0,2\text{Volt}$



TYPISCHE ANWENDUNGEN

- Verstärker für keramische Messzellen
- Verstärker für DMS-Messaufnehmer
- Verstärker für GMR-Messaufnehmer
- Für industrielle und KFZ-Anwendungen

Präzisionsverstärker für Brückenschaltungen

AM467

INHALTSANGABE

PRINZIPIELLE FUNKTION	1
TYPISCHE ANWENDUNGEN	1
INHALTSANGABE	2
EIGENSCHAFTEN	3
BLOCKDIAGRAMM	3
ALLGEMEINE BESCHREIBUNG	3
ELEKTRISCHE SPEZIFIKATIONEN	4
FUNKTIONSBesCHREIBUNG	5
ANWENDUNGSBEISPIEL	6
Prinzipieller Abgleichvorgang	6
Detaillierte Vorgehensweise (für Abgleich mit diskreten Widerständen)	6
DIMENSIONIERUNG	8
HINWEIS	8
BLOCKSCHALTBILD und PINOUT	9
WEITERFÜHRENDE LITERATUR	9
LIEFERFORM	10
NOTIZEN	10

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 2007
2/10
Rev. 1.0

Präzisionsverstärker für Brückenschaltungen

AM467

EIGENSCHAFTEN

- Großer differentieller Eingangsspannungsbereich ($\pm 5\text{mVFS} \dots \pm 100\text{mVFS}$)
- Geringer Offset
- Geringe Offsetdrift
- Geringes Eingangsrauschen
- Hohe CMRR: $> 120\text{dB}$
- Großer Arbeitstemperaturbereich:
 $-40^\circ\text{C} \dots +125^\circ\text{C}$
- Einstellbare Ausgangsspannung
- Rail-to-Rail-Ausgangsstufe:
 $V_{\text{OUT}} = 0,2\text{V} \dots V_{\text{CC}} - 0,2\text{V}$
- Sink- / Source-Ausgang
- Single Supply: $V_{\text{CC}} = 5\text{V}$ ratiometrisch
- Integrierte EMV-Schutzfunktionen
- Überspannungsschutz 12V
- Integrierte ESD-Schutzfunktionen
- Kurzschlusschutz
- Kleine Bauform

ALLGEMEINE BESCHREIBUNG

Der AM467 ist ein hochpräziser integrierter Verstärker, der zur Signalaufbereitung von kleinen differentiellen Eingangsspannungen im Bereich von einigen wenigen Millivolt ($\pm 5\text{mVFS}$ bis $\pm 100\text{mVFS}$) entwickelt worden ist. Kernstück des Ics bildet eine hochgenaue und rauscharme Verstärkerschaltung, die über ein externes Widerstandsnetzwerk an die Messzellen angepasst werden kann.

Das IC AM467 ist bis auf den Zusatz-Operationsverstärker und die Diagnose-Einheit funktions- und pinkompatibel mit dem AM457.

Mit dem Rail-to Rail Ausgang eignet sich das IC zur Verstärkung von DMS- und piezokeramischen Messzellen und GMR Messaufnehmer.

PRINZIPSCHALTBILD

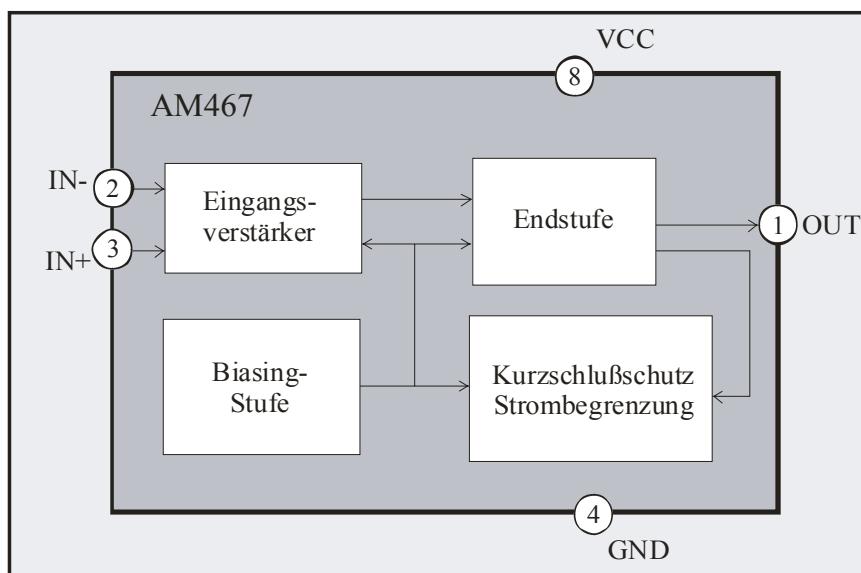


Abbildung 1: Prinzipschaltbild AM467

Präzisionsverstärker für Brückenschaltungen

AM467

ELEKTRISCHE SPEZIFIKATIONEN

(mit Bezug auf Anwendungsbeispiel)

$T_{amb} = 25^\circ\text{C}$, $V_{CC} = 5\text{V}$ (unless otherwise noted)

Parameter	Symbol	Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
Voltage Range	V_{CC}		4.5	5	5.5	V
Quiescent Current	I_{CC}	$T_{amb} = -40 \dots +125^\circ\text{C}$	170	320	530	μA
Temperature Specifications						
Operating	T_{amb}		-45		125	$^\circ\text{C}$
Storage	T_{st}		-55		150	$^\circ\text{C}$
Junction	T_J				150	$^\circ\text{C}$
Amplifier AMP						
Offset Voltage	V_{OS}			± 0.1	± 0.3	mV
V_{OS} vs. Temperature	dV_{OS}/dT	$T_{amb} = -45 \dots 105^\circ\text{C}$		± 0.5	± 3	$\mu\text{V}/^\circ\text{C}$
V_{OS} vs. Temperature	dV_{OS}/dT	$T_{amb} = 105 \dots 125^\circ\text{C}$			± 6	$\mu\text{V}/^\circ\text{C}$
Input Bias Current	I_B	$V_{CM} = 2.5\text{V}$		30	200	nA
I_B vs. Temperature	dI_B/dT	$T_{amb} = -45 \dots 125^\circ\text{C}$		-0.13	-0.6	$\text{nA}/^\circ\text{C}$
Differential Input Voltage	V_{IN}	$V_{IN} = V_{out+} - V_{out-}$ See Figure 2	± 5		± 100	mV
Input Offset Current	I_{OS}	$V_{CM} = 2.5\text{V}$		± 0.5	± 5	nA
I_{OS} vs. Temperature	dI_{OS}/dT	$T_{amb} = -45 \dots 125^\circ\text{C}$		± 2.5	± 30	$\text{pA}/^\circ\text{C}$
Input Resistance	R_{IN}	$V_{CM} / I_{B,typ}$ ($V_{CM} = 2.5\text{V}$)		80		$\text{M}\Omega$
Input Capacitance	C_{IN}	by design		90		pF
Common Mode Input Range	$CMIR$		1		3.7	V
Common Mode Rejection Ratio	$CMRR$		100	120		dB
Open Loop Gain	G_0	$CI = 1\text{nF}; I_{out} = 1\mu\text{A}$	120	140		dB
Adjustable Gain	G		10			
Output Voltage Range	V_{OUT}		0.2		$V_{CC} - 0.2$	V
Guaranteed Max Output Current	I_{OUT}	sink and source	250			μA
Output Load Resistance	R_L	$= V_{OUT} / I_{OUT}$, sink and source	20			k Ω
Power Supply Rejection Ratio	$PSRR$		90	110		dB
Gain Bandwidth Product	GBW	$R_{1,2}=1\text{k}\Omega; R_k=10\text{k}\Omega, CI=1\text{nF}, C_k=100\text{pF}$, no RL	190	310		kHz
Non Linearity		$NL = G/G_0, G \leq 100$			10^{-4}	
Slew Rate	SR	$C_I = 1\text{nF}; R_L = 20\text{k}\Omega$	0.2	0.3		$\text{V}/\mu\text{s}$
Input Voltage Noise	e_n	$R_S = 100\Omega; V_{CC} = 5\text{V}; f_g = 1\text{kHz}$ with R_S = Source Impedance		13.5	20	$\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$
Overvoltage protection					12	V

Tabelle 1: Spezifikationen

Currents flowing into the IC are negative. VCM Input Common Mode Voltage

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 2007

4/10

Rev. 1.0

Präzisionsverstärker für Brückenschaltungen

AM467

BESCHALTUNG

Parameter	Symbol	Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
Output Capacitor	C_1		1		5	nF
Compensation Capacitor	C_2			100		pF
Stabilisation Capacitor (optional)	C_3			100		nF
EMV Protection Capacitor (optional)	C_4			470		pF
Load Restistor to GND, to V_{CC}	R_L	$V_{out} = \text{max. } V_{out}$	20			k Ω

Tabelle 2: Beschaltung AM467

Empfohlen: keramische Kondensatoren

FUNKTIONSBeschreibung

Der AM467 ist eine integrierte Präzisionsschaltung zur Signalverstärkung von hochohmigen Signalquellen und zur Signalaufbereitung von Messbrücken mit geringer Empfindlichkeit, insbesondere für keramische, DMS-Messzellen oder GMR-Messaufnehmer.

Das IC erzeugt als Ausgangssignal ein Rail-To-Rail-Signal von 0,2V bis V_{CC} -0,2V. Die Verstärkung und der Fußpunkt können über externe Widerstände unabhängig voneinander eingestellt werden. Insbesondere kann durch entsprechende Dimensionierung von externen Widerstände auch 0,5...4,5V als Ausgangsspannung erzeugt werden.. Da diese Werte allgemeiner Standard sind, beziehen sich die folgenden Beschreibungen auf diese Ausgangsspannung.

Der AM467 arbeitet nach dem ratiometrischen Prinzip mit einer Versorgungsspannung von 5 Volt $\pm 5\%$. Das IC zeichnet sich in einem weiten Temperaturbereich durch einen kleinen Offset und eine äußerst geringe thermische Offsetdrift aus und kann damit in die Kategorie „Präzisionsverstärker“ eingeordnet werden.

Die source- und sinkfähige Ausgangsstufe ist intern gegen Kurzschluss geschützt.

Im Design des ICs AM467 sind Schutzmassnahmen gegen EMV- und ESD-Störungen durch entsprechende Halbleiterstrukturen integriert.

Das IC ist identisch mit dem AM457 bis auf den zusätzlichen Operationsverstärker und die integrierte Diagnose Einheit. Dadurch hat der AM467 eine kleinere Chipfläche und eine geringere Stromaufnahme.

Der AM467 kann als eigenständiges Signalverarbeitungs-IC verwendet werden oder als Vorverstärker für ein A/D-Konverter zur nachfolgenden Digitalisierung.

Präzisionsverstärker für Brückenschaltungen

AM467

ANWENDUNGSBEISPIEL

Der AM467 eignet sich zur Verstärkung von Widerstandsnetzwerke, die in Form einer Wheatstone'schen Brücke mit vier Widerständen verschaltet sind und eine geringe Empfindlichkeit z.B.: 1,0 bis 3,5mV/V bei 5 Volt Versorgung aufweisen. Als Beispiel wird eine Sensoranwendung vorgestellt, die auf einer solchen piezokeramischen Messzelle basiert und auf ein Ausgangssignal von 0,5...4,5 Volt kalibriert werden soll (Sensorsystem).

Prinzipieller Abgleichvorgang

Der Abgleich des Sensorsystems geht in zwei Schritten vor sich. Mit Hilfe eines mathematischen Algorithmus (Excel-Sheet: Kali_AM467_rev7.xls) werden auf der Grundlage der gemessenen Ausgangsspannungswerte des AM467 und der individuellen Messbrückenwerte die Werte für zwei Widerstände (Kalibrationswiderstände) ermittelt, wodurch das System unter Berücksichtigung aller wirksamen Fehler (parasitären Effekte und Bauteile Toleranzen) kalibriert ist.

Dazu misst man zunächst die Messzelle und anschließend mit vordefinierten Präzisions-Messwiderständen die charakteristischen Kennwerte des Sensors. Mit diesen Informationen wird in einem Excel Programm der Sollwert für zwei die Kalibrationswiderstände berechnet, welche gegen die vorgegebenen Messwiderstände ausgetauscht und entsprechend individuell in der Schaltung bestückt werden.

In einem zweiten Schritt kann, wenn notwendig, der Nullpunkt (Offset) der Ausgangsspannung nachkorrigiert werden, was aus dem Excel-Sheet zu ersehen ist.

Detaillierte Vorgehensweise (für Abgleich mit diskreten Widerständen)

Für die Signalauswertung des Sensorsystems werden vier Widerstände R₁ bis R₄ benötigt (siehe Abbildung 2). Die beiden Widerstände R₂ und R₄ sind fest für das Netzwerk vorgegeben und müssen während der Kalibration nicht verändert werden. Sie können ebenso wie die Kondensatoren C₁ bis C₄ vorweg auf der Platine montiert werden. Die Widerstände R₁ und R₃ werden als Messwiderstände bezeichnet und werden für alle Sensorsysteme einer Messzellenkategorie (Siehe Dimensionierung) in die Messeinrichtung eingebaut. Sie müssen möglichst exakt die Werte haben, die für die Messzellenkategorie von Analog Microelectronics errechnet wurden. Mit den beschriebenen Bauarten (R₁ bis R₄, C₁ bis C₄) befindet sich das Sensorsignal in seinem Arbeitspunkt, der die anschließende Kalibration ermöglicht.

Dazu werden zunächst einige wenige Kennwerte der Messzelle ohne angeschlossene Auswerteschaltung ermittelt. Die notwendigen Parameter für die Kalibration durch die Kalibiersoftware Excel-Sheet: Kali_AM467.xls sind: Messzellenwiderstand (RBR), Ausgangs-Mittelspannung der Messzelle (VBR) und die Betriebsspannung des Systems (VCC).

Nach Ermittlung dieser drei Werte wird die Messzelle an die Auswerteschaltung angeschlossen. Das Ausgangssignal am IC AM467 (Out1 und Out2) wird bei Nulldruck und Volldruck (Offset und Full-Scale-Signal) gemessen und mit den Brückenwerten inklusiv dem Wert für den angegebenen Maximaldruck der Messzelle (Pmax) in das Excel-Programm eingegeben.

Präzisionsverstärker für Brückenschaltungen

AM467

Mit den ermittelten Werten werden in einem Abgleichalgorithmus für jedes Einzelsystem individuell die beiden Widerstände R_1 und R_3 berechnet, die die Messwiderstände ersetzen und auf der Platinne aufgelötet werden müssen.

Die Widerstände R_1 und R_3 werden als Kalibrationswiderstände bezeichnet. Sie legen den endgültigen Arbeitspunkt fest.

Mit dem Einsetzen dieser Widerstände ist die Kalibration abgeschlossen. In Abhängigkeit von der Genauigkeit der eingesetzten Widerständen sollten ein Offsetwert von 0,5V und ein Full-Scale-Signal von 4,5V erreicht sein.

Falls es für die erwartete Endwertgenauigkeit notwendig ist, kann in einem zusätzlichen Schritt den Nullwert (Offset) der Ausgangsspannung mittels des Widerstandes R_1 nach korrigiert werden. Dazu muss der Ausgang des AM467 bei $P = 0$ bar ein weiteres Mal gemessen werden. Liegt der Ausgang bei 0 bar beispielsweise noch um einige mV zu hoch oder zu niedrig, berechnet das Excel Programm die notwendige zweite Korrektur von R_1 in Ohm.

Den Nullpunkt-Fehler, den man erhält, wenn man statt des berechneten Widerstands R_1 einen anderswertigen Widerstand einsetzt, kann ebenfalls mit dem Excel Sheet ermittelt werden. Dazu dient die Angabe Empfindlichkeit mV/Ohm die sagt, um wie viel mV der Nullpunkt verschoben ist, wenn der benutzte Widerstand R_1 ein Delta R (in Ohm) zum berechneten Wert aufweist. Man multipliziert den angegebenen Wert mit dem Delta R und hat die Offsetänderung in mV, die man auch auf das Full-Scale-Signal z.B. 4,5V beziehen muß.

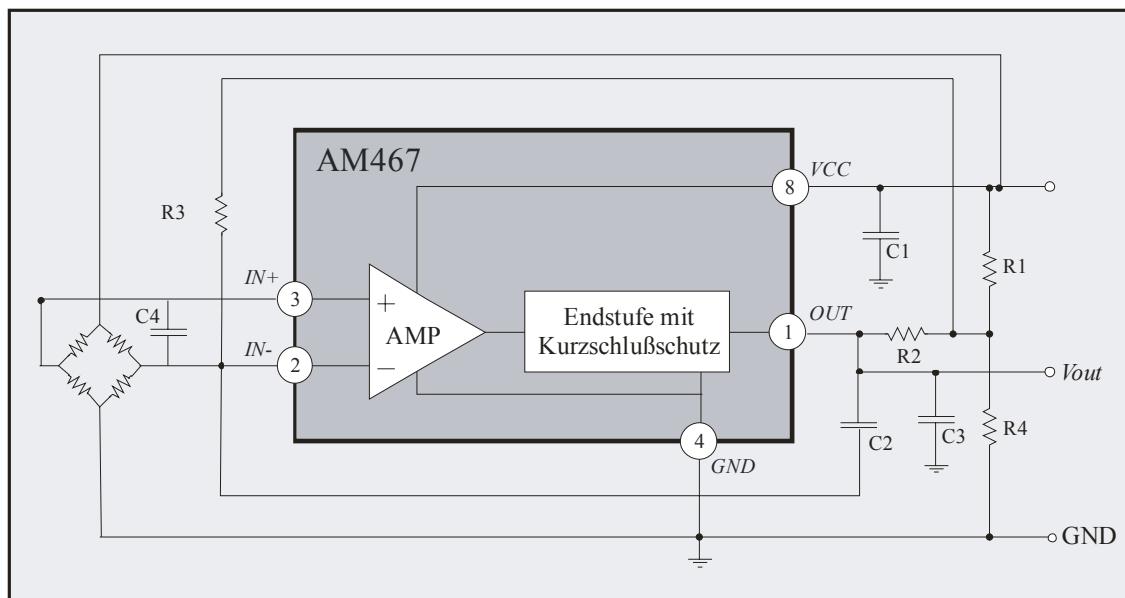


Abbildung 3: Keramische Messzelle mit AM467 und Abgleichnetzwerk mit externen Widerständen

Präzisionsverstärker für Brückenschaltungen

AM467

DIMENSIONIERUNG

Für die Kombination keramische Messzelle und AM467 wurde der Arbeitspunkt (die Startwerte der vier Widerstände R1 bis R4) für alle Messzellen einer bestimmten „Messzellenkategorie“ ermittelt. Unter „Messzellenkategorie“ versteht man im Falle der piezokeramischen Sensoren, Messzellen mit den nachstehenden Eigenschaften:

Brückenwiderstand: $11\text{kOhm} \pm 20\%$

Sensitivität: $2,4 \pm 1 \text{ mV/V}$

Offset: $0 \text{ bis } \pm 0,3 \text{ mV/V}$

Versorgungsspannung: $5\text{V}\pm10\%$

Für die oben genannte „Messzellenkategorie“ ergeben sich die nachstehenden Werte:

Festwiderstand $R_2 = 33\text{k}$ Genauigkeit 1%

Festwiderstand $R_4 = 12\text{k}$ Genauigkeit 1%

Messwiderstand $R_1 = 11\text{k}$ Genauigkeit 0,1%

Messwiderstand $R_3 = 120\text{k}$ Genauigkeit 0,1%

$C_1 = 100\text{nF}$ optional

$C_2 = 100\text{pF}$ (keramisch)

$C_3 = 1\text{nF}$ bis 5nF (keramisch)

$C_4 = 470\text{pF}$ optional (keramisch)

HINWEIS

Bei Brückenschaltungen mit anderen Eigenschaften (andere Messzellenkategorien z.B. DMS-Messzellen) kann das Dimensionierungsprogramm auf Anfrage von Analog Microelectronics angepasst werden. Die oben stehende Dimensionierung kann prinzipiell für Messaufnehmer mit Brückenwiderstände $> 1\text{kOhm}$ verwendet werden.

Zur Kalibration (Berechnung des definitiven Arbeitspunktes) benutzt man das Excel-Programm: Kali_AM467_rev7.xls, das unter Homepage: www.analogmicro.de zu finden ist.

Präzisionsverstärker für Brückenschaltungen AM467

BLOCKSCHALTBILD UND PINOUT

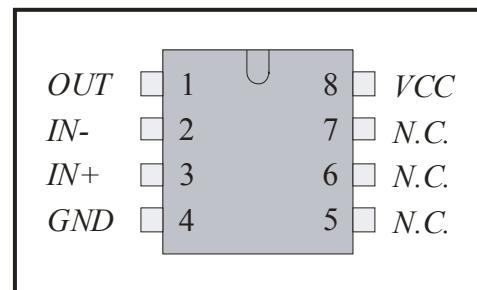
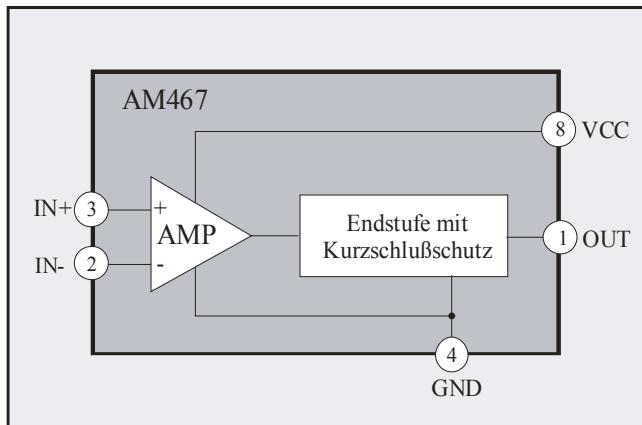


Abbildung 4: Pinout AM467

Abbildung 3: Blockschaltbild AM467

PIN	NAME	BEDEUTUNG
1	OUT	Ausgang
2	IN-	Negativer Eingang
3	IN+	Positiver Eingang
4	GND	IC-Masse
5	N.C.	Keine Funktion
6	N.C.	Keine Funktion
7	N.C.	Keine Funktion
8	VCC	Versorgungsspannung 5V

Tabelle 3: Pinbelegung AM467

Gehäuseabmessungen: siehe: <http://www.analogmicro.de/products/analogmicro.de.en.package.pdf>

WEITERFÜHRENDE LITERATUR

Da der AM467 in seinen Spezifikationen bis auf die Diagnose identisch mit dem AM457 ist, gelten für ihn auch die Abgleichvorschriften des AM457, die unter www.analogmicro.de: Applikationen für verschiedene Netzwerke zu finden sind.

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 2007

9/10

Rev. 1.0

Präzisionsverstärker für Brückenschaltungen

AM467

AN1009 Anwendungsbeschreibung,
AN1011 Abgleich für DMS-Messzellen
AN1012 Abgleich für piezokeramische Messzellen

LIEFERFORMEN

Der AM467 ist lieferbar als:

- SOP 8
- Dice im 4“ Wafer auf 5“ Dehnfolie aufgespannt, auf Anfrage

NOTIZEN

Analog Microelectronics behält sich das Recht auf 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 2007

10/10
Rev. 1.0