

Teil 2: mit Hilfsmittel

A2.1: Transistorverstärker in Emitterschaltung mit Stromgegenkopplung (15)

Es ist ein Transistorverstärker für eine Versorgungsspannung von 6 V und einen Stromverbrauch von maximal 6 mA bei einer DC-Stromverstärkung von 150 zu dimensionieren.

Die untere Grenzfrequenz am Eingang soll kleiner als 20 Hz sein.

Das Kollektorpotential im Arbeitspunkt soll gleich der halben Versorgungsspannung sein.

Für alle Bauteile (außer dem Transistor) stehen Bauteile der E12-Reihe zur Verfügung.

(1,0; 1,2; 1,5; 1,8; 2,2; 2,7; 3,3; 3,9; 4,7; 5,6; 6,8; 8,2)

- Skizzieren Sie die Schaltung und benennen Sie alle Bauteile sowie die wichtigen Ströme und Spannungen. (4)
- Dimensionieren Sie alle Widerstände, wobei für $R_C/R_E = 10$ und für $U_{BE} = 0,65$ V gelten soll. (6)
- Dimensionieren Sie die Einkoppelkapazität unter der Voraussetzung, dass $h_{11} = 1,5$ kOhm und $R_q = 470$ Ohm sei. (2)
- Wie groß ist die Spannungsverstärkung? (2)
- Für welchen Lastwiderstand arbeitet die Schaltung in Leistungsanpassung? (1)

A2.2: Invertierender Verstärker (5)

- Zeichnen Sie das Schaltbild eines invertierenden Verstärkers mit OPV und benennen Sie alle Bauteile und Spannungen. (2)
- Dimensionieren Sie die Stufe so, dass die Spannungsverstärkung 40 dB beträgt und ein Eingangswiderstand $r_{ein} = 2,2$ kOhm entsteht. (2)
- Es werde für die Schaltung ein OPA228 verwendet. Bis zu welcher Frequenz ist die Stufe unter Aufrechterhaltung der Spannungsverstärkung aus b) verwendbar? (1)

A2.3: Mehrstufiger Verstärker (20)

Der Eingangsstromes einer Baugruppe soll mit einem Analog-Digital-Wandler gemessen werden. Die Baugruppe nimmt im Betrieb typisch 10 A auf. In der positiven Zuleitung ist ein Längswiderstand mit folgenden Daten vorgesehen:

SMD-Bauform 2512, Widerstand 4 mOhm (0,004 Ohm), Toleranz: +/- 1 %, max. Leistung: 2 W.

Der Messwert soll mit einem Analog-Digital-Wandler erfasst werden. Dieser hat eine maximale Eingangsspannung von 5 V. Diese Spannung soll einem Strom von 12,5 A entsprechen. Die minimale Eingangsspannung des A/D-Wandlers beträgt 0 V.

Die Last an der Messgröße durch die Messschaltung soll einen Wert von 10 kOhm nicht unterschreiten.

Als Versorgungsspannung steht $U_B = +/- 8 V$ zur Verfügung.

Es stehen ein IC vom Typ OPA2228 (= 2 mal OPA228) und Widerstände der E12-Reihe zur Verfügung.

E12-Reihe: 1,0; 1,2; 1,5; 1,8; 2,2; 2,7; 3,3; 3,9; 4,7; 5,6; 6,8; 8,2

Die Anzahl der verwendeten Werte soll minimal gehalten werden.

Falls ein erforderlicher Wert nicht in der E-12-Reihe vorhanden ist, soll er durch geeignete Reihen- oder Parallelschaltung erzielt werden.

Aufgaben:

- Skizzieren Sie ein Blockschaltbild und berechnen Sie die erforderliche (Gesamt-) Verstärkung als lineare Größe sowie in dB. (4)
- Entwerfen / Skizzieren Sie die Verstärkerschaltung mit allen notwendigen Bauelementen und dem Anschluss für die Versorgungsspannung und benennen Sie die Bauteile. Der A/D-Wandler ist als „black box“ zu behandeln. (5)
- Dimensionieren Sie alle Widerstände für die Schaltung aus b) und die Verstärkung aus a). Verteilen Sie die Verstärkung gleichmäßig auf die einzelnen Stufen. Sollten Sie kein Ergebnis aus a) haben, rechnen Sie mit 20 dB. (5)
- Bestimmen Sie jeweils die 3 dB Grenzfrequenz der Verstärkerstufen. (2)
- Die Stromaufnahme ändere sich sinusförmig zwischen 0 A und 12,5 A. Skizzieren Sie jeweils maßstäblich den Verlauf der Eingangsspannung am A/D-Wandler für eine Frequenz von 100 Hz sowie für die 3 dB Grenzfrequenz der Verstärkerstufen aus d). Bewerten Sie dieses Ergebnis. (4)



OPA227
OPA2227
OPA4227
OPA228
OPA2228
OPA4228

SBOS110A – MAY 1998 – REVISED JANUARY 2005

High Precision, Low Noise OPERATIONAL AMPLIFIERS

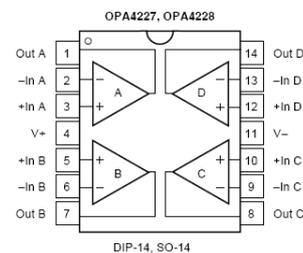
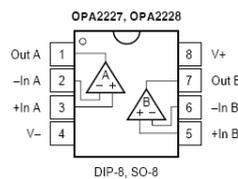
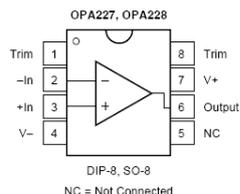
FEATURES

- **LOW NOISE:** $3\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$
- **WIDE BANDWIDTH:**
OPA227: 8MHz, 2.3V/ μs
OPA228: 33MHz, 10V/ μs
- **SETTLING TIME:** 5 μs
(significant improvement over OP-27)
- **HIGH CMRR:** 138dB
- **HIGH OPEN-LOOP GAIN:** 160dB
- **LOW INPUT BIAS CURRENT:** 10nA max
- **LOW OFFSET VOLTAGE:** 75 μV max
- **WIDE SUPPLY RANGE:** $\pm 2.5\text{V}$ to $\pm 18\text{V}$
- **OPA227 REPLACES OP-27, LT1007, MAX427**
- **OPA228 REPLACES OP-37, LT1037, MAX437**
- **SINGLE, DUAL, AND QUAD VERSIONS**

APPLICATIONS

- DATA ACQUISITION
- TELECOM EQUIPMENT
- GEOPHYSICAL ANALYSIS
- VIBRATION ANALYSIS
- SPECTRAL ANALYSIS
- PROFESSIONAL AUDIO EQUIPMENT
- ACTIVE FILTERS
- POWER SUPPLY CONTROL

SPICE model available for OPA227 at www.ti.com



DESCRIPTION

The OPA227 and OPA228 series op amps combine low noise and wide bandwidth with high precision to make them the ideal choice for applications requiring both ac and precision dc performance.

The OPA227 is unity-gain stable and features high slew rate (2.3V/ μs) and wide bandwidth (8MHz). The OPA228 is optimized for closed-loop gains of 5 or greater, and offers higher speed with a slew rate of 10V/ μs and a bandwidth of 33MHz.

The OPA227 and OPA228 series op amps are ideal for professional audio equipment. In addition, low quiescent current and low cost make them ideal for portable applications requiring high precision.

The OPA227 and OPA228 series op amps are pin-for-pin replacements for the industry standard OP-27 and OP-37 with substantial improvements across the board. The dual and quad versions are available for space savings and per-channel cost reduction.

The OPA227, OPA228, OPA2227, and OPA2228 are available in DIP-8 and SO-8 packages. The OPA4227 and OPA4228 are available in DIP-14 and SO-14 packages with standard pin configurations. Operation is specified from -40°C to $+85^{\circ}\text{C}$.



Please be aware that an important notice concerning availability, standard warranty, and use in critical applications of Texas Instruments semiconductor products and disclaimers thereto appears at the end of this data sheet.

All trademarks are the property of their respective owners.

PRODUCTION DATA information is current as of publication date. Products conform to specifications per the terms of Texas Instruments standard warranty. Production processing does not necessarily include testing of all parameters.



Copyright © 1998-2005, Texas Instruments Incorporated

SPECIFICATIONS: $V_S = \pm 5V$ to $\pm 15V$

OPA228 Series

At $T_A = +25^\circ\text{C}$, and $R_L = 10\text{k}\Omega$, unless otherwise noted.

Boldface limits apply over the specified temperature range, $T_A = -40^\circ\text{C}$ to $+85^\circ\text{C}$.

PARAMETER	CONDITION	OPA228P, U OPA228P, U			OPA228PA, UA OPA228PA, UA OPA4228PA, UA			UNITS
		MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX	
OFFSET VOLTAGE Input Offset Voltage V_{OS} $T_A = -40^\circ\text{C}$ to $+85^\circ\text{C}$ vs Temperature dV_{OS}/dT vs Power Supply PSRR $T_A = -40^\circ\text{C}$ to $+85^\circ\text{C}$ vs Time Channel Separation (dual, quad) dc $f = 1\text{kHz}$, $R_L = 5\text{k}\Omega$	$V_S = \pm 2.5V$ to $\pm 18V$		± 5 ± 0.1 ± 0.5	± 75 ± 100 ± 2 ± 2		± 10 ± 0.3 *	± 200 ± 200 * *	μV $\mu\text{V}/^\circ\text{C}$ $\mu\text{V}/V$ $\mu\text{V}/V$ $\mu\text{V}/\text{mo}$ $\mu\text{V}/V$ dB
INPUT BIAS CURRENT Input Bias Current I_B $T_A = -40^\circ\text{C}$ to $+85^\circ\text{C}$ Input Offset Current I_{OS} $T_A = -40^\circ\text{C}$ to $+85^\circ\text{C}$			± 2.5 ± 2.5	± 10 ± 10 ± 10		* *	* * *	nA nA nA nA
NOISE Input Voltage Noise, $f = 0.1\text{Hz}$ to 10Hz Input Voltage Noise Density, $f = 10\text{Hz}$ e_n $f = 100\text{Hz}$ $f = 1\text{kHz}$ Current Noise Density, $f = 1\text{kHz}$ i_n			90 15 3.5 3 3 0.4			* * * * * *		nVp-p nVrms nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$ nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$ nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$ pA/ $\sqrt{\text{Hz}}$
INPUT VOLTAGE RANGE Common-Mode Voltage Range V_{CM} Common-Mode Rejection CMRR $T_A = -40^\circ\text{C}$ to $+85^\circ\text{C}$	$V_{CM} = (V-)+2V$ to $(V+)-2V$	$(V-)+2$ 120 120	138	$(V+)-2$	* *	* *	* *	V dB dB
INPUT IMPEDANCE Differential Common-Mode	$V_{CM} = (V-)+2V$ to $(V+)-2V$		$10^7 \parallel 12$ $10^9 \parallel 3$			* *		$\Omega \parallel \text{pF}$ $\Omega \parallel \text{pF}$
OPEN-LOOP GAIN Open-Loop Voltage Gain A_{OL} $T_A = -40^\circ\text{C}$ to $+85^\circ\text{C}$ $T_A = -40^\circ\text{C}$ to $+85^\circ\text{C}$	$V_O = (V-)+2V$ to $(V+)-2V$, $R_L = 10\text{k}\Omega$ $V_O = (V-)+3.5V$ to $(V+)-3.5V$, $R_L = 600\Omega$	132 132 132 132	160		* * * *	* * * *		dB dB dB dB
FREQUENCY RESPONSE Minimum Closed-Loop Gain Gain Bandwidth Product GBW Slew Rate SR Settling Time: 0.1% 0.01% Overload Recovery Time Total Harmonic Distortion + Noise THD+N	$G = 5$, $10V$ Step, $C_L = 100\text{pF}$, $C_F = 12\text{pF}$ $G = 5$, $10V$ Step, $C_L = 100\text{pF}$, $C_F = 12\text{pF}$ $V_{IN} \cdot G = V_S$ $f = 1\text{kHz}$, $G = 5$, $V_O = 3.5V_{rms}$		5 33 11 1.5 2 0.6 0.00005			* * * * * * *		V/V MHz V/ μs μs μs μs %
OUTPUT Voltage Output $T_A = -40^\circ\text{C}$ to $+85^\circ\text{C}$ $T_A = -40^\circ\text{C}$ to $+85^\circ\text{C}$ Short-Circuit Current I_{SC} Capacitive Load Drive C_{LOAD}	$R_L = 10\text{k}\Omega$ $R_L = 10\text{k}\Omega$ $R_L = 600\Omega$ $R_L = 600\Omega$	$(V-)+2$ $(V-)+2$ $(V-)+3.5$ $(V-)+3.5$	± 45 See Typical Curve	$(V+)-2$ $(V+)-2$ $(V+)-3.5$ $(V+)-3.5$	* * * *	* * * *	* * * *	V V V V mA
POWER SUPPLY Specified Voltage Range V_S Operating Voltage Range Quiescent Current (per amplifier) I_Q $T_A = -40^\circ\text{C}$ to $+85^\circ\text{C}$	$I_O = 0$ $I_O = 0$	± 5 ± 2.5	± 3.7	± 15 ± 18 ± 3.8 ± 4.2	* *	* *	* * * *	V V mA mA
TEMPERATURE RANGE Specified Range Operating Range Storage Range Thermal Resistance θ_{JA} SO-8 Surface Mount DIP-8 DIP-14 SO-14 Surface Mount		-40 -55 -65		+85 +125 +150	* * *	* * *	* * *	$^\circ\text{C}$ $^\circ\text{C}$ $^\circ\text{C}$ $^\circ\text{C}/W$ $^\circ\text{C}/W$ $^\circ\text{C}/W$ $^\circ\text{C}/W$

* Specifications same as OPA228P, U.

