

# Ultralow Offset Voltage Dual Op Amp

## FEATURES

### Very high dc precision

- 30  $\mu\text{V}$  maximum offset voltage
- 0.3  $\mu\text{V}/^\circ\text{C}$  maximum offset voltage drift
- 0.35  $\mu\text{V}$  p-p maximum voltage noise (0.1 Hz to 10 Hz)
- 5 million V/V minimum open-loop gain
- 130 dB minimum CMRR
- 120 dB minimum PSRR

### Matching characteristics

- 30  $\mu\text{V}$  maximum offset voltage match
- 0.3  $\mu\text{V}/^\circ\text{C}$  maximum offset voltage drift match
- 130 dB minimum CMRR match

Available in 8-lead narrow body, PDIP, and hermetic CERDIP and CERDIP/883B packages

## GENERAL DESCRIPTION

The AD708 is a high precision, dual monolithic operational amplifier. Each amplifier individually offers excellent dc precision with maximum offset voltage and offset voltage drift of any dual bipolar op amp.

The matching specifications are among the best available in any dual op amp. In addition, the AD708 provides 5 V/ $\mu\text{V}$  minimum open-loop gain and guaranteed maximum input voltage noise of 350 nV p-p (0.1 Hz to 10 Hz). All dc specifications show excellent stability over temperature, with offset voltage drift typically 0.1  $\mu\text{V}/^\circ\text{C}$  and input bias current drift of 25 pA/ $^\circ\text{C}$  maximum.

The AD708 is available in four performance grades. The AD708J is rated over the commercial temperature range of 0 $^\circ\text{C}$  to 70 $^\circ\text{C}$  and is available in a narrow body, PDIP. The AD708A and AD708B are rated over the industrial temperature range of -40 $^\circ\text{C}$  to +85 $^\circ\text{C}$  and are available in a CERDIP.

## PIN CONFIGURATION

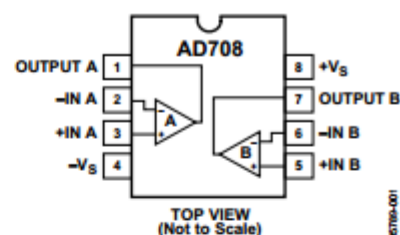


Figure 1. PDIP (N) and CERDIP (Q) Packages

The AD708S is rated over the military temperature range of -55 $^\circ\text{C}$  to +125 $^\circ\text{C}$  and is available in a CERDIP military version processed to MIL-STD-883B.

## PRODUCT HIGHLIGHTS

1. The combination of outstanding matching and individual specifications make the AD708 ideal for constructing high gain, precision instrumentation amplifiers.
2. The low offset voltage drift and low noise of the AD708 allow the designer to amplify very small signals without sacrificing overall system performance.
3. The AD708 10 V/ $\mu\text{V}$  typical open-loop gain and 140 dB common-mode rejection make it ideal for precision applications.

Table 1.

Parameter	Conditions	AD708J/AD708A			AD708B			AD708S			Unit	
		Min <sup>1</sup>	Typ	Max <sup>1</sup>	Min <sup>1</sup>	Typ	Max <sup>1</sup>	Min <sup>1</sup>	Typ	Max <sup>1</sup>		
INPUT OFFSET VOLTAGE <sup>2</sup>	T <sub>MIN</sub> to T <sub>MAX</sub>		30	<b>100</b>		5	<b>50</b>		5	<b>30</b>	μV	
		Drift		50	150		15	65		15	50	μV
		Long Term Stability		0.3	1.0		0.1	0.4		0.1	0.3	μV/°C
				0.3			0.3			0.3		μV/month
INPUT BIAS CURRENT	T <sub>MIN</sub> to T <sub>MAX</sub>		1.0	<b>2.5</b>		0.5	<b>1.0</b>		0.5	<b>1</b>	nA	
		Average Drift		2.0	4.0		1.0	<b>2.0</b>		1.0	<b>4</b>	nA
				15	40		10	25		10	30	pA/°C
OFFSET CURRENT	V <sub>CM</sub> = 0 V T <sub>MIN</sub> to T <sub>MAX</sub>		0.5	<b>2.0</b>		0.1	<b>1.0</b>		0.1	<b>1</b>	nA	
		Average Drift		2.0	4.0		0.2	1.5		0.2	<b>1.5</b>	nA
				2	60		1	25		1	25	pA/°C
MATCHING CHARACTERISTICS <sup>3</sup>	T <sub>MIN</sub> to T <sub>MAX</sub>	Offset Voltage		<b>80</b>			50			<b>30</b>	μV	
		Offset Voltage Drift			150			75			<b>50</b>	μV
		Input Bias Current			1.0			0.4			<b>0.3</b>	μV/°C
		Common-Mode Rejection		<b>4.0</b>			<b>1.0</b>			<b>1.0</b>		nA
	T <sub>MIN</sub> to T <sub>MAX</sub>			5.0			2.0			<b>2.0</b>		nA
			<b>120</b>	140		<b>130</b>	140		<b>130</b>	140		dB
		Power Supply Rejection	<b>110</b>			<b>120</b>			<b>120</b>			dB
Channel Separation	<b>110</b>			<b>120</b>			<b>120</b>			dB		
INPUT VOLTAGE NOISE	0.1 Hz to 10 Hz		0.23	0.6		0.23	0.6		0.23	<b>0.35</b>	μV p-p	
	f = 10 Hz		10.3	18		10.3	12		10.3	12	nV/√Hz	
	f = 100 Hz		10.0	13.0		10.0	11.0		10.0	11	nV/√Hz	
	f = 1 kHz		9.6	11.0		9.6	11.0		9.6	11	nV/√Hz	
INPUT CURRENT NOISE	0.1 Hz to 10 Hz		14	35		14	35		14	35	pA p-p	
	f = 10 Hz		0.32	0.9		0.32	0.8		0.32	0.8	pA/√Hz	
	f = 100 Hz		0.14	0.27		0.14	0.23		0.14	0.23	pA/√Hz	
	f = 1 kHz		0.12	0.18		0.12	0.17		0.12	0.17	pA/√Hz	
COMMON-MODE REJECTION RATIO	V <sub>CM</sub> = ±13 V	<b>120</b>	140		<b>130</b>	140		<b>130</b>	140		dB	
	T <sub>MIN</sub> to T <sub>MAX</sub>	120	140		130	140		<b>130</b>	140		dB	
OPEN-LOOP GAIN	V <sub>O</sub> = ±10 V											
	R <sub>LOAD</sub> ≥ 2 kΩ	<b>3</b>	10		<b>5</b>	10		<b>4</b>	10		V/μV	
	T <sub>MIN</sub> to T <sub>MAX</sub>	3	10		5	10		<b>4</b>	7		V/μV	
POWER SUPPLY REJECTION RATIO	V <sub>S</sub> = ±3 V to ±18 V	<b>110</b>	130		<b>120</b>	130		<b>120</b>	130		dB	
	T <sub>MIN</sub> to T <sub>MAX</sub>	110	130		120	130		<b>120</b>	130		dB	
FREQUENCY RESPONSE	Closed-Loop Bandwidth		0.5	0.9		0.5	0.9		0.5	0.9	MHz	
	Slew Rate		0.15	0.3		0.15	0.3		0.15	0.3	V/μs	
INPUT RESISTANCE		Differential		60			200			200	MΩ	
		Common Mode		200			400			400	GΩ	

Parameter	Conditions	AD708J/AD708A			AD708B			AD708S			Unit	
		Min <sup>1</sup>	Typ	Max <sup>1</sup>	Min <sup>1</sup>	Typ	Max <sup>1</sup>	Min <sup>1</sup>	Typ	Max <sup>1</sup>		
OUTPUT VOLTAGE	R <sub>LOAD</sub> ≥ 10 kΩ	<b>13.5</b>	14		<b>13.5</b>	14.0		<b>13.5</b>	14		±V	
	R <sub>LOAD</sub> ≥ 2 kΩ	<b>12.5</b>	13.0		<b>12.5</b>	13.0		<b>12.5</b>	13		±V	
	R <sub>LOAD</sub> ≥ 1 kΩ	<b>12.0</b>	12.5		<b>12.0</b>	12.5		<b>12.0</b>	12.5		±V	
	T <sub>MIN</sub> to T <sub>MAX</sub>	12.0	13.0		12.0	13.0		<b>12.0</b>	13		±V	
OPEN-LOOP OUTPUT RESISTANCE			60			60			60		Ω	
POWER SUPPLY	V <sub>S</sub> = ±15 V V <sub>S</sub> = ±3 V	Quiescent Current		4.5	5.5		4.5	5.5		4.5	5.5	mA
		Power Consumption		135	<b>165</b>		135	<b>165</b>		135	<b>165</b>	mW
				12	<b>18</b>		12	<b>18</b>		12	<b>18</b>	mW
		Operating Range	±3		±18	±3		±18	±3		±18	V

# ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Table 2.

Parameter	Rating
Supply Voltage	$\pm 22$ V
Internal Power Dissipation <sup>1</sup>	
Input Voltage <sup>2</sup>	$\pm V_S$
Output Short-Circuit Duration	Indefinite
Differential Input Voltage	$+V_S$ and $-V_S$
Storage Temperature Range (Q)	$-65^\circ\text{C}$ to $+150^\circ\text{C}$
Storage Temperature Range (N)	$-65^\circ\text{C}$ to $+125^\circ\text{C}$
Lead Temperature (Soldering 60 sec)	$300^\circ\text{C}$

<sup>1</sup> Thermal Characteristics

8-lead PDIP:  $\theta_{JC} = 33^\circ\text{C}/\text{W}$ ,  $\theta_{JA} = 100^\circ\text{C}/\text{W}$

8-lead CERDIP:  $\theta_{JC} = 30^\circ\text{C}/\text{W}$ ,  $\theta_{JA} = 110^\circ\text{C}/\text{W}$

<sup>2</sup> For supply voltages less than  $\pm 22$  V, the absolute maximum input voltage is equal to the supply voltage.

Stresses above those listed under Absolute Maximum Ratings may cause permanent damage to the device. This is a stress rating only; functional operation of the device at these or any other conditions above those indicated in the operational section of this specification is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions for extended periods may affect device reliability.

# TYPICAL PERFORMANCE CHARACTERISTICS

$V_S = \pm 15$  V and  $T_A = 25^\circ\text{C}$ , unless otherwise noted.

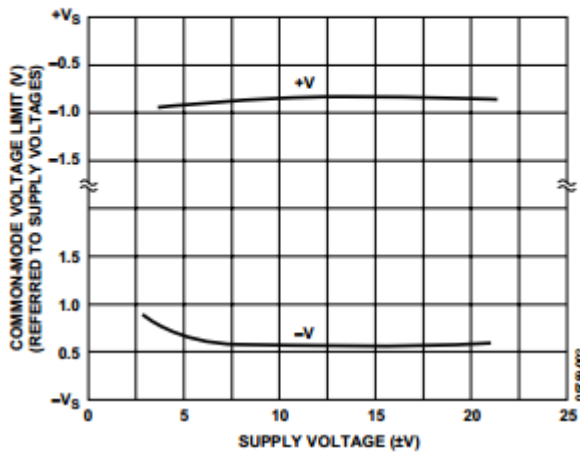


Figure 2. Input Common-Mode Range vs. Supply Voltage

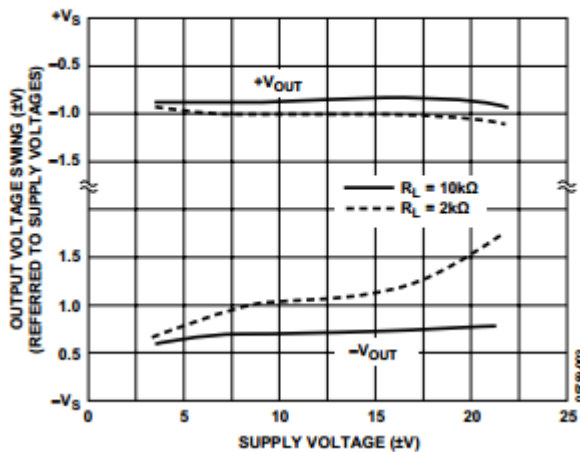


Figure 3. Output Voltage Swing vs. Supply Voltage

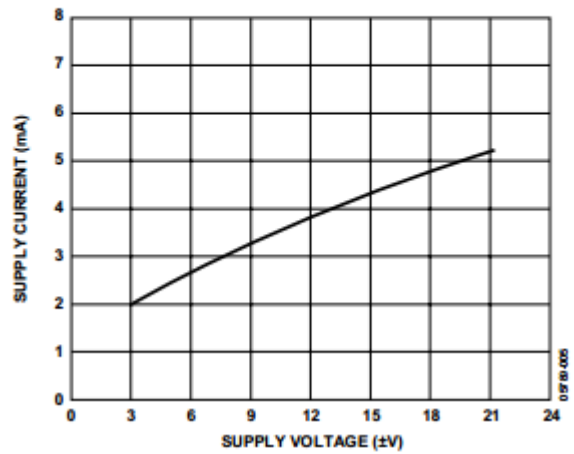


Figure 5. Supply Current vs. Supply Voltage

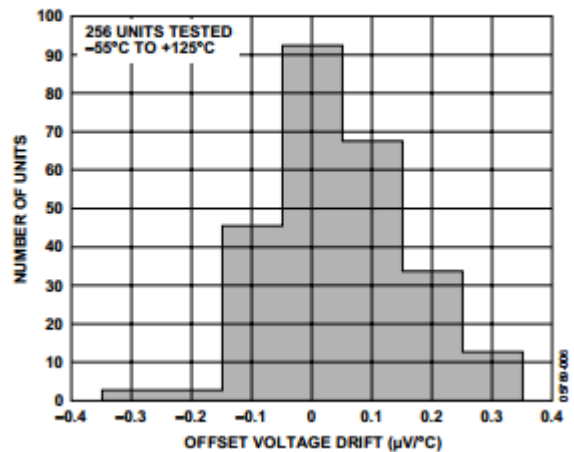


Figure 6. Typical Distribution of Offset Voltage Drift

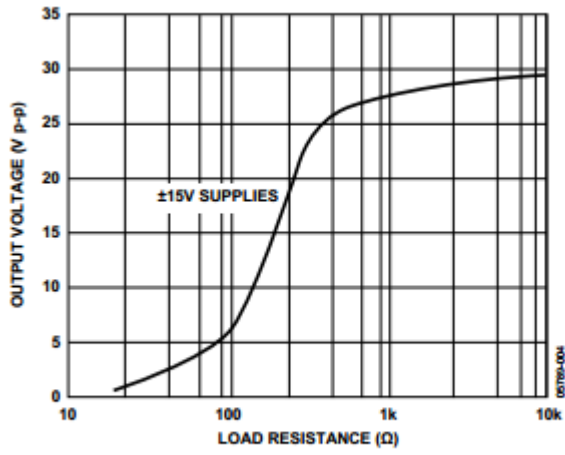


Figure 4. Output Voltage Swing vs. Load Resistance

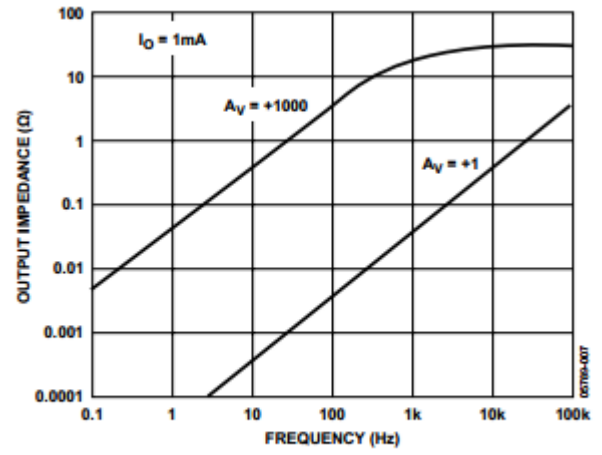


Figure 7. Output Impedance vs. Frequency

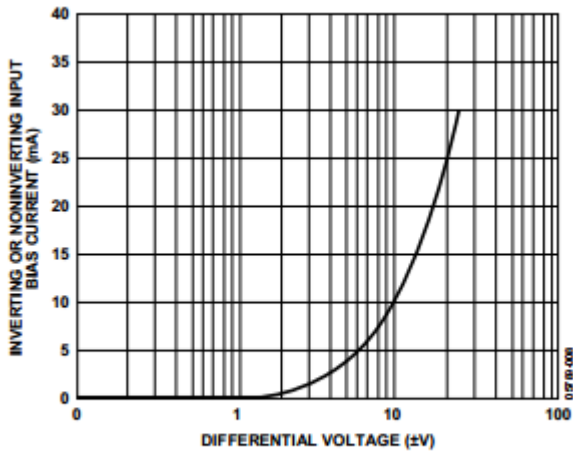


Figure 8. Input Bias Current vs. Differential Input Voltage

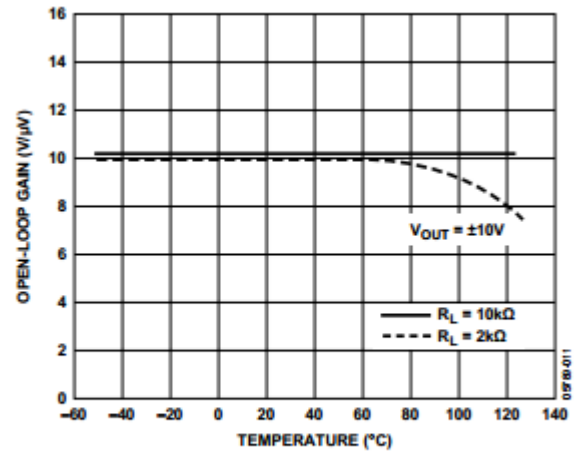


Figure 11. Open-Loop Gain vs. Temperature

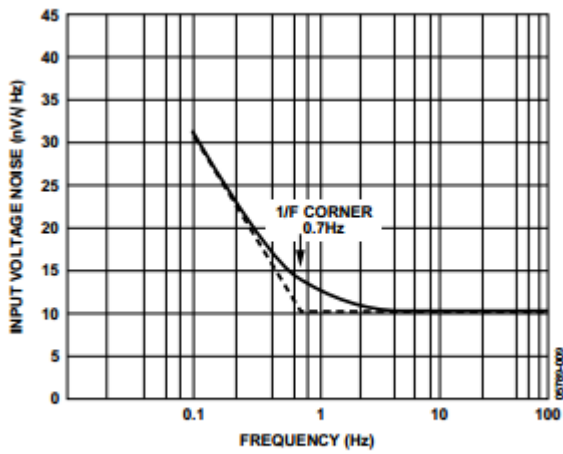


Figure 9. Input Noise Spectral Density

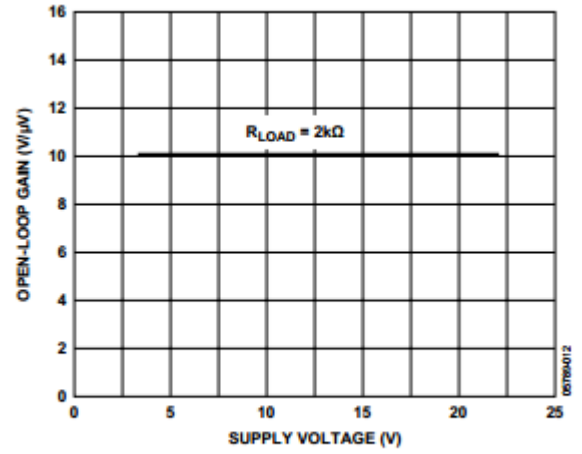


Figure 12. Open-Loop Gain vs. Supply Voltage

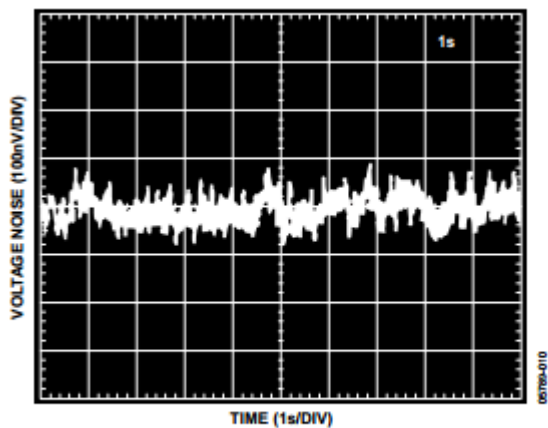


Figure 10. 0.1 Hz to 10 Hz Voltage Noise

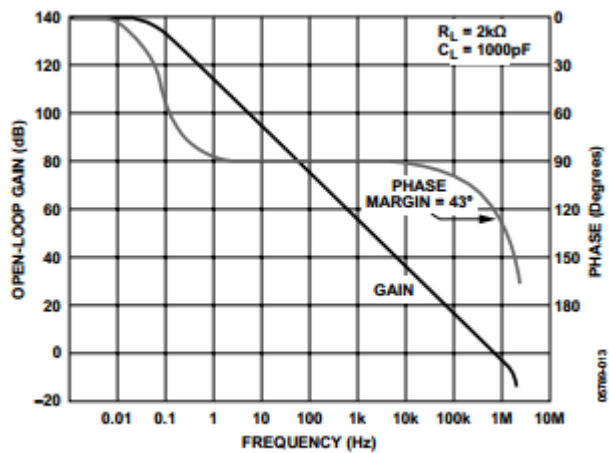


Figure 13. Open-Loop Gain and Phase vs. Frequency

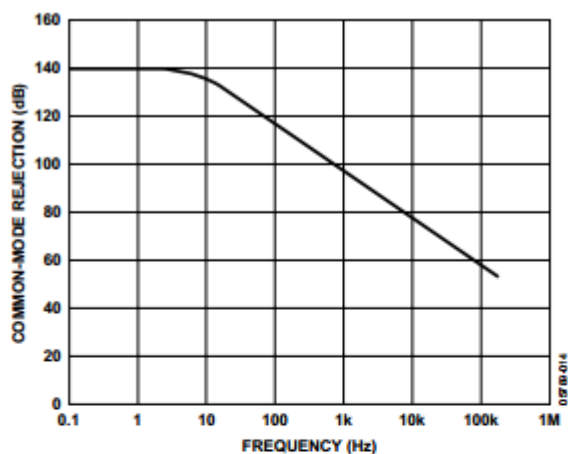


Figure 14. Common-Mode Rejection vs. Frequency

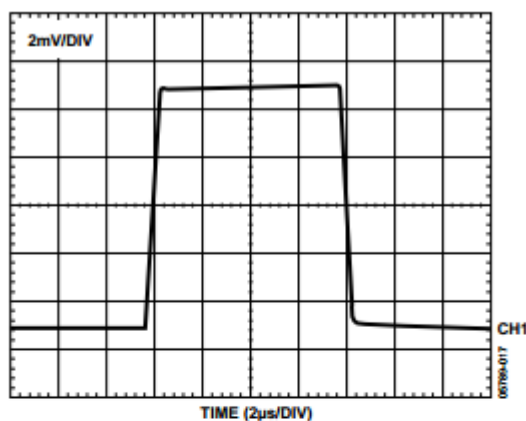


Figure 17. Small Signal Transient Response;  $A_v = +1$ ,  $R_L = 2 \text{ k}\Omega$ ,  $C_L = 50 \text{ pF}$

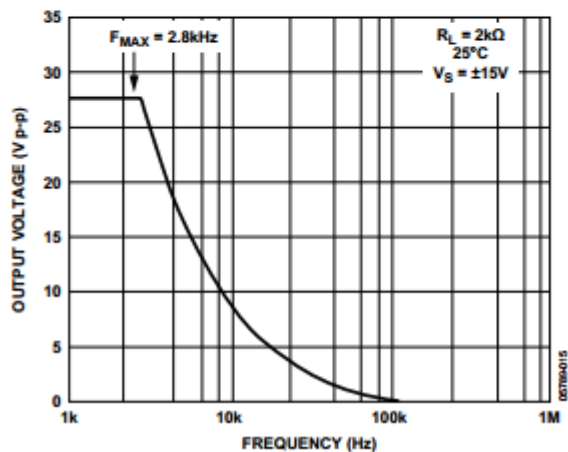


Figure 15. Large Signal Frequency Response

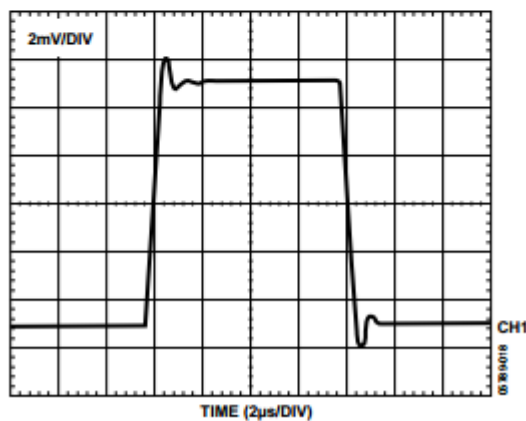


Figure 18. Small Signal Transient Response;  $A_v = +1$ ,  $R_L = 2 \text{ k}\Omega$ ,  $C_L = 1000 \text{ pF}$

## MATCHING CHARACTERISTICS

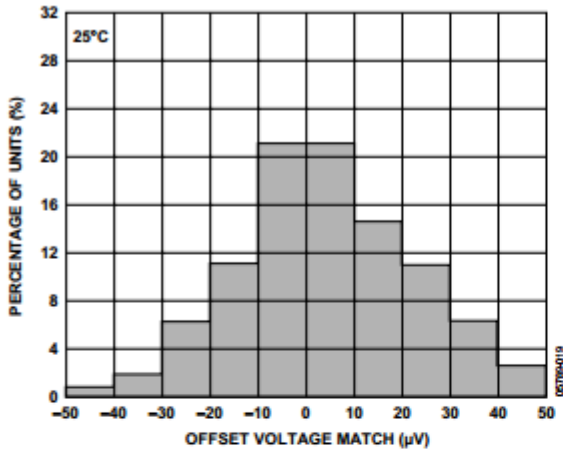


Figure 19. Typical Distribution of Offset Voltage Match

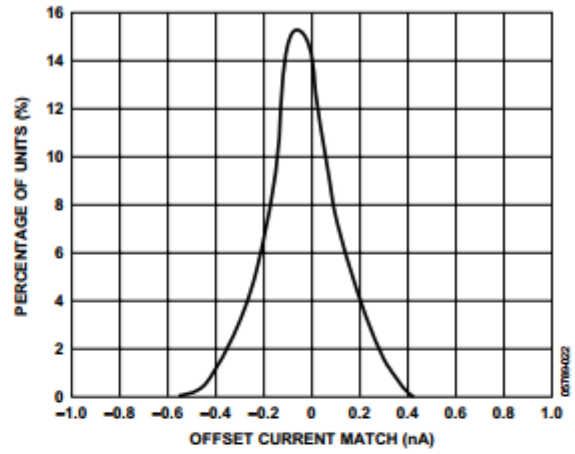


Figure 22. Typical Distribution of Input Offset Current Match

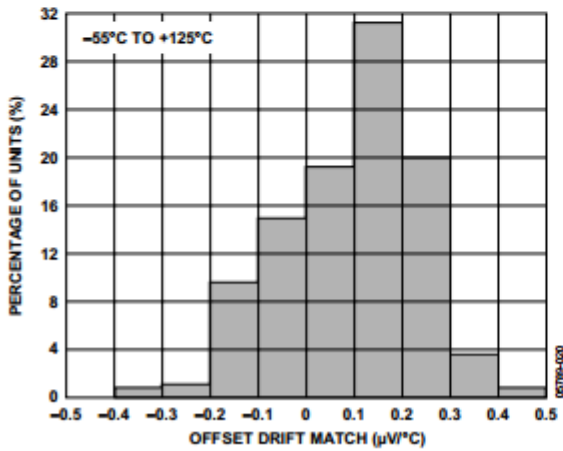


Figure 20. Typical Distribution of Offset Voltage Drift Match

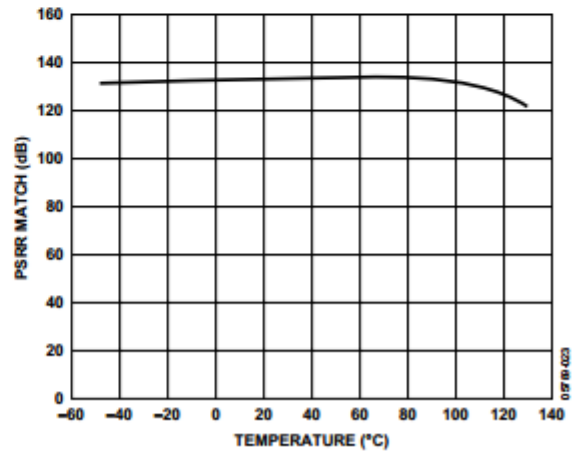


Figure 23. PSRR Match vs. Temperature

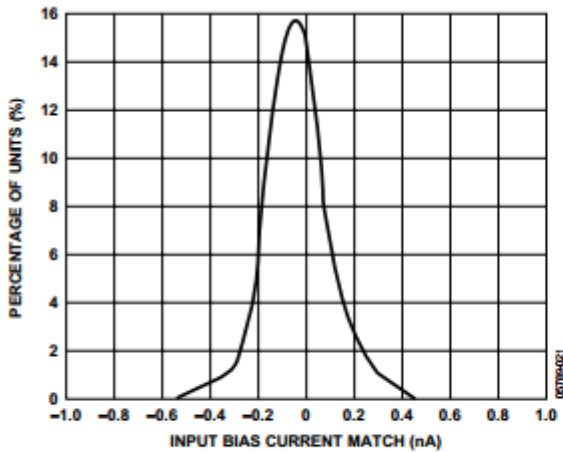


Figure 21. Typical Distribution of Input Bias Current Match

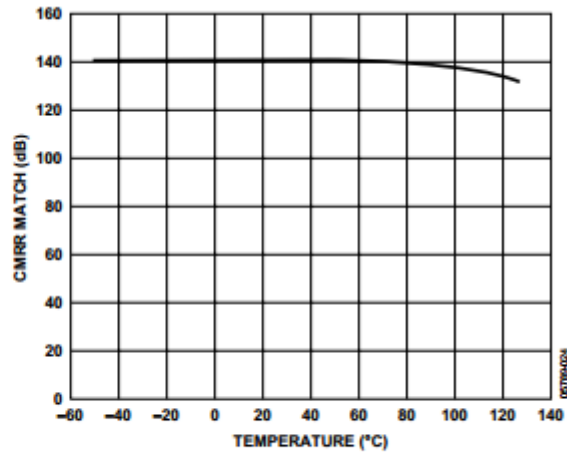


Figure 24. CMRR Match vs. Temperature



## ОСОБЕННОСТИ И ПРЕИМУЩЕСТВА

- Очень высокие статические характеристики  
Напряжение смещения: 30 мкВ, макс.  
Дрейф напряжения смещения: 0.3 мкВ/°С, макс.  
Шум напряжения: размах 0.35 мкВ, макс. в полосе от 0.1 Гц до 10 Гц
- Коэффициент усиления при разомкнутой цепи ОС 5000000 В/В, мин.  
КОСС 130 дБ, мин.  
Коэффициент ослабления пульсаций питания 120 дБ, мин.
- Согласование характеристик  
Рассогласование напряжений смещения: 30 мкВ, макс.  
Рассогласование дрейфа напряжения смещения: 0.3 мкВ/°С, макс.  
Рассогласование КОСС 130 дБ, мин.
- Выпускается в 8-выводном корпусе PDIP и герметичных корпусах CERDIP и CERDIP/883B

AD708 – это обладающий повышенной точностью, двухканальный монолитный операционный усилитель (ОУ). Каждый из двух каналов усиления обладает превосходными статическими характеристиками, поддерживая наилучшие показатели максимального напряжения смещения и дрейфа напряжения смещения среди любых доступных на сегодняшний день двухканальных ОУ на биполярных транзисторах. Кроме того, компонент обладает наилучшим согласованием характеристик каналов среди любых доступных на сегодняшний день двухканальных ОУ.

AD708 устанавливает новые стандарты для двухканальных прецизионных ОУ, обеспечивая минимальный коэффициент усиления при разомкнутой цепи ОС 5 В/мкВ и гарантированно поддерживая размах входного напряжения шума не более 350 нВ (в полосе от 0.1 Гц до 10 Гц). Все статические характеристики демонстрируют превосходную стабильность в диапазоне температур: типичный дрейф напряжения равен 0.1 мкВ/°С, а максимальный дрейф входного тока смещения –25 пА/°С. Значения коэффициента ослабления синфазного сигнала (130 дБ, мин) и коэффициента ослабления пульсаций питания (120 дБ, мин) на порядок (в линейном масштабе) превышают аналогичные характеристики любого доступного на рынке одноканального монолитного ОУ, за исключением AD707.

AD708 имеет четыре версии с разными градациями производительности. AD708J работает в коммерческом температурном диапазоне от 0°С до +70°С и выпускается и выпускается в пластиковом корпусе mini-DIP. AD708A и AD708B работают в промышленном температурном диапазоне от -40°С до +85°С и выпускаются в корпусах cerdip и TO-99. AD708S работает в военном температурном диапазоне от -55°С до +125°С и выпускается в корпусах cerdip и TO-99. Доступны версии компонента для военного применения, соответствующие стандарту MIL-STD- 883B, Rev. C.

## ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ БЛОК-СХЕМА AD708

