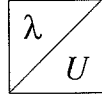


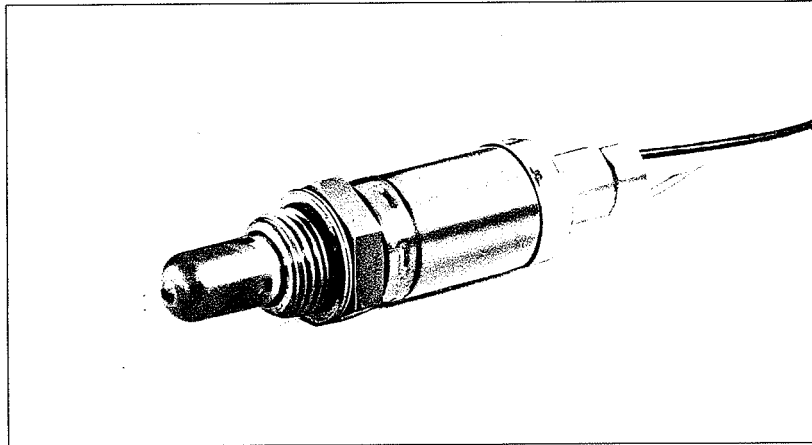
10. Anhang

Sauerstoff-Lambda-Sonde

Messung des Sauerstoffgehaltes



- Prinzip der galvanischen Sauerstoffkonzentrationszelle mit Festelektrolyt ermöglicht Messung der Sauerstoffkonzentration z.B. in einem Abgasgemisch.
- Sonde mit stabilem und störunempfindlichem Ausgangssignal für extreme Betriebsbedingungen.



Zubehör

Anschlußstecker für das Heizelement:	
Steckergehäuse	1 284 485 110
Steckhülsen 1)	1 284 477 121
Schutzkappe	1 250 703 001

Anschlußstecker für die Sonde:	
Kupplungsstecker	1 224 485 018
Flachstecker 1)	1 234 477 014
Schutzkappe	1 250 703 001

Spezialfett für Einschraubgewinde:	
Dose 120 g	5 964 080 112

1) 5 Stück pro Packung, 2 Stück werden jeweils benötigt.

Technische Daten / Angebot

Bestellnummer	0 258 104 002
Einsatzbedingungen	
Temperaturbereich passiv (Lagertemperaturbereich)	- 40°...+ 100 °C
Dauer-Abgastemperatur bei eingeschalteter Heizung	+ 150°...+ 600 °C
Zulässige maximale Abgastemperatur bei eingeschalteter Heizung (200 h kumulativ)	+ 800 °C
Betriebstemperatur am Sechskant des Sondengehäuses	≤ + 500 °C
an Kabeldurchführung	≤ + 200 °C
am Anschlußkabel	≤ + 150 °C
am Anschlußstecker	≤ + 120 °C
Temperaturgradient in Sondenkeramik-Vorderseite	≤ + 100 K/s
Temperaturgradient am Sechskant des Sondengehäuses	≤ + 150 K/s
Zulässige Schwingungen am Sechskant	
Stochastische Schwingungen – Beschleunigung max.	≤ 800 m·s ⁻²
Sinusförmige Schwingungen – Amplitude	≤ 0,3 mm
Sinusförmige Schwingungen – Beschleunigung	≤ 300 m·s ⁻²
Belastungsstrom max.	± 1 µA

Heizelement

Versorgungsnennspannung (vorzugsweise Wechselspannung)	12 V _{eff}
Betriebsspannung	12...13 V
Heizleistung für $\vartheta_{\text{Gas}} = 350^\circ\text{C}$ und der Abgas-Strömungsgeschwindigkeit von 0,7 m·s ⁻¹ bei 12 V Heizspannung im Beharrungszustand	≈ 16 W
Heizstrom bei 12 V im Beharrungszustand	≈ 1,25 A
Isolationswiderstand zwischen Heizung und Sondenanschluß	> 30 MΩ

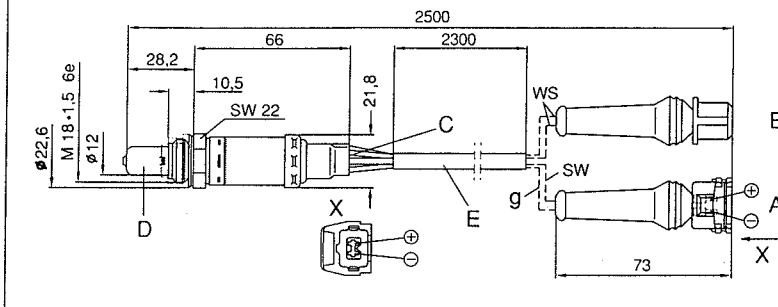
Werte für Brenneranwendungen

Lambda-Regelbereich	1,00...2,00 λ
Sondenausgangsspannung für λ = 1,025...2,00 bei $\vartheta_{\text{Gas}} = 220^\circ\text{C}$ und einer Strömungsgeschwindigkeit von 0,4...0,9 m·s ⁻¹	68...3,5 mV
Sondeninnenwiderstand R_i in Luft bei 20 °C und 12 V Heizspannung	≤ 250 Ω
Relative Empfindlichkeit bei λ = 1,30	$\Delta U_s / \Delta \lambda = 0,65 \text{ mV}/0,01$
Einfluß Abgastemperatur auf Sondersignal bei Temperaturerhöhung von 130 °C auf 230 °C und einer Strömungsgeschwindigkeit	
0,7 m·s ⁻¹ bei λ = 1,30	max. $\Delta \lambda$ ± 0,01
Einfluß Heizspannungsänderung 10 % von 12 V bei $\vartheta_{\text{Gas}} = 220^\circ\text{C}$	
bei λ = 1,30	max. $\Delta \lambda$ ± 0,009
bei λ = 1,80	max. $\Delta \lambda$ ± 0,035
Ansprechzeit bei $\vartheta_{\text{Gas}} = 220^\circ\text{C}$ und ca. 0,7 m·s ⁻¹ Strömungsgeschwindigkeit	
Neuwerte für den 66%-Schaltzeitpunkt λ-Sprung = 1,10 ↔ 1,30	
für Sprungrichtung "mager"	2,0 s
für Sprungrichtung "fett"	1,5 s
Richtwert für Regelbereitschaft der Sonde nach Einschalten von Ölbrennern und Sondenheizung;	
$\vartheta_{\text{Gas}} \approx 220^\circ\text{C}$; Strömungsgeschwindigkeit ca. 1,8 m·s ⁻¹ ;	
λ = 1,45; Sonde im Abgasrohr Ø 170 mm	70 s

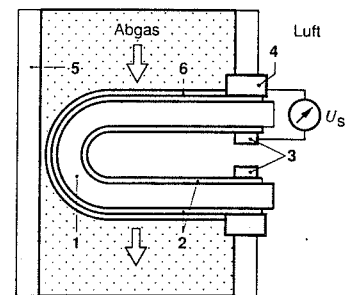
Garantieansprüche

nach den allgemeinen Lieferungsbedingungen A 17 können nur geltend gemacht werden, wenn als zulässige Brennstoffe rückstandsfreie, gasförmige Kohlenwasserstoffe und leichtes Heizöl nach DIN 51603 verwendet werden.

Maßbild. Maße nach Anziehen mit $M = 50 \text{ N}\cdot\text{m}$.
A Signalspannung, B Heizungsspannung, C Kabeltülle und -dichtungen,
D Schutzrohr, E Schutzschlauch. ws weiß, sw schwarz, g grau.



Lambda-Sonde im Abgasrohr (Prinzip).
1 Sondenkeramik, 2 Elektroden,
3 Kontakt, 4 Gehäusekontaktierung,
5 Abgasrohr, 6 keramische Schutzschicht
(porös).



Anwendung

Heizungsanlagen

- Ölburner, Gasburner, Kohlefeuerung
- Gasmotoren

Industrieprozesse

- Verpackungseinrichtungen
- Holz- und Müllverbrennung/-vergasung
- Verfahrenstechnik

Meß- und Analyseprozesse

- Gasanalyse
- O_2 -Meßkoffer

Aufbau und Funktion

Der keramische Teil der Lambda-Sonde (Festelektrolyt) hat die Form eines einseitig geschlossenen Rohres. Die Oberfläche der Sondenkeramik ist auf der Innen- und Außenseite mit einer mikroporösen Platinschicht (den Elektroden) versehen, die einerseits durch katalytische Wirkung die Sondencharakteristik entscheidend beeinflusst, andererseits zur Kontaktierung dient. Auf dem abgasseitigen Teil der Sondenkeramik befindet sich über der Platinschicht eine festhaftende hochporöse Keramikschicht. Diese Schutzschicht verhindert einen erosiven Einfluß der Rückstände im Abgas auf die katalytisch wirkende Platinschicht. Dadurch erhält die Sonde eine hohe Langzeitstabilität.

Die Sonde ragt in den Abgasstrom und ist so gestaltet, daß die eine Elektrode vom Abgas umspült ist und die andere mit der Außenluft (Atmosphäre) in Verbindung steht. Sie mißt dabei den Restsauerstoffanteil im Abgas.

Die katalytische Wirkung der abgasseitigen Elektrodenoberfläche verursacht einen sprunghaften Verlauf der Sonden-spannung im Bereich von $\lambda = 1$.¹⁾ Die aktive Sondenkeramik (ZrO_2) wird von innen durch ein keramisches Heizelement beheizt, so daß unabhängig von der Ab-gastemperatur die Temperatur der Sonden-

keramik über der Funktionsgrenze von $350 \text{ }^\circ\text{C}$ verbleibt. Das keramische Heizelement besitzt eine PTC-Charakteristik, was zu einer schnellen Aufheizung führt und den Leistungsbedarf bei heißem Abgas begrenzt. Die Anschlüsse des Heizelements sind von der Sonden-signal-spannung völlig entkoppelt ($R \geq 30 \text{ M}\Omega$). Durch zusätzliche konstruktive Maßnahmen wird bei der Lambda-Sonde der Kennlinienverlauf im Mageren von $\lambda > 1,0 \dots 1,5$ (für Sonderanwendungen bis $\lambda = 2,0$) stabilisiert:

- Verwendung eines leistungsstarken Heizelements (16W),
- besondere Schutzrohrgestaltung,
- modifiziertes Elektroden/Schutzschicht-System.

Der besondere Aufbau ermöglicht:

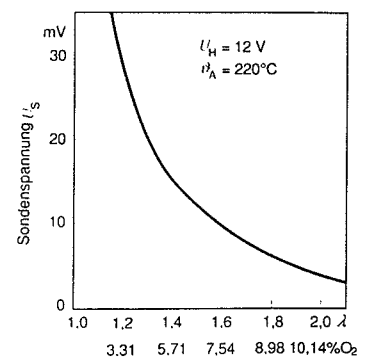
- sichere Regelung auch bei niederen Ab-gastemperaturen (z.B. bei Verbrennungsmotoren im Leerlauf),
- flexible Einbaumöglichkeiten unabhängig von der externen Erwärmung,
- geringe Abhängigkeit des Funktionspara-meters von der Abgastemperatur,
- niedere Abgaswerte durch schnelle Sondendynamik,
- geringe Verschmutzungsgefahr, dadurch hohe Lebensdauer,
- wassergeschütztes Sondengehäuse.

Einbauhinweis

Die Lambda-Sonde soll an einer Stelle eingebaut werden, die eine repräsentative Abgaszusammensetzung bei Einhaltung der vorgeschriebenen Temperaturgrenzen gestattet. Die Einbaulage ist beliebig, die Montage erfolgt durch Einschrauben mit Anzugsmoment $50 \dots 60 \text{ N}\cdot\text{m}$ in ein entsprechendes Gegengewinde. Das Einschraubgewinde ist mit Spezialfett zu schmieren. Bei der Behandlung einer Brenneranlage mit Farbe, Öl o.ä. muß die Sonde abgedeckt werden.

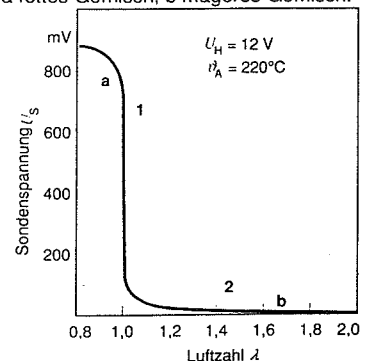
¹⁾ Die Luftzahl Lambda (λ) ist das Verhältnis zwischen dem tatsächlichen und einem idealen Luft-Brennstoff-Verhältnis.

Kennlinie für Propangasbetrieb (Magerbereich).



Kennlinie für Gesamtbereich.

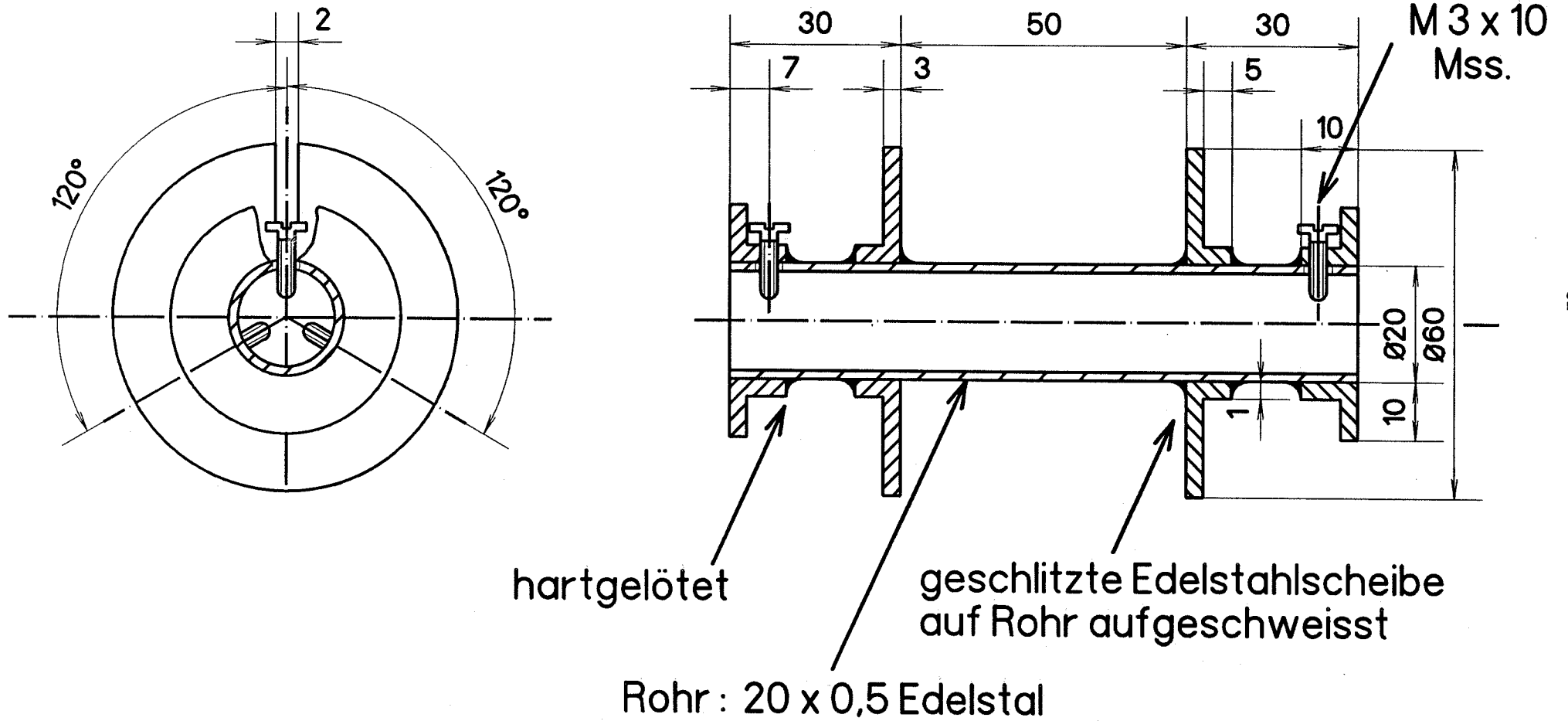
1 Regelung $\lambda = 1$; 2 Magerregelung
a fettes Gemisch, b mageres Gemisch.

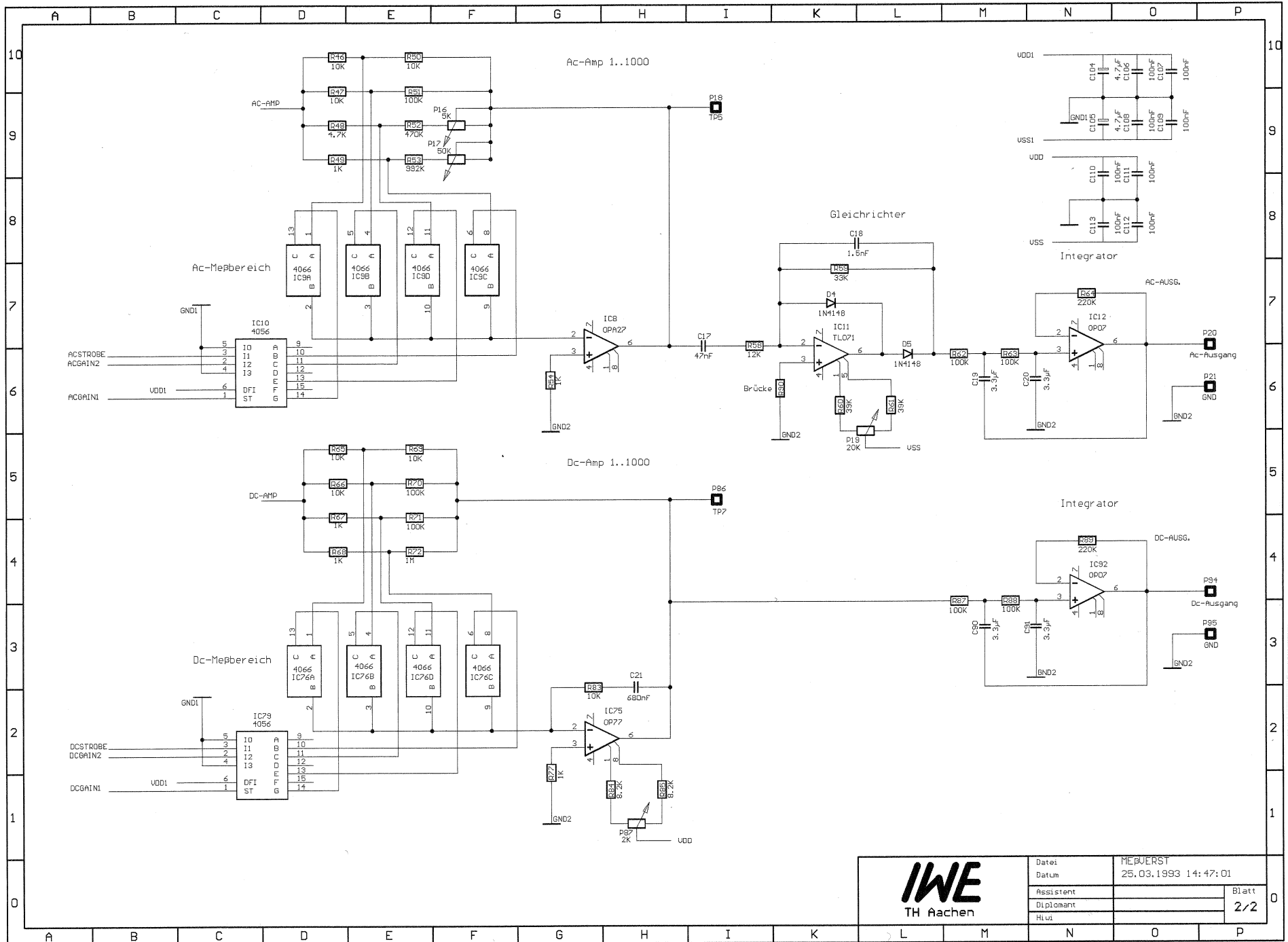


Kenngrößenerläuterung:

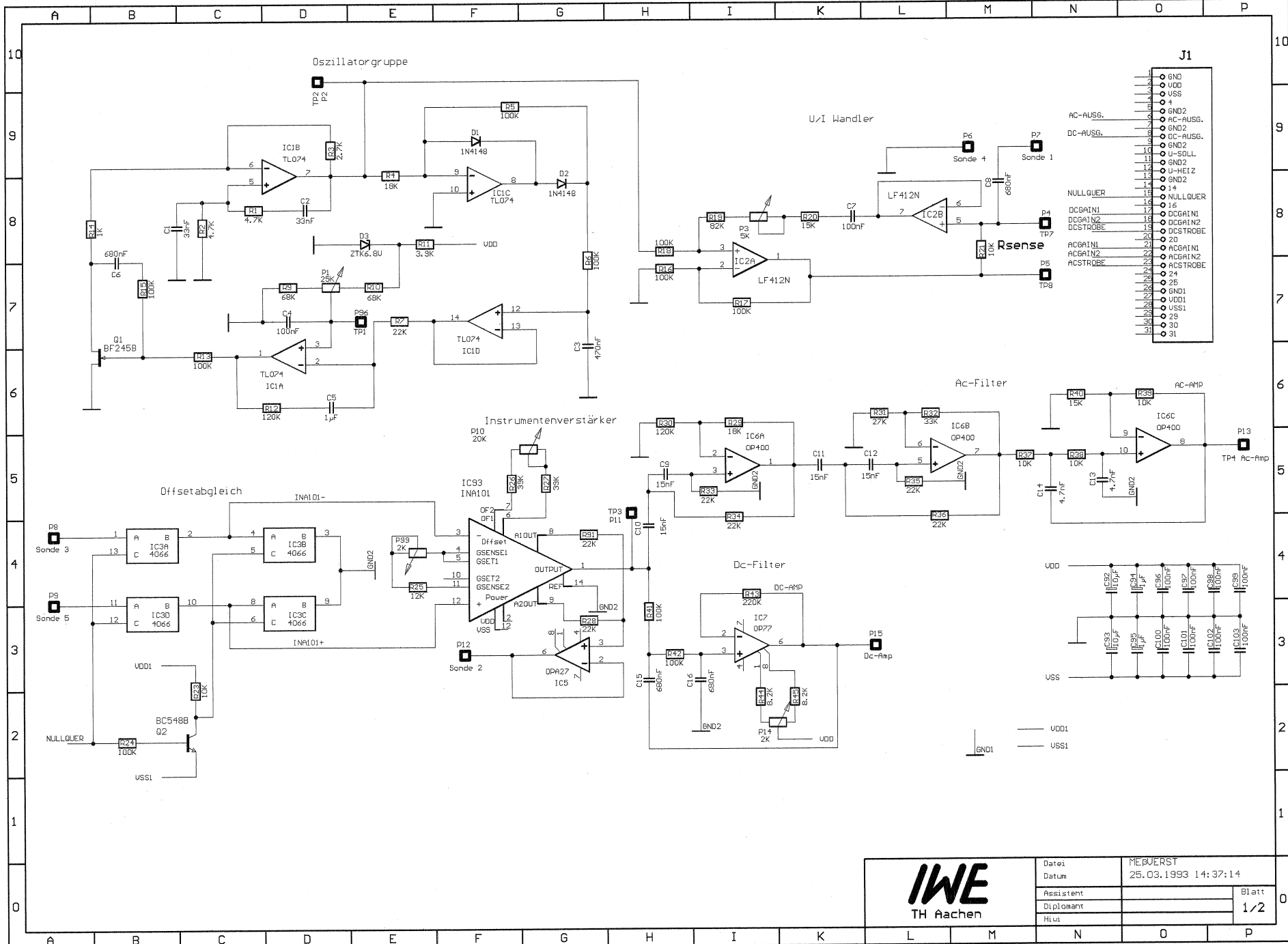
- U_S Sonden-spannung
- U_H Heizspannung
- θ_A Abgastemperatur
- λ Luftzahl¹⁾
- O_2 Sauerstoffkonzentration in %

Träger für Thermokoax – Heizungswicklung



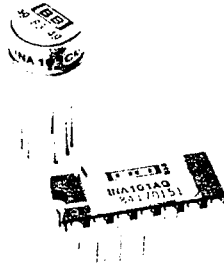


IWE TH Aachen		Datei	MEBUERST
		Datum	25.03.1993 14:47:01
Assistent			Blatt
Diplomant			2/2
Hlwt			



	Datei	MEBUERST	
	Datum	25.03.1993 14:37:14	
	Assistent		Blatt
	Diplomant		1/2
NW			

BURR-BROWN®
BB



INA101

Very-High Accuracy INSTRUMENTATION AMPLIFIER

FEATURES

- ULTRA-LOW VOLTAGE DRIFT - $0.25\mu\text{V}/^\circ\text{C}$
- LOW OFFSET VOLTAGE - $25\mu\text{V}$
- LOW NONLINEARITY - 0.002%
- LOW NOISE - $13\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$ at $f_0 = 1\text{kHz}$
- HIGH CMR - 106dB at 60Hz
- HIGH INPUT IMPEDANCE - $10^{10}\Omega$
- LOW COST, TO-100, CERAMIC DIP AND PLASTIC PACKAGE

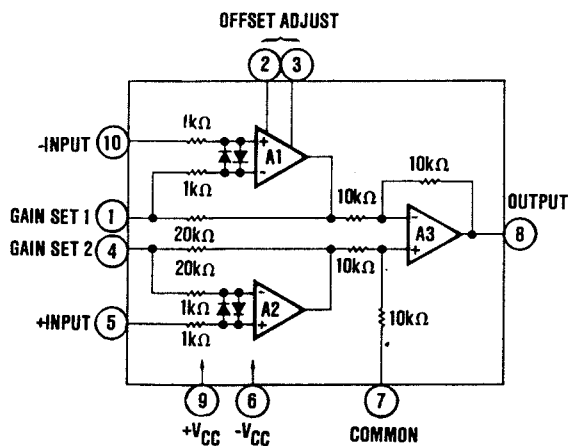
APPLICATIONS

- AMPLIFICATION OF SIGNALS FROM SOURCES SUCH AS:
 - Strain Gages
 - Thermocouples
 - RTDs
- REMOTE TRANSDUCERS
- LOW LEVEL SIGNALS
- MEDICAL INSTRUMENTATION

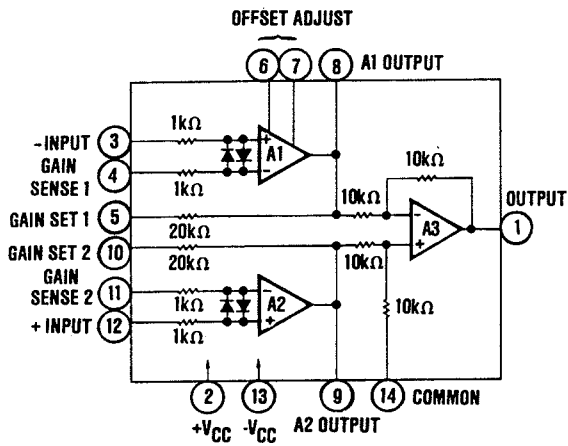
DESCRIPTION

The INA101 is a high accuracy, multistage, integrated-circuit instrumentation amplifier designed for signal conditioning requirements where very-high performance is desired. All circuits, including the interconnected laser-trimmed thin-film resistors, are integrated on a single monolithic substrate.

A multi-amplifier design is used to provide the highest performance and maximum versatility with monolithic construction for low cost. The input stage uses Burr-Brown's ultra-low drift, low noise technology to provide exceptional input characteristics.



M Package



G and P Packages

International Airport Industrial Park • Mailing Address: PO Box 11400 • Tucson, AZ 85734 • Street Address: 6730 S. Tucson Blvd. • Tucson, AZ 85706
Tel: (602) 746-1111 • Twx: 910-952-1111 • Cable: BBRCORP • Telex: 066-6491 • FAX: (602) 889-1510 • Immediate Product Info: (800) 548-6132

SPECIFICATIONS

ELECTRICAL

At +25°C with ±15VDC power supply and in circuit of Figure 2 unless otherwise noted.

MODEL	INA101AM/AG			INA101SM/SG			INA101CM/CG			INA101HP/KU			UNITS
	MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX	
GAIN													
Range of Gain	1		1000	*	*	*	*	*	*	*	*	*	V/V
Gain Equation		$G=1+(40k/R_G)$			*	*	*	*	*	*	*	*	V/V
Error From Equation, DC ⁽¹⁾		$\pm(0.04+0.00016G-0.02/G)$	$\pm(0.1+0.0003G-0.05/G)$		*	*	*	*	*	$\pm(0.1+0.00015G)-0.05/G$	$\pm(0.3+0.0002G)-0.10/G$	*	%
Gain Temp. Coefficient⁽³⁾													
G = 1		2	5		*	*	*	*	*	*	*	*	ppm/°C
G = 10		20	100		*	*	*	10	*	*	*	*	ppm/°C
G = 100		22	110		*	*	*	11	*	*	*	*	ppm/°C
G = 1000		22	110		*	*	*	11	*	*	*	*	ppm/°C
Nonlinearity, DC ⁽²⁾		$\pm(0.002+10^{-5}G)$	$\pm(0.005+2 \times 10^{-5}G)$		$\pm(0.001+10^{-2}G)$	$\pm(0.002+10^{-2}G)$		$\pm(0.001+10^{-2}G)$	$\pm(0.002+10^{-2}G)$		*	*	% of p-p FS
RATED OUTPUT													
Voltage	±10	±12.5		*	*	*	*	*	*	*	*	*	V
Current	±5	±10		*	*	*	*	*	*	*	*	*	mA
Output Impedance		0.2			*	*		*	*		*	*	Ω
Capacitive Load		1000			*	*		*	*		*	*	pF
INPUT OFFSET VOLTAGE													
Initial Offset at +25°C		$\pm(25+200/G)$	$\pm(50+400/G)$		$\pm(10+100/G)$	$\pm(25+200/G)$		$\pm(10+100/G)$	$\pm(25+200/G)$		$\pm(125+450/G)$	$\pm(250+900/G)$	μV
vs Temperature			$\pm(2+20/G)$		*	$\pm(0.75+10/G)$		*	$\pm(0.25+10/G)$		$\pm(2+20/G)$	*	μV/°C
vs Supply		$\pm(1+20/G)$			*	*		*	*		*	*	μV/V
vs Time		$\pm(1+20/G)$			*	*		*	*		*	*	μV/mo
INPUT BIAS CURRENT													
Initial Bias Current (each input)		±15	±30		±10	*		±5	±20		*	*	nA
vs Temperature		±0.2			*	*		*	*		*	*	nA/°C
vs Supply		±0.1			*	*		*	*		*	*	nA/V
Initial Offset Current		±15	±30		±10	*		±5	±20		*	*	nA
vs Temperature		±0.5			*	*		*	*		*	*	nA/°C
INPUT IMPEDANCE													
Differential		$10^{10} \parallel 3$			*	*		*	*		*	*	Ω pF
Common-mode		$10^{10} \parallel 3$			*	*		*	*		*	*	Ω pF
INPUT VOLTAGE RANGE													
Range, Linear Response	±10	±12		*	*	*	*	*	*	*	*	*	V
CMR with 1kΩ Source Imbal.					*	*		*	*		*	*	dB
DC to 60Hz, G=1	80	90		*	*	*	*	*	*	65	85	*	dB
DC to 60Hz, G=10	96	106		*	*	*	*	*	*	90	95	*	dB
DC to 60Hz, G=100 to 1000	106	110		*	*	*	*	*	*	100	105	*	dB
INPUT NOISE													
Input Voltage Noise					*	*		*	*		*	*	μV, p-p
$f_c=0.01\text{Hz to }10\text{Hz}$		0.8			*	*		*	*		*	*	nV/√Hz
Density, G=1000					*	*		*	*		*	*	nV/√Hz
$f_c=10\text{Hz}$		18			*	*		*	*		*	*	nV/√Hz
$f_c=100\text{Hz}$		15			*	*		*	*		*	*	nV/√Hz
$f_c=1\text{kHz}$		13			*	*		*	*		*	*	nV/√Hz
Input Current Noise					*	*		*	*		*	*	pA, p-p
$f_c=0.01\text{Hz to }10\text{Hz}$		50			*	*		*	*		*	*	pA/√Hz
Density					*	*		*	*		*	*	pA/√Hz
$f_c=10\text{Hz}$		0.8			*	*		*	*		*	*	pA/√Hz
$f_c=100\text{Hz}$		0.46			*	*		*	*		*	*	pA/√Hz
$f_c=1\text{kHz}$		0.35			*	*		*	*		*	*	pA/√Hz
DYNAMIC RESPONSE													
Small Signal, ±3dB Flatness					*	*		*	*		*	*	kHz
G = 1		300			*	*		*	*		*	*	kHz
G = 10		140			*	*		*	*		*	*	kHz
G = 100		25			*	*		*	*		*	*	kHz
G = 1000		2.5			*	*		*	*		*	*	kHz
Small Signal, ±1% Flatness					*	*		*	*		*	*	kHz
G = 1		20			*	*		*	*		*	*	kHz
G = 10		10			*	*		*	*		*	*	kHz
G = 100		1			*	*		*	*		*	*	kHz
G = 1000		200			*	*		*	*		*	*	Hz
Full Power, G=1 to 100		6.4			*	*		*	*		*	*	Hz
Slew Rate, G=1 to 100		0.4			*	*		*	*		*	*	kHz
Settling Time (0.1%)	0.2			*	*	*	*	*	*	*	*	*	V/μs
G = 1		30	40		*	*		*	*		*	*	μs
G = 100		40	55		*	*		*	*		*	*	μs
G = 1000		350	470		*	*		*	*		*	*	μs
Settling Time (0.01%)					*	*		*	*		*	*	μs
G = 1		30	45		*	*		*	*		*	*	μs
G = 100		50	70		*	*		*	*		*	*	μs
G = 1000		500	650		*	*		*	*		*	*	μs
POWER SUPPLY													
Rated Voltage		±15		*	*	*	*	*	*	*	*	*	V
Voltage Range				*	*	*	*	*	*	*	*	*	V
Current, Quiescent ⁽²⁾	±5	±6.7	±8.5	*	*	*	*	*	*	*	*	*	mA
TEMPERATURE RANGE⁽⁵⁾													
Specification	-25		+85	-55		+125	*	*	*	0	+70	*	°C
Operation	-55		+125	*	*	*	*	*	*	-25	+85	*	°C
Storage	-65		+150	*	*	*	*	*	*	-40	+85	*	°C

* Specifications same as for INA101AM/AG.

NOTES: (1) Typically the tolerance of R_G will be the major source of gain error. (2) Nonlinearity is the maximum peak deviation from the best straight-line as a percentage of peak-to-peak full scale output. (3) Not including the TCR of R_G . (4) Adjustable to zero at any one gain. (5) θ_{ic} output stage = 113°C/W. θ_{ic} quiescent circuitry = 19°C/W, θ_{ca} = 83°C/W.

MECHANICAL

M Package

TO-100

Case = $-V_{cc}$

Leads in true position within 0.010" (0.25mm) R at MMC at seating plane.

Pin numbers shown for reference only. Numbers may not be marked on package.

DIM	INCHES		MILLIMETERS	
	MIN	MAX	MIN	MAX
A	.335	.370	8.51	9.40
B	.305	.335	7.75	8.51
C	.165	.185	4.19	4.70
D	.016	.021	0.41	0.53
E	.010	.040	0.25	1.02
F	.010	.040	0.25	1.02
G	.230 BASIC		5.84 BASIC	
H	.028	.034	0.71	0.86
J	.029	.045	0.74	1.14
K	.500	---	12.70	---
L	.120	.160	3.05	4.06
M	36° BASIC		36° BASIC	
N	.110	.120	2.79	3.05

BOTTOM VIEW

G Package

Hermetic DIP

Leads in true position within 0.01" (0.25mm) R at MMC at seating plane.

Pin numbers shown for reference only. Numbers may not be marked on package.

DIM	INCHES		MILLIMETERS	
	MIN	MAX	MIN	MAX
A	.670	.710	17.02	18.03
C	.065	.170	1.65	4.32
D	.015	.021	0.38	0.53
F	.045	.060	1.14	1.52
G	.100 BASIC		2.54 BASIC	
H	.025	.070	0.64	1.78
J	.008	.012	0.20	0.30
K	.120	.240	3.05	6.10
L	.300 BASIC		7.62 BASIC	
M	---	15°	---	15°
N	.009	.060	0.23	1.52

U Package

NOTE: Leads in true position within .010" (.25mm) R at MMC at seating plane.

Pin numbers shown for reference only. Numbers are not marked on package.

DIM	INCHES		MILLIMETERS	
	MIN	MAX	MIN	MAX
A	.400	.416	10.16	10.57
A ₁	.388	.412	9.86	10.46
B	.286	.302	7.26	7.67
B ₁	.268	.286	6.81	7.26
C	.093	.109	2.36	2.77
D	.015	.020	0.38	0.51
G	.050 BASIC		1.27 BASIC	
H	.022	.038	0.56	0.97
J	.008	.012	0.20	0.30
L	.391	.421	9.93	10.69
M	5° TYP		5° TYP	
N	.000	.012	0.00	0.30

Pin 1 Identifier

P Package

Case = $-V_{cc}$

Leads in true position within 0.10" (0.25mm) R at MMC at seating plane.

Pin numbers shown for reference only. Numbers may not be marked on package.

DIM	INCHES		MILLIMETERS	
	MIN	MAX	MIN	MAX
A	.660	.785	16.76	19.94
B	.220	.280	5.59	7.11
C	---	.200	---	5.08
D	.015	.023	0.38	0.58
F	.030	.070	0.76	1.78
G	.100 BASIC		2.54 BASIC	
H	.030	.095	---	---
J	.008	.015	0.20	0.38
K	.100	---	2.54	---
L	.300 BASIC		7.62 BASIC	
M	---	15°	---	15°
N	.020	.050	0.51	1.27

PIN CONFIGURATION

M Package (TOP VIEW): Pin 1 (GAIN SET), Pin 2 (OFFSET ADJUST), Pin 3 (OFFSET ADJUST), Pin 4 (GAIN SET), Pin 5 (+IN), Pin 6 (-V_{cc}), Pin 7 (COMMON), Pin 8 (OUTPUT), Pin 9 (+V_{cc}), Pin 10 (-IN).

G or P Package: Pin 1 (OUTPUT), Pin 2 (+V_{cc}), Pin 3 (-INPUT), Pin 4 (GAIN SENSE 1), Pin 5 (GAIN SET 1), Pin 6 (OFFSET ADJ.), Pin 7 (OFFSET ADJ.), Pin 8 (A1 OUTPUT), Pin 9 (A2 OUTPUT), Pin 10 (GAIN SET 2), Pin 11 (GAIN SENSE 2), Pin 12 (+INPUT), Pin 13 (-V_{cc}), Pin 14 (COMMON).

U Package: Pin 1 (OUTPUT), Pin 2 (+V_{cc}), Pin 3 (-INPUT), Pin 4 (GAIN SENSE 1), Pin 5 (GAIN SET 1), Pin 6 (OFFSET ADJ.), Pin 7 (OFFSET ADJ.), Pin 8 (NC), Pin 9 (NC), Pin 10 (A1 OUTPUT), Pin 11 (A2 OUTPUT), Pin 12 (GAIN SET 2), Pin 13 (GAIN SENSE 2), Pin 14 (+INPUT), Pin 15 (-V_{cc}), Pin 16 (COMMON).

The information provided herein is believed to be reliable; however, BURR-BROWN assumes no responsibility for inaccuracies or omissions. BURR-BROWN assumes no responsibility for the use of this information, and all use of such information shall be entirely at the user's own risk. Prices and specifications are subject to change without notice. No patent rights or licenses to any of the circuits described herein are implied or granted to any third party. BURR-BROWN does not authorize or warrant any BURR-BROWN product for use in life support devices and/or systems.

ORDERING INFORMATION

Model	Package	Temperature Range
INA101AG	Ceramic DIP	-25°C to +85°C
INA101CG	Ceramic DIP	-25°C to +85°C
INA101AM	Metal TO-100	-25°C to +85°C
INA101CM	Metal TO-100	-25°C to +85°C
INA101HP	Plastic DIP	0°C to +70°C
INA101KU	Plastic SOIC	0°C to +70°C
INA101SG	Ceramic DIP	-55°C to +125°C
INA101SM	Metal TO-100	-55°C to +125°C

BURN-IN SCREENING OPTION

See text for details.

Model	Package	Burn-In Temp. (160h) ⁽¹⁾
INA101AG-BI	Ceramic DIP	125°C
INA101CG-BI	Ceramic DIP	+125°C
INA101AM-BI	Metal TO-100	+125°C
INA101CM-BI	Metal TO-100	+125°C
INA101HP-BI	Plastic DIP	+85°C
INA101KU-BI	Plastic SOIC	+85°C
INA101SG-BI	Ceramic DIP	+125°C
INA101SM-BI	Metal TO-100	+125°C

NOTE: (1) Or equivalent combination. See text.

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Supply	±20V
Internal Power Dissipation	600mW
Input Voltage Range	±V _{CC}
Operating Temperature Range M, G	-55°C to +125°C
P, U	-25°C to +85°C
Storage Temperature Range: M, G	-65°C to +150°C
P, U	-40°C to +85°C
Lead Temperature (soldering, 10s) M, G, P	+300°C
Lead Temperature (wave soldering, 3s) U	+260°C
Output Short-Circuit Duration	Continuous to ground

BURN-IN SCREENING

Burn-in screening is an option available for both the plastic- and ceramic-packaged INA101. Burn-in duration is 160 hours at the temperature shown below (or equivalent combination of time and temperature).

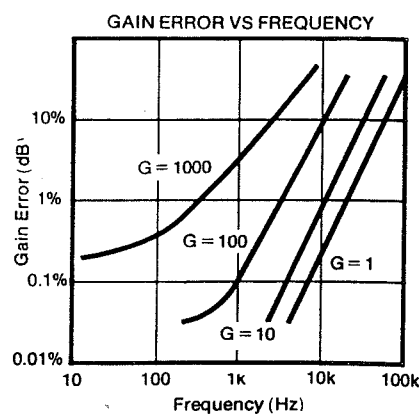
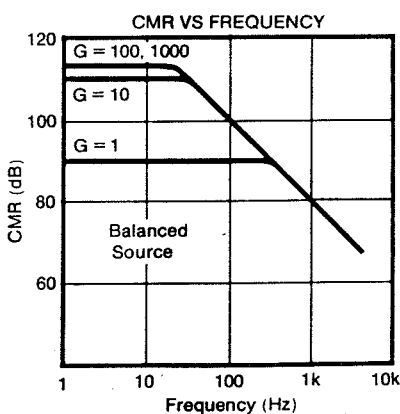
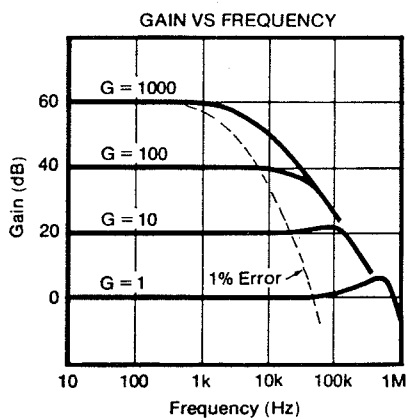
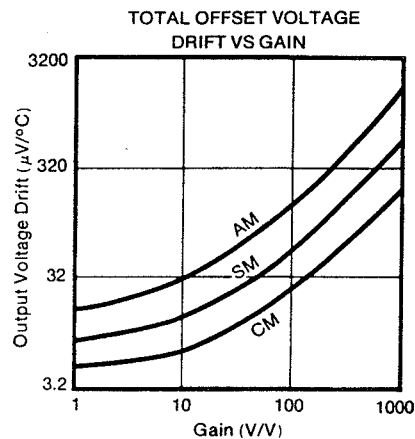
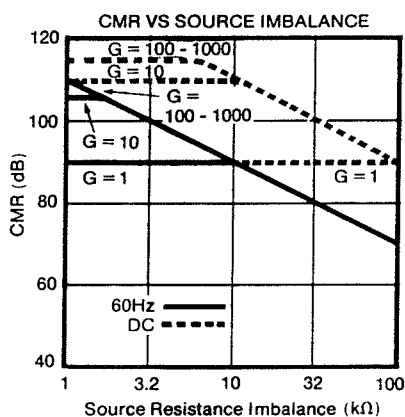
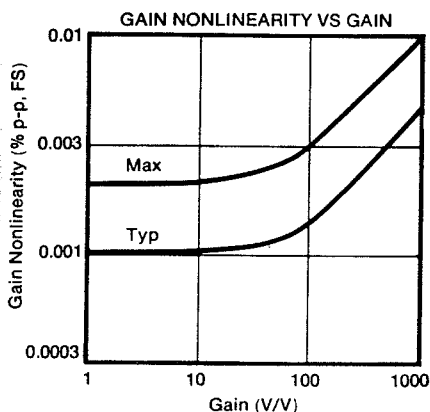
Plastic "-BI" models: +85°C

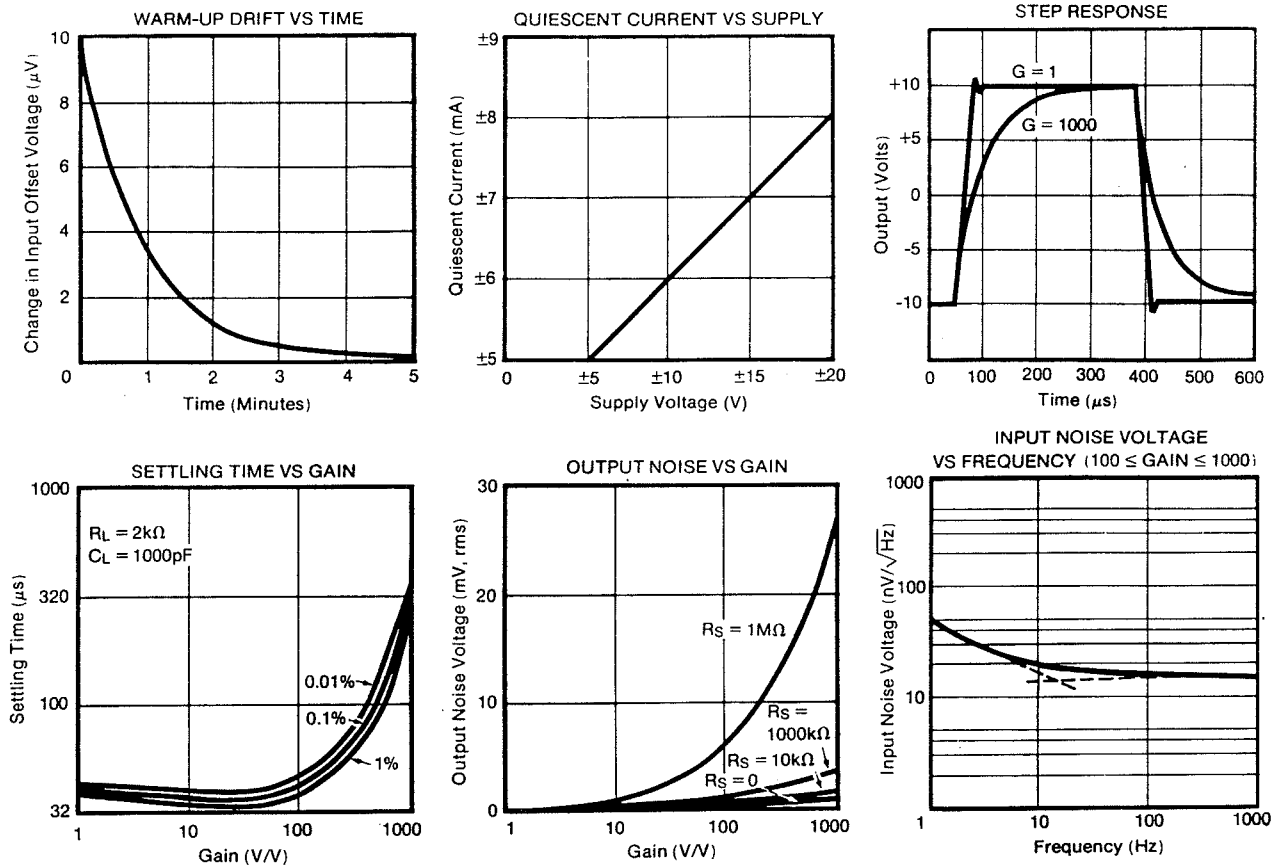
Ceramic "-BI" models: +125°C

All units are tested after burn-in to ensure that grade specifications are met. To order burn-in, add "-BI" to the base model number.

TYPICAL PERFORMANCE CURVES

At +25°C and in circuit of Figure 2 unless otherwise noted.





DISCUSSION OF PERFORMANCE

INSTRUMENTATION AMPLIFIERS

Instrumentation amplifiers are differential input closed-loop gain blocks whose committed circuit accurately amplifies the voltage applied to their inputs. They respond only to the difference between the two input signals and exhibit extremely-high input impedance, both differentially and common-mode. Feedback networks are packaged within the amplifier module. Only one external gain setting resistor must be added. An operational amplifier, on the other hand, is an open-loop,

uncommitted device that requires external networks to close the loop. While op amps can be used to achieve the same basic function as instrumentation amplifiers, it is very difficult to reach the same level of performance. Using op amps often leads to design trade-offs when it is necessary to amplify low level signals in the presence of common-mode voltages while maintaining high input impedances. Figure 1 shows a simplified model of an instrumentation amplifier that eliminates most of the problems.

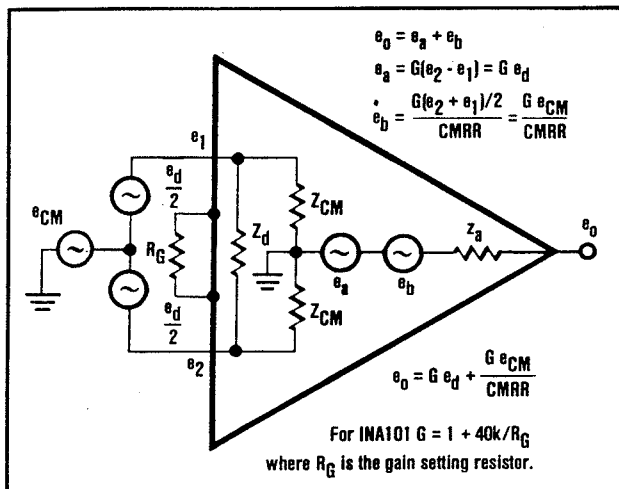


FIGURE 1. Model of an Instrumentation Amplifier.

THE INA101

Simplified schematics of the INA101 are shown on the first page. It is a three-amplifier device which provides all the desirable characteristics of a premium performance instrumentation amplifier. In addition, it has features not normally found in integrated circuit instrumentation amplifiers.

The input section (A1 and A2) incorporates high performance, low drift amplifier circuitry. The amplifiers are connected in the noninverting configuration to provide the high input impedance ($10^{10}\Omega$) desirable in the instrumentation amplifier function. The offset voltage and offset voltage versus temperature is low due to the monolithic design and improved even further by the state-of-the-art laser-trimming techniques.

The output section (A3) is connected in a unity-gain difference amplifier configuration. A critical part of this stage is the matching of the four 10kΩ resistors which provide the difference function. These resistors must be initially well matched and the matching must be maintained over temperature and time in order to retain excellent common-mode rejection. (The 106dB minimum at 60Hz for gains greater than 100V/V is a significant improvement compared to most other integrated circuit instrumentation amplifiers.)

All of the internal resistors are compatible thin-film nichrome formed with the integrated circuit. The critical resistors are laser-trimmed to provide the desired high gain accuracy and common-mode rejection. Nichrome ensures long-term stability of trimmed resistors and simultaneous achievement of excellent TCR and TCR tracking. This provides gain accuracy and common-mode rejection when the INA101 is operated over wide temperature ranges.

USING THE INA101

Figure 2 shows the simplest configuration of the INA101. The gain is set by the external resistor, R_G with a gain equation of $G = 1 + (40k/R_G)$. The reference and TCR of R_G contribute directly to the gain accuracy and drift.

For gains greater than unity, resistor R_G is connected externally between pins 1 and 4. At high gains where the value of R_G becomes small, additional resistance (i.e.,

relays, sockets) in the R_G circuit will contribute to a gain error. Care should be taken to minimize this effect.

The optional offset null capability is shown in Figure 2. The adjustment affects only the input stage component of the offset voltage. Thus, the null condition will be disturbed when the gain is changed. Also, the input drift will be affected by approximately 0.31μV/°C per 100μV of input offset voltage that is trimmed. Therefore, care should be taken when considering use of the control for removal of other sources of offset. Output offsetting can be accomplished in Figure 3 by applying a voltage to Common (pin 7) through a buffer amplifier. This limits the resistance in series with pin 7 to minimize CMR error. Resistance above 0.1Ω will cause the common-mode rejection to fall below 106dB. Be certain to keep this resistance low.

It is important to not exceed the input amplifiers' dynamic range. The amplified differential input signal and its associated common-mode voltage should not cause the output of A₁ or A₂ to exceed approximately ±10V or nonlinear operation will result.

BASIC CIRCUIT CONNECTION

The basic circuit connection for the INA101 is shown in Figure 2. The output voltage is a function of the differential input voltage times the gain.

OPTIONAL OFFSET ADJUSTMENT PROCEDURE

It is frequently desirable to null the input component of offset (Figure 2) and occasionally that of the output (Figure 3). The quality of the potentiometer will affect the results, therefore, choose one with good temperature and mechanical-resistance stability. The procedure is as follows:

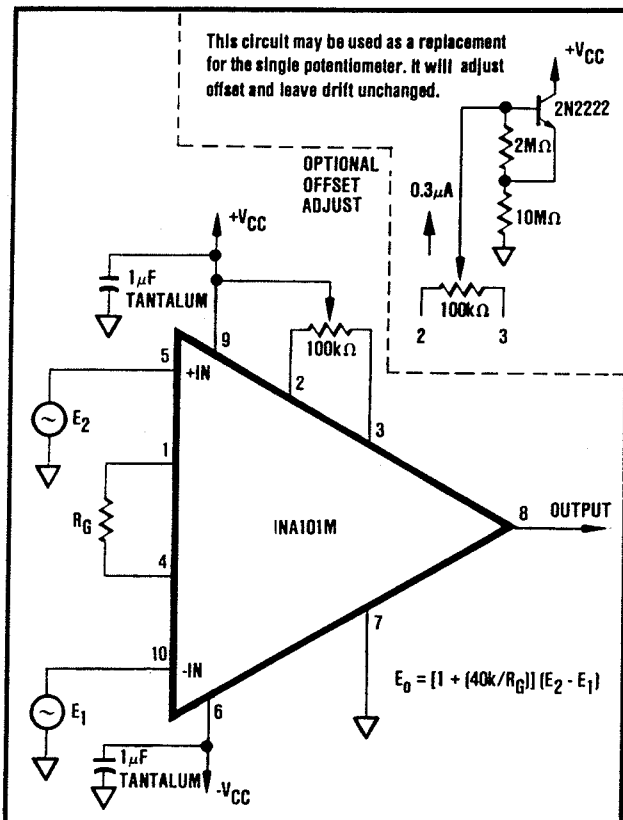


FIGURE 2. Basic Circuit Connection for the INA101 Including Optional Input Offset Null Potentiometer.

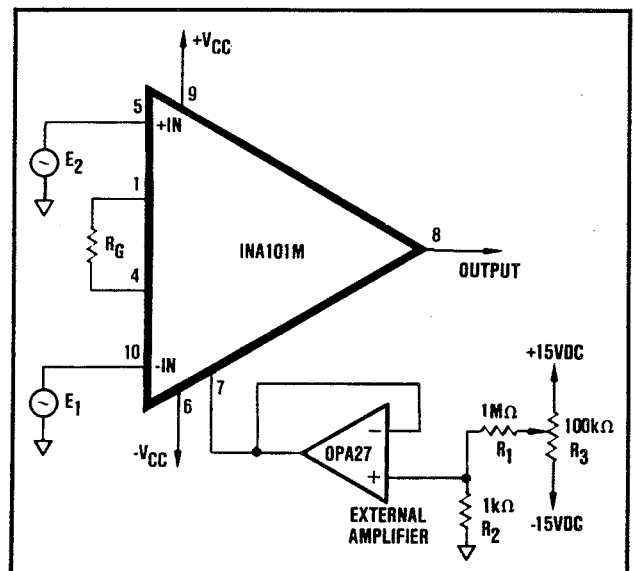


FIGURE 3. Optional Output Offset Nulling or Offsetting Using External Amplifier (Low Impedance to Pin 7).

1. Set $E_1 = E_2 = 0V$ (be sure a good ground return path exists to the input).
2. Set the gain to the desired value by choosing R_G .
3. Adjust to $100k\Omega$ potentiometer in Figure 2 until the output reads $0V \pm 1mV$ or desired setting. Note that the offset will change when the gain is changed. If the output component of offset is to be removed or if it is desired to establish an intentional offset, adjust the $100k\Omega$ potentiometer in Figure 3 until the output reads $0V \pm 1mV$ or desired setting. Note that the offset will not change with gain, but be sure to use a stable external amplifier with good DC characteristics. The range of adjustment is $\pm 15mV$ as shown. For larger ranges change the ratio of R_1 to R_2 .

THERMAL EFFECTS ON OFFSET

To maintain specified offset performance, especially in high gain, prevent air currents from circulating around the input pins. This can be done by using a skirted heat

sink on the INA101M package. Rapid changes in die temperature and thermocouple effects on the pins will then be minimized. Surrounding the package with low power components will also help to reduce air flow across the package and pins.

TYPICAL APPLICATIONS

Many applications of instrumentation amplifiers involve the amplification of low level differential signals from bridges and transducers such as strain gages, thermocouples, and RTD's. Some of the important parameters include common-mode rejection (differential cancellation of common-mode offset and noise, see Figure 1), input impedance, offset voltage and drift, gain accuracy, linearity, and noise. The INA101 accomplishes all of these with high precision.

Figures 4 through 16 show some typical applications circuits.

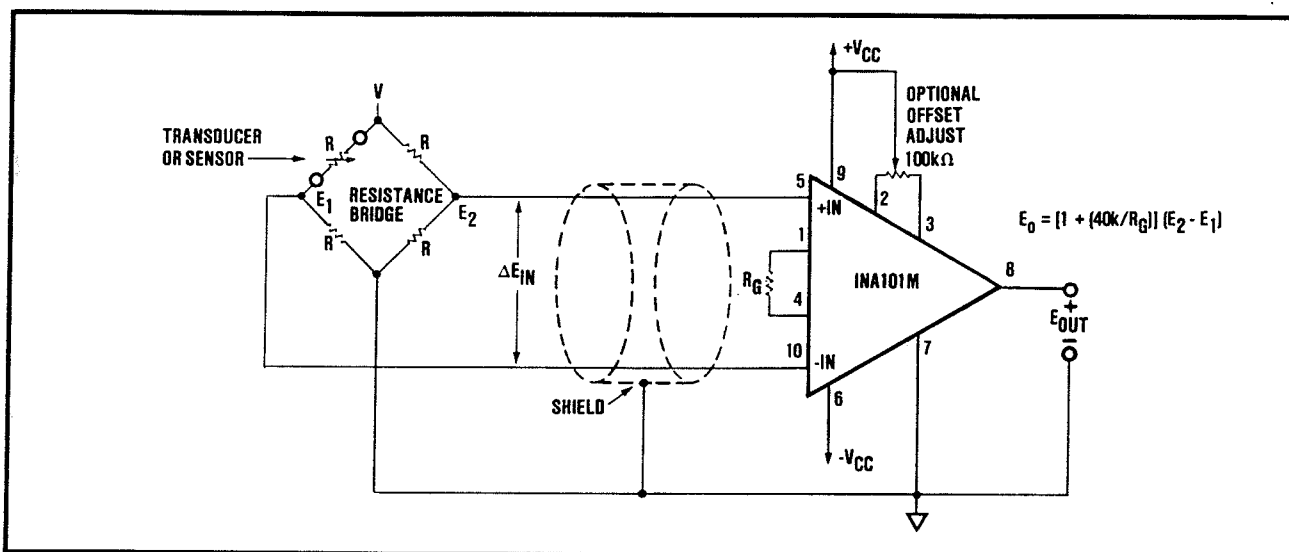


FIGURE 4. Amplification of a Differential Voltage from a Resistance Bridge.

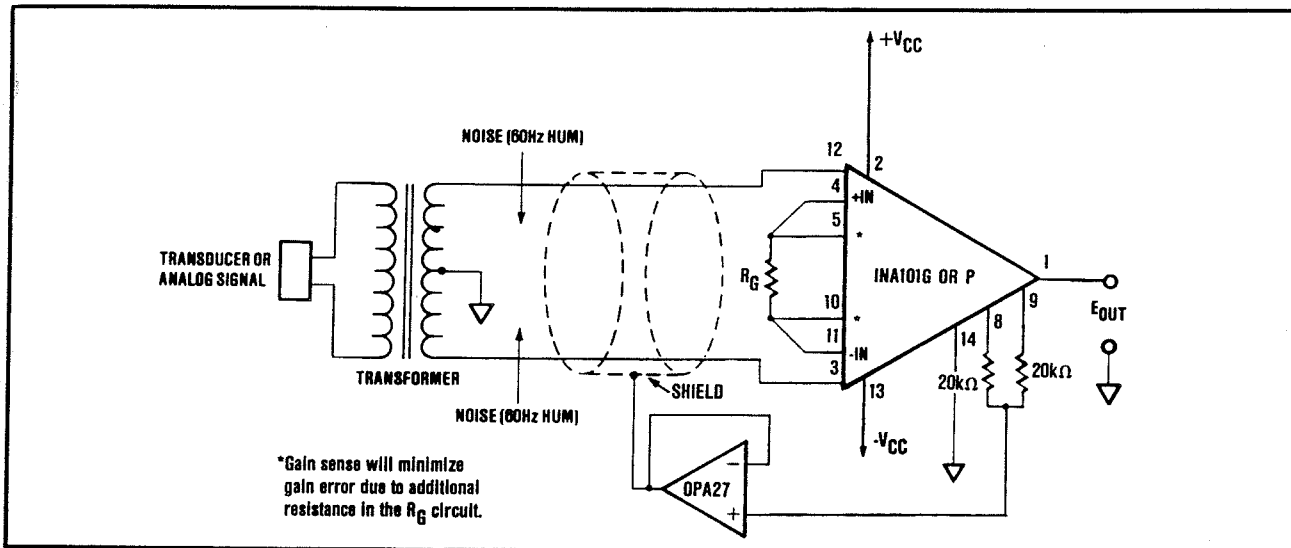


FIGURE 5. Amplification of a Transformer-Coupled Analog Signal.

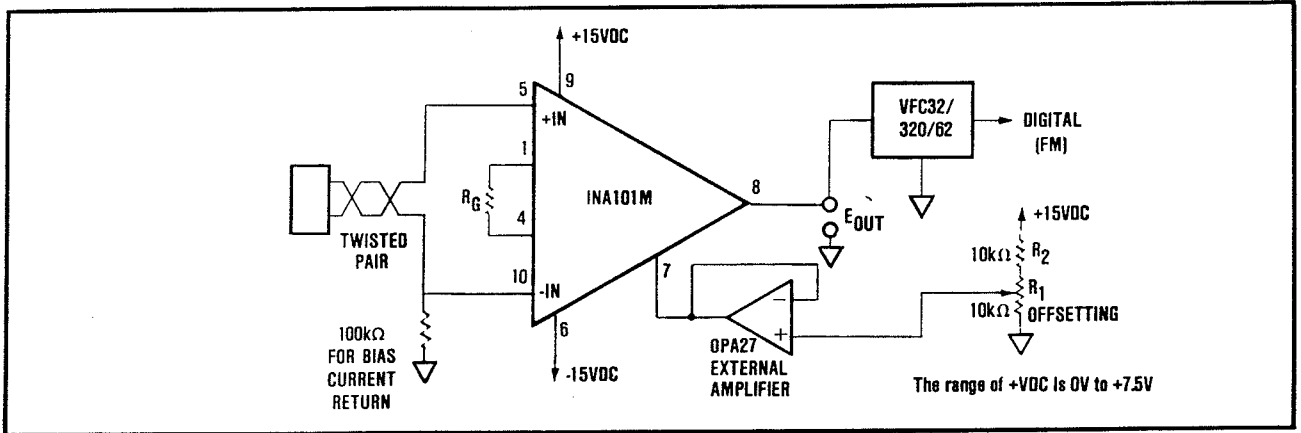


FIGURE 6. Output Offsetting Used to Introduce a DC Voltage for Use with a Voltage-to-Frequency Converter.

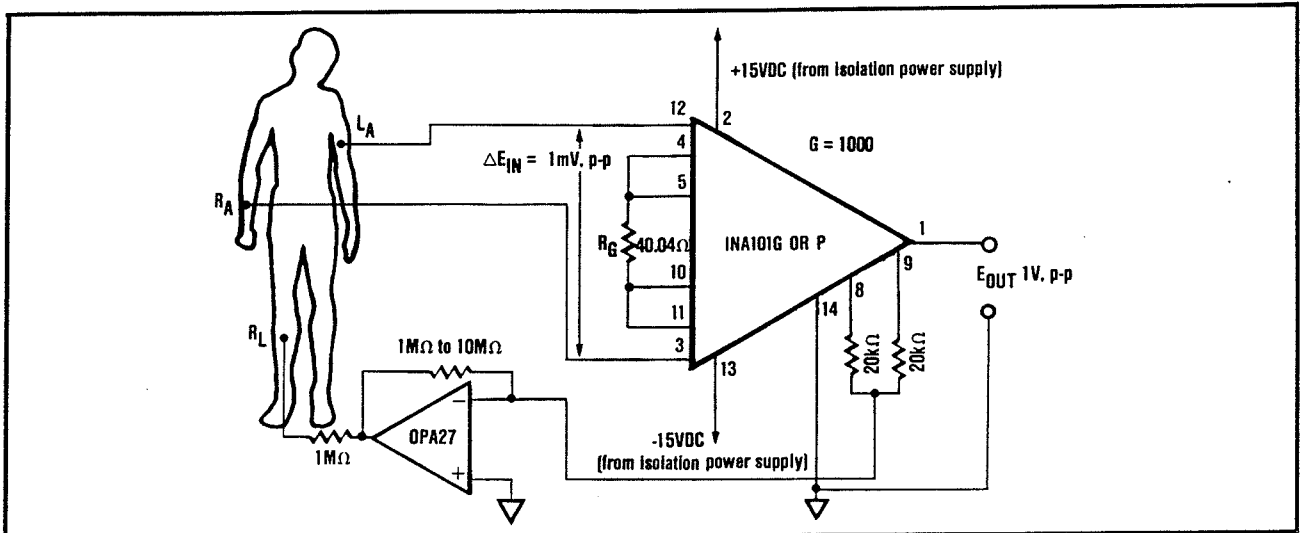


FIGURE 7. ECG Amplifier or Recorder Preamp for Biological Signals.

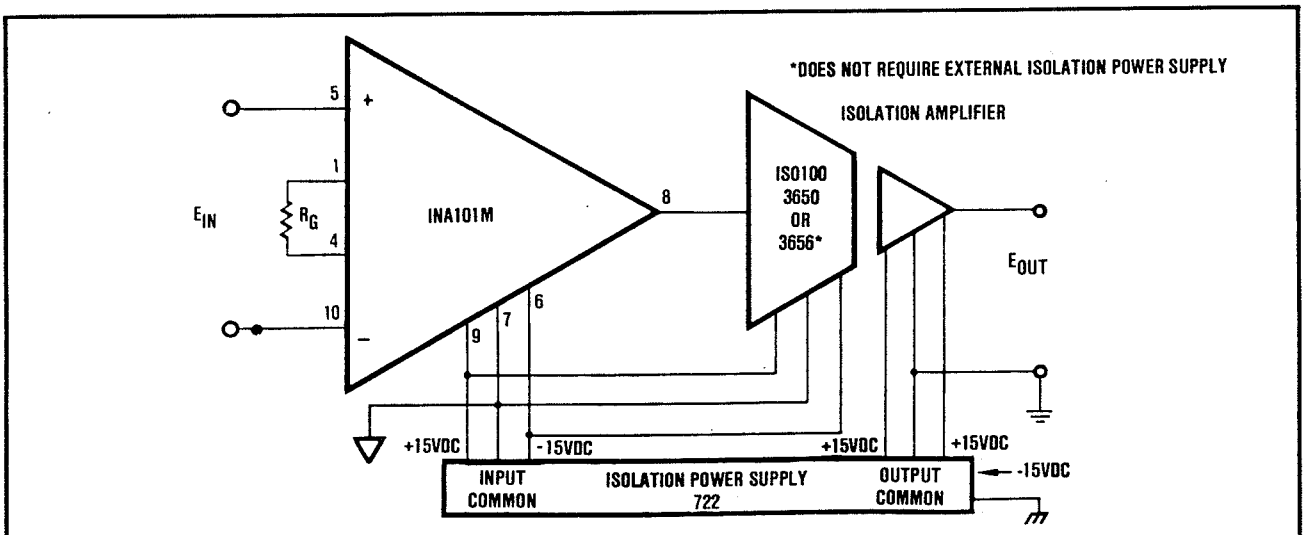


FIGURE 8. Precision Isolated Instrumentation Amplifier.

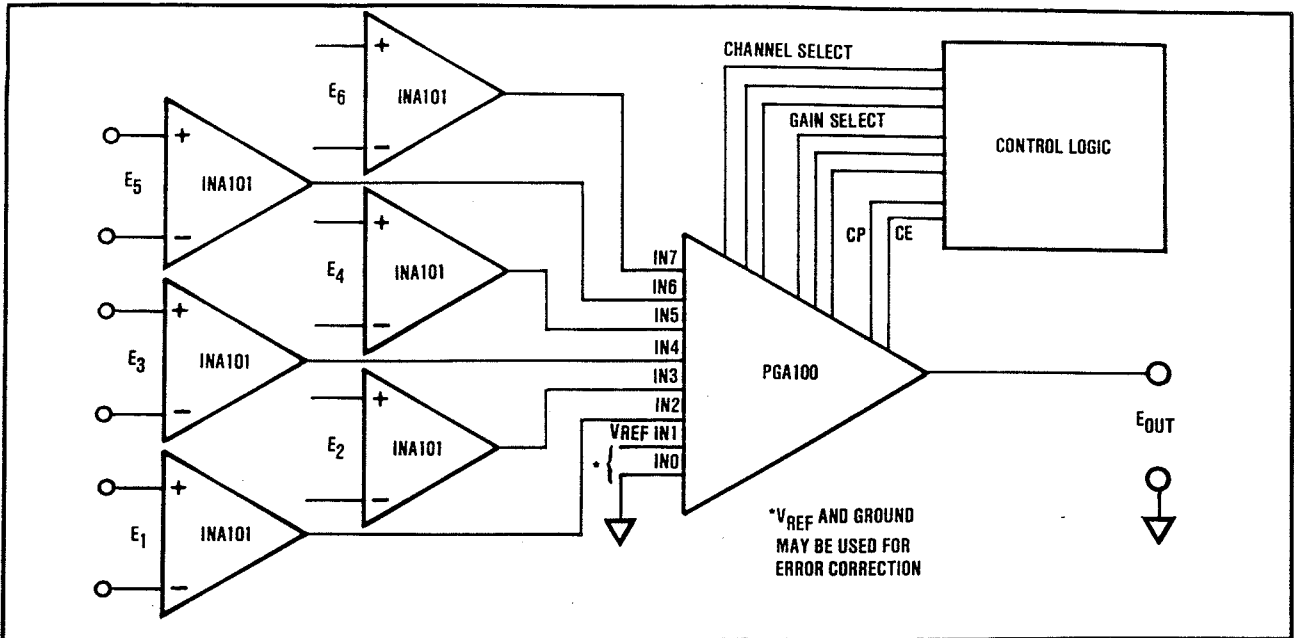


FIGURE 9. Multiple Channel Precision Instrumentation Amplifier.

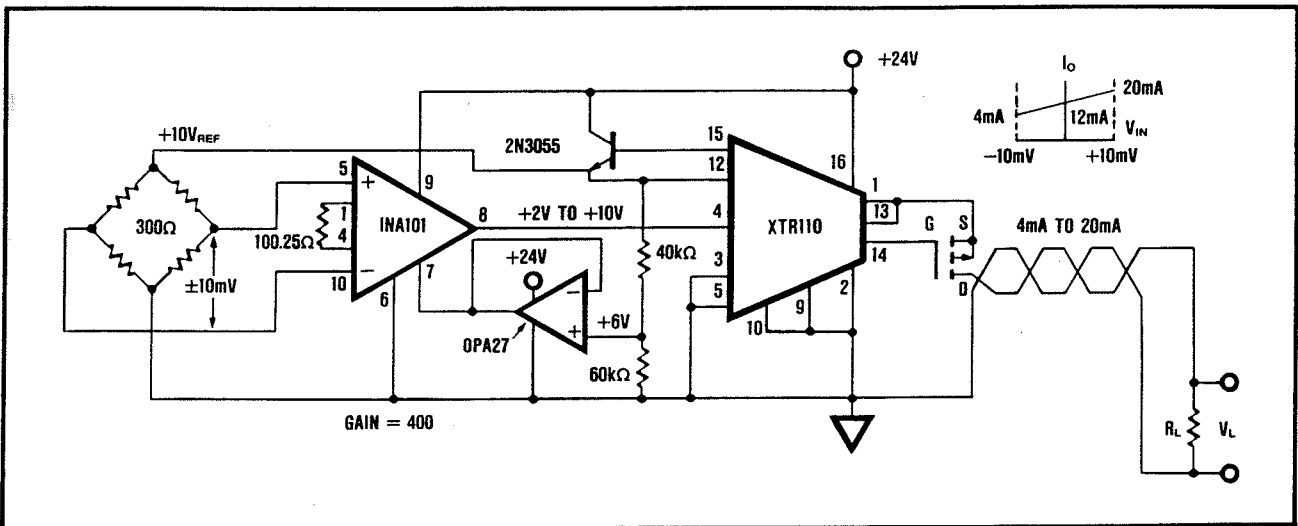


FIGURE 10. 4mA to 20mA Bridge Transmitter Using Single Supply Instrumentation Amplifier.

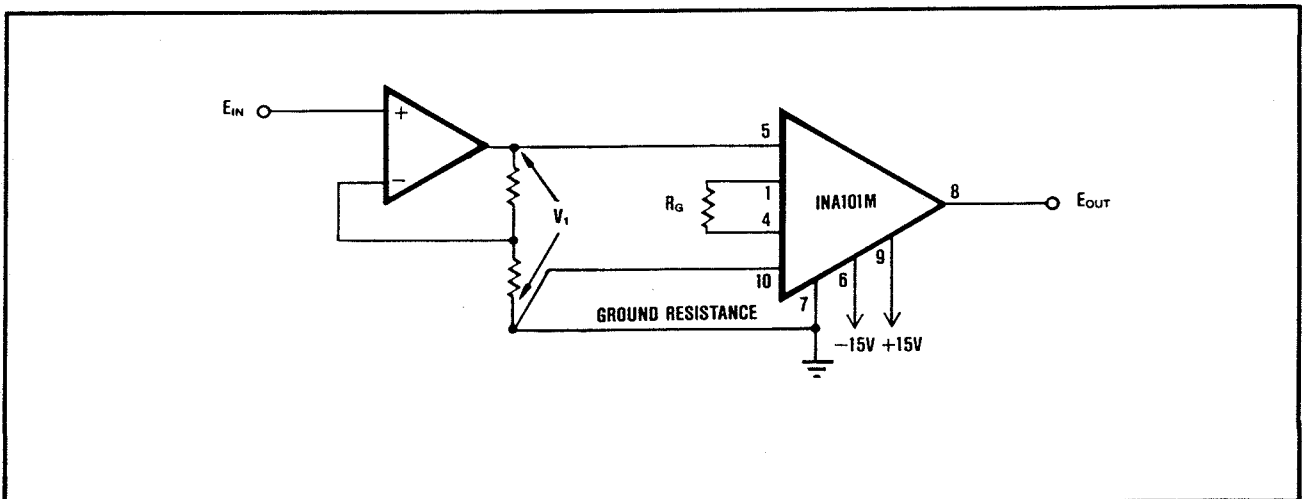


FIGURE 11. Ground Resistance Loop Eliminator (INA101 senses and amplifies V_1 accurately).

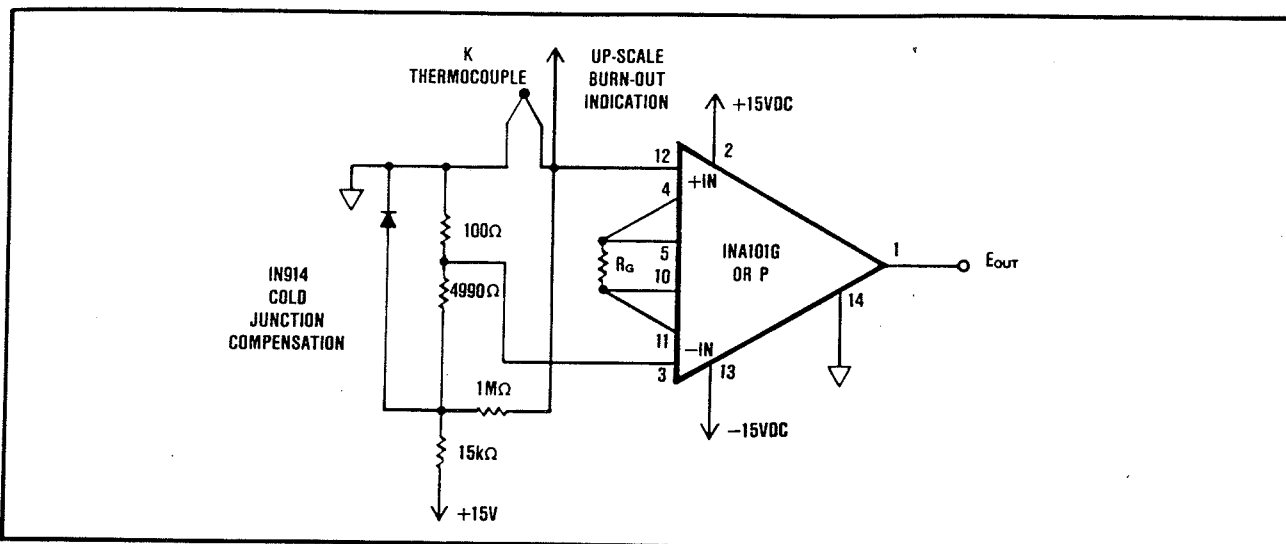


FIGURE 12. Thermocouple Amplifier with Cold Junction Compensation.

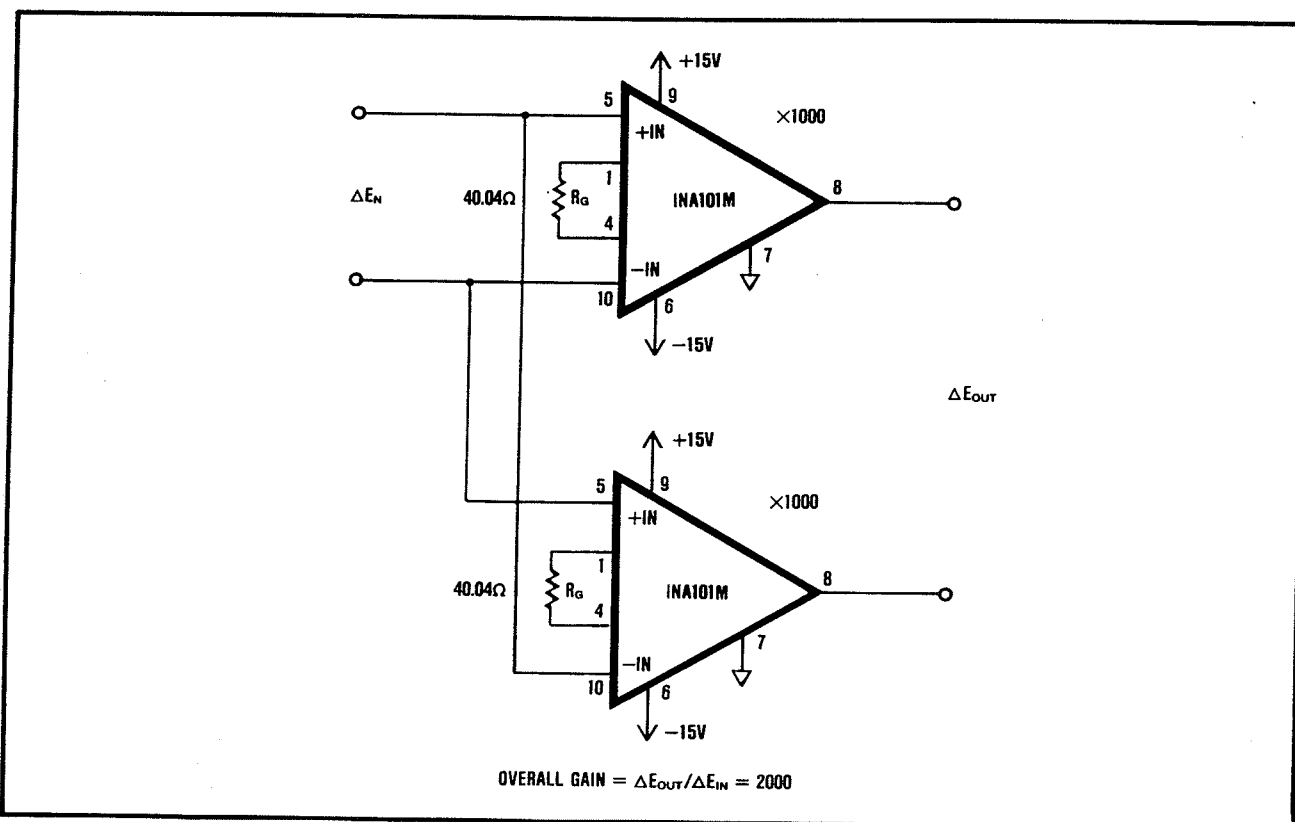


FIGURE 13. Differential Input/Differential Output Amplifier (twice the gain of one INA).

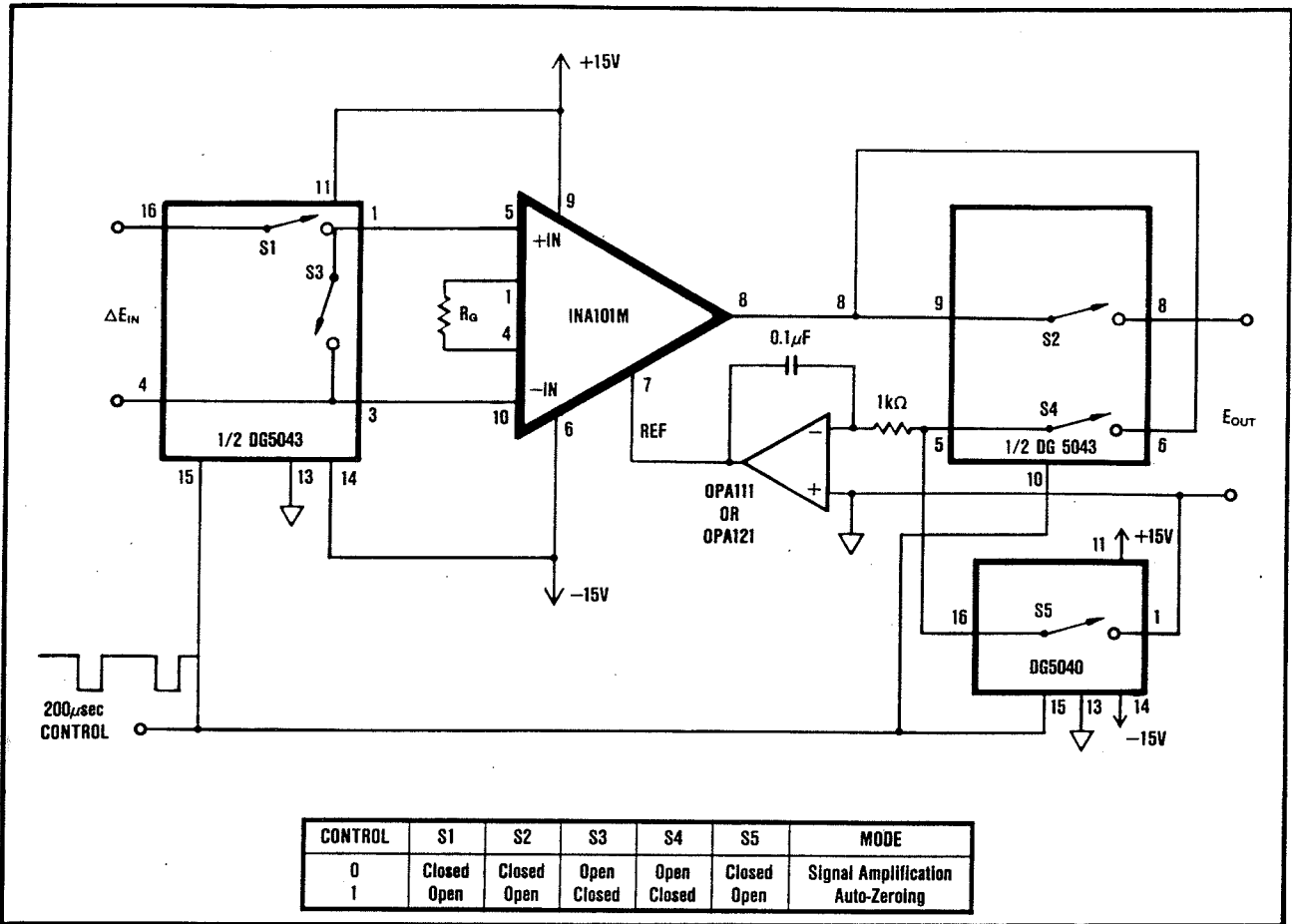


FIGURE 14. Auto-Zeroing Instrumentation Amplifier Circuit.

Abbildungsverzeichnis

- Abb. 2.1: Teilleitfähigkeiten in $ZrO_2 + 10 \text{ Mol-}\% Y_2O_3$ als Funktion des Sauerstoffpartialdrucks bei verschiedenen Temperaturen 6
- Abb. 2.2: Prinzipbild einer Sauerstoff Lambda-Sonde. . 10
- Abb. 2.3: Ausgangsspannung einer Lambda-Sonde in Abhängigkeit vom normalisierten Luft/ Brennstoffverhältnis λ 11
- Abb. 2.4: HC-, CO-, und NO_x-Konzentrationen vor und hinter einem Einbettkatalysator (NO_x- Bett) in Abhängigkeit vom normierten Luft / Brennstoffverhältnis λ 12
- Abb. 2.5: Prinzipdarstellung eines katalytischen Abgasreinigungssystems mit geschlossenem Regelkreis (VW - Bosch) 12
- Abb. 2.6: Schnittbild einer Magersonde mit typischem Spannungsverlauf in Abhängigkeit von λ 13
- Abb. 3.1: Dekodierlogik auf der Schnittstellenkarte. 17
- Abb. 3.2: Pegelumsetzer und LED - Treiber auf der Interfacekarte 18
- Abb. 4.1: Blockschaltbild der Meßverstärkerkarte 19
- Abb. 4.2: Blockschaltbild der Oszillatorgruppe 21
- Abb. 4.3: Wienbrückenoszillator mit Amplitudenregelung 22
- Abb. 4.4: Präzisionsgleichrichter 23
- Abb. 4.5: Tiefpaß und PI-Regler 24
- Abb. 4.6: Verstärkung und Phasengang des Regelkreises in Abhängigkeit von der Frequenz 24
- Abb. 4.7: Spannungsgesteuerte Stromquelle 25
- Abb. 4.8: Offsetkorrektur und Instrumentenverstärker mit aktiver Abschirmung ... 27
- Abb. 4.9: Aktives Tiefpaßfilter zweiter Ordnung mit Einfachmitkopplung und gleichen frequenzbestimmenden Bauelementen 28
- Abb. 4.10: Eingangsfiler des Gleichspannungszeigs: kritisch gedämpfter Tiefpaß zweiter Ordnung 29
- Abb. 4.11: Eingangsfiler des Wechselspannungszeiges: Hochpaß vierter Ordnung mit Butterworthcharakteristik und Tiefpaß zweiter Ordnung 30
- Abb. 4.12: Ausgangsstufe des Gleichspannungsverstärkers mit Tiefpaßcharakteristik 31
- Abb. 4.13: Umschaltbarer Verstärker des Gleichstromzeiges 32
- Abb. 4.14: Dekoder und Treiberschaltung zur Ansteuerung der Analogschalter im programmierbaren DC-Verstärker 33
- Abb. 4.15: Treiberschaltung für Leuchtdioden 34
- Abb. 4.16: Präzisionsgleichrichter mit Bandpaßcharakter 35
- Abb. 4.17: Spannungsversorgung für alle Baugruppen 36
- Abb. 4.18: Entkopplung der Funktionsgruppen auf der Meßverstärkerplatine ... 37
- Abb. 5.1: Sprungantwort einer PT2-Strecke im aperiodischen Grenzfall 40
- Abb. 5.2: Sample & Hold - Stufe und Ansteuerlogik auf der PI-Reglerkarte 42
- Abb. 5.3: Schaltung des PI-Reglers 43
- Abb. 5.4: Referenzspannungserzeugung auf der PI-Regler-Karte 45

Abbildungsverzeichnis

Abb. 6.1: Meßaufbau zur Kalibrierung der Bosch Lambda-Sonde 52

Abb. 6.2: Thermischer Offset der Lambda-Sonde 53

Abb. 6.3: EMK der Bosch Lambda-Sonde in Abhängigkeit vom Sauerstoffpartialdruck bei $T_m = 880 \text{ K}$ 59

Abb. 7.1 Schnittbild der entwickelten potentiometrischen Sauerstoffsonde .. 62

Abb. 7.2: EMK der eigenkonstruierten Sonde in Abhängigkeit vom Sauerstoffpartialdruck bei $T = 835 \text{ K}$. 64