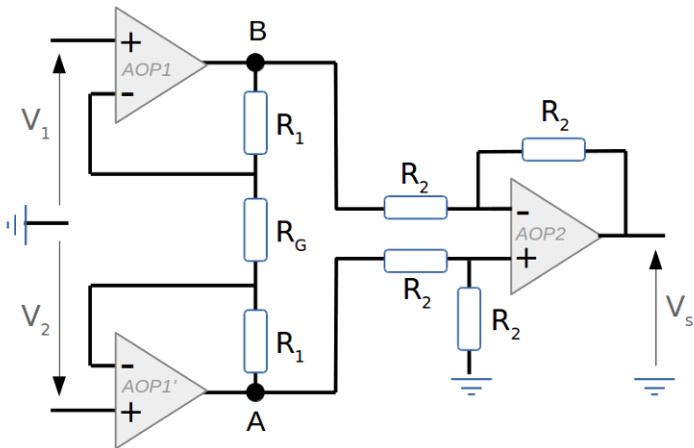


Calculatrice autorisée. Fiche recto-verso autorisée. Tout autre document interdit.

Les 2 exercices sont indépendants. Les parties A et B doivent être rendues sur des copies séparées.

1. Amplificateur différentiel (5 points)

On propose d'étudier ce montage, qui correspond à l'architecture interne d'un **amplificateur d'instrumentation** (de type INA111 par exemple).



1 (1,00) - Donner l'expression de V_S en fonction de V_A et V_B (les potentiels aux points A et B).

2 (1,00) - Donner l'expression de la différence $V_A - V_B$ en fonction de la différence $V_1 - V_2$.

3 (0,50) - Que vaut alors V_S en fonction de la différence $V_1 - V_2$? Mettre cette expression sous la forme : $V_S = g \cdot (V_1 - V_2)$. Donner l'expression de g .

4 (0,50) - D'après la documentation constructeur de l'INA111 (fournie en annexe), à quel potentiel faut-il relier la broche REF pour obtenir le montage proposé précédemment? Que vaut le gain g si la résistance R_G n'est pas reliée? Quel est le courant maximal disponible en sortie de l'INA111?

5 (1,00) - On connecte à présent un capteur entre V_1 et V_2 qui a une sensibilité $S = 400 \mu\text{V}/^\circ\text{C}$.

a De quel type est ce capteur?

b Quel est alors la sensibilité du montage complet?

c Quelle valeur faut-il donner à R_G pour obtenir une sensibilité de $100 \text{ mV}/^\circ\text{C}$ pour le montage complet?

d Quelle est alors la valeur maximale de température que l'on pourra relever à l'aide de ce montage, pour une alimentation de $V_{CC} = 15 \text{ V}$?

6 (1,00) - On souhaite connecter en sortie une LED de type TSAL6100 (*documentation technique* fournie en annexe) pour transmettre l'information à un récepteur.

a Quelle est la longueur d'onde d'émission de cette LED? A quelle partie du spectre correspond-elle? Quel est le courant maximal admissible par cette LED?

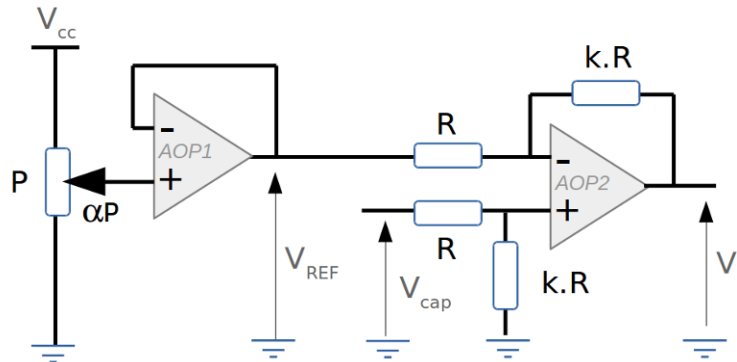
b Peut-on l'utiliser dans ces conditions directement en sortie de l'INA111?

c On souhaite obtenir un courant maximal de 20 mA dans la LED. Proposer une valeur de résistance à mettre en série avec cette dernière.

d Quelle sera la valeur minimale de température que l'on pourra alors transmettre par ce montage? La valeur maximale?

2. Capteur et mise en forme (8 points)

On se propose d'étudier un **capteur de force** et son système de **mise en forme**. Voici le montage utilisé pour mettre en forme le signal provenant du capteur :



1 (0,5) - Quel est le mode de fonctionnement des deux amplificateurs opérationnels (AOP 1 et 2) ?

2 (1,0) - AOP 1 - Quel est le montage utilisé autour de l'AOP 1 ? Quel est son intérêt ? Que vaut V_{REF} en fonction de α (réglage du potentiomètre P) et de V_{CC} ?

3 (1,5) - AOP 2 - Donner la relation entre V_S , V_{CAP} et V_{REF} .

4 (0,5) - Les AOP sont alimentés en symétrique entre $+V_{CC}$ et $-V_{CC}$. Quelle est la différence maximale entre V_{CAP} et V_{REF} que l'on peut mesurer à l'aide de ce système ? On choisira $V_{CC} = 15$ V pour les applications numériques.

5 - On associe à ce montage le **capteur de force** dont l'étendue de mesure est de 0 à 25 kN. Le point de fonctionnement initial est : $F_0 = 2$ kN, $T_0 = 60$ °C. La tension de sortie est donnée par la relation suivante :

$$V_{cap} = 10^{-4} \cdot F \cdot (1 + 2 \cdot 10^{-3} \cdot (T - 20)) + 6 \cdot 10^{-11} \cdot F^2$$

où F est la force à mesurer, T la température en degré Celsius.

a (0,5) Ce capteur est-il linéaire ?

b (1,0) Quelle est la valeur de V_{cap} au point de fonctionnement ?

c (1,0) Calculer la sensibilité du capteur. Que vaut-elle au point de fonctionnement ?

6 - On connecte ce capteur au montage précédent.

a (0,75) Donner l'expression de la sensibilité du montage complet. Que doit valoir k pour que la sensibilité du montage soit de 1 V/kN au point de fonctionnement ?

b (0,25) Si la température descend de 20 °C, que devient cette sensibilité ?

c (0,25) Quelle valeur faut-il donner à V_{REF} pour que la caractéristique $V_S = h(F)$ passe par l'origine pour le point de fonctionnement ?

d (0,75) Pour une température de 60 °C quel est l'écart de linéarité maximal sur la plage de fonctionnement du capteur ? Que vaut la tension V_S pour une force de 25 kN ? Est-ce réalisable dans les conditions de fonctionnement proposées ?



INA111



High Speed FET-Input INSTRUMENTATION AMPLIFIER

FEATURES

- FET INPUT: $I_b = 20\text{pA max}$
- HIGH SPEED: $T_s = 4 \text{ s}$ ($G = 100, 0.01\%$)
- LOW OFFSET VOLTAGE: 500 V max
- LOW OFFSET VOLTAGE DRIFT: $5 \text{ V/}^\circ\text{C max}$
- HIGH COMMON-MODE REJECTION: 106dB min
- 8-PIN PLASTIC DIP, SOL-16 SOIC

APPLICATIONS

- MEDICAL INSTRUMENTATION
- DATA ACQUISITION

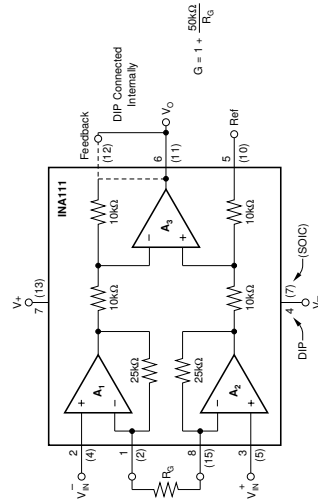
DESCRIPTION

The INA111 is a high speed, FET-input instrumentation amplifier offering excellent performance.

The INA111 uses a current-feedback topology providing extended bandwidth (2MHz at $G = 10$) and fast settling time (4 s to 0.01% at $G = 100$). A single external resistor sets any gain from 1 to over 1000.

Offset voltage and drift are laser trimmed for excellent DC accuracy. The INA111's FET inputs reduce input bias current to under 20pA, simplifying input filtering and limiting circuitry.

The INA111 is available in 8-pin plastic DIP, and SOL-16 surface-mount packages, specified for the -40°C to $+85^\circ\text{C}$ temperature range.



SPECIFICATIONS

ELECTRICAL

At $T_A = +25^\circ\text{C}$, $V_S = \pm 15\text{V}$, $R_I = 2\text{k}\Omega$, unless otherwise noted.

PARAMETER	CONDITIONS	INA111BP, BU			INA111AP, AU			UNITS
		MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX	
INPUT Offset Voltage, RTI Initial vs Power Supply Impedance, Differential Common-Mode Input Common-Mode Range Common-Mode Rejection	$T_A = +25^\circ\text{C}$ $V_S = V_{CM}$ to T_{MAX} $V_S = \pm 5\text{V}$ to $\pm 15\text{V}$ $V_{CM} = 0\text{V}$ $V_{CM} = \pm 10\text{V}$, $R_{IS} = 1\text{k}\Omega$ $G = 1$ $G = 10$ $G = 100$ $G = 1000$	± 10 80 90 96 110 115 106	$\pm 100 \pm 500/\text{G}$ $\pm 2 \pm 10/\text{G}$ $2 \pm 10/\text{G}$ $10^2 \parallel 6$ ± 12	$\pm 500 \pm 2000/\text{G}$ $\pm 5 \pm 100/\text{G}$ $30 \times 100/\text{G}$	$\pm 200 \pm 500/\text{G}$ $\pm 2 \pm 20/\text{G}$	$\pm 1000 \pm 5000/\text{G}$ $\pm 10 \pm 100/\text{G}$ *	V V/°C V/V $\Omega \parallel \text{pF}$ V	
BIAS CURRENT		± 2	± 20	± 20	*	pA		
OFFSET CURRENT		± 0.1	± 10	± 10	*	pA		
NOISE VOLTAGE, RTI $f = 100\text{Hz}$ $f = 1\text{kHz}$ $f = 10\text{kHz}$ Noise Current $I_b = 0.1\text{Hz}$ to 10Hz $f = 10\text{kHz}$	$G = 1000$, $R_{IS} = 0\Omega$				*	nV/√Hz nV/√Hz nV/√Hz V/p-p fA/√Hz		
GAIN Gain Equation Range of Gain Gain Error Gain vs Temperature 50kΩ Resistance ⁽¹⁾ Nonlinearity	$G = 1$, $R_3 = 10\text{k}\Omega$ $G = 10$, $R_3 = 10\text{k}\Omega$ $G = 100$, $R_3 = 10\text{k}\Omega$ $G = 1000$, $R_3 = 10\text{k}\Omega$ $G = 1$ $G = 1$ $G = 10$ $G = 100$ $G = 1000$	1	$1 + (50\text{k}\Omega/R_3)$ +0.01 -0.1 -0.15 -0.25 ± 1 ± 25 ± 0.005 -0.001 -0.001 -0.005	10/0.00 +0.02 -0.5 -0.5 ± 1 ± 10 ± 100 ± 0.005 ± 0.01 ± 0.01 ± 0.02	*	0.05 0.5 -0.7 -2 *	V/V V/V % % % ppm/°C % of FSR % of FSR % of FSR	
OUTPUT Voltage Load Capacitance Stability Short Circuit Current	$I_O = 5\text{mA}$, T_{MB} to T_{MAX}	± 11	± 12.7 1000 +30/-25		*	V pF mA		
FREQUENCY RESPONSE Bandwidth, -3dB	$G = 1$ $G = 10$ $G = 100$ $G = 1000$ $V_O = \pm 10\text{V}$, $G = 2$ to 100 $G = 1$ $G = 10$ $G = 100$ $G = 1000$ 50% Overdrive		2 2 450 17 2 2 4 30 1		*	MHz MHz MHz V/s s s s s s		
POWER SUPPLY Voltage Range Current	$V_{RS} = 0\text{V}$	± 6 ± 15 ± 5.3	± 18 ± 18 ± 18	± 18 ± 18 ± 18	*	V mA		
TEMPERATURE RANGE Specification Operating θ_{JA}		-40 -40	85 125	85 125	*	°C °C °C/W		

* Specification same as INA111BP.
NOTE: (1) Temperature coefficient of the "50kΩ" term in the gain equation.

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 in 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.



INA111

High Power Infrared Emitting Diode, 940 nm, GaAlAs, MQW

FEATURES

- Package type: leaded
- Package form: T-1 $\frac{1}{2}$
- Dimensions (in mm): \varnothing 5
- Peak wavelength: $\lambda_p = 940$ nm
- High reliability
- High radiant power
- High radiant intensity
- Angle of half intensity: $\phi = \pm 10^\circ$
- Low forward voltage
- Suitable for high pulse current operation
- Good spectral matching with Si photodetectors
- Material categorization: For definitions of compliance please see www.vishay.com/doc/799912

APPLICATIONS

- Infrared remote control units with high power requirements
- Free air transmission systems
- Infrared source for optical counters and card readers
- IR source for smoke detectors

DESCRIPTION

TSAL6100 is an infrared, 940 nm emitting diode in GaAlAs multi quantum well (MQW) technology with high radiant power and high speed molded in a blue-gray plastic package.



94-6109



RoHS
REACH
COMPLIANT
FREE
GREEN
(E-2009)

PRODUCT SUMMARY			
COMPONENT	I_f (mW/sr)	λ_p (nm)	t_r (ns)
TSAL6100	170	940	15

- Note**
- Test conditions see table "Basic Characteristics"
 - MOC: minimum order quantity

ORDERING INFORMATION		
ORDERING CODE	PACKAGING	REMARKS
TSAL6100	Bulk	MOC: 4000 pcs, 4000 pcs/bulk
		PACKAGE FORM T-1 $\frac{1}{2}$

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS ($T_{amb} = 25^\circ\text{C}$, unless otherwise specified)			
PARAMETER	SYMBOL	VALUE	UNIT
Reverse voltage	V_R	5	V
Forward current	I_F	100	mA
Peak forward current	I_{FM}	200	mA
Surge forward current	I_{FSM}	1.5	A
Power dissipation	P_V	160	mW
Junction temperature	T_J	100	$^\circ\text{C}$
Operating temperature range	T_{amb}	-40 to +85	$^\circ\text{C}$
Storage temperature range	T_{stg}	-40 to +100	$^\circ\text{C}$
Soldering temperature	T_{sd}	260	$^\circ\text{C}$
Thermal resistance junction/ambient	R_{thJA}	230	K/W

For technical questions, contact: emliteltechsupport@vishay.com
THIS DOCUMENT IS SUBJECT TO CHANGE WITHOUT NOTICE. THE PRODUCTS DESCRIBED HEREIN AND THIS DOCUMENT ARE SUBJECT TO SPECIFIC DISCLAIMERS, SET FORTH AT www.vishay.com/doc/21000

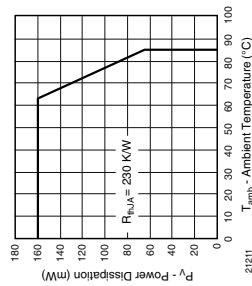


Fig. 1 - Power Dissipation Limit vs. Ambient Temperature

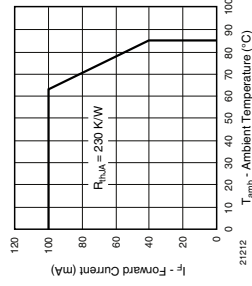


Fig. 2 - Forward Current Limit vs. Ambient Temperature

BASIC CHARACTERISTICS ($T_{amb} = 25^\circ\text{C}$, unless otherwise specified)						
PARAMETER	TEST CONDITION	SYMBOL	MIN.	TYP.	MAX.	UNIT
Forward voltage	$I_F = 100$ mA, $t_p = 20$ ms	V_F		1.35	1.6	V
Reverse voltage	$I_F = 1$ A, $t_p = 100$ μ s	V_R		2.2	3	V
Temperature coefficient of V_F	$I_F = 1$ mA	TK_{VF}		-1.8		mV/K
Reverse current	$V_R = 5$ V	I_R		40	10	μ A
Junction capacitance	$V_R = 0$ V, $f = 1$ MHz, $E = 0$	C_j		40		pF
Radiant intensity	$I_F = 100$ mA, $t_p = 20$ ms	I_e	80	170	400	mW/sr
Radiant power	$I_F = 1$ A, $t_p = 100$ μ s	P_e	650	1450		mW
Temperature coefficient of ϕ_e	$I_F = 100$ mA, $t_p = 20$ ms	ϕ_e		40		%/K
Angle of half intensity	$I_F = 20$ mA	TK_{ϕ_e}		-0.6		$^\circ$ /K
Peak wavelength	$I_F = 100$ mA	λ_p		$\phi \pm 10$		deg
Spectral bandwidth	$I_F = 100$ mA	$\Delta\lambda$		940		nm
Temperature coefficient of λ_p	$I_F = 100$ mA	TK_{λ_p}		30		nm/K
Rise time	$I_F = 100$ mA	t_r		15		ns
Fall time	$I_F = 100$ mA	t_f		15		ns

For technical questions, contact: emliteltechsupport@vishay.com
THIS DOCUMENT IS SUBJECT TO CHANGE WITHOUT NOTICE. THE PRODUCTS DESCRIBED HEREIN AND THIS DOCUMENT ARE SUBJECT TO SPECIFIC DISCLAIMERS, SET FORTH AT www.vishay.com/doc/21000

EXAMEN EITI/1A1S/Examen 2 – Partie B

A rendre sur feuille séparée

Conception d'un filtre actif analogique

On souhaite concevoir le filtre respectant le cahier des charges suivant :

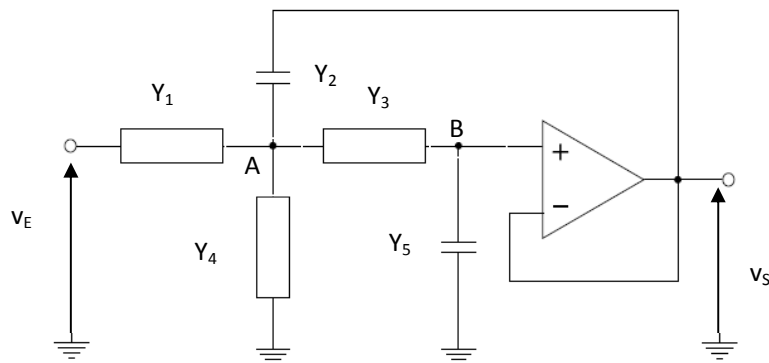
Les signaux doivent être atténués d'au maximum 1 dB jusqu'à 1 kHz. Le gain maximum dans la bande passante est de 0 dB. Au-delà de 6 kHz, les signaux doivent être atténués d'au moins 35 dB. On souhaite de plus avoir un gain le plus plat possible dans la bande passante.

I-Etude du gabarit (3 points)

- 1) Représentez le gabarit de ce filtre.
- 2) Quelle famille de filtres allez-vous utiliser ? Justifiez votre réponse.
- 3) Calculez l'ordre minimal de la fonction de transfert à réaliser.
- 4) Calculez la fréquence de coupure à -3 dB optimale qui permet à la fonction de transfert de passer « au milieu » du gabarit.
- 5) A partir des tables fournies en annexe, exprimez la fonction de transfert de ce filtre $T(j\omega)$.
- 6) Cette fonction de transfert s'exprime comme un produit de filtre(s) du premier ordre et du second ordre. Pour le(s) filtre(s) du second ordre, donnez la valeur du coefficient d'amortissement m .
- 7) Tracez le diagramme de Bode en amplitude de ce filtre.

II-Réalisation expérimentale du filtre (4 points)

On propose de réaliser la fonction de transfert de la question I-5) à partir de la cellule suivante :



NB : les Y_i sont des admittances (c'est-à-dire les inverses des impédances complexes).

L'ALI (Amplificateur Linéaire Intégré) est supposé idéal et fonctionne en régime linéaire.

- 1) Exprimez v_B en fonction de v_S .
- 2) Exprimez v_A en fonction de v_S uniquement.
- 3) Exprimez v_A en fonction de v_S et v_E .

- 4) Calculez la fonction de transfert v_s/v_E en fonction des Y_i .
- 5) On choisit les composants suivants : Y_1, Y_4 et Y_3 sont des résistances de même valeur R . Y_2 et Y_5 sont des condensateurs de capacités respectives C_2 et C_5 .
Donnez le comportement asymptotique de ce circuit en basses et hautes fréquences. De quel type de filtre s'agit-il ?
- 6) Exprimez la fonction de transfert de ce circuit sous la forme suivante :

$$T_2(j\omega) = \frac{K}{1 + 2mj \frac{\omega}{\omega_c} - \left(\frac{\omega}{\omega_c}\right)^2}$$

Vous préciserez la valeur de K ainsi que les expressions de m et ω_c en fonction des composants.

- 7) Que doit valoir le rapport C_5/C_2 pour que ce circuit puisse être utilisé pour réaliser la fonction de transfert de la question I-5) ?
- 8) Proposez des valeurs pour les composants R, C_2 et C_5 .
- 9) Représentez un circuit complet permettant de réaliser le filtre étudié dans la première partie.

Annexe

Quelques polynômes de Butterworth :

n	$P(s)$
1	$(1 + s)$
2	$(1 + 1.414s + s^2)$
3	$(1 + s)(1 + 1.000s + s^2)$
4	$(1 + 1.848s + s^2)(1 + 0.765s + s^2)$
5	$(1 + s)(1 + 1.618s + s^2)(1 + 0.618s + s^2)$
6	$(1 + 1.932s + s^2)(1 + 1.414s + s^2)(1 + 0.518s + s^2)$
7	$(1 + s)(1 + 1.802s + s^2)(1 + 1.247s + s^2)(1 + 0.445s + s^2)$

Quelques polynômes de Chebychev :

n	$P(r)$ pour $r = 0.5 \text{ dB} = 1.059$ ou $\epsilon = 0.3493$	$P(r)$ pour $r = 1.0 \text{ dB} = 1.122$ ou $\epsilon = 0.5089$
1	$(1 + 0.349r)$	$(1 + 0.509r)$
2	$(1 + 0.940r + 0.659r^2)$	$(1 + 0.996r + 0.907r^2)$
3	$(1 + 1.596r)(1 + 0.548r + 0.875r^2)$	$(1 + 2.024r)(1 + 0.497r + 1.006r^2)$
4	$(1 + 2.376r + 2.806r^2)(1 + 0.330r + 0.940r^2)$	$(1 + 2.411r + 3.579r^2)(1 + 0.283r + 1.014r^2)$
5	$(1 + 2.760r)(1 + 1.230r + 2.097r^2)(1 + 0.216r + 0.965r^2)$	$(1 + 3.454r)(1 + 1.091r + 2.329r^2)(1 + 0.181r + 1.012r^2)$
6	$(1 + 3.692r + 6.370r^2)(1 + 0.719r + 1.695r^2)(1 + 0.152r + 0.977r^2)$	$(1 + 3.722r + 8.019r^2)(1 + 0.609r + 1.793r^2)(1 + 0.126r + 1.009r^2)$
7	$(1 + 3.904r)(1 + 1.818r + 3.939r^2)(1 + 0.472r + 1.477r^2)(1 + 0.112r + 0.984r^2)$	$(1 + 4.868r)(1 + 1.606r + 4.339r^2)(1 + 0.392r + 1.530r^2)(1 + 0.092r + 1.007r^2)$
8	$(1 + 4.981r + 11.36r^2)(1 + 1.037r + 2.788r^2)(1 + 0.335r + 1.349r^2)(1 + 0.086r + 0.988r^2)$	$(1 + 5.010r + 14.23r^2)(1 + 0.876r + 2.934r^2)(1 + 0.276r + 1.382r^2)(1 + 0.070r + 1.006r^2)$