

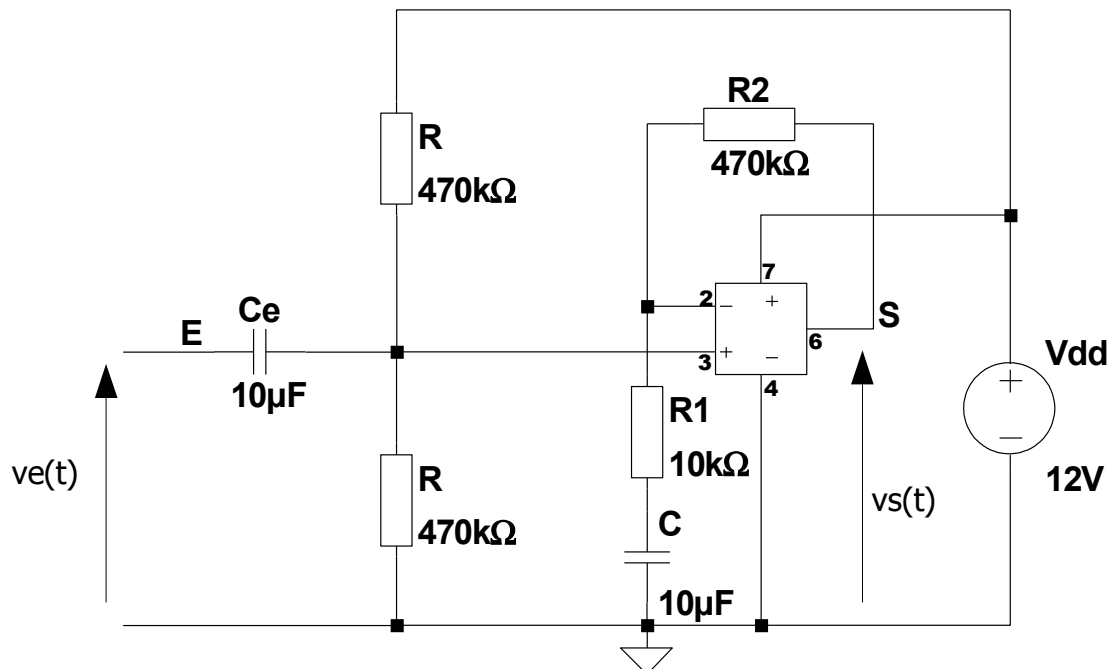
TP n°6 : premier TP évalué : étude d'un amplificateur différentiel intégré alimenté en monotension.

● But du TP : ce sixième TP de BTS SE a pour but de déterminer les performances d'un amplificateur de tension à base d'un amplificateur intégré OP241 dont un extrait de la documentation constructeur est fourni en annexe.

● Moyens:

Une étude expérimentale qui permettra de vérifier certaines caractéristiques du composant.
Une étude théorique de l'amplificateur qui permettra d'expliquer le fonctionnement du montage.

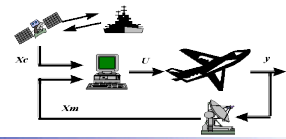
● Montage étudié:



Partie expérimentale

Réalisez le montage, en indiquant sur le schéma la polarité des condensateurs.
Mesurez la tension de sortie du montage en l'absence de signal d'entrée ($v_e(t)=0$).
Pourquoi, choisit-on ce point de fonctionnement?

- ★ Le signal d'entrée $v_e(t)$ est un signal sinusoïdal d'amplitude $\hat{V}_e=50\text{mV}$ et de fréquence $f=60\text{Hz}$.
- Visualisez les signaux $v_e(t)$ et $v_s(t)$ et mesurez automatiquement la valeur moyenne V_{so} , la valeur efficace V_s et la fréquence du signal $v_s(t)$ à l'aide de l'oscilloscope. Imprimez les chronogrammes obtenus en faisant apparaître ces trois valeurs.
- On décompose le signal de sortie en : $v_s(t) = V_{so} + v_{sAC}(t)$ où $v_{sAC}(t)$ est la partie alternative de $v_s(t)$. Comment peut-on régler l'oscilloscope pour ne faire apparaître que $v_{sAC}(t)$ sur la voie 2 ?



- Effectuez cette opération et mesurez la valeur efficace de la composante alternative de $v_s(t)$ notée V_{SAC} .
- Des mesures précédentes déterminez l'expression de $v_s(t)$.
- On rappelle que la relation théorique entre V_{so} , V_{SAC} et V_s est :
$$V_s^2 = V_{so}^2 + V_{SAC}^2$$

Vérifier avec vos mesures la validité de cette affirmation.

L'amplitude du signal d'entrée est maintenant de 200mV; imprimez les chronogrammes obtenus après avoir mesuré à l'aide de curseurs, les valeurs de saturation de $v_s(t)$.

Que peut-on en dire (en les comparant aux tensions d'alimentation du circuit intégré) ?

Quelle indication de la documentation constructeur précise le comportement de l'amplificateur opérationnel dans ce cas ?

★ Étude fréquentielle du montage

Cette étude ne concernant que la partie alternative du signal de v_s , on réglera en conséquence l'oscilloscope. **L'amplitude de $v_e(t)$ est à nouveau de $\hat{V}_e = 50\text{mV}$.**

Mesurer l'amplification du montage (en indiquant votre méthode) pour une fréquence de 60Hz puis pour 3kHz. Qu'observe-t-on ?

Donnez les deux valeurs de gain correspondantes.

Quelle grandeur sur la documentation constructeur précise les conditions fréquentielles d'utilisation du circuit OPA241? Précisez sa valeur.

Afin d'estimer expérimentalement cette valeur, il faut mesurer la bande passante de l'amplificateur. Donner la méthode de mesure de la fréquence de coupure f_c par la pratique.

Réalisez l'expérimentation et imprimez les chronogrammes de $v_e(t)$ et $v_s(t)$ à cette fréquence avec toutes les indications (mesures) qui conviennent.

Donner la valeur de la bande passante pratique de votre montage.

Rappeler la valeur du gain obtenu précédemment

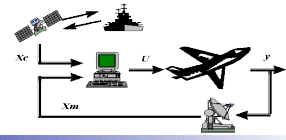
Comparer le résultat du produit (GAIN X Bande passante) obtenu en pratique avec le même produit déduit des données constructeur. Conclure

★ On replace $\hat{V}_e = 200\text{mV}$ mais la fréquence est maintenant fixée à 600Hz.

Qu'observe-t-on sur le signal $v_s(t)$ par rapport à la même expérience à 60 Hz ?

Comment nomme-t-on la caractéristique de l'amplificateur opérationnel qui traduit son comportement dans ce cas?

Comparez la valeur indiquée par le constructeur, avec la valeur mesurée en plaçant judicieusement des curseurs sur la visualisation du signal $v_s(t)$ (on imprimera le chronogramme). Ces résultats sont-ils compatibles?



Partie théorique.

★ Expression temporelle du signal de sortie $v_s(t)$

Pour établir l'expression de $v_s(t)$ on utilisera le théorème de superposition, c'est à dire que l'on va considérer que la tension $v(s)$ est due à la sommes des contributions du régime continu (source V_{dd} seule) et du régime variable (source $v_e(t)$ seule).

On considèrera de plus que les condensateurs se comportent comme des circuits ouverts en régime continu et comme des court-circuits en régime variable.

On demande pour chaque régime de fonctionnement:

- dessiner le schéma équivalent de l'amplificateur .
- de trouver l'expression de $v_s(t)$ en fonction des éléments du circuits.

En déduire l'expression totale de $v_s(t)$ et montrer qu'elle peut se mettre sous la forme:

$$v_s(t) = V_{SO} + v_{SAC}(t).$$

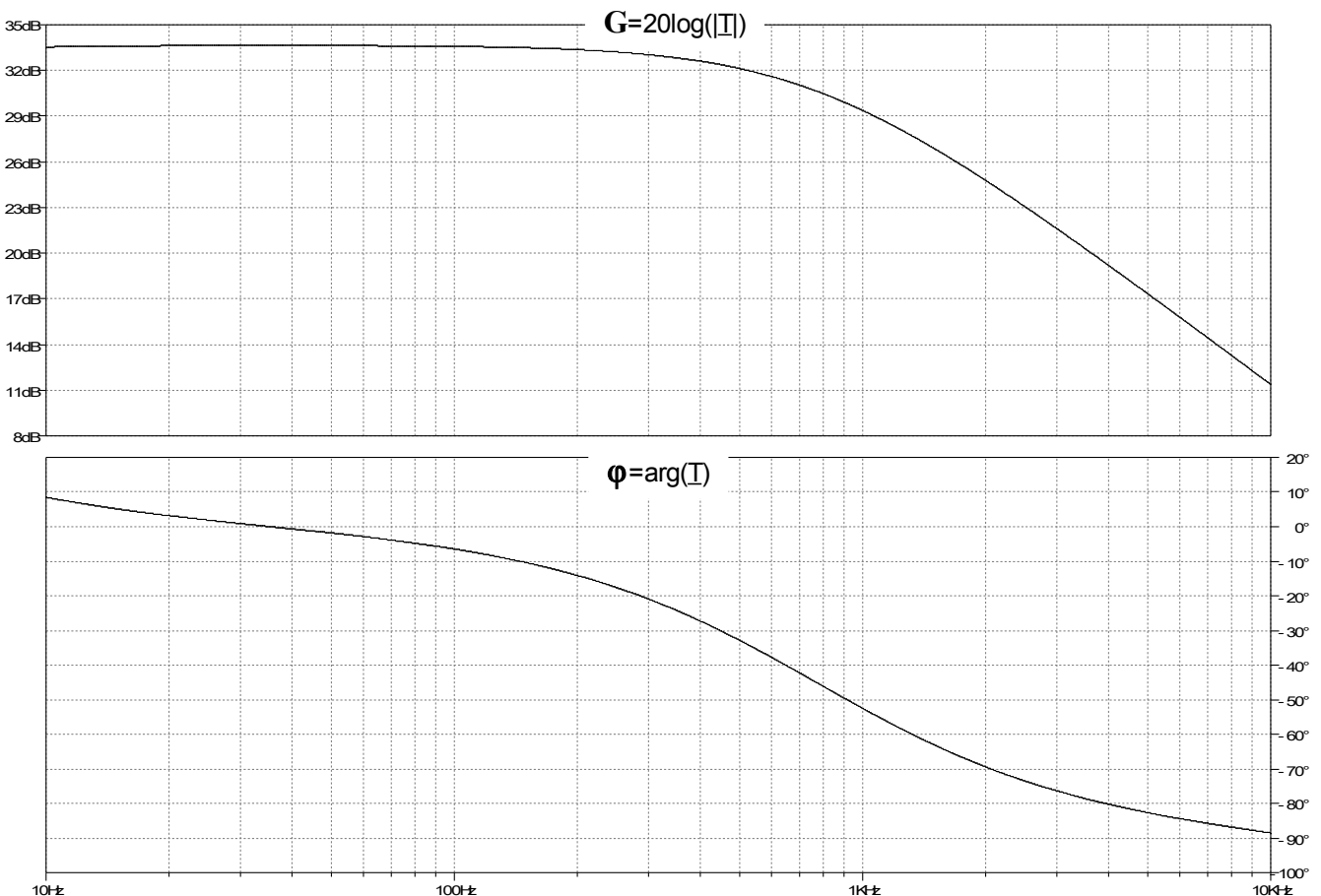
Que représentent V_{SO} et $v_{SAC}(t)$? Donnez-en les valeurs (ou expressions) numériques.

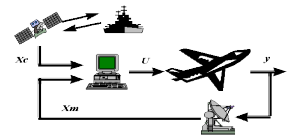
★ Comportement fréquentiel du montage (relation entre $v_s(t)$ et $v_{SAC}(t)$).

En réalité l'expression de $v_{SAC}(t)$ précédente n'est valable que dans un certain domaine de fréquence.

Une simulation du circuit a permis d'obtenir les courbes de gain et d'argument de la fonction de

transfert définie par $T = \frac{V_{SAC}}{V_e}$.





- Que peut-on dire du comportement fréquentiel global du montage (passe-bas, passe-haut)? Justifier brièvement votre réponse.
- Donner la définition de la fréquence de coupure f_c d'un amplificateur.
- Déterminer graphiquement f_c (on fera apparaître les indications nécessaires).
- déterminer graphiquement le gain et le déphasage entre les deux tensions $v_{sAC}(t)$ et $v_e(t)$ à la fréquence de $f = 500$ Hz et en déduire l'amplification et l'expression complète de $v_{sAC}(t)$ si l'amplitude de $v_e(t)$ est de 0,1 V.

Le signal $v_e(t)$ est maintenant constitué de la somme de 3 composantes sinusoïdales et s'écrit sous la forme : $v_e(t) = V_1 \cdot \sin(2\pi f_1 t) + V_2 \cdot \sin(2\pi f_2 t) + V_3 \cdot \sin(2\pi f_3 t)$ avec :

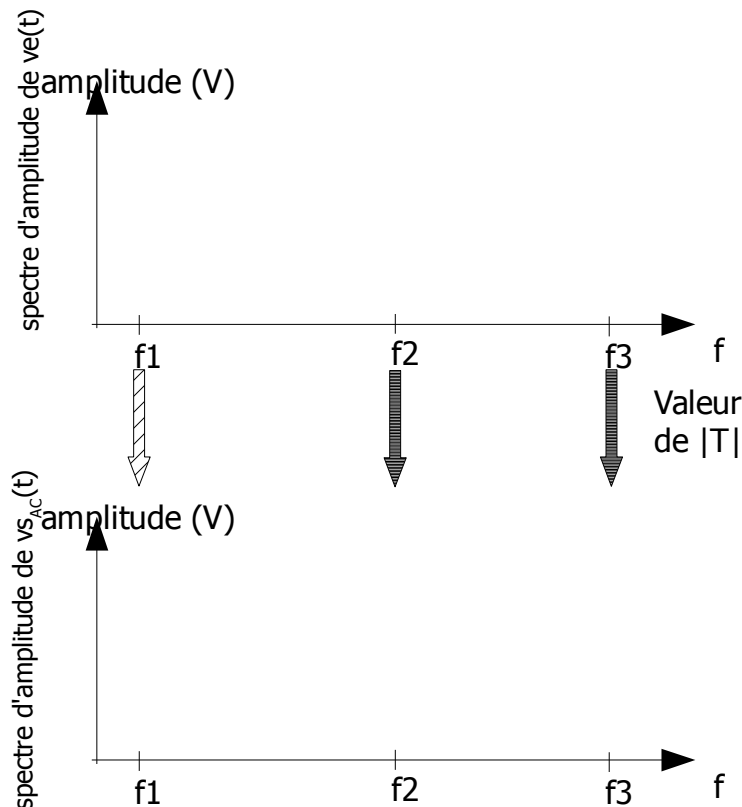
V_1	f_1	V_2	f_2	V_3	f_3
50mV	35Hz	0,1V	770Hz	0,1V	3kHz

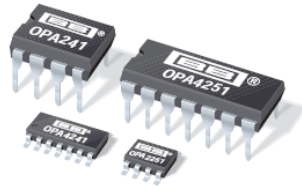
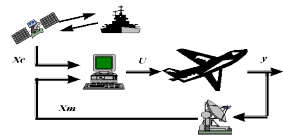
Afin de déterminer l'expression du signal de sortie on remplira le tableau suivant:

f	f_1	f_2	f_3
G en dB			
I			
ϕ en radian			

En déduire l'expression de $v_s(t)$.

Compléter la figure ci-dessous en traçant les spectres de $v_e(t)$ et $v_s(t)$ et en indiquant la valeur du module de T pour chacune des composantes.





OPA241
OPA2241
OPA4241
OPA251
OPA2251
OPA4251

Single-Supply, *MicroPOWER* OPERATIONAL AMPLIFIERS

OPA241 Family optimized for +5V supply.

OPA251 Family optimized for $\pm 15V$ supply.

FEATURES

- **MicroPOWER:** $I_Q = 25\mu A$
- **SINGLE-SUPPLY OPERATION**
- **RAIL-TO-RAIL OUTPUT** (within 50mV)
- **WIDE SUPPLY RANGE**
Single Supply: +2.7V to +36V
Dual Supply: $\pm 1.35V$ to $\pm 18V$
- **LOW OFFSET VOLTAGE:** $\pm 250\mu V$ max
- **HIGH COMMON-MODE REJECTION:** 124dB
- **HIGH OPEN-LOOP GAIN:** 128dB
- **SINGLE, DUAL, AND QUAD**

APPLICATIONS

- **BATTERY OPERATED INSTRUMENTS**
- **PORTABLE DEVICES**
- **MEDICAL INSTRUMENTS**
- **TEST EQUIPMENT**

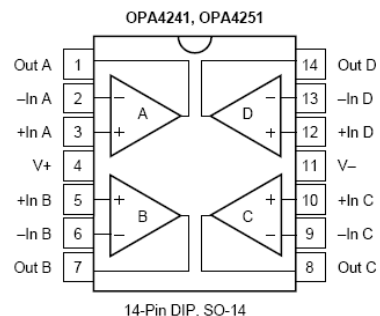
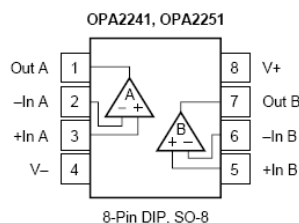
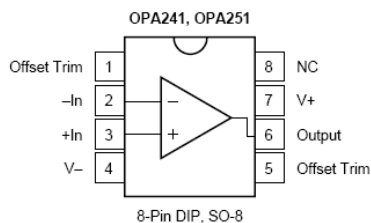
DESCRIPTION

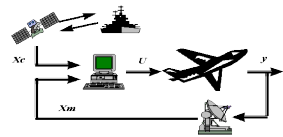
The OPA241 series and OPA251 series are specifically designed for battery powered, portable applications. In addition to very low power consumption ($25\mu A$), these amplifiers feature low offset voltage, rail-to-rail output swing, high common-mode rejection, and high open-loop gain.

The OPA241 series is optimized for operation at low power supply voltage while the OPA251 series is optimized for high power supplies. Both can operate from either single (+2.7V to +36V) or dual supplies ($\pm 1.35V$ to $\pm 18V$). The input common-mode voltage range extends 200mV below the negative supply—ideal for single-supply applications.

They are unity-gain stable and can drive large capacitive loads. Special design considerations assure that these products are easy to use. High performance is maintained as the amplifiers swing to their specified limits. Because the initial offset voltage ($\pm 250\mu V$ max) is so low, user adjustment is usually not required. However, external trim pins are provided for special applications (single versions only).

The OPA241 and OPA251 (single versions) are available in standard 8-pin DIP and SO-8 surface-mount packages. The OPA2241 and OPA2251 (dual versions) come in 8-pin DIP and SO-8 surface-mount packages. The OPA4241 and OPA4251 (quad versions) are available in 14-pin DIP and SO-14 surface-mount packages. All are fully specified from $-40^\circ C$ to $+85^\circ C$ and operate from $-55^\circ C$ to $+125^\circ C$.





SPECIFICATIONS: $V_S = 2.7V$ to $5V$

At $T_A = +25^\circ C$, $R_L = 100k\Omega$ connected to $V_S/2$, unless otherwise noted.
Boldface limits apply over the specified temperature range, $T_A = -40^\circ C$ to $+85^\circ C$.

PARAMETER	CONDITION	OPA241UA, PA OPA2241UA, PA OPA4241UA, PA			OPA251UA, PA OPA2251UA, PA OPA4251UA, PA			UNITS
		MIN	TYP ⁽¹⁾	MAX	MIN	TYP ⁽¹⁾	MAX	
OFFSET VOLTAGE Input Offset Voltage $T_A = -40^\circ C$ to $+85^\circ C$ vs Temperature vs Power Supply $T_A = -40^\circ C$ to $+85^\circ C$ Channel Separation (dual, quad)	V_{OS} dV_{OS}/dT PSRR		± 50 ± 100 ± 0.4 3 0.3	± 250 ± 400 30 30		± 100 ± 130 ± 0.6 * *	 * *	μV μV $\mu V/^\circ C$ $\mu V/V$ $\mu V/V$ $\mu V/V$
INPUT BIAS CURRENT Input Bias Current ⁽²⁾ $T_A = -40^\circ C$ to $+85^\circ C$ Input Offset Current $T_A = -40^\circ C$ to $+85^\circ C$	I_B I_{OS}		-4 ± 0.1	-20 -25 ± 2 ± 2		* *		nA nA nA nA
NOISE Input Voltage Noise, $f = 0.1Hz$ to $10Hz$ Input Voltage Noise Density, $f = 1kHz$ Current Noise Density, $f = 1kHz$	 e_n i_n		1 45 40			* * *		$\mu Vp-p$ nV/\sqrt{Hz} fA/\sqrt{Hz}
INPUT VOLTAGE RANGE Common-Mode Voltage Range Common-Mode Rejection Ratio $T_A = -40^\circ C$ to $+85^\circ C$	V_{CM} CMRR	$V_{CM} = -0.2V$ to $(V+) - 0.8V$ $V_{CM} = 0V$ to $(V+) - 0.8V$	-0.2 80 80	106	$(V+) - 0.8$		* 	V dB dB
INPUT IMPEDANCE Differential Common-Mode			$10^7 \parallel 2$ $10^9 \parallel 4$			* *		$\Omega \parallel pF$ $\Omega \parallel pF$
OPEN-LOOP GAIN Open-Loop Voltage Gain $T_A = -40^\circ C$ to $+85^\circ C$ $T_A = -40^\circ C$ to $+85^\circ C$	A_{OL}	$R_L = 100k\Omega$, $V_O = (V-) + 100mV$ to $(V+) - 100mV$ $R_L = 100k\Omega$, $V_O = (V-) + 100mV$ to $(V+) - 100mV$ $R_L = 10k\Omega$, $V_O = (V-) + 200mV$ to $(V+) - 200mV$ $R_L = 10k\Omega$, $V_O = (V-) + 200mV$ to $(V+) - 200mV$	100 100 100 100	120 120		* *		dB dB dB dB
FREQUENCY RESPONSE Gain-Bandwidth Product Slew Rate Overload Recovery Time	GBW SR	$V_S = 5V$, $G = 1$ $V_{IN} \cdot G = V_S$	35 0.01 60			* * *		kHz V/ μs μs
OUTPUT Voltage Output Swing from Rail ⁽³⁾ $T_A = -40^\circ C$ to $+85^\circ C$ $T_A = -40^\circ C$ to $+85^\circ C$ Short-Circuit Current Single Versions Dual, Quad Versions Capacitive Load Drive	V_O I_{SC} C_{LOAD}	$R_L = 100k\Omega$ to $V_S/2$, $A_{OL} \geq 70dB$ $R_L = 100k\Omega$ to $V_S/2$, $A_{OL} \geq 100dB$ $R_L = 100k\Omega$ to $V_S/2$, $A_{OL} \geq 100dB$ $R_L = 10k\Omega$ to $V_S/2$, $A_{OL} \geq 100dB$ $R_L = 10k\Omega$ to $V_S/2$, $A_{OL} \geq 100dB$	50 75 100 -24/+4 -30/+4	100 100 200 200		* * * * *		mV mV mV mV mV mA mA
POWER SUPPLY Specified Voltage Range Operating Voltage Range Quiescent Current (per amplifier) $T_A = -40^\circ C$ to $+85^\circ C$	V_S I_Q	$T_A = -40^\circ C$ to $+85^\circ C$ $I_Q = 0$ $I_Q = 0$	+2.7 ± 25	+2.7 to +5 ± 30 ± 36		* *	* *	V V μA μA
TEMPERATURE RANGE Specified Range Operating Range Storage Range Thermal Resistance 8-Pin DIP SO-8 Surface Mount 14-Pin DIP SO-14 Surface Mount	 θ_{JA}		-40 -55 -55	+85 +125 +125		* * *	* * *	$^\circ C$ $^\circ C$ $^\circ C$ $^\circ C/W$ $^\circ C/W$ $^\circ C/W$ $^\circ C/W$

* Specifications the same as OPA241UA, PA.

NOTES: (1) $V_S = +5V$. (2) The negative sign indicates input bias current flows out of the input terminals. (3) Output voltage swings are measured between the output and power supply rails.

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.