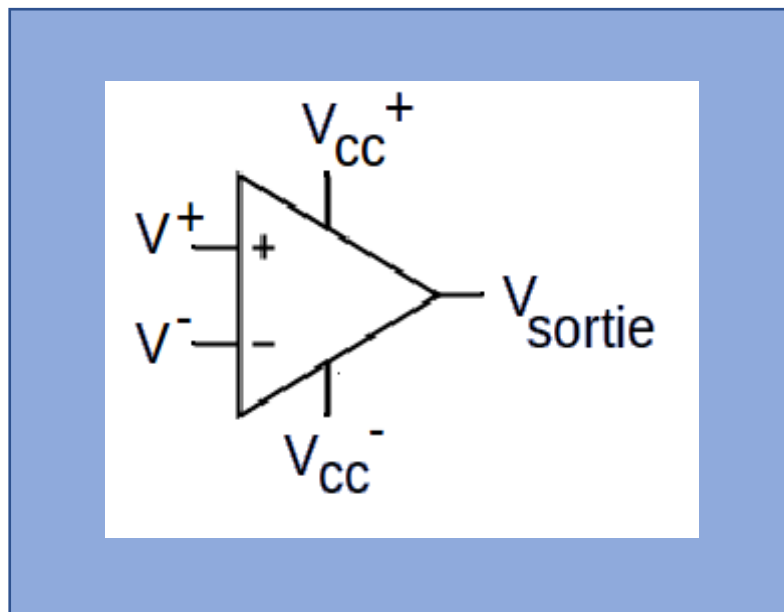


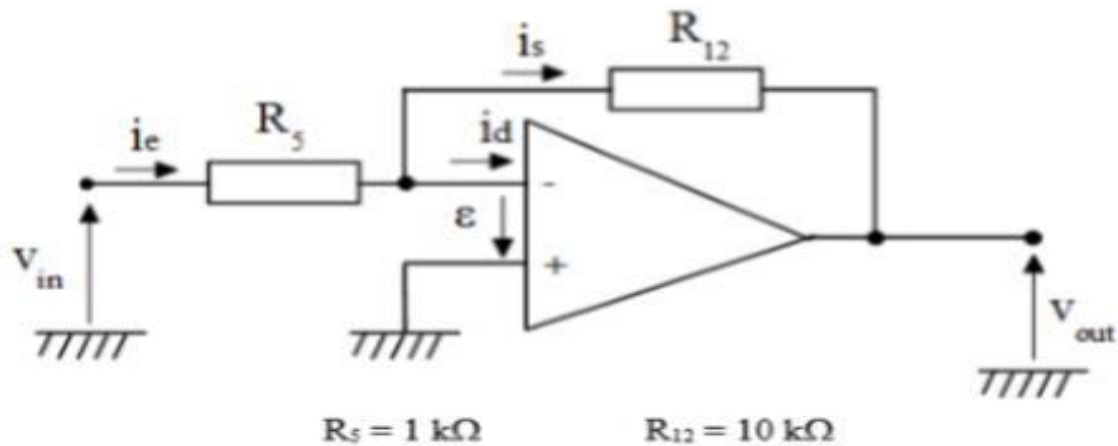
Compte-rendu TP2 El 121

Electronique : Amplificateur opérationnel (AOP)



1. ETUDE DE L'AMPLIFICATEUR INVERSEUR :

1.1. Etude théorique :



Question 1 : Dans cette partie, on cherche à déterminer l'expression du gain théorique du montage ci-dessus. Pour cela, nous exprimerons le quotient $Av_{th} = V_{out}/V_{in}$ en supposant que l'AOP compris dans le montage est idéal donc $\varepsilon = 0$ et $i_d = 0$.

On a tout d'abord :

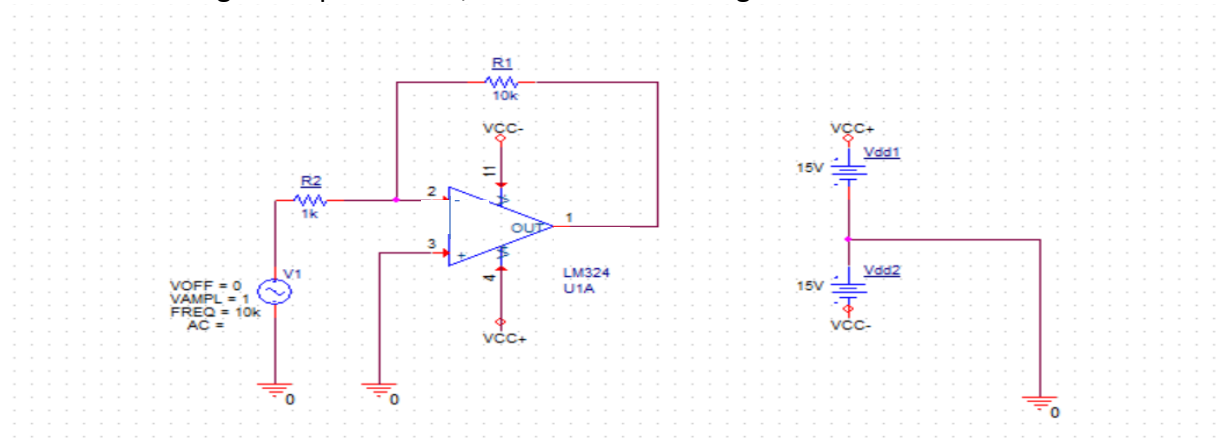
D'après la loi d'Ohm: $V_{in} = R_5 * i_e$ et $V_{out} = R_{12} * i_s$

Or, on a supposé que l'AOP soit idéal donc d'après la loi des mailles au point A (voir schéma), on a $i_e = i_s + i_d = i_s + 0 = i_s$.

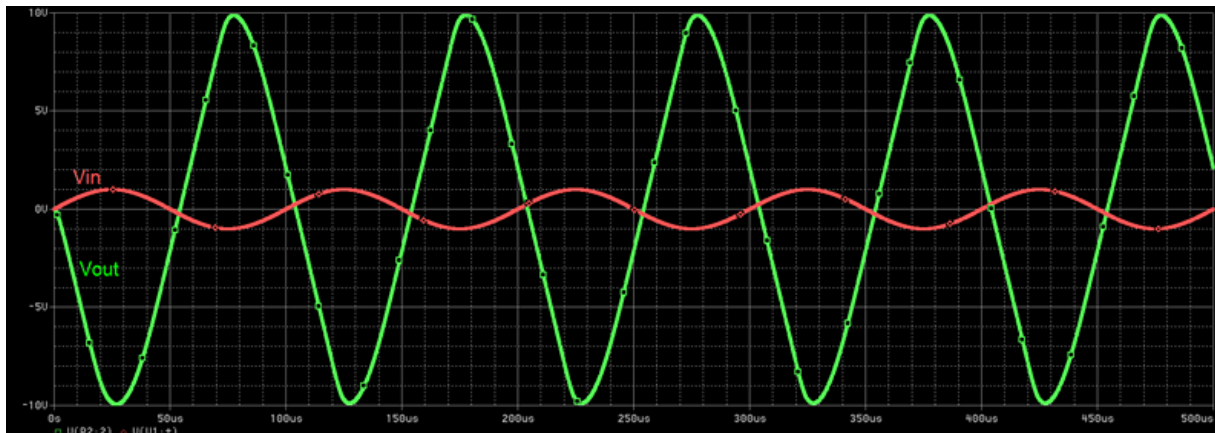
Donc finalement, $Av_{th} = V_{out}/V_{in} = (R_{12} * i_s) / (R_5 * i_e) = (R_{12} * i_s) / (R_5 * i_s)$
 $= -(R_{12}/R_5) = |-10| = 10\text{dB}$.

1.2. Etude pratique sans ajustement d'offset :

En utilisant le logiciel Pspice OrCad, on obtient le montage ci-dessous :



On va créer ensuite un profil de simulation pour visualiser sur un même intervalle de temps des périodes de V_{out} (vert) et V_{in} (rouge) et on obtient les courbes suivantes :



On remarque que le signal de sortie est amplifié. De plus, les deux tensions sont en opposition de phase. Ce résultat est cohérent avec l'étude théorique puisque le rapport V_{out}/V_{in} est négatif (le rapport est supérieur à 1 en valeur absolue, ce qui confirme l'amplification).

Question 3 : Par lecture graphique, on peut relever les valeurs des amplitudes des deux courbes et on obtient :

Amplitude de V_s tension de sortie = $10V$ et Amplitude de V_e tension d'entrée = $1V$.

Amplitude : c'est la distance entre l'un des points représentatifs d'un extremum et la droite parallèle à l'axe des abscisses qui passe par la valeur moyenne.

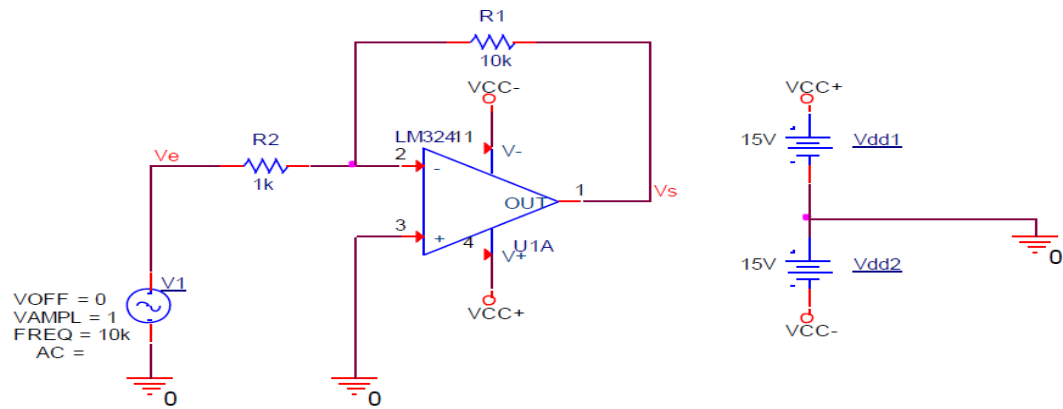
Question 4 : On rappelle que les tensions d'alimentation de l'AOP donné par le premier montage sont : $V_{cc}^+ = 15V$ et $V_{cc}^- = -15V$. Or, on sait que La tension V_{out} ne doit pas dépasser les valeurs des extremums des tensions d'alimentation pour un fonctionnement optimal. Ici, les extremums de la tension de sortie valent $V_{out\ min} = -10V$ et $V_{out\ max} = 10V$. On remarque que c'est bien dans l'intervalle autorisé.

Question 5 :

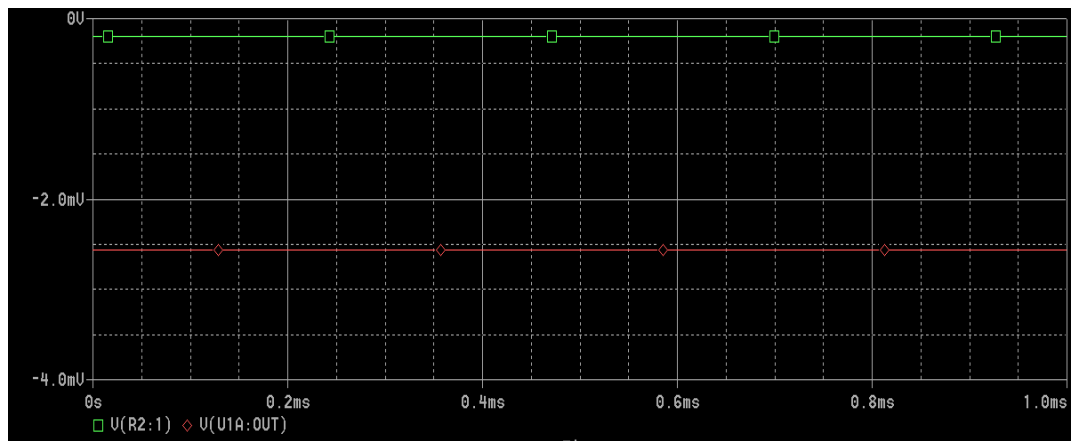
D'après la question 1 on a un gain théorique de $Av_{th} = 10dB$. Avec le logiciel *Pspice*, on trouve un gain de $10dB$. De plus v_{out} et v_{in} sont en opposition de phase ainsi $Av_{out} = 10Av_{in}$.

1.3. Mise en évidence de la tension d'offset :

Question 6 : Dans cette partie, on cherche à mettre en évidence la tension offset. Pour cela, on relit les deux entrées de l'AOP à la masse : on enlève donc la source de tension pour relier l'entrée inverseuse de l'AOP à la masse. On obtient donc le montage suivant :

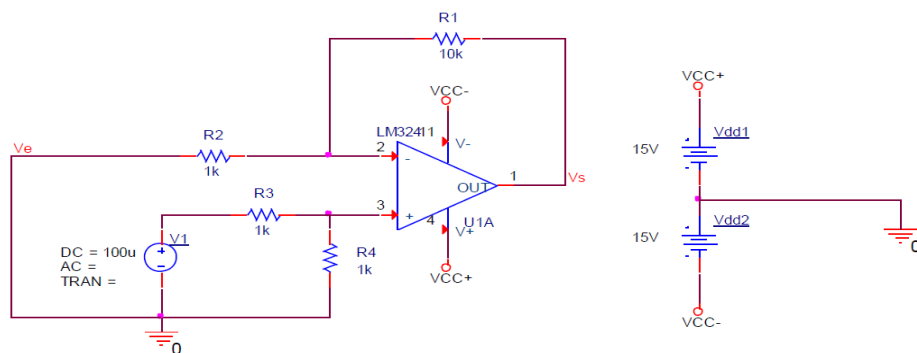


On lit donc $V_{offset} = -2.57\text{mV}$.

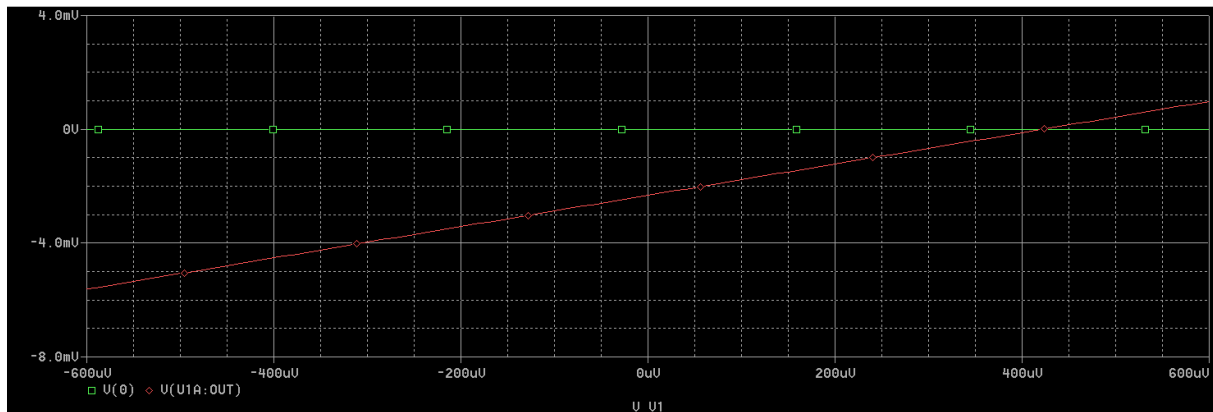


1.4. Annulation de la tension d'offset :

On obtient le montage suivant :



Question 7 :

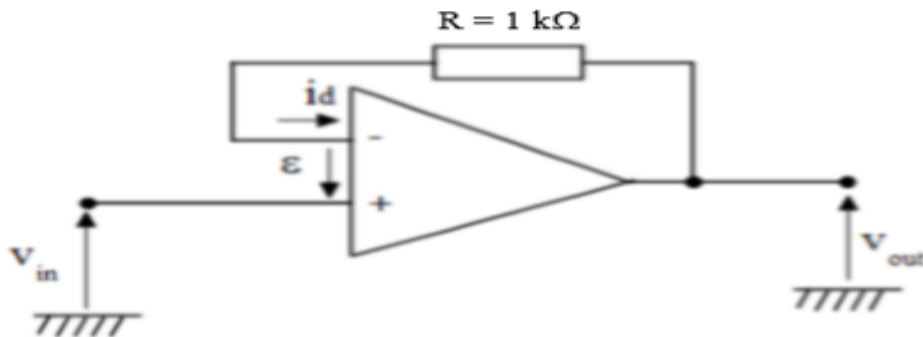


On remarque donc que la courbe rouge coupe l'axe des abscisses (qui correspond à une tension d'offset nulle représenté par la courbe verte) pour une tension V_1 environ égale à $425\mu\text{V}$.

2. ETUDE A CHARGE DE TENSION (ou montage suiveur) :

2.1. Etude théorique :

Question 8 : Dans cette partie, on s'intéresse plutôt montage suiveur que l'on peut représenter par le schéma ci-après :

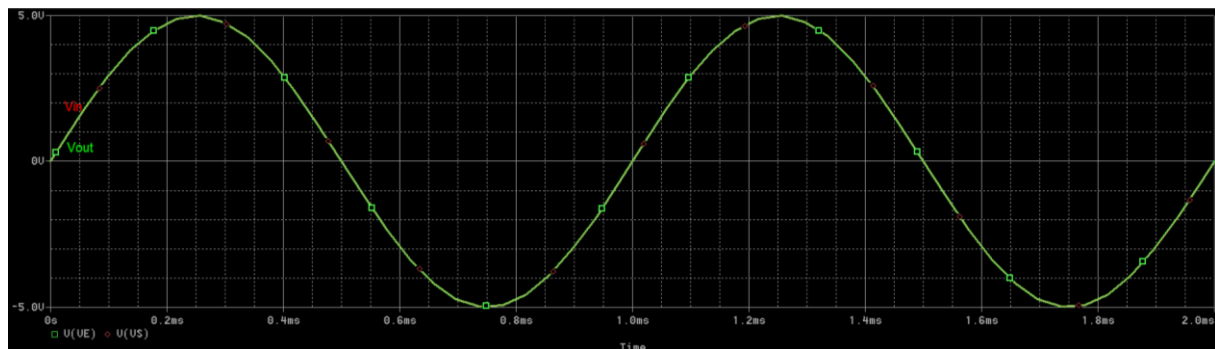
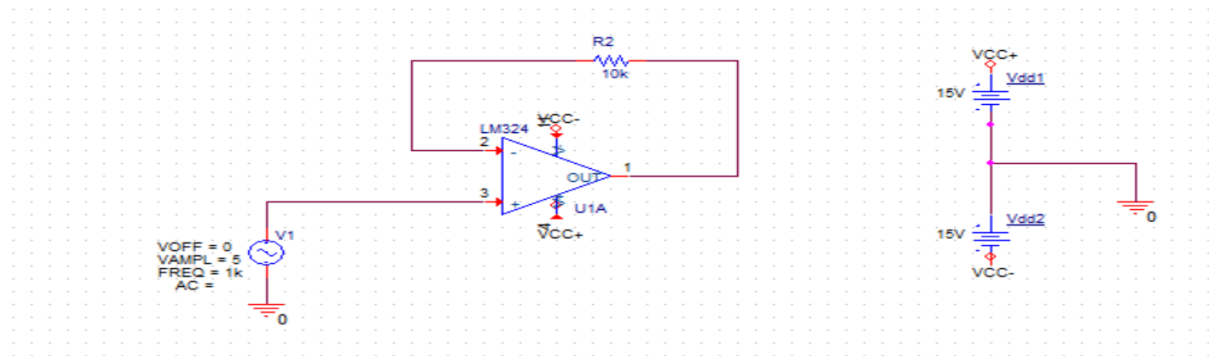


On cherche la même chose que pour la question 1 à savoir l'expression et la valeur du gain théorique A_{vth} de ce montage en supposant que l'AOP est idéal.

On rappelle que dans ce type de montage (montage suiveur) avec l'AOP étant supposé idéal, on a toujours $v_+ = v_-$. Or, ici $v_+ = v_{in}$ et $v_- = v_{out}$.

Donc par définition, on a donc $A_{vth} = V_{out}/V_{in} = 1$

Question 9 :

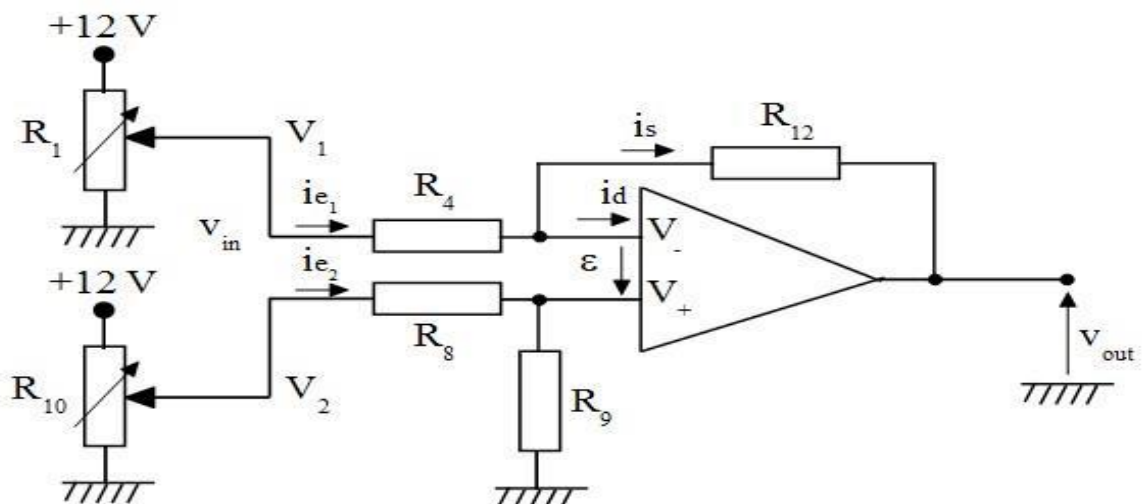


Par mesure graphique, on lit $\text{Amplitude } v_{out} = \text{Amplitude } v_e \approx 5V$

Question 10 : On trouve $A_{v_{exp}} = \text{gain expérimental} = 1$ ce qui est en accord avec le gain théorique $A_{v_{th}}$ calculé à la question 8.

AMPLIFICATEUR SOUSTRACTEUR :

3.1. Etude théorique :



$R_1 = 500 \Omega$; $R_4 = 4,7 \text{ k}\Omega$; $R_8 = 4,7 \text{ k}\Omega$; $R_9 = 10 \text{ k}\Omega$; $R_{12} = 10 \text{ k}\Omega$; $R_{10} = 500 \Omega$

Dans cette partie, on va travailler sur montage de l'amplificateur soustracteur.

Question 11 :

L'amplificateur opérationnel représenté ci-contre est dit idéal. On a donc $v^+ = v^-$.

On effectue un pont diviseur de tension qui nous amène à obtenir: $v^+ = \frac{R_9}{R_8 + R_9} v_2 = v^-$

Question 12 : Maintenant que l'on a exprimé V^+ , on cherche à exprimer V^- en fonction de V_{out} , V_1 , R_{12} et R_4 . Pour cela, nous nous aidons du théorème de Millman et on obtient :

$$v^- = \frac{R_{12} * v_1 + R_4 * v_{out}}{R_4 + R_{12}}$$

Question 13 : Dans notre cas l'amplificateur opérationnel est dit idéal donc $v^+ = v^-$, on a donc $R_{12} = R_9$ ainsi que $R_4 = R_8$

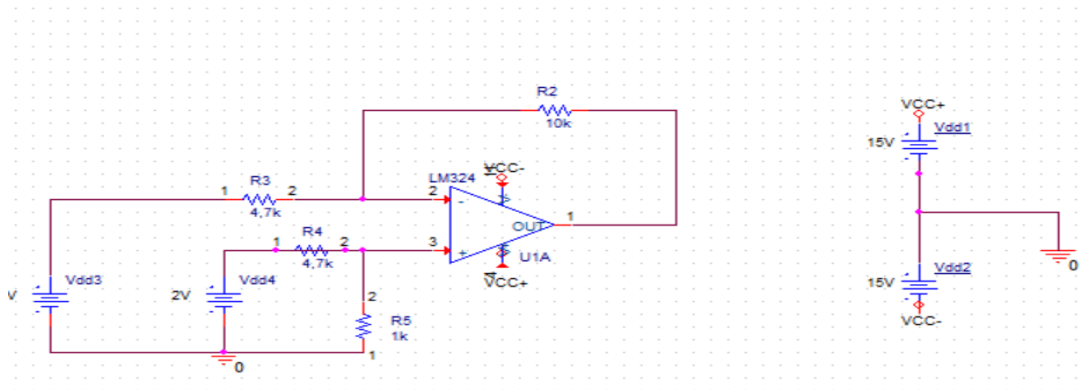
Alors,
$$\frac{R_{12} * v_1 + R_4 * v_{out}}{R_4 + R_{12}} = \frac{R_9}{R_8 + R_9} v_2$$

Donc en isolant V_{out} dans cette équation, on peut trouver son expression. On obtient donc :

$$\Leftrightarrow \frac{R_{12}}{R_4 + R_{12}} v_2 = \frac{R_{12}}{R_4 + R_{12}} v_1 + \frac{R_2}{R_4 + R_{12}} v_{out}$$

$$\Leftrightarrow v_{out} = \frac{R_4 + R_{12}}{R_4} \left(\frac{R_{12}}{R_4 + R_{12}} v_2 - \frac{R_{12}}{R_4 + R_{12}} v_1 \right)$$

$$\Leftrightarrow v_{out} = \frac{R_{12}}{R_4} (v_2 - v_1)$$

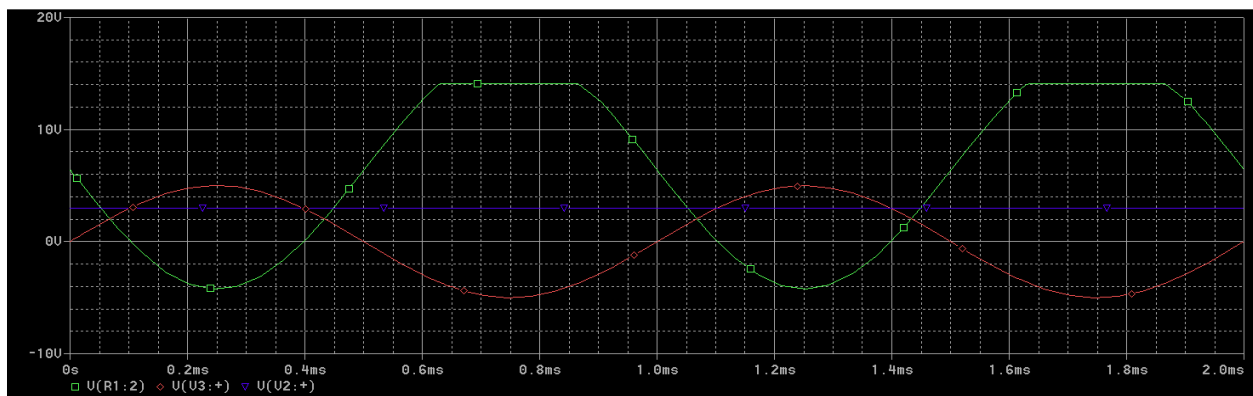
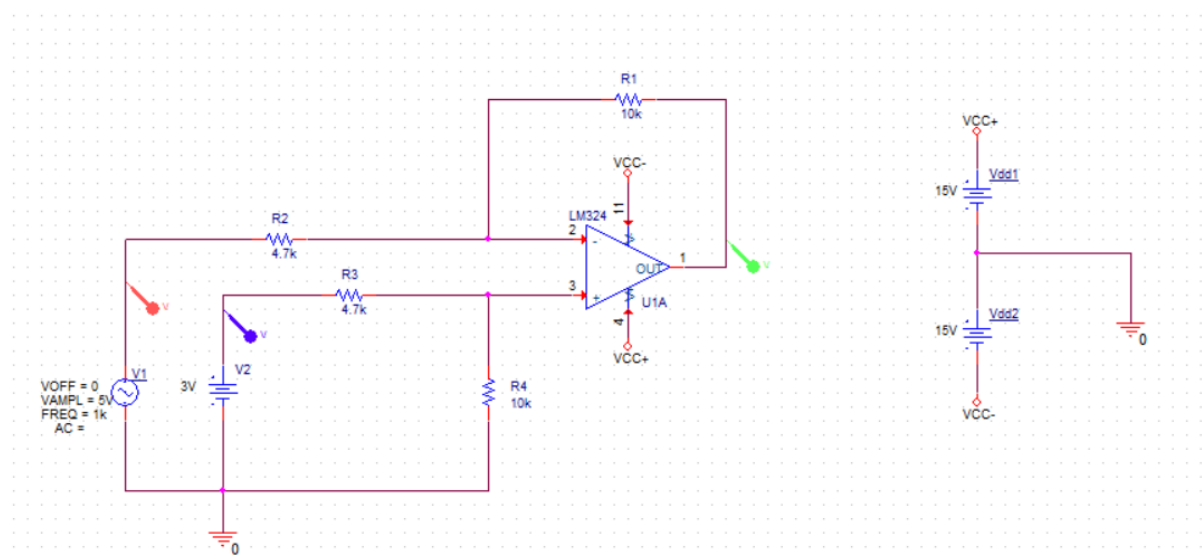
3.2. Etude pratique :**Question 14 :**

On rappelle que la formule théorique de la valeur de la tension en sortie a été exprimé à la question précédente par $v_{out} = (R_{12}/R_4)(V_2 - V_1)$. On obtient donc finalement le tableau suivant :

V_1	V_2	$V_s = V_{out} \text{ mesurée}$	$V_{out} \text{ théorique}$
+ 1 V	+ 2 V	2,125 V	2,128 V
+ 2 V	+1 V	-2,129 V	-2,128 V
0 V	+ 2 V	4,254 V	4,255 V
+ 4 V	+ 2 V	-4,257 V	-4,255 V

Question 15 : Finalement, on remarque que les valeurs mesurées et théoriques sont relativement identiques, à 10^{-3} près.

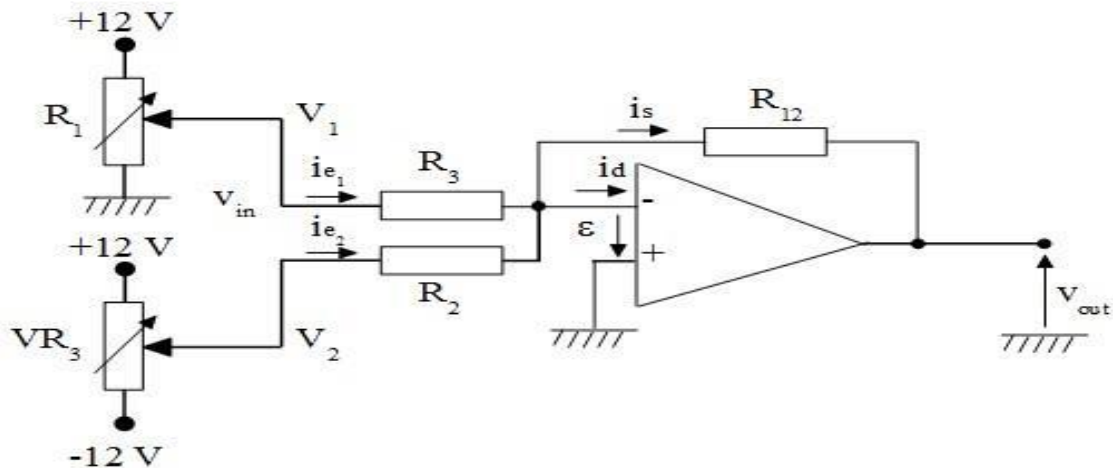
On modifie à présent certains paramètres du montage ainsi qu'un élément : on remplace par 3V la valeur de la source de tension continue V_2 et on remplace la seconde source V_1 par une source de tension sinusoïdale d'amplitude 5V et de fréquence 1kHz:



Question 16 : On remarque que la courbe verte et la courbe rouge ont une apparence de courbes sinusoïdales alors que la courbe bleue correspond à une constante. Finalement, on remarque que la différence de la courbe bleue et rouge correspond quasiment à la courbe verte : ce montage permet donc de faire la soustraction entre les deux tensions d'entrée pour obtenir celle de sortie.

4. AMPLIFICATEUR ADDITIONNEUR :

4.1. Etude théorique :



$R_1 = 500 \, \Omega$; $R_2 = 10 \, \text{k}\Omega$; $R_3 = 10 \, \text{k}\Omega$; $R_{12} = 10 \, \text{k}\Omega$; $VR_3 = 100 \, \text{k}\Omega$

Question 17 :

Dans notre cas l'amplificateur opérationnel est idéal car on remarque une boucle de contre réaction on a donc $v^+ = v^-$. Or $v^+ = 0$ donc $v^- = 0$ et $R_2 = R_3$

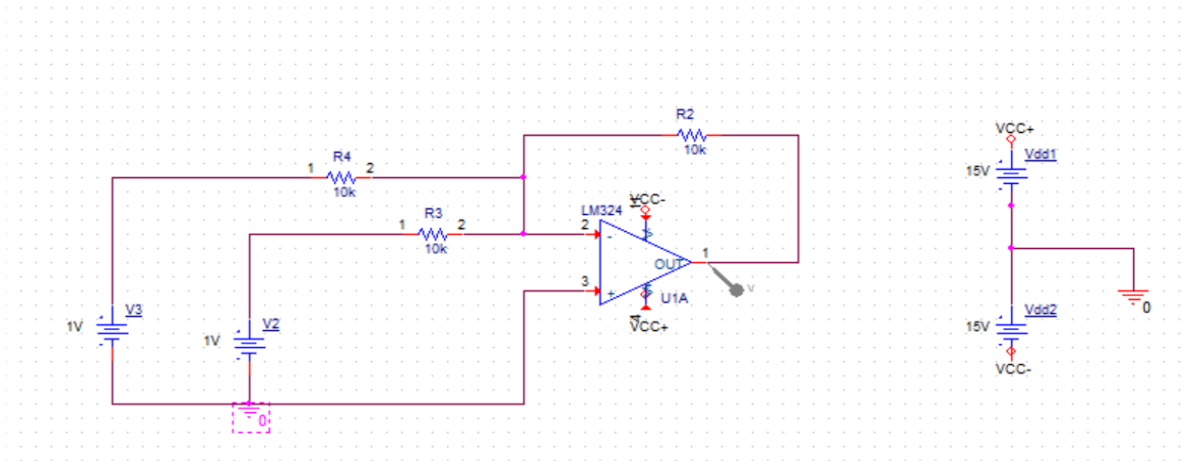
On utilise ainsi le théorème de superposition.

$$v^- = \frac{R_2 + R_3}{R_2} v_2 + \frac{R_2 + R_3}{R_3} v_1 + \frac{R_2 + R_3}{R_{12}} v_{out} = 0$$

$$\Leftrightarrow v_{out} = \frac{R_{12}}{R_2 + R_3} \left(-\frac{R_2 + R_3}{R_3} v_2 - \frac{R_2 + R_3}{R_3} v_1 \right)$$

$$\Leftrightarrow v_{out} = -\frac{R_{12}}{R_3} (v_1 + v_2)$$

4.2. Etude pratique :

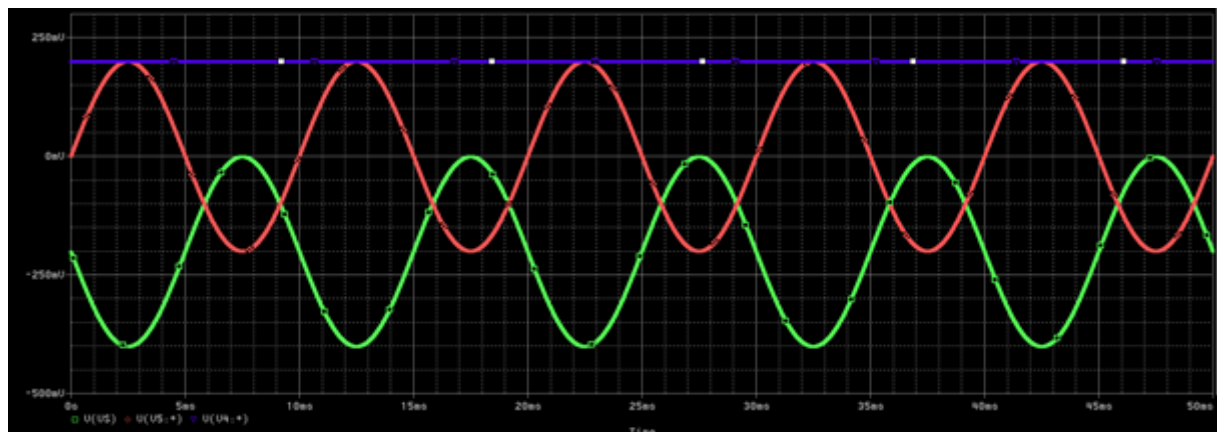
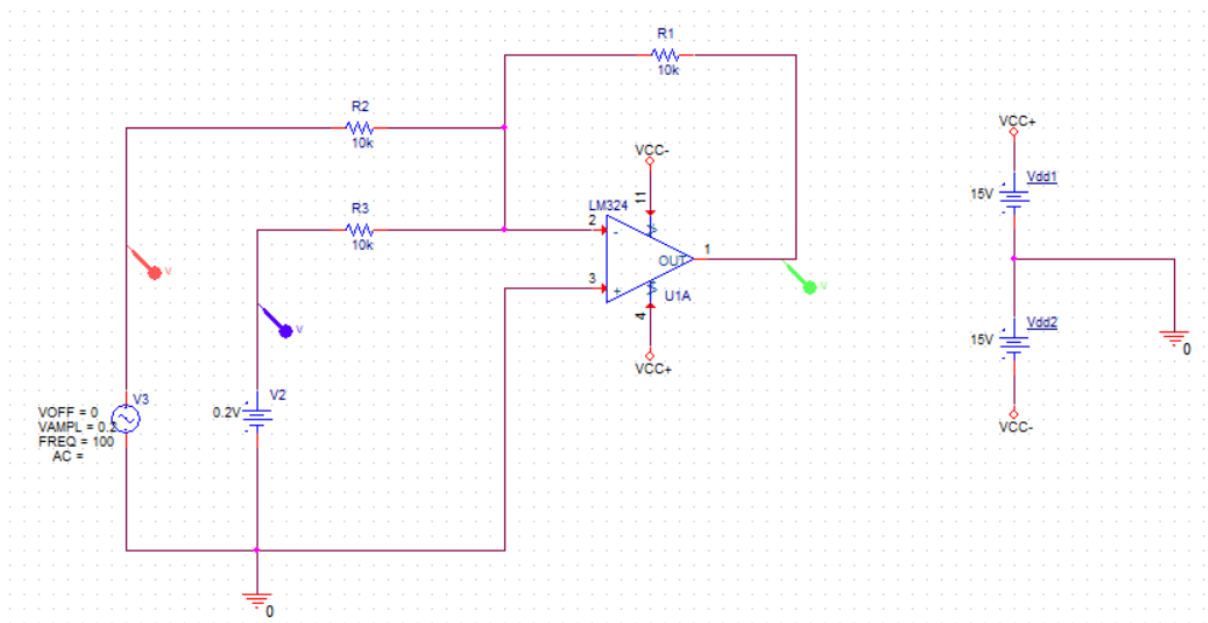


Question 18 : On rappelle que l'expression de V_s a été exprimée à la question précédente, on rappelle tout de même que $V_s = -(R_2 / R_3) (V_1 + V_2)$.
On obtient ainsi le tableau suivant :

V_1	V_2	$V_s = V_{out} \text{ mesurée}$	$V_{out} \text{ théorique}$
+ 3 V	+ 3 V	-6,001V	-6V
+ 3 V	+ 2 V	-5,001V	-5V
+ 3 V	- 3 V	-1,027mV = -0,001027V	0V
+ 1 V	- 3 V	1,999V	2V

Question 19 : Finalement, on remarque que les valeurs mesurées et théoriques sont relativement identiques, à 10^{-3} près. Donc on confirme l'adéquation des résultats.

On modifie à présent certains paramètres du montage ainsi qu'un élément: on remplace la valeur de la source de tension continue V_2 par 0,2V et on remplace la seconde source V_1 par une source de tension sinusoïdale d'amplitude 0,2V et de fréquence 100Hz :



Question 20 : les courbes rouge et verte ont une forme sinusoïdale alors que la courbe bleue a la forme d'une droite constante. Finalement, si on additionne la courbe rouge et la courbe bleue et que l'on place un signe – devant ou on multiplie par (-1), on obtient la courbe verte : le montage a donc une fonction électronique qui consiste à produire une tension de sortie à partir de l'opposé des additions des tensions d'entrée. C'est donc un montage additionneur.