

EXERCICES

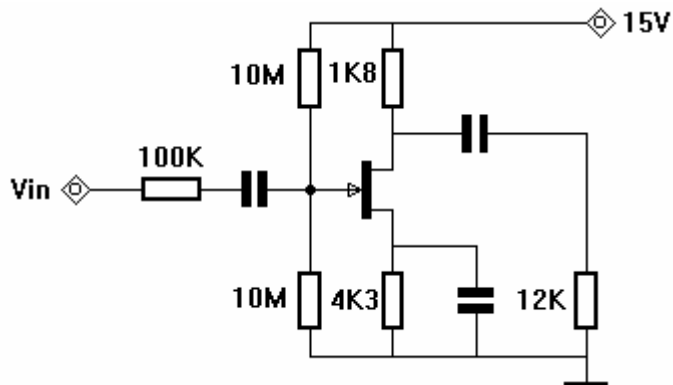
1. TRANSISTOR JFET

A température ambiante, un JFET à canal N a un courant inverse de grille de 0.1 nA pour une tension inverse de grille de 15 V.
Calculer la résistance grille-source.

$$U=RI \Rightarrow R=U/I=15/0.1 \cdot 10^{-9} = 1.5 \cdot 10^{11} \Omega = 0.15 \cdot 10^{12} \Omega$$

2. TRANSISTOR JFET

On donne $V_{GS} = -1$ V.
Déterminer le courant drain.
Calculer les tensions continues V_G , V_D , V_S .



$$V_G = 7.5V$$

$$V_S = 8.5V$$

$$I_S = I_D$$

$$V_{th} = V_{DD} \cdot R_2 / (R_2 + R_1) = 15 \cdot 10M / 20M = 7.5V$$

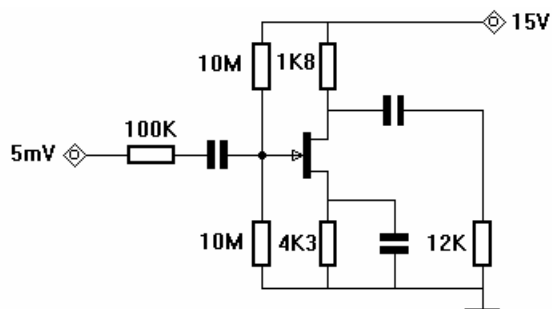
$$V_S = V_G - V_{GS} = 7.5 - (-1) = 7.5 + 1 = 8.5V$$

$$I_S = I_D = V_S / R_S = 8.5 / 4300 = 1.9mA$$

$$V_D = V_{DD} - R_D \cdot I_D = 15 - (1.9 \cdot 10^{-3}) \cdot 1800 \Rightarrow V_D = 11.58V$$

3. TRANSISTOR JFET

Prendre $g_m = 2100 \mu S$.
Calculer la tension alternative de sortie.

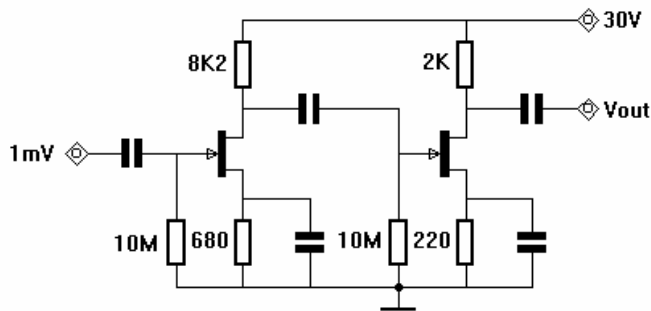


$$A = -g_m \cdot R_D = -(2100 \cdot 10^{-3}) \cdot 1800 = -3.78$$

$$V_{out} = A \cdot V_{in} = -3.78 \cdot (5 \cdot 10^{-3}) = -0.0189 V$$

4. TRANSISTOR JFET

On donne g_m du premier transistor de $2850 \mu S$ et du deuxième de $4275 \mu S$.
Quelle sera la tension de sortie.



$$A_1 = -g_m * R_D = -(2850 * 10^{-3}) * 8200 = -23.37$$

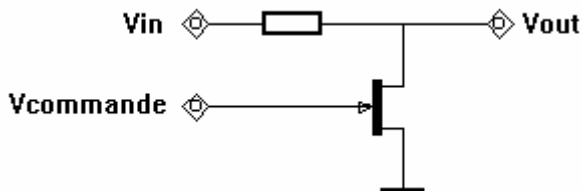
$$A_2 = -(4275 * 10^{-3}) * 2000 = -8.55$$

$$V_{out} = A_1 * A_2 * V_{in} = -23.37 * (-8.55) * 10^{-3} = -199.81 \text{ mV}$$

5. TRANSISTOR JFET

La résistance $R_{DS(on)}$ de ce transistor est de 120Ω .

Supposer que $V_{in} = 50 \text{ mV}$, calculer V_{out} quand $V_{commande}$ est nulle. ($R=1K$)



$$V_{out} = V_{in} * 120 / (1000 + 120) = 50 * 10^{-3} * 120 / (1120) = 5.36 \text{ mV}$$

6. TRANSISTOR MOSFET

Soit un transistor MOS à appauvrissement et canal N.

On donne $I_{DSS} = 8 \text{ mA}$ et $V_{GS(blocage)} = -4 \text{ V}$.

Calculer le courant de drain quand V_{GS} égale successivement -1 V et $+1 \text{ V}$.

$$I_D = I_{DSS} * (1 - V_{GS} / V_{GS \text{ off}})^2$$

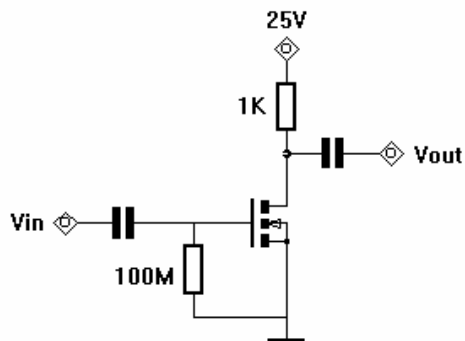
$$= 8 * 10^{-3} * (1 - (-1 / -4))^2 = 8 * 10^{-3} * (1 - 1 / 4)^2 = 4.5 \text{ mA}$$

$$I_D = 8 * 10^{-3} * (1 - (1 / -4))^2 = 8 * 10^{-3} * (1 + 1 / 4)^2 = 12.5 \text{ mA}$$

7. TRANSISTOR MOSFET

Supposer que la transconductance du transistor est de $8000 \mu\text{S}$.

Calculer l'impédance d'entrée, le gain en tension sans charge et l'impédance de sortie



$$A = -g_m * R_D = -(8000 * 10^{-3}) * 1000 = -8$$

$$Z_{in} = R_1 // R_2 \text{ (mais il n'y a pas de } R_2)$$

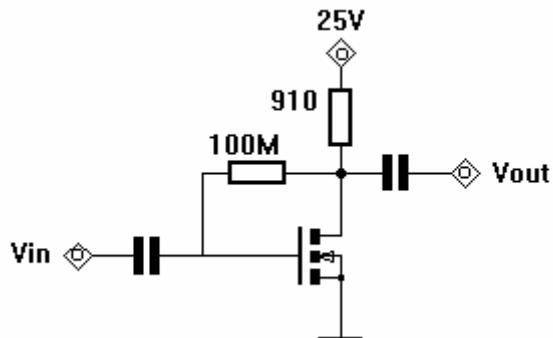
$$\Rightarrow V_{out} = R_1 = 100\text{M}\Omega$$

$$Z_{out} = R_D = 1000\Omega$$

8. TRANSISTOR MOSFET

Supposer que la transconductance du transistor est de $8500 \mu\text{S}$.

Calculer le gain en tension sans charge.

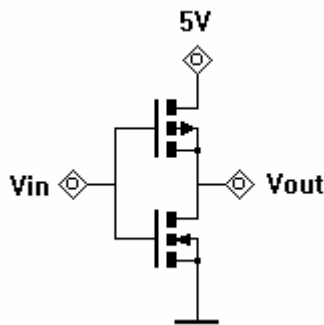


$$A = -g_m * R_D = -(8500 * 10^{-3}) * 910 = -7.735$$

9. TRANSISTOR MOSFET

La tension de seuil des deux transistors est de 2 V.

Calculer V_{out} quand V_{in} égale successivement 0 V et 5 V.



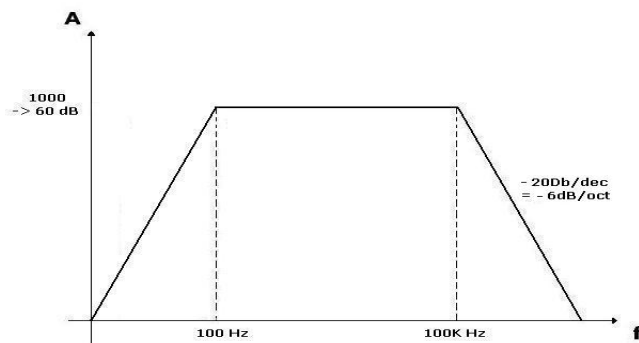
C'est un inverseur CMOS

=> Quand $V_{in} = 0V$, $V_{out} = 5V$

=> Quand $V_{in} = 5V$, $V_{out} = 0V$

10. EFFETS DE LA FREQUENCE

Un amplificateur a un gain en milieu de bande égal à 1000. Ses fréquences de coupure sont $f_1=100\text{Hz}$ et $f_2=100\text{kHz}$, à quoi ressemble sa réponse en fréquence? Quel est le gain en tension si la fréquence à l'entrée vaut 20Hz? 300kHz?



$$20\text{Db/dec} = 6\text{Db/oct} = 10\text{Db/tierce}$$

$$A = 1000 \Rightarrow \text{Log } 1000 * 20 = 60\text{Db}$$

Chaque fois qu'on multiplie la fréquence par 10, on ajoute 20Db

$$\Rightarrow 100\ 000 = 100\ \text{Db (vu au cours)}$$

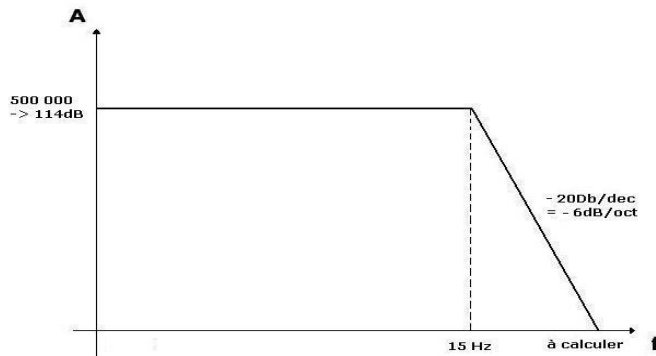
1000 = 60 Db (car on divise par 100 pour passer de 100 000 à 1000 et donc, on retire $2*20\text{Db}$ (car deux décades))

A 20Hz, $f = 46\ \text{Db}$ car on divise par 10 pour arriver à 10Hz $\Rightarrow 60\text{Db} - 20\text{Db} = 40\text{Db}$ et on multiplie par 2 pour arriver à 20Hz $\Rightarrow 40\text{Db} + 6\text{Db} = 46\text{Db}$

A 300Hz, $f = 50\text{Db}$ car $10\text{Db/tierce} \Rightarrow$ Comme on fait $*3$, on retire $10\text{Db} \Rightarrow 60\text{Db} - 10\text{Db} = 50\text{Db}$

11. EFFETS DE LA FREQUENCE

Un amplificateur opérationnel a un gain en tension en milieu de bande égal à 500 000. Sa fréquence de coupure est 15Hz, à quoi ressemble sa réponse en fréquence et quelle est sa fréquence de gain unitaire?



$$A = 500\,000 \Rightarrow \text{Log } 500\,000 * 20 = 114\text{Db}$$
$$F_T = A_{OL} * B_{POL} = 500\,000 * 15 = 7.5\text{MHz}$$

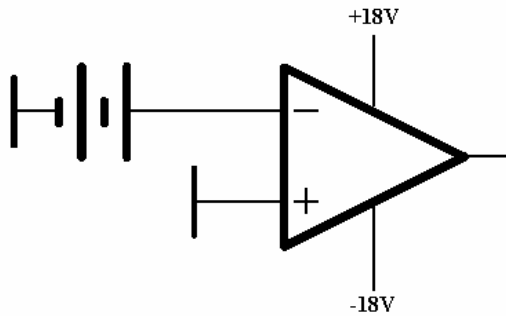
12. EFFETS DE LA FREQUENCE

Un amplificateur à deux étages a les gains d'étage suivants : $A_1=25.8$ et $A_2=117$. Quel est le gain en tension en dB de chaque étage? Quel est le gain en tension total en dB?

$$A_1 = \text{Log } 25.8 * 20 = 28.23\text{Db}$$
$$A_2 = \text{Log } 117 * 20 = 41.36\text{Db}$$
$$A_{TT} = 28.23\text{Db} + 41.36\text{Db} = 69.59\text{Db}$$

13. AMPLIFICATEURS OPERATIONNELS

Supposez que pour le LF157 ($A_{OL}=106\text{dB}$), la saturation se produise 1V au-dessous de la tension d'alimentation. Quelle tension faut-il sur l'entrée inverseuse pour saturer négativement l'amplificateur ci-dessous?



Tension de saturation = à $18 - 1 = 17\text{V}$; comme on demande la tension de saturation sur l'entrée inverseuse, V_{out} doit être égale à -17V

$$\Rightarrow V_{in} = -17/A_{OL} = -17/-200\,000 = +85\mu\text{V}$$

Attention, on doit convertir les Db en gain car on a autre chose que des Db dans le calcul \Rightarrow on ne peut pas le laisser comme ça.

$$-106\text{Db} = -100 + 6$$

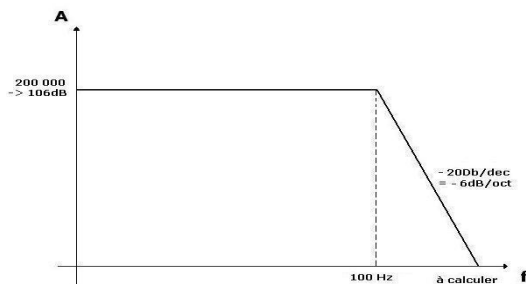
$$-100\text{Db} = -100\,000$$

$$6\text{Db} \Rightarrow * 2$$

$$\Rightarrow -100\,000 * 2 = -200\,000$$

14. AMPLIFICATEURS OPERATIONNELS

Quel est le gain en tension boucle ouverte d'un LF157 à la fréquence d'entrée 1kHz ? 10kHz ? 100kHz ? ($A_{OL}=106\text{dB}$, $f_c=100\text{Hz}$)



$200\,000 = 106\text{Db}$ (calcul dans l'exercice précédent)

Pour passer de 100Hz à 1000Hz, on fait $* 10$

$$\Rightarrow -20\text{Db} = 106 - 20 = 86\text{Db}$$

$$10\text{KHz} = 86 - 20 = 66\text{Db}$$

$$100\text{KHz} = 66 - 20 = 46\text{Db}$$

15. AMPLIFICATEURS OPERATIONNELS

La tension d'entrée d'un amplificateur opérationnel est un grand échelon de tension. La sortie est un signal exponentiel qui varie de 0.75V en 50ns. Quel est le slew rate de l'amplificateur?

$$\begin{aligned} \text{SR} &= D_v/D_t = 0.75/(50 \cdot 10^{-9}) = 15\,000\,000 \text{ V/S} \text{ mais il le faut en V}/\mu\text{S} \Rightarrow 15\,000\,000 / 1\,000\,000 \\ &= 15 \text{ V}/\mu\text{S} \end{aligned}$$

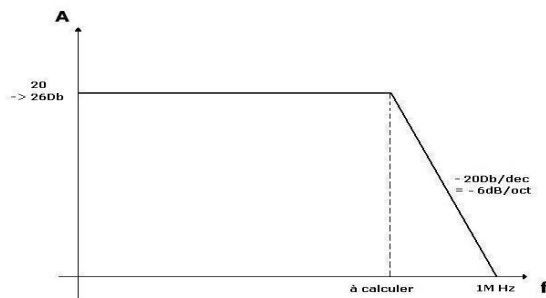
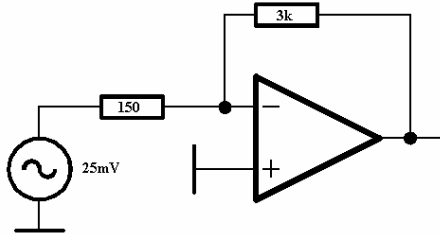
16. AMPLIFICATEURS OPERATIONNELS

Un LM765 a un slew rate de 8V/μs. Quelle est la bande passante de puissance d'une tension de sortie de 5V crête?

$$\begin{aligned} 8 \text{ V}/\mu\text{S} * 1\,000\,000 &= 8\,000\,000 \text{ V/S} \\ \text{Bande passante grands signaux} &= \text{SR}/(2\pi V_p) \\ &= 8\,000\,000 / 2\pi 5 = 254\,648 \text{ Hz} = 254.648 \text{ KHz} \end{aligned}$$

17. AMPLIFICATEURS OPERATIONNELS

Quels sont les gains en tension boucle fermée et la bande passante du montage ci-dessous?
 Quelle est la tension de sortie à 1kHz?, à 2MHz? Dessinez le diagramme de Bode asymptotique du gain en tension boucle fermée. (C'est un 741).



$$741 \Rightarrow F_T = 10^6$$

$$A = -R_2/R_1 = -3000 / 150 = -20$$

$$\text{Log } 20 * 20 = 26\text{Db}$$

$$F_T = A_{OL} * BP_{OL} = A_{CL} * BP_{CL}$$

$$\Rightarrow BP_{CL} = F_T / A_{CL} = 10^6 / 20 = 50\text{KHz}$$

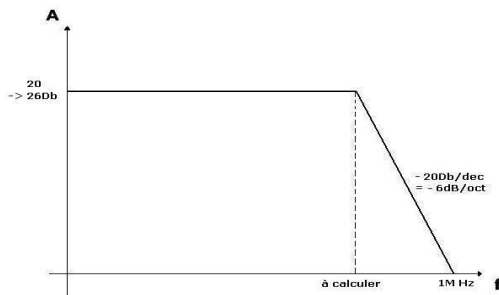
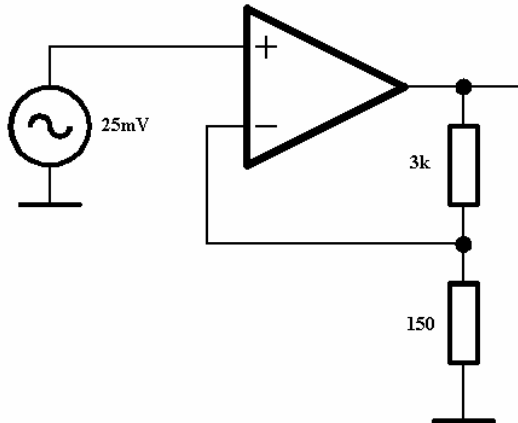
$$\text{A } 1\text{KHz}, V_{\text{out}} = (25 * 10^{-3}) * (-20) = -500\text{mV}$$

$$\text{A } 2 * 10^6, V_{\text{out}} = 10^6 * 2 \Rightarrow -6\text{Db} \Rightarrow \text{Ca veut dire qu'on divise par 2}$$

$$\Rightarrow \text{A la sortie, j'ai } V_{\text{in}} / 2 \Rightarrow -12.5\text{mV}$$

18. AMPLIFICATEURS OPERATIONNELS

Sur la figure ci-dessous, quels sont les gains en tension boucle fermée et la bande passante?
Quelle est la tension de sortie à 100kHz? (Un 741).



$$A = R_2 / R_1 + 1 = (3000 / 150) + 1 = 21$$

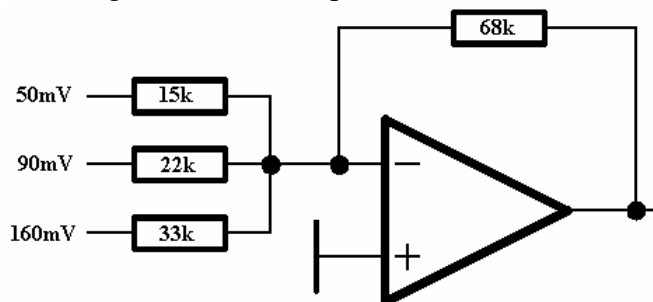
$$\text{Log } 21 * 20 = 26\text{Db}$$

$$\text{BP}_{\text{CL}} = F_T / A_{\text{CL}} = 10^6 / 21 \approx 50\text{KHz}$$

$$A_{100\text{KHz}} = 20\text{Db} - 2 * 6\text{Db} = 20\text{Db}$$

19. AMPLIFICATEURS OPERATIONNELS

Sur la figure ci-dessous, quelle est la tension de sortie?



$$V_{\text{out}} = -R_S * ((V_1/R_1) + (V_2/R_2) + (V_3/R_3))$$

$$= -68000 * (((50 * 10^{-3})/15\text{k}) + ((90 * 10^{-3})/22\text{k}) + ((160 * 10^{-3})/33\text{k})) = -0.83\text{V}$$

