

SE2 : Electronique analogique

Cahier de TD

Valentin Gies - Maeva Collet

Contents

1	TD 1 : Pré-amplification en petits signaux	3
1.1	Montage émetteur commun	3
1.1.1	Etude de la polarisation en continu	3
1.1.2	Etude en sinusoïdal petit signaux	4
1.2	Montage à émetteur commun	5
1.2.1	Etude de la polarisation en continu	5
1.2.2	Etude en sinusoïdal petit signaux	6
2	TD 2 : Pré-amplification en petits signaux	7
2.1	Montage collecteur commun	7
2.1.1	Etude de la polarisation	7
2.1.2	Etude en petits signaux	7
2.2	Montage à collecteur commun	8
2.2.1	Etude de la polarisation	8
2.2.2	Etude en petits signaux	8
3	TD 3 : Pré-amplification en petits signaux	9
3.1	Montage base commune	9
4	TD 4 : Pré-amplification en petits signaux	10
4.1	Amplificateur pour antenne de télévision	10
4.1.1	Etude l'adaptation d'impédance	10
4.1.2	Etude de la polarisation	11
4.1.3	Etude en petits signaux	11
4.2	Amplificateur à gain variable	11
4.2.1	Etude de la polarisation	12
4.2.2	Etude en petits signaux	12
4.2.3	Amélioration du montage	12
5	TD 5 : Amplification de puissance	14
5.1	Montage Darlington	14
5.2	Amplificateur Classe A	14
5.3	Amplificateur Classe A modifié	15
6	TD 6 : Amplification de puissance	16
6.1	Amplificateur Classe AB	16

7	TD 7 : Filtrage (révision)	17
7.1	Filtre passe-bas passif : Circuit R-C série en régime harmonique	17
7.2	Filtre passe-haut passif : Circuit R-C série en régime harmonique	17
7.3	Filtre passe-bas actif d'ordre 1	18
7.4	Filtre passe-haut actif d'ordre 1	18
8	TD 8 : Filtrage d'ordre 2	20
8.1	Filtre passe-bande actif d'ordre 2	20
8.2	Filtre passe-haut actif d'ordre 2 (Sallen Key)	20

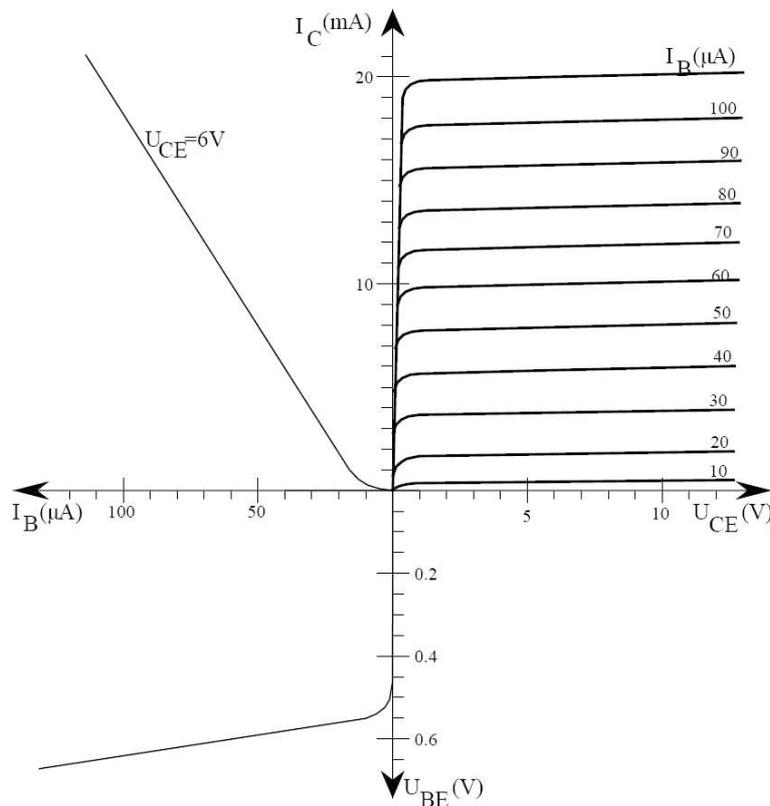
1 TD 1 : Pré-amplification en petits signaux

1.1 Montage émetteur commun

Le but de cet exercice est d'étudier un étage amplificateur autour d'un transistor de faible puissance attaqué par un générateur de signaux sinusoïdaux. Cette étude est réalisée en deux temps :

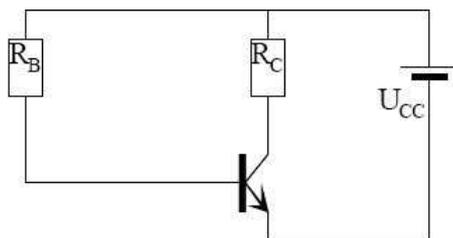
- Polarisation : permet de fixer le point de fonctionnement du montage. On rappelle que les courants et tensions en régime statiques sont continus.
- Amplification : correspond à la superposition d'un signal sinusoïdal aux grandeurs continues de polarisation.

La caractéristique du transistor est donnée à la figure ci-dessous :



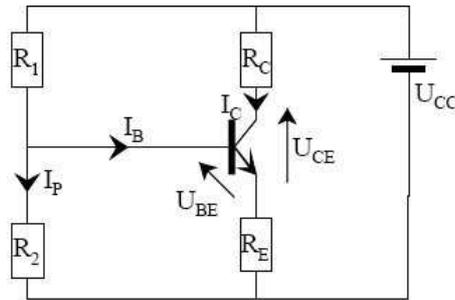
1.1.1 Etude de la polarisation en continu

- Polarisation par une résistance de base :



La tension délivrée par la source d'alimentation vaut $V_{CC} = 12V$. R_B et R_C permettent de fixer le point de polarisation du montage. T est un transistor dont les caractéristiques sont données en annexe. Le point de repos est choisi de telle sorte que : $I_C = 10mA$ et $U_{CE} = V_{CC}/2$

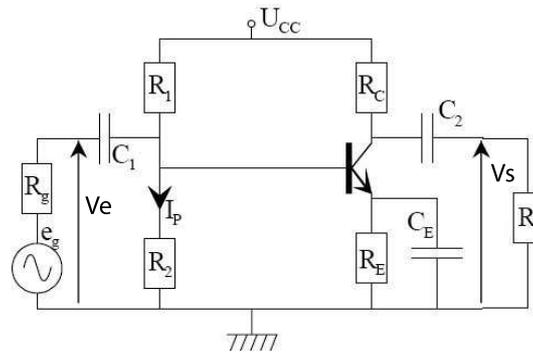
- Déterminez sur le réseau de caractéristiques les valeurs de I_B et U_{BE} correspondant au point de polarisation choisit. Déduisez-en $\beta = \frac{I_C}{I_B}$.
 - Calculez R_C et R_B .
 - Donnez les équations des droites d'attaque et de charge statiques. Tracez-les sur le réseau de caractéristiques du transistor.
 - Exprimez I_C en fonction de U_{CC} , V_{BE} , R_B et β .
- Polarisation par un pont :



Le point de repos est identique au précédent : $I_C = 10\text{mA}$ et $U_{CE} = V_{CC}/2$. On rajoute deux conditions supplémentaires : $R_E = R_C/4$ et $I_P = 10I_B$.

- Calculer R_C et R_E , puis R_1 et R_2 .
- Déterminer la valeur du potentiel du collecteur du transistor (point de sortie du montage en petit signaux). La polarisation est-elle bonne ? Pourquoi ?

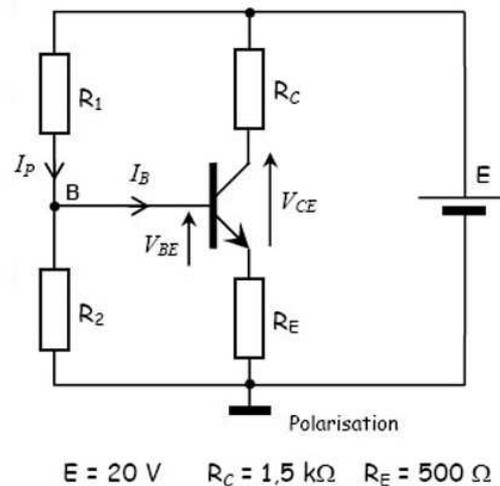
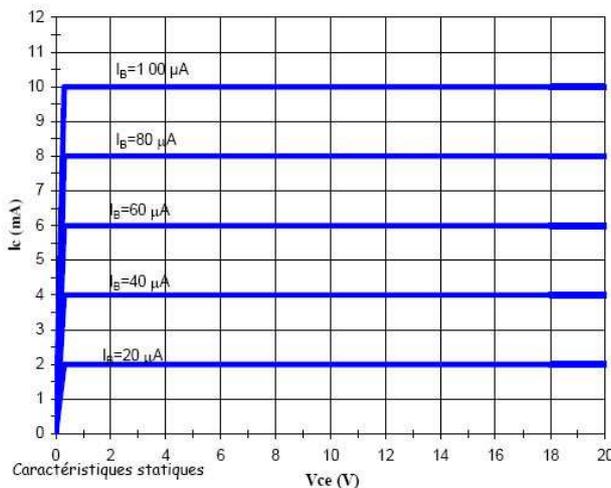
1.1.2 Etude en sinusoïdal petit signaux



1. Quelle est la nature de ce montage ? Justifier.
2. On considère que le montage est alimenté par une tension V_e en entrée (on exclut pour l'instant de l'étude le générateur e_g , R_g). Représenter le modèle équivalent petits signaux du montage en supposant que le montage par une résistance $R = R_C$ en sortie. On supposera que $r_{be} = 1\text{k}\Omega$
3. Déterminer l'expression de l'amplification en tension A_v du montage. Calculer sa valeur.
4. Déterminer l'expression de l'amplification en tension à vide A_{v0} du montage. Calculer sa valeur.
5. Déterminer l'expression de l'amplification en courant A_i du montage. Calculer sa valeur.

6. Déterminer l'expression de l'impédance d'entrée Z_e du montage. Calculer sa valeur.
7. Déterminer l'expression de l'impédance de sortie Z_s du montage. Calculer sa valeur.
8. Représenter le schéma équivalent du montage amplificateur (constitué d'un bloc comprenant Z_e , Z_s et A_{v_0}). Ajoutez-y en entrée le générateur de tension sinusoïdale constitué d'une source parfaite e_g d'amplitude $40mV$ et d'une résistance $r_g = 50\Omega$.
9. Déterminer l'expression de v_S en fonction de e_g , R_g , Z_e , Z_s , R_L et A_{v_0} .
10. A quoi peut servir un tel amplificateur ?

1.2 Montage à émetteur commun



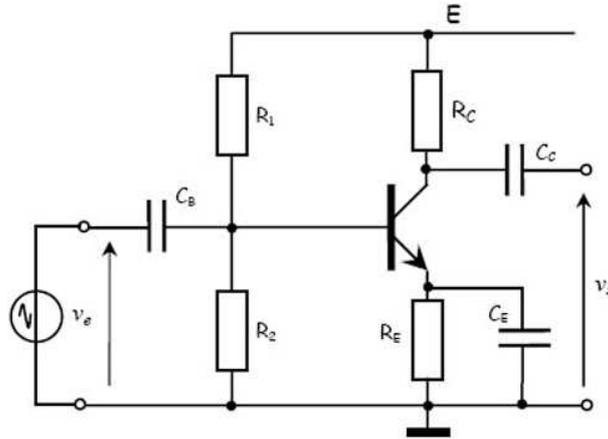
1.2.1 Etude de la polarisation en continu

On souhaite polariser un transistor bipolaire à l'aide du montage ci-dessus. On cherche dans cette partie à déterminer les valeurs de R_1 et R_2 permettant d'obtenir une polarisation donnée.

1. Donner la relation entre V_{CE} , R_C , R_E et I_C . Sur la caractéristique $I_C = f(V_{CE})$, tracer la droite correspondant à cette relation (on rappelle que $E = 20V$, $R_C = 1,5k\Omega$ et $R_E = 500\Omega$).
2. On supposera que l'on souhaite une polarisation à $V_{CE} = 8V$. Déterminer le courant I_C correspondant graphiquement et par le calcul.
3. D'après les indications sur le courant I_B indiquée sur la caractéristique $I_C = f(V_{CE})$, déterminer la valeur de β . Déterminer alors la valeur de I_B pour le courant I_C calculé précédemment.
4. On souhaite avoir un courant $I_P = 10I_B$ dans le pont constitué par R_1 et R_2 . Déterminer ce courant de pont I_P , et la valeur de $R_1 + R_2$ permettant d'obtenir ce courant.
5. Déterminer V_B en fonction de V_{BE} et de V_{R_E} . En remarquant que $\frac{V_B}{E} = \frac{R_2}{R_1 + R_2}$, déterminer R_2 . En déduire R_1 en utilisant le résultat des questions précédentes.

1.2.2 Etude en sinusoïdal petit signal

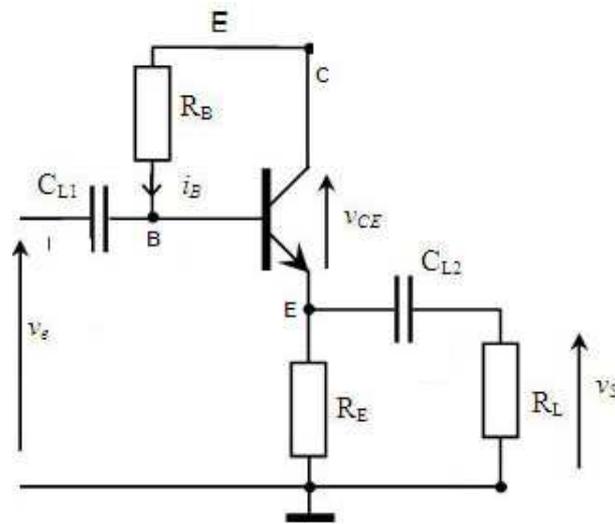
On supposera dans cette partie que $R_2 = 6k\Omega$ et $R_1 = 27k\Omega$. On alimente le montage par une source de tension alternative d'amplitude $V_{e_{max}} = 30mV$ à la fréquence $f = 1kHz$. On considère qu'à cette fréquence, les condensateurs de liaisons C_B , C_C et C_E peuvent être considérés comme des fils.



1. Quelle est la nature de ce montage ? Justifier.
2. Représenter le modèle équivalent petits signaux du montage en supposant que le montage par une résistance $R_L = 4.7k\Omega$ en sortie. On supposera dans la suite que $r_{be} = 2k\Omega$
3. Déterminer l'expression de l'amplification en tension A_v du montage. Calculer sa valeur.
4. Déterminer l'expression de l'amplification en tension à vide A_{v_0} du montage. Calculer sa valeur.
5. Déterminer l'expression de l'amplification en courant A_i du montage. Calculer sa valeur.
6. Déterminer l'expression de l'impédance d'entrée Z_e du montage. Calculer sa valeur.
7. Déterminer l'expression de l'impédance de sortie Z_s du montage. Calculer sa valeur.
8. Représenter le schéma équivalent du montage amplificateur (constitué d'un bloc comprenant Z_e , Z_s et A_{v_0}).
9. Déterminer l'expression de v_s en fonction de v_e , Z_e , Z_s , R_L et A_{v_0} .
10. Calculer l'amplitude de la tension de sortie. A quoi peut servir un tel amplificateur ?

2 TD 2 : Pré-amplification en petits signaux

2.1 Montage collecteur commun



Le schéma d'un amplificateur à transistor monté en collecteur commun et alimenté par une tension continue $E = 12V$ est donné à la figure ci-dessus. Il utilise un transistor NPN tel que $\beta = 100$, $v_{BE} = 0.6V$ et $r_{BE} = 1k\Omega$.

Les valeurs des résistances de polarisation sont les suivantes : $R_E = 560\Omega$ et $R_B = 50.5k\Omega$. La valeur de la résistance de charge est la suivante : $R_L = 220\Omega$.

2.1.1 Etude de la polarisation

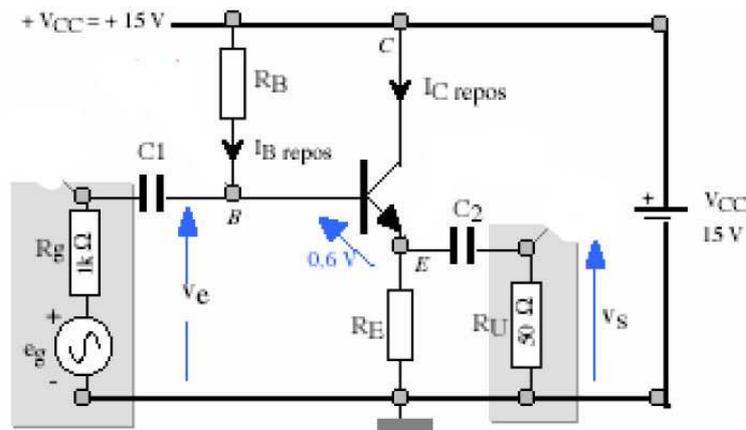
1. Dessiner le schéma de polarisation.
2. En appliquant la loi des mailles sur une maille bien choisie, déterminer l'expression du courant de polarisation I_B et calculer sa valeur.
3. En déduire la valeur du courant I_E et celle de la tension V_{CE} .

2.1.2 Etude en petits signaux

1. Dessiner le schéma en petits signaux.
2. Déterminer l'expression de l'amplification en tension A_v du montage. Calculer sa valeur.
3. Déterminer l'expression de l'amplification en tension à vide A_{v0} du montage. Calculer sa valeur.
4. Déterminer l'expression de l'amplification en courant A_i du montage. Calculer sa valeur.
5. Déterminer l'expression de l'impédance d'entrée Z_e du montage. Calculer sa valeur.
6. Déterminer l'expression de l'impédance de sortie Z_s du montage. Calculer sa valeur.
7. Représenter le schéma équivalent du montage amplificateur (constitué d'un bloc comprenant Z_e , Z_s et A_{v0}). Ajoutez-y en entrée un générateur de tension sinusoïdale constitué d'une source parfaite e_G et d'une résistance R_G .
8. Déterminer l'expression de v_s en fonction de e_G , R_G , Z_e , Z_s , R_L et A_{v0} .

9. Commenter sur l'utilité de ce montage.

2.2 Montage à collecteur commun



Le schéma d'un amplificateur à transistor monté en collecteur commun et alimenté par une tension continue $V_{CC} = 15V$ est donné à la figure ci-dessus. Il utilise un transistor NPN tel que $\beta = 300$, $v_{BE} = 0.6V$. La température de fonctionnement est $25^\circ C$.

2.2.1 Etude de la polarisation

Dessiner le montage en polarisation. Sachant que le courant de repos au collecteur est $I_C = 3mA$ et que $V_{CE} = 6V$:

1. Calculer la valeur de la résistance d'émetteur R_E et de polarisation R_B .
2. Sous quelle tension continue sont chargées les capacités C_1 et C_2 ?

2.2.2 Etude en petits signaux

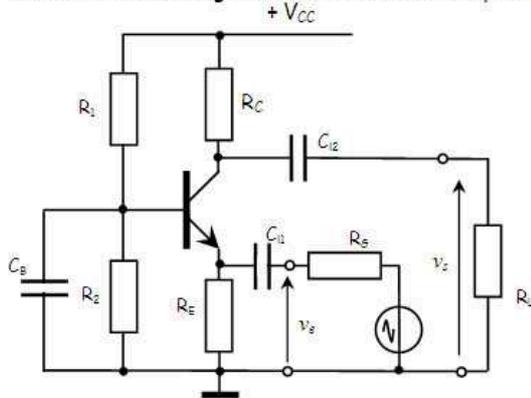
On donne $r_{BE} = 4k\Omega$

1. Dessiner le schéma en petits signaux.
2. Déterminer l'expression de la résistance d'entrée R_E du montage vu par le générateur e_g , R_G .
3. Déterminer l'expression du gain en tension $A_v = v_s/v_e$ en charge et tracer le graphe $|A_v| = f(\alpha)$.
4. Calculer le gain en puissance A_p de l'étage (en dB) et le gain en courant A_i .
5. Déterminer la résistance de sortie R_S du montage.

3 TD 3 : Pré-amplification en petits signaux

3.1 Montage base commune

Le schéma de câblage et les données numériques sont donnés ci-dessous.



$$\begin{aligned}
 V_{CC} &= 12 \text{ V} & R_2 &= 2,62 \text{ k}\Omega & R_1 &= 8,5 \text{ k}\Omega \\
 R_E &= 180 \Omega & R_C &= 470 \Omega & & \\
 e_B &= 0,6 \text{ V}_{DC} & h_{11} &= 1 \text{ k}\Omega & h_{21} &= \beta = 99 \\
 E_G &= 100 \text{ mV}_{\text{eff}} & f &= 1 \text{ kHz} & R_G &= 10 \Omega \\
 R_L &= 1 \text{ k}\Omega & & & &
 \end{aligned}$$

- 1°) Déterminer les valeurs de $E_{e,q}$ et $R_{e,q}$ du circuit de Thévenin équivalent à l'ensemble V_{CC} , R_1 , R_2 vu des points B et M
- 2°) Ecrire la loi des mailles sur le parcours MBEM, en déduire la valeur des courants I_B , I_C et I_E
- 3°) Calculer la valeur des tensions V_{EM} , V_{CE} , V_{AC} .
- 4°) Etablir le modèle théorique équivalent à la fréquence 1 kHz en admettant que les condensateurs de liaisons sont correctement dimensionnés.
- 5°) Calculer la valeur de l'amplification en tension A_V du montage.
- 6°) Déterminer l'expression littérale de la résistance d'entrée R_e . Celle-ci dépend-t-elle de R_L ?
- 7°) Calculer la valeur numérique de la résistance d'entrée, R_e .
- 8°) Déterminer l'expression littérale de la résistance de sortie R_s . Celle-ci dépend-t-elle de R_G ?
- 9°) Calculer la valeur numérique de la résistance de sortie R_s .

Calculer les valeurs de :

- 10°) La tension d'entrée V_e et de la tension de sortie V_s .
- 11°) Du courant d'entrée I_e et du courant de sortie I_s
- 12°) De l'amplification en courant A_I
- 13°) De l'amplification en puissance A_P et du gain G_P correspondant
- 14°) Entre quelles valeurs les tensions V_{CE} et V_{EM} évoluent-elle ?

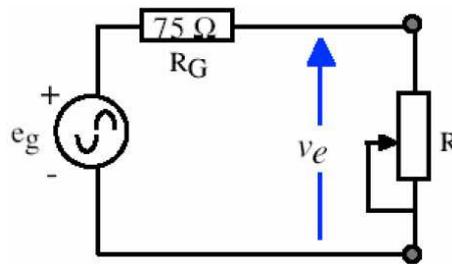
4 TD 4 : Pré-amplification en petits signaux

4.1 Amplificateur pour antenne de télévision

Le signal délivré par une antenne de télévision, véhiculé par un câble blindé, est assimilable à un générateur sinusoïdal indépendant e_g de résistance interne $R_G = 75\Omega$. Sachant que le signal e_g possède une valeur efficace faible (inférieure à $100mV$), il est nécessaire de prévoir son adaptation en puissance.

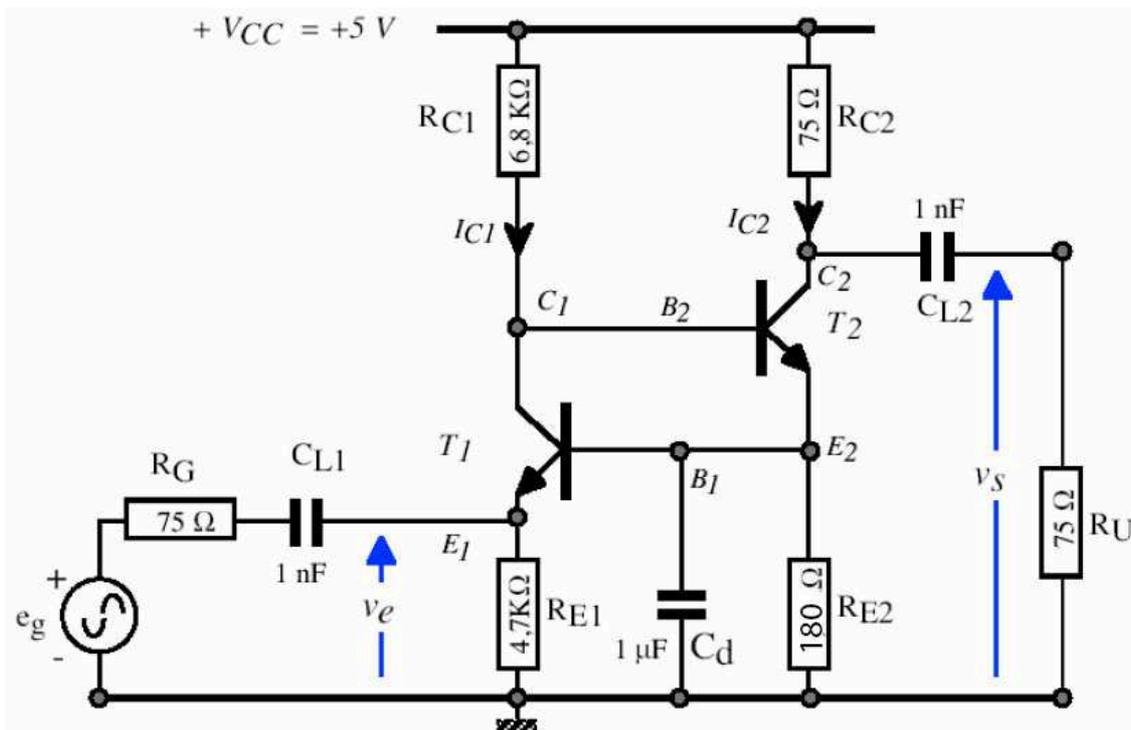
4.1.1 Etude l'adaptation d'impédance

À cet effet, on donne le schéma du générateur e_g , R_g chargé par une résistance R variable.



1. Déterminer en fonction de e_g efficace, R_g et R , l'expression de la puissance efficace P_{eff} qui est reçue dans la résistance R .
2. On désire que la puissance efficace P_{eff} soit maximale. Calculer d'abord la dérivée de la puissance par rapport à R . en déduire la valeur de R permettant d'avoir un transfert de puissance maximal.

Le schéma complet du montage amplificateur est donné à la figure ci-dessous. La tension d'alimentation est fixée à $V_{CC} = 5V$ et la température de fonctionnement est de $25^\circ C$. Les deux transistors NPN sont identiques avec un gain en courant $\beta = 200$. On négligera leur résistance dynamique ($r_{CE} = \infty$).



4.1.2 Etude de la polarisation

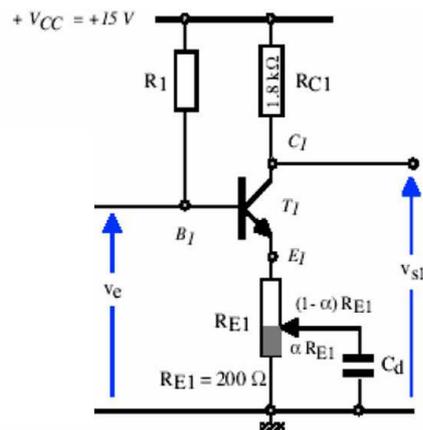
1. Dessiner le schéma d'étude en régime continu.
2. On fixe $V_{be} = 0.6V$ pour les transistors. Montrer que la tension V_{CE} du transistor T_1 est égale à $1.2V$.
3. On supposera que les courants de base de T_1 et T_2 sont suffisamment faibles pour être négligés devant les courants de collecteur. En déduire la valeur du courant de repos I_{C_1} du transistor T_1 .
4. Calculer la valeur des potentiels V_{E_1} , V_{E_2} et V_{C_1} qui seront reportées sur le schéma précédent. En déduire la valeur du courant de repos I_{C_2} du transistor T_2 . Calculer la valeur du potentiel V_{C_2} .

4.1.3 Etude en petits signaux

On supposera qu'aux fréquences de fonctionnement du montage, les condensateurs sont équivalents à des courts-circuits. Le gain en courant des transistors est fixé à $\beta = 200$. On prendra $r_{BE} = 1k\Omega$

1. Déterminer le type de montage amplificateur relatif à chaque transistor. Que peut-on dire du signe du gain du montage complet ?
2. Dessiner le schéma équivalent aux petites variations du montage complet. On prendra les résistance $r_{CE} = \infty$ pour chaque transistor.
3. Déterminer l'expression du gain en tension A_v de l'amplificateur.
4. En déduire la valeur du gain en tension à vide A_{v0} .
5. Déterminer l'expression de la résistance d'entrée R_e du montage vue par le générateur e_g , R_G . Faire l'A.N.
6. L'entrée de l'amplificateur est telle conforme au cahier des charges à savoir une adaptation d'impédance en courant. Commenter.
7. Déterminer la résistance de sortie R_S du montage.
8. La sortie de l'amplificateur est-elle adaptée en puissance ? Commenter. Déterminer le gain en puissance du montage exprimé en dB.

4.2 Amplificateur à gain variable



On considère le montage amplificateur ci-dessus. Ce montage utilise un transistor NPN T_1 . Il possède un gain en courant $\beta = 250$.

L'alimentation du montage est assurée par une tension continue $V_{CC} = 15V$.

Un potentiomètre est lié à l'émetteur de T_1 . Ce potentiomètre a une valeur totale $R_{E1} = 200\Omega$. Il est recommandé de le représenter sous forme de deux résistances αR_{E1} et $(1 - \alpha)R_{E1}$ avec $\alpha \in [0; 1]$. On a également $R_{C1} = 1.8k\Omega$

4.2.1 Etude de la polarisation

Dessiner le montage en polarisation. Sachant que le courant de repos au collecteur est $I_{C1} = 5mA$, déterminer :

- Le potentiel en chacun des nœuds du montage (E_1 , B_1 et C_1).
- La valeur à donner à la résistance de polarisation R_1 pour avoir cette polarisation.

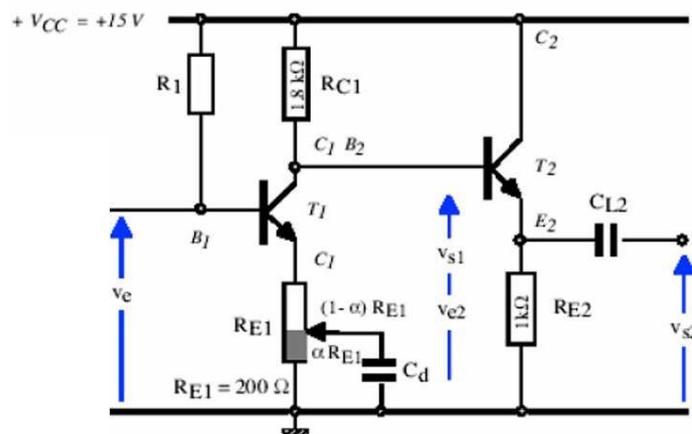
4.2.2 Etude en petits signaux

On supposera que $r_{BE} = 1k\Omega$.

1. Dessiner le schéma en petits signaux.
2. Déterminer l'expression de la résistance d'entrée R_{E1} du montage vu par le générateur e_g , R_G . Tracer le graphe $R_{E1} = f(\alpha)$. Commenter.
3. Déterminer l'expression du gain en tension $A_v = v_{s1}/v_e$ et tracer le graphe $|A_v| = f(\alpha)$.
4. On souhaite un gain variant entre la valeur minimale et -40 , proposer une solution.
5. Montrer que la résistance de sortie est égale à R_{C1} .

4.2.3 Amélioration du montage

Cette résistance de sortie étant trop élevée, on décide d'ajouter un étage supplémentaire au montage comme indiqué à la figure ci-dessous :



1. Dans quel schéma type est monté le transistor T_2 ?
2. Sachant que $R_{E2} = 1k\Omega$ et en rappelant la valeur de V_{C1} en polarisation, déterminer la valeur de V_{E2} et du courant de repos I_{C2} de T_2 .

3. Représenter le schéma petits signaux du montage complet.
4. Déterminer le gain A_{v2} en tension du montage complet.
5. Déterminer la résistance de sortie du montage complet.

5 TD 5 : Amplification de puissance

5.1 Montage Darlington

Soit le montage de la figure 9 dans lequel T et T' sont deux transistors bipolaires NPN.

Caractéristiques des transistors :

	h_{11e} (Ω)	h_{21e}	h_{12e}	h_{22e} (Ω^{-1})	V_{BE} (V)	$\beta = h_{21E}$
T	300	40	≈ 0	≈ 0	0.7	50
T'	2000	120	≈ 0	≈ 0	0.6	100

Remarque : Toute simplification effectuée dans les calculs devra être justifiée.

POLARISATION (ANALYSE STATIQUE)

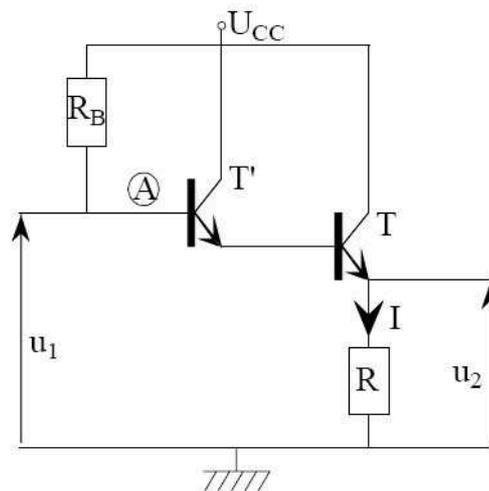
1. Ce montage étant alimenté sous une d.d.p $U_{CC} = 20$ V, calculez R_B afin que la résistance $R = 20 \Omega$ soit parcourue par un courant de 500 mA. Pour ce calcul, vous supposerez qu'il n'y a pas de signal à l'entrée (entrée ouverte).

AMPLIFICATION (ANALYSE DYNAMIQUE)

2. Représentez le schéma équivalent complet du montage.

Dans ce schéma, R est la charge du circuit. Sans R, le circuit est équivalent au schéma simplifié figure 10 ne comportant qu'une impédance Z_1 à l'entrée et un générateur de Thévenin ($\mu u_1, Z_2$) équivalent à la sortie.

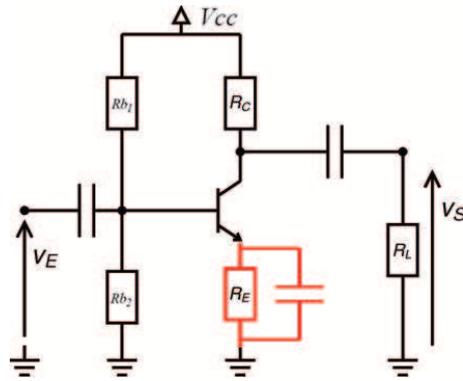
3. Calculez l'impédance d'entrée Z'_1 du montage vue de la base du transistor d'entrée (noeud A), puis l'impédance Z_1 d'entrée du circuit complet.
4. Calculez le gain en courant A_i du montage, avec la charge.
5. Calculez le gain en tension A_{u1} du circuit, avec la charge.
6. Calculez l'impédance de sortie Z_2 du circuit, compte non tenu de la charge R. Pour cela, supposez le générateur de sortie μu_1 éteint, soit $u_1 = 0$, puis calculez le courant de sortie en court-circuit et la tension de sortie ouverte.



Montage Darlington

5.2 Amplificateur Classe A

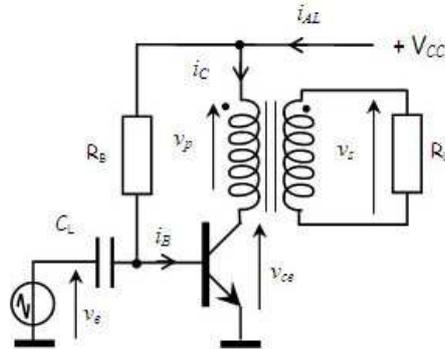
Dans cet exercice, on ne s'intéresse qu'à la partie puissance du montage.



Soit V_S la tension de sortie du montage aux bornes de la charge R_L , et V_{SC} la tension Collecteur-Masse.

1. La polarisation est supposée optimale et V_{SC} de la forme $V_{SC} = A \sin \omega t + B$. Que valent les coefficients A et B ? Donner les expressions de V_{SC} et de V_S dans ce cas. Quel rôle joue le condensateur de liaison placé avant R_L ?
2. Déterminer l'expression de la puissance P_U reçue par la charge R_L .
3. Déterminer l'expression de la puissance P_{Alim} fournie par l'alimentation.
4. Déterminer l'expression du rendement η du montage amplificateur. Conclure.

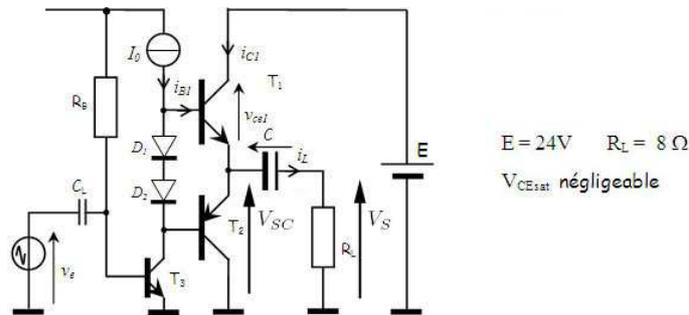
5.3 Amplificateur Classe A modifié



1. La polarisation est supposée optimale et V_P de la forme $V_S = A \sin \omega t + B$. Que valent les coefficients A et B ? Donner les expressions de V_P et V_S dans ce cas. Quel rôle joue le transformateur placé avant R_L ?
2. Déterminer l'expression de la puissance P_U reçue par la charge R_L .
3. Déterminer l'expression de la puissance P_{Alim} fournie par l'alimentation.
4. Déterminer l'expression du rendement η du montage amplificateur. Conclure.

6 TD 6 : Amplification de puissance

6.1 Amplificateur Classe AB



Dans cet exercice, on ne s'intéresse qu'à la partie puissance de l'amplificateur (à droite des 2 transistors). On supposera que la polarisation est optimale et que les transistors fonctionnent en limite de blocage.

Soit V_S la tension de sortie du montage aux bornes de la charge R_L , et V_{SC} la tension Collecteur-Masse.

La tension V_{SC} à l'émetteur des deux transistors est de la forme $V_{SC} = A \sin \omega t + B$.

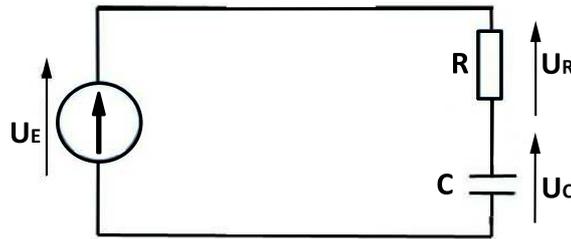
1. Dans le cas où la polarisation est optimale, Que valent les coefficients A et B ? Donner les expressions de V_{SC} et de V_S dans ce cas. Quel rôle joue le condensateur de liaison placé avant R_L ?
2. Déterminer l'expression de la puissance P_U reçue par la charge R_L dans ce cas.
3. Déterminer l'expression de l'amplitude maximale du courant i_L dans la charge dans ce cas.
4. On s'intéresse à présent au transistor T_1 . A quelle condition sur i_L et donc sur V_S le transistor est-il passant ? Représenter le chronogramme du courant i_{C1} et calculer sa valeur moyenne I_{Cmoy} .
5. Déterminer l'expression de la puissance P_{Alim} fournie par l'alimentation E (constante).
6. Connaissant la puissance fournie par l'alimentation et la puissance reçue par la charge, Déterminer l'expression du rendement η du montage.

On se place à présent dans le cas où la tension de déchet n'est plus négligeable : $V_{CEmin} = 1.5V$.

1. Quelle est l'amplitude maximale possible pour la tension sinusoïdale V_S en sortie ? Donner son expression et celle de V_{SC} .
2. Déterminer l'expression de la puissance P_{UN} reçue par la charge R_L dans ce cas.
3. Connaissant la puissance fournie par l'alimentation et la puissance reçue par la charge, Déterminer l'expression du rendement η du montage dans ce cas.

7 TD 7 : Filtrage (révision)

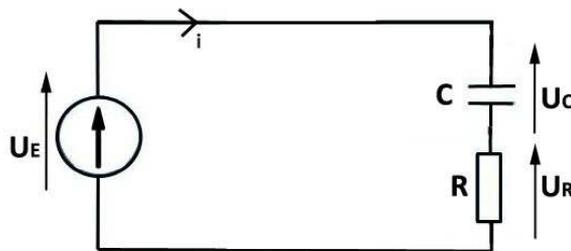
7.1 Filtre passe-bas passif : Circuit R-C série en régime harmonique



Le circuit est alimenté par une tension $U_E = U_0 \cos \omega t$.

1. Déterminer la fonction de transfert $\underline{H} = \frac{U_C}{U_E}$ du montage.
2. Aux basses fréquences ($\omega \rightarrow 0$), simplifier la fonction de transfert en négligeant ce qui peut l'être. En déduire dans ce cas ($\omega \rightarrow 0$) l'expression du gain en dB et la phase ϕ de U_C par rapport à U_E .
3. Aux fréquences élevées ($\omega \rightarrow \infty$), simplifier la fonction de transfert en négligeant ce qui peut l'être. En déduire dans ce cas ($\omega \rightarrow \infty$) l'expression du gain en dB et la phase ϕ de U_C par rapport à U_E .
4. Tracer le diagramme de Bode asymptotique associé à la fonction de transfert \underline{H} .
5. Quel peut-être l'intérêt d'un tel montage ?

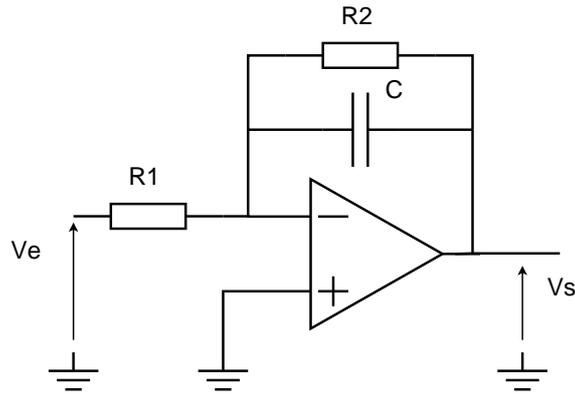
7.2 Filtre passe-haut passif : Circuit R-C série en régime harmonique



Le circuit est alimenté par une tension $U_E = U_0 \cos \omega t$.

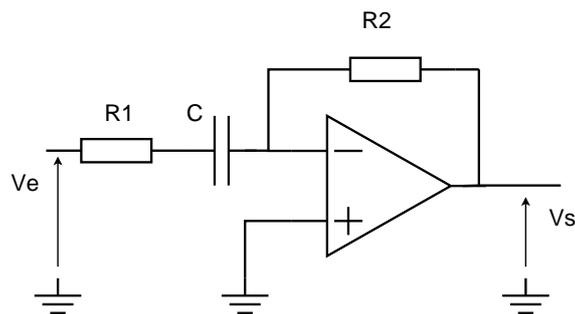
1. Déterminer la fonction de transfert $\underline{H} = \frac{U_C}{U_E}$ du montage.
2. Aux basses fréquences ($\omega \rightarrow 0$), simplifier la fonction de transfert en négligeant ce qui peut l'être. En déduire dans ce cas ($\omega \rightarrow 0$) l'expression du gain en dB et la phase ϕ de U_C par rapport à U_E .
3. Aux fréquences élevées ($\omega \rightarrow \infty$), simplifier la fonction de transfert en négligeant ce qui peut l'être. En déduire dans ce cas ($\omega \rightarrow \infty$) l'expression du gain en dB et la phase ϕ de U_C par rapport à U_E .
4. Tracer le diagramme de Bode asymptotique associé à la fonction de transfert \underline{H} .
5. Quel peut-être l'intérêt d'un tel montage ?

7.3 Filtre passe-bas actif d'ordre 1



1. Déterminer V_- en utilisant le théorème de Millmann.
2. Déterminer V_+ .
3. Déterminer la fonction de transfert $\underline{H} = \frac{V_s}{V_e}$ du montage.
4. Aux basses fréquences ($\omega \rightarrow 0$), simplifier la fonction de transfert en négligeant ce qui peut l'être. En déduire dans ce cas ($\omega \rightarrow 0$) l'expression du gain en dB et la phase ϕ de V_s par rapport à V_e .
5. Aux fréquences élevées ($\omega \rightarrow \infty$), simplifier la fonction de transfert en négligeant ce qui peut l'être. En déduire dans ce cas ($\omega \rightarrow \infty$) l'expression du gain en dB et la phase ϕ de V_s par rapport à V_e .
6. Tracer le diagramme de Bode asymptotique associé à la fonction de transfert \underline{H} .
7. Quel peut-être l'intérêt d'un tel montage ?

7.4 Filtre passe-haut actif d'ordre 1

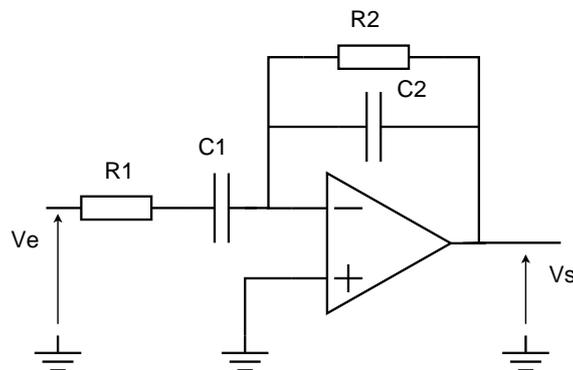


1. Déterminer V_- en utilisant le théorème de Millmann.
2. Déterminer V_+ .
3. Déterminer la fonction de transfert $\underline{H} = \frac{V_s}{V_e}$ du montage.
4. Aux basses fréquences ($\omega \rightarrow 0$), simplifier la fonction de transfert en négligeant ce qui peut l'être. En déduire dans ce cas ($\omega \rightarrow 0$) l'expression du gain en dB et la phase ϕ de V_s par rapport à V_e .

5. Aux fréquences élevées ($\omega \rightarrow \infty$), simplifier la fonction de transfert en négligeant ce qui peut l'être. En déduire dans ce cas ($\omega \rightarrow \infty$) l'expression du gain en dB et la phase ϕ de V_s par rapport à V_e .
6. Tracer le diagramme de Bode asymptotique associé à la fonction de transfert \underline{H} .
7. Quel peut-être l'intérêt d'un tel montage ?

8 TD 8 : Filtrage d'ordre 2

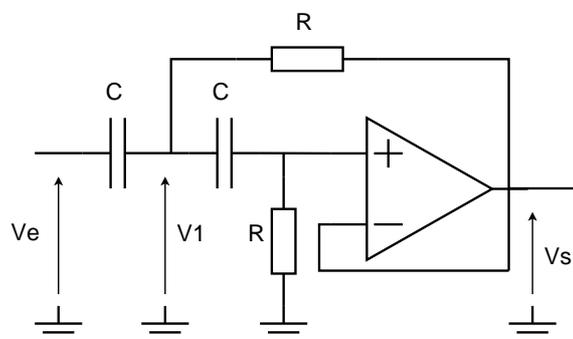
8.1 Filtre passe-bande actif d'ordre 2



Note : ce filtre n'est pas un filtre du premier ordre, mais son importance justifie sa présence dans cette partie.

1. Déterminer V_- en utilisant le théorème de Millmann.
2. Déterminer V_+ .
3. Déterminer la fonction de transfert $\underline{H} = \frac{V_s}{V_e}$ du montage.
4. Aux basses fréquences ($\omega \rightarrow 0$), simplifier la fonction de transfert en négligeant ce qui peut l'être. En déduire dans ce cas ($\omega \rightarrow 0$) le gain en dB et la phase ϕ de V_s par rapport à V_e .
5. Aux fréquences élevées ($\omega \rightarrow \infty$), simplifier la fonction de transfert en négligeant ce qui peut l'être. En déduire dans ce cas ($\omega \rightarrow \infty$) l'expression du gain en dB et la phase ϕ de V_s par rapport à V_e .
6. Tracer le diagramme de Bode asymptotique associé à la fonction de transfert \underline{H} .
7. Quel peut-être l'intérêt d'un tel montage ?

8.2 Filtre passe-haut actif d'ordre 2 (Sallen Key)



1. Déterminer V_- en fonction de V_s .
2. Déterminer V_+ en fonction de V_1 . Simplifier l'expression sous forme d'une fraction simple.
3. En déduire une expression de V_1 en fonction de V_s .

4. A l'aide du théorème de Millmann et en notant que $V_+ = V_s$, déterminer une autre expression V_1 en fonction de V_e et V_s . Simplifier l'expression sous forme d'une fraction simple.
5. En égalisant les deux expressions précédentes de V_1 , montrer que la fonction de transfert peut se mettre sous la forme $\underline{H} = \frac{V_s}{V_e} = \frac{(jRC\omega)^2}{(1 + jRC\omega)^2}$.

Vous pouvez utiliser ce résultat pour faire la suite de l'exercice !

6. Aux basses fréquences ($\omega \rightarrow 0$), simplifier la fonction de transfert en négligeant ce qui peut l'être. En déduire dans ce cas ($\omega \rightarrow 0$) l'expression du gain en dB et la phase ϕ de V_s par rapport à V_e .
7. Aux fréquences élevées ($\omega \rightarrow \infty$), simplifier la fonction de transfert en négligeant ce qui peut l'être. En déduire dans ce cas ($\omega \rightarrow \infty$) l'expression du gain en dB et la phase ϕ de V_s par rapport à V_e .
8. Tracer le diagramme de Bode asymptotique associé à la fonction de transfert \underline{H} .
9. Quel peut-être l'intérêt d'un tel montage ?