

**CONTROLE ECRIT
DU SYSTEME A LA FONCTION**

Durée : 2 heures

Documents et calculatrices interdits

Les 3 parties sont indépendantes. Il n'y a jamais de longs développements de calculs. Apportez des réponses rédigées, courtes mais claires.

1. Questions de cours

- 1.1 Représenter le modèle général d'un quadripôle réel avec un modèle de Thévenin en sortie.
- 1.1 Représenter le modèle particulier d'un quadripôle idéal de type CVI avec la relation de dépendance.
- 1.2 Structurellement, un transistor est constitué de deux diodes empilées. Quelle est la particularité qui fait qu'il y a un « effet transistor », traduisant le fonctionnement spécifique du transistor (traduit en particulier par $I_c = \alpha I_e$)
- 1.3 Pourquoi est-il nécessaire d'avoir au moins un condensateur ou une bobine d'inductance pour réaliser un filtre ?
- 1.4 Tracer le diagramme de Bode de la fonction de transfert $H(p) = 1 / (p+a)$

2. Source réelle et amplification

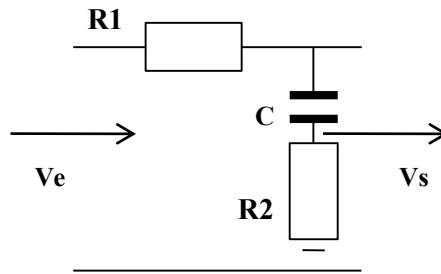
- 2.1 On considère d'abord une source de tension réelle notée (E, Ri), modélisée par une source de tension idéale de force électromotrice E placée en série avec une résistance Ri. On place une résistance Ru entre les deux bornes de cette source réelle. Quelle est la différence de potentiel V1 que l'on peut mesurer à ses bornes, en fonction de E et de Ri ?
- 2.2 On considère ensuite un CVV idéal caractérisé par la relation $V_s = V_e$. On insère ce CVV entre la source réelle (E, Ri) et la résistance Ru. Quelle est à présent la différence de potentiel V2 que l'on peut mesurer à ses bornes, en fonction de E, Ri et Ru ?
- 2.3 On considère enfin un CVV non idéal seulement en entrée, caractérisé par $V_s = k V_e$ (k réel positif) et par une résistance d'entrée Re, alors qu'en sortie, ce CVV reste modélisé par une source de tension idéale. On insère de nouveau ce CVV entre la source réelle (E, Ri) et la résistance Ru. Quelle est alors la différence de potentiel V3 que l'on peut mesurer à ses bornes, en fonction de E, Ri, Re, Ru et k ?
- 2.4 Quelle doit être la valeur de k de façon que V3 soit égale à E ?

2.5 Dans le cas où Ri serait « assez grande », à quoi sert ce dispositif ?

tourner la page ... / ...

3. Circuit de filtrage

On considère le circuit suivant :



On adopte les valeurs numériques (sans unités) suivantes :

$$R_1 = 1$$

$$R_2 = 2$$

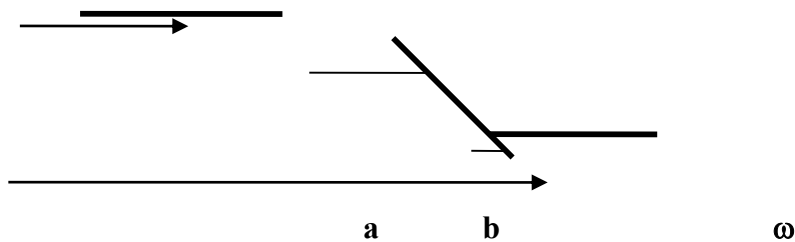
$$C = 1$$

L'impédance du condensateur C sera notée : $1 / C_p$ (avec $p = j\omega$)

3.1 Exprimer la fonction de transfert $H(p) = V_s / V_e$, faire l'application numérique

3.2 Montrer que le diagramme de Bode de $H(p)$ a l'allure suivante :

$20 \log |H(j\omega)|$



3.3 Donner les valeurs numériques de $|H(j\omega)|$ pour, respectivement, ω tendant vers 0, puis pour ω tendant vers l'infini.

3.4 Donner ces mêmes valeurs, exprimées cette fois en décibels (dB)

3.5 Donner les valeurs numériques des valeurs particulières de ω , notées a et b (sans unités)

On donne :

$$\log (2/3) = - 0.18$$

F I N

CONTROLE ECRIT DU SYSTEME A LA FONCTION

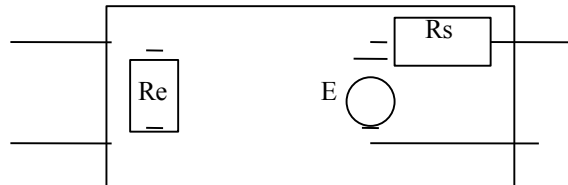
- Corrigé -

Durée : 2 heures

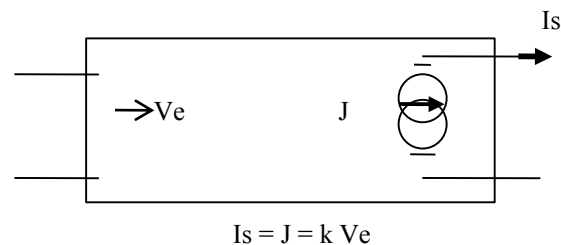
Documents et calculatrices interdits

1. Questions de cours

3.1 Représenter le modèle général d'un quadripôle réel avec un modèle de Thévenin en sortie.



3.2 Représenter le modèle particulier d'un quadripôle idéal de type CVI avec la relation de dépendance.



3.3 Structurellement, un transistor est constitué de deux diodes empilées. Quelle est la particularité qui fait qu'il y a un « effet transistor », traduisant le fonctionnement spécifique du transistor (traduit en particulier par $I_c = \alpha I_e$)

Les deux diodes ont une électrode commune : la base, celle-ci est mince et peu dopée. Ainsi, sous des conditions particulières d'orientation des champs électriques (conditions traduites par $V_c > V_b > V_e$), le courant issu de l'émetteur traverse la base avec peu de recombinaison électron-trou et arrive donc dans le collecteur, ce que traduit la relation $I_c = \alpha I_e$ avec α proche de 1 et par conséquent I_b se trouve être presque nul

3.4 Pourquoi est-il nécessaire d'avoir au moins un condensateur ou une bobine d'inductance pour réaliser un filtre ?

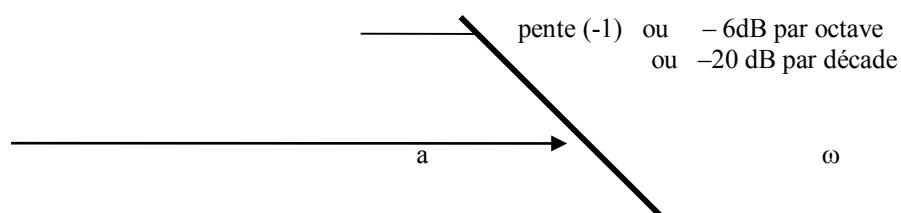
Un filtre est caractérisé par un comportement différent suivant la fréquence de la tension électrique sinusoïdale située à l'entrée. C'est ce que traduit la fonction de transfert $H(j\omega)$.

Un circuit électrique réalisant un filtre doit donc contenir des éléments qui ont eux-mêmes des comportements différents suivant la fréquence : il n'y a que les éléments condensateur ou une bobine d'inductance qui ont une telle propriété au niveau de leur impédance, contrairement à la résistance dont la valeur de l'impédance est égale à la valeur de la résistance, indépendamment de la fréquence.

3.5 Tracer le diagramme de Bode de la fonction de transfert $H(p) = 1 / (p+a)$

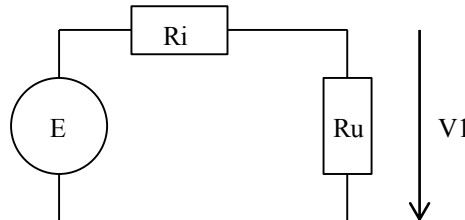
$$20 \log |H(j\omega)|$$

$$20 \log (1/a) \longrightarrow$$



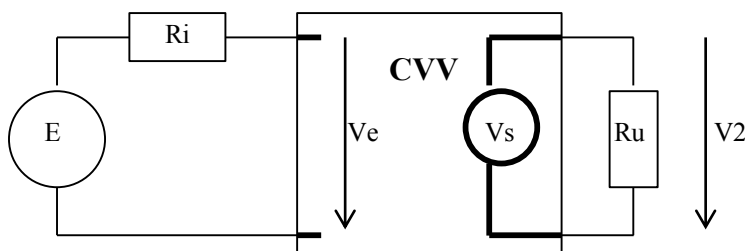
4. Source réelle et amplification

- 4.1 On considère d'abord une source de tension réelle notée (E, R_i) , modélisée par une source de tension idéale de force électromotrice E placée en série avec une résistance R_i . On place une résistance R_u entre les deux bornes de cette source réelle. Quelle est la différence de potentiel V_1 que l'on peut mesurer à ses bornes, en fonction de E et de R_i ?



$$V_1 = E \cdot R_u / (R_i + R_u)$$

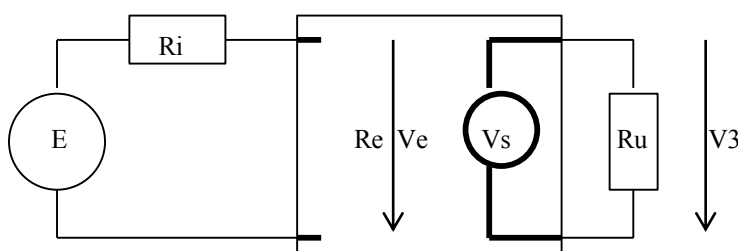
- 4.2 On considère ensuite un CVV idéal caractérisé par la relation $V_s = V_e$. On insère ce CVV entre la source réelle (E, R_i) et la résistance R_u . Quelle est à présent la différence de potentiel V_2 que l'on peut mesurer à ses bornes, en fonction de E , R_i et R_u ?



$$\begin{aligned} V_e &= E \quad \text{car CVV idéal (Ie = 0)} \\ V_s &= V_e \quad \text{définition du CVV} \\ V_2 &= V_s \quad \text{car CVV idéal} \\ &\quad \text{(pas de résistance Rs)} \end{aligned}$$

$$\text{donc : } V_2 = E$$

- 4.3 On considère enfin un CVV non idéal seulement en entrée, caractérisé par $V_s = k V_e$ (k réel positif) et par une résistance d'entrée R_e , alors qu'en sortie, ce CVV reste modélisé par une source de tension idéale. On insère de nouveau ce CVV entre la source réelle (E, R_i) et la résistance R_u . Quelle est alors la différence de potentiel V_3 que l'on peut mesurer à ses bornes, en fonction de E , R_i , R_e , R_u et k ?



$$\begin{aligned} V_e &= E \cdot R_e / (R_i + R_e) \\ V_s &= k V_e \quad \text{définition du CVV} \\ V_3 &= V_s \end{aligned}$$

$$\text{donc : } V_3 = k E R_e / (R_i + R_e)$$

- 4.4 Quelle doit être la valeur de k de façon que V_3 soit égale à E ?

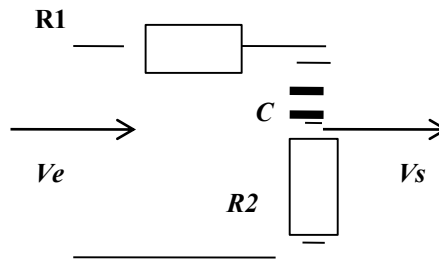
Pour que V_3 soit égale à E , il faut que : $k R_e / (R_i + R_e) = 1$ c'est à dire que : $k = (R_i + R_e) / R_e$

- 4.5 Dans le cas où R_i serait « assez grande », à quoi sert ce dispositif ?

Ce dispositif sert à compenser par amplification, l'atténuation causée par le diviseur de tension entre R_i et R_u (dans le montage initial), qui entraînerait une ddp recueillie très inférieure à la fem E . De la même façon, les CVV n'étant bien sûr pas idéaux, ce même dispositif permet toujours de s'affranchir de la valeur de R_e et de la valeur de R_u , grâce à l'amplification apportée par le CVV.

5. Circuit de filtrage

On considère le circuit suivant :



On adopte les valeurs numériques (sans unités) suivantes :

$$R1 = 1$$

$$R2 = 2$$

$$C = 1$$

L'impédance du condensateur C sera notée : $1 / Cp$ (avec $p = j\omega$)

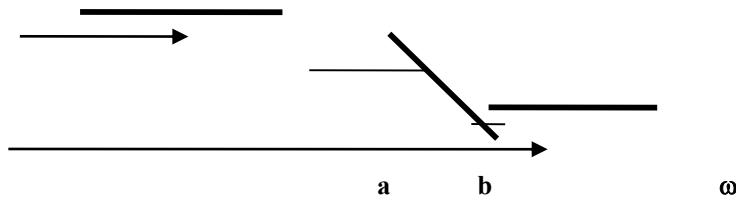
3.1 Exprimer la fonction de transfert $H(p) = Vs / Ve$, faire l'application numérique

$$H(p) = Vs / Ve = (R2 + 1/Cp) / (R1 + R2 + 1/Cp) = (R2 Cp + 1) / ((R1+R2) Cp + 1)$$

$$\text{A.N. } H(p) = (2p + 1) / (3p + 1)$$

3.2 Montrer que le diagramme de Bode de $H(p)$ a l'allure suivante :

$20 \log |H(j\omega)|$



$H(p)$ s'écrit aussi : $H(p) = \frac{2}{3} \cdot (p + 1/2) / (p + 1/3)$ qui est sous la forme $k (p + A) / (p + B)$ ce qui donne bien un diagramme de Bode de l'allure annoncée

OU

pour ω tend vers 0, on a $H(j\omega)$ tend vers 1 pour ω tend vers ∞ , on a $H(j\omega)$ tend vers $2/3$ (rappel : $p = j\omega$)
ceci justifie les deux asymptotes horizontales, il y a forcément alors une asymptote oblique entre ces deux limites, qui, compte tenu des valeurs, est décroissante pour ω croissante, d'où l'allure

3.2 Donner les valeurs numériques de $|H(j\omega)|$ pour, respectivement, ω tendant vers 0, puis pour ω tendant vers l'infini.

pour ω tend vers 0, on a $H(j\omega)$ tend vers 1 pour ω tend vers ∞ , on a $H(j\omega)$ tend vers $2/3$

3.4 Donner ces mêmes valeurs, exprimées cette fois en décibels (dB)

valeur en décibels = $20 \log$ (module de la valeur algébrique)

pour ω tend vers 0, on a $20 \log |H(j\omega)|$ tend vers $20 \log(1) = 0$ dB

pour ω tend vers ∞ , on a $20 \log |H(j\omega)|$ tend vers $20 \log(2/3) = -3.6$ dB

3.5 Donner les valeurs numériques des valeurs particulières de ω , notées a et b (sans unités)

$$H(p) \text{ s'écrit aussi : } H(p) = \frac{2}{3} \cdot (p + 1/2) / (p + 1/3)$$

les valeurs « a » et « b » correspondent aux « zéros » et « pôles » de $H(p)$, qui sont les valeurs remarquables de cette fonction relativement au diagramme de Bode.

On a alors, de façon évidente : $a = 1/3$ $b = 1/2$