

DM - Pédale à effet (Banque PT)

La pédale à effet commande un circuit électronique destiné à déformer le son produit par la corde de guitare. Plusieurs types d'effet peuvent être recherchés par le musicien.

1) Réponse d'un filtre

a) Tracer la caractéristique statique d'un amplificateur opérationnel idéal (représentant la tension de sortie en fonction de la tension différentielle d'entrée) et la commenter.

On étudie d'abord le circuit suivant où v_e est une tension sinusoïdale de pulsation ω . L'amplificateur opérationnel est idéal et fonctionne en régime linéaire.

Données :

$R_1 = R_3 = 1\text{M}\Omega$; $R_2 = 10\text{k}\Omega$; $R_4 = 50\text{k}\Omega$; $C_2 = 10\text{nF}$; $C_4 = 50\text{nF}$

b) Donner les schémas équivalents en basses et hautes fréquences de ce circuit.

c) Déterminer alors les expressions de la tension de sortie v_s .

d) En déduire la nature probable du filtre.

e) Déterminer la fonction de transfert $\underline{H}(\omega) = \frac{v_s}{v_e}$ la mettre sous la forme :

$$\underline{H}(\omega) = \frac{\underline{H}_1(\omega)\underline{H}_2(\omega)}{\underline{H}_3(\omega)\underline{H}_4(\omega)}$$

$$\underline{H}_1(\omega) = j \frac{\omega}{\omega_1}$$

où $\underline{H}_1, \underline{H}_2, \underline{H}_3$ et \underline{H}_4 sont 4 fonctions de transferts du premier ordre de la forme :

$$\underline{H}_i(\omega) = 1 + j \frac{\omega}{\omega_i} \text{ pour } i = 2, 3 \text{ et } 4$$

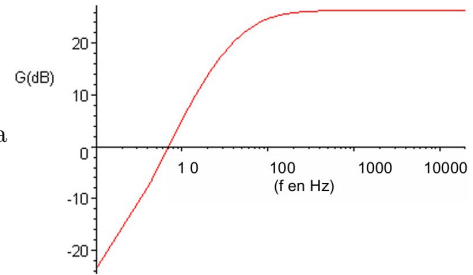
On exprimera ω_i en fonction des composants.

Le diagramme de Bode réel de H est donné ci-contre (échelle semi logarithmique).

f) Vérifier la valeur du gain maximum.

g) Déterminer graphiquement la fréquence de coupure à -3 dB de ce filtre en expliquant la méthode utilisée (deux chiffres).

Commenter.



2) Fonctionnement simplifié d'un type de pédale à effet

Le circuit étudié au 1) s'intègre dans le schéma de la pédale simplifiée représenté sur la figure ci-contre

Quand le musicien ne souhaite pas utiliser la pédale à effet, les interrupteurs sont en position 2 et le signal musical est envoyé directement sur l'amplificateur. Lorsque le musicien souhaite créer un effet, les interrupteurs sont en position 1 et le signal musical transite par le circuit électronique de la pédale avant d'être amplifié.

La tension v_e contient le signal musical issu du microphone étudié à la partie II. On peut considérer que c'est une tension sinusoïdale sans composante continue.

Les tensions d'alimentation sont notées V_{cc+} et V_{cc-} .

Données :

$$\begin{array}{llll} R_1 = R_3 = 1\text{M}\Omega & R_2 = 10\text{k}\Omega & R_4 = 50\text{k}\Omega & R_0 = 1\text{M}\Omega \\ C_2 = 10\text{nF} & C_4 = 50\text{nF} & C_1 = 1\mu\text{F} & \end{array}$$

On étudie cette configuration en utilisant le principe de superposition et en supposant que l'amplificateur opérationnel est idéal et reste en régime linéaire.

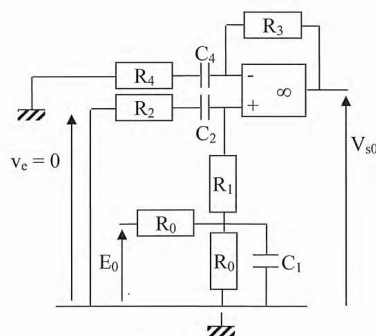


Figure III.4

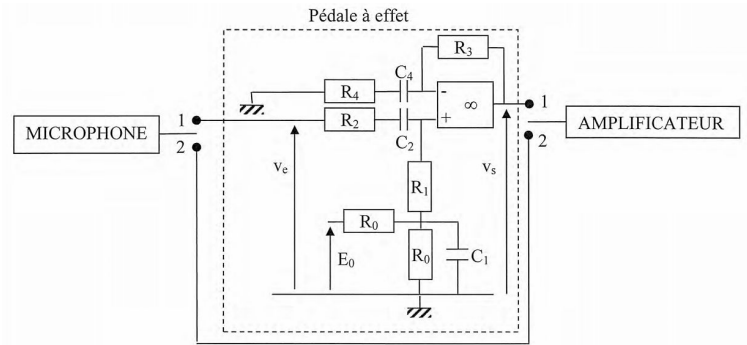


Figure III.5

On s'intéresse à la seule entrée E_0 , continue, la tension v_e étant court-circuitée (Figure III.4).

a) Donner un schéma équivalent au circuit en régime permanent.

b) Déterminer le potentiel V_{+0} de l'entrée non inverseuse de l'amplificateur opérationnel ainsi que la tension de sortie V_{s0} due à la seule action de E_0 .

On s'intéresse maintenant à la seule entrée sinusoïdale v_e de pulsation ω , la tension E_0 étant court-circuitée. (Figure III.5).

c) Pour les fréquences audibles supérieures à 30 Hz, montrer que l'ensemble R_0, R_1 et C_1 est équivalent à la résistance R_1 .

d) Donner l'expression du potentiel v_{+1} de l'entrée non inverseuse de l'amplificateur opérationnel ainsi que de la tension de sortie v_{s1} due à la seule action de v_e . Nous admettrons le théorème de superposition : sous l'action simultanée de E_0 et de v_e , on a :

$$v_s = V_{s0} + v_{s1}.$$

$$v_+ = V_{+0} + v_{+1}.$$

e) Quel est le rôle des composants R_0 et R_1 vis-à-vis des composantes continues dans le fonctionnement global de la pédale ?

f) On visualise la tension v_s à l'aide d'un oscilloscope. Qu'observe-t-on si l'oscilloscope est en mode DC ? en mode AC ?

3) Création de l'effet

L'effet créé par cette pédale est un effet de saturation. L'amplificateur opérationnel est alimenté sous les tensions $V_{cc+} = E_0 = 9\text{ V}$ et $V_{cc-} = -9\text{ V}$. On suppose que dans ce cas les tensions de saturation de l'amplificateur opérationnel sont égales à V_{cc+} et V_{cc-} .

a) Le signal musical a une amplitude de quelques centaines de mV.

Justifier que l'on peut effectivement obtenir l'effet désiré. On pourra se contenter d'expliquer le fonctionnement pour un son de fréquence 10 kHz, selon l'amplitude de la tension d'entrée.

b) La résistance R_4 est en fait une résistance réglable comprise entre 50 et 500k Ω . Quelle est son utilité ?