électronique

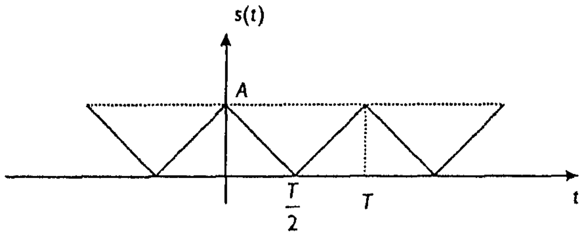
T.D N°1

Analyse de FOURIER

⋆ Exercice 1 :signal périodique triangulaire

On se propose quatre expressions possibles pour le signal représenté ci-dessous. en utilisant les propriétés générales de la décomposition en série de Fourier(calcul explicite exclu),indiquer quelle est la bonne expression.

1. $\frac{A}{2} + 4\frac{A}{\pi^2}\sum_{n=1}^{+\infty}\frac{\cos((2n-1)\omega t)}{(2n-1)^2}$
2. $\frac{A}{4} - 4\frac{A}{\pi^2}\sum_{n=1}^{+\infty}\frac{\sin((2n-1)\omega t)}{(2n-1)^2}$
3. $\frac{A}{4} - 4\frac{A}{\pi^2}\sum_{n=1}^{+\infty}\frac{\cos((2n-1)\omega t)}{(2n-1)^2}$
4. $\frac{A}{2} + 4\frac{A}{\pi^2}\sum_{n=1}^{+\infty}\frac{\cos((2n-1)\omega t)}{(2n-1)^2}$

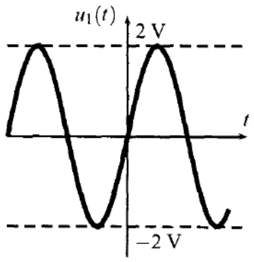


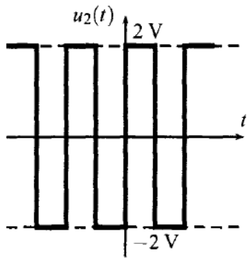
⋆ Exercice 2 :Circuits passifs et signaux périodiques

on donne : $\sum_{p=0}^{+\infty}\frac{1}{(2p+1)^2} = \frac{\pi^2}{8}$.

A. Étude préliminaire

On dispose d'un générateur basse fréquence (BF) susceptible de délivrer les deux signaux (tensions) $u_1(t)$ et $u_2(t)$ représentés ci-après, de même période T = 1/f avec f = 1 000 Hz. u_1 est un signal sinusoïdal et u_2 un créneau symétrique. Dans les deux cas, la tension crête à crête est $2u_0$ avec $u_o = 2V$.

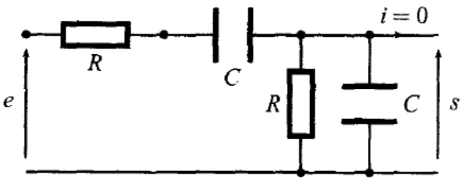




1. Déterminer les valeurs moyennes $< u_1 >$ et $< u_2 >$.
2. Définir et déterminer les valeurs efficaces U_1 et U_2 des tensions $u_1(t)$ et $u_2(t)$.
3. On montre, et on admettra, que $u_2(t)$ est décomposable en série de Fourier. Justifier complètement l'expression du développement $u_2(t) = u_0\frac{4}{\pi}[\sin(2\pi ft) + \frac{1}{3}\sin(6\pi ft) + \frac{2}{5}\sin(10\pi ft) + ...]$. Retrouver la valeur de U_2

B.Filtre passe-bande

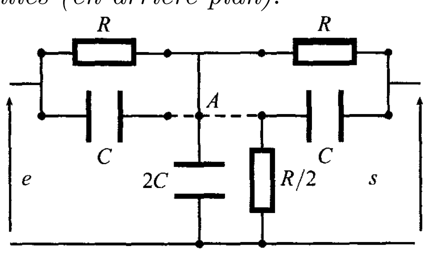
On réalise le circuit de la figure ci-contre avec $R = 50k\Omega$ et C = 3,2 nF.



1. Quel est le comportement en HF et en BF du circuit
2. Déterminer la fonction de transfert$H_1(j\omega)$ du montage, Vérifier les comportement asymptotique obtenus à la question précédente,
3. Donner les fréquences de coupure de ce filtre, définir un faccteur de qualité et donner sa valeur.
4. Tracer le diagramme de Bode asymptotique de H_1.
5. Caractériser les signaux de sortie lorsqu'on applique successivement $u_1(t)$ puis $u_2(t)$ à l'entrée du circuit.

C. Filtre coupe-bande

On réalise le circuit de la figure ci-contre avec $R = 50k\Omega$ et C = 3,2 nF.*Attention, au point A, il n'y a pas de lien électrique entre le circuit en traits pleins (au premier plan) et le circuit en traits pointillés (en arrière-plan).*



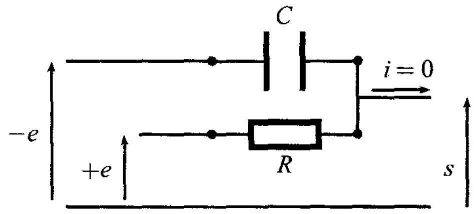
1. Vérifer que la fonction de transfert du filtre est :

$$H_2(j\omega) = \frac{1}{1 + \frac{4jR\omega}{1-R^2C^2\omega^2}}$$

2. étudier,sans calcul, le comportement du circuit en HF et en BF ,le retrouver à partir de la fonction de transfert,
3. Justifier le nom de« filtre à réjection» ou « filtre coupe-bande ». Donner alors les pulsations de coupure A - 3 dB de ce fillre.
4. Tracer le diagrammeasymptotique de Bode.
5. Caractériser les signaux de sortie lorsqu'on applique successivement $u_1(t)$ puis $u_2(t)$ à l'entrée du circuit.

Filtre passe-tout

On réalise le circuit de la figure ci-contre avec $R = 50k\Omega$ et C = 3,2nF.



1. Déterminer la fonction de transfert $H_3(j\omega)$
2. Quel est le comportement HF et BF du circuit ?
3. Tracer le diagramme de Bode asymptotique de H_3.
4. Caractériser les signaux de sortie lorsqu'on applique successivement $u_1(t)$ puis $u_2(t)$ à l'entrée du circuit.

⋆ Exercice 3 :Filtrage d'un signal sonore

Pour analyser les composantes fréquentielles d'un signal sonore (étude des phonèmes du langage par exemple), on utilise un transducteur (microphone) qui convertit le signal en une tension v_e. puis un filtre passe-bande qui extrait les composantes sinusoïdales de v_e de fréquences voisines d'une fréquence f_0 donnée. On note v_s la tension de sortie du filtre. Le filtre est un circuit linéaire dont la fonction de transfert s'écrit :

$$\underline{F}(j\omega) = \frac{\underline{v_s}}{\underline{v_e}} = \frac{F_0}{1 + jQ(\frac{\omega}{\omega_0} - \frac{\omega_0}{\omega})}$$

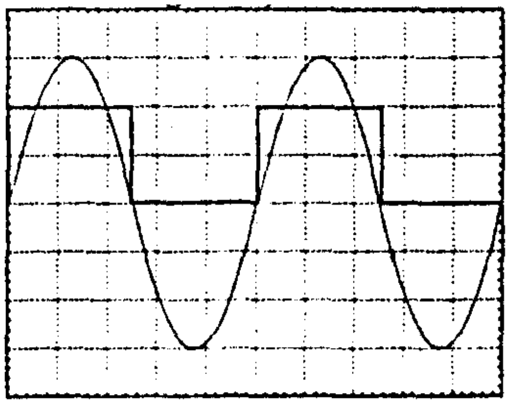
On se propose de déterminer les caractéristiques F_0, Q et ω_0 du filtre à partir des oscillogrammes obtenus en régime périodique pour une tension d'entrée v_e rectangulaire pour deux valeur de fréquences. On rappelle la décomposition en série de Fourier de $v_e(t)$ dans le cas où $v_e(t)$ est périodique de période T avec :

– pour $0 \leq t \leq \frac{T}{2}$: $v_e(t) = v_0$
– pour $\frac{T}{2} \leq t \leq T$: $v_e(t) = 0$

$$v_e(t) = v_0(\frac{1}{2} + \frac{2}{\pi}\sum_{k=0}^{+\infty}\frac{\sin((2k+1)\omega_1 t)}{(2k+1)})$$

Première expérience (oscillogramme de la figure 1) :

– voies 1 et 2 en position DC
– base de temps : $50\mu S$ par carreau
– sensibilités :
voie 1 (en gras) : 0,5 V par carreau.
voie 2 : 2 V par carreau.



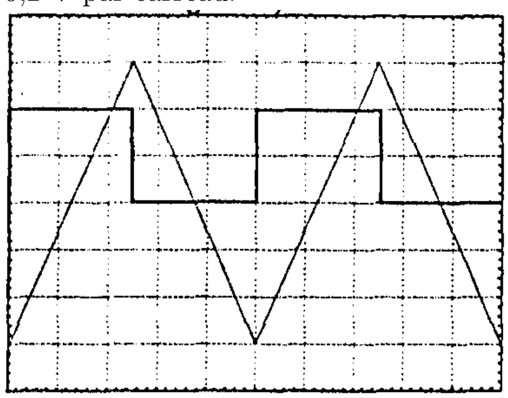
Dans cette expérience :

la tension V obtenue est Quasi-sinusoïdale,

– Si on augmente la fréquence de T par rapport à la valeur
correspondant à cet oscillogramme, on constate que l'amplitude de V_s diminue.
– si, par rapport à cette même fréquence, on diminue légèrement la fréquence de V_e on constate que l'amplitude de V_s diminue également.

Deuxième expérience (oscillogramme de la figure 2) :

– voies 1 et 2 en position DC
– base de temps : $5\mu S$ par carreau
– sensibilités :
voie 1 (en gras) : 1 V par carreau.
voie 2 : 0,2 V par carreau.



1. Pourquoi, dans chaque expérience, la tension de sortie V_s ne comporte-t-elle pas de composante continue contrairement à la tension d'entrée V_e
2. **Première expérience :**pourquoi peut-on obtenir une tension de sortie V_s. quasi-sinusoïdale alors que la tension V_e est rectangulaire ?
3. Déduire de l'oscillogramme de la première expérience et du commentaire qui l'accompagne :
   (a) la pulsation ω_0

(b) la valeur de F_0

4. Dans la deuxième expérience, V_s est triangulaire alors que V_e est rectangulaire. Le filtre a donc un comportement intégrateur.
   (a) Donner l'expression approchée de $\underline{F}(j\omega)$ dans le domaine de fréquences correspondant à la deuxième expérience.
   (b) En utilisant l'oscillogramme de la deuxième expérience, déterminer, en justifiant précisément la méthode utilisée, le rapport $\frac{F_0\omega_0}{Q}$ (on se souviendra (cf. question 1.) que la composante continue de V_e n'est pas intégrée). En déduire la valeur de Q.

⋆ Exercice 4 :filtres divers

Trouver parmiles filtres passe-bas du premier ordre, passe-haut du premier ordre ou passe-bande de deuxième ordre celui compatible avec la réponse à un signal triangulaire et créneau.

donner l'ordre de grandeur de la fréquence caractéristiques des filtres et montage simple réalisant ce filtrage. ⋆

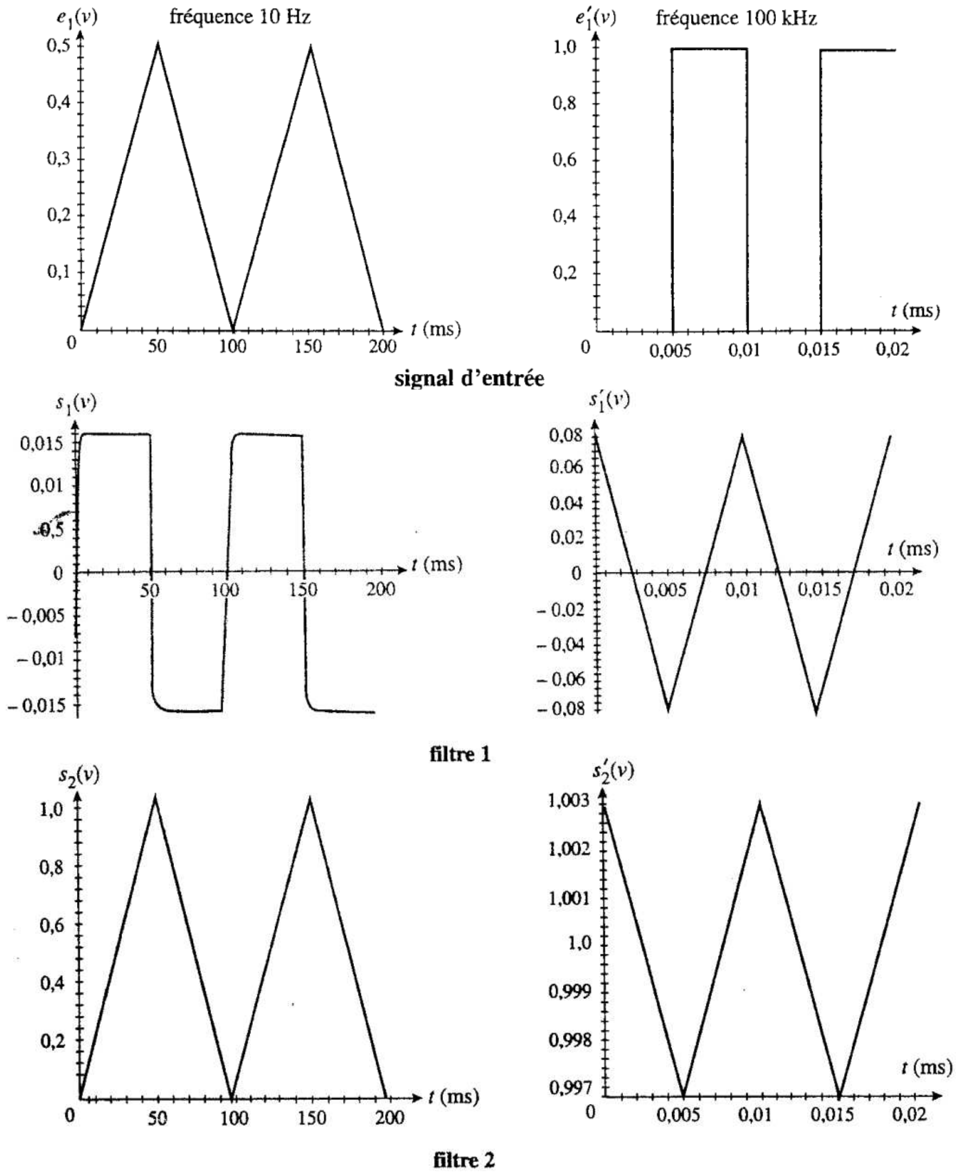


FIG. 1 –

Exercice 5 :Caractère dérivateur d'un filtre passe-haut présentant un pic de résonance

1. Determiner la fonction de transfert réalisée par ce circuit en introduisant la fréquence réduite et le facteur de qualité de circuit RLC en série, de quelle filtre s'agit-il ?
2. dans quelle domaine de fréquence ce filtre est-il dérivateur pour un signal sinusoïdal ?

3. en utilisant par exemple, un logiciel formel, traçer G_{dB} en fonction de $\log(x)$ pour Q = 0.5 et Q = 5.
4. interpreter les courbes obtenues pour un signal d'entrée triangulaire de fréquence 100Hz et d'amplitude 1V pour L = 10mH, C = 22nF, $R = 140\Omega$(la forme créneau) $R = 14\Omega$ (l'autre forme).

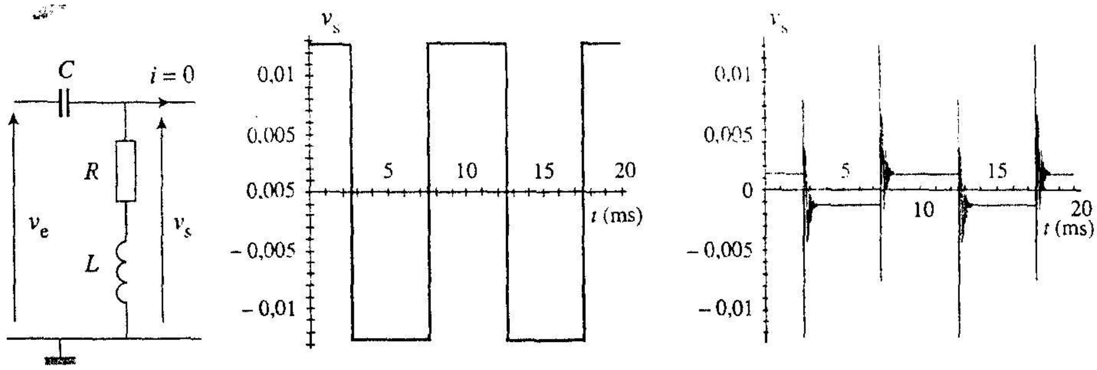


FIG. 2 –

⋆ **Exercice 6 :détermination des caractéristiques d'un filtre**

1. les trois documents suivants donnent la réponce d'un filtre du premier ordre à un signal triangulaire d'amplitude 1V, de fréquence 50Hz et 10 kHz.Déterminer le type du filtre et sa fréquence caractéristique.

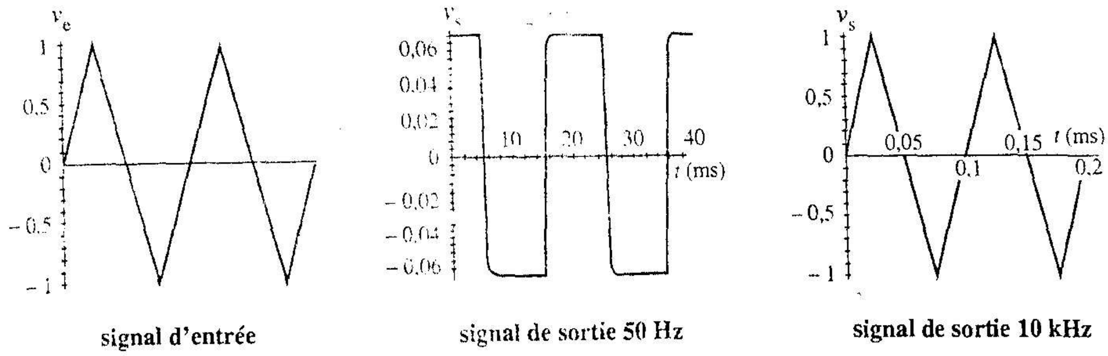


FIG. 3 –

2. les trois documents suivants donnent la réponce d'un filtre du premier ordre à un signal créneau d'amplitude 1V, de fréquence 100Hz et 20 kHz.Déterminer le type du filtre et sa fréquence caractéristique.

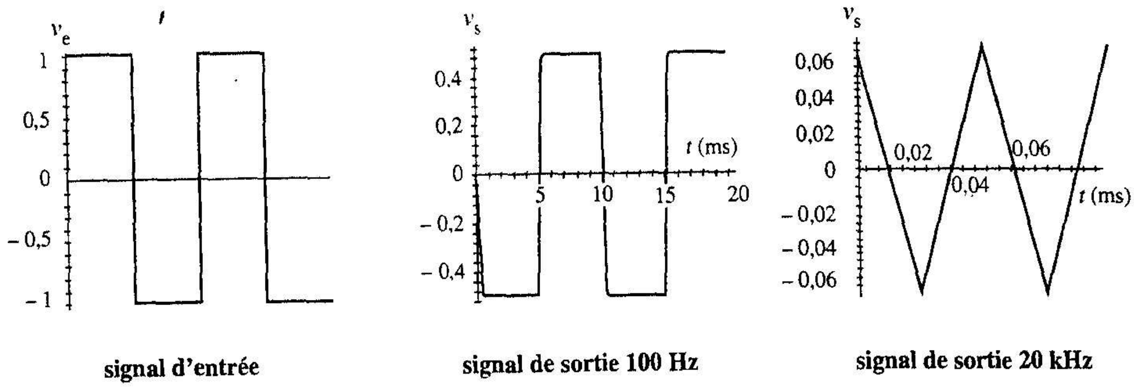


FIG. 4 –