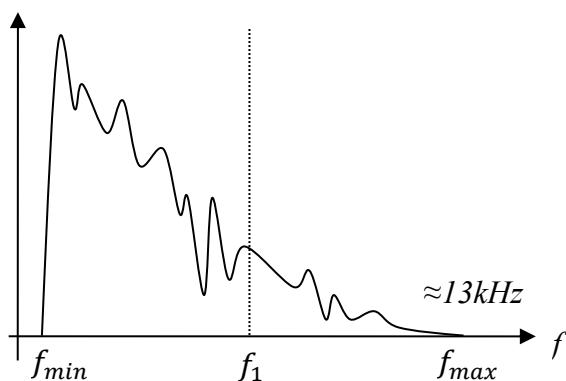
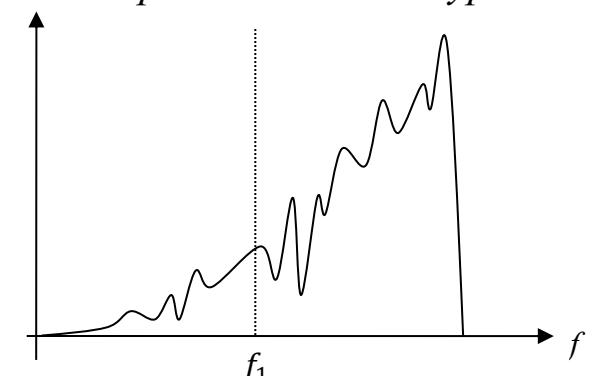


**TP6 : DÉCRYPTAGE D'UN SON PAR INVERSION SPECTRALE****I) PRÉSENTATION DU PROBLÈME :**

Pendant longtemps (à l'ère de la télévision analogique, mais plus maintenant), Canal+ modifiait le son de ses émissions en le rendant incompréhensible, mais sans réel « cryptage » : il y avait simplement une inversion du spectre, comme le montrent les figures ci-dessous : les sons graves devaient aigus et les sons aigus devaient graves. Il y avait un retournement du spectre autour d'une fréquence  $f_1 = 6,4$  kHz.

*densité spectrale du son non crypté**densité spectrale du son crypté*

Vous trouverez sur le site du LVH, dans la rubrique PSI puis TP, un fichier nommé son crypté canal+.mp3. Ce fichier est un extrait sonore crypté d'une émission de canal+.

L'objectif de ce TP, non guidé, est de réaliser un montage qui permette d'entendre le son décrypté sur le gros haut-parleur disponible sur la paillasse.

À chaque fois que vous arriverez au symbole **Appel prof**, il faudra exposer vos résultats théoriques et/ou expérimentaux avant de passer à l'étape suivante.

**II) TRAVAIL À EFFECTUER**

- Analyser le problème, en s'appuyant sur les cours et TP-cours d'électronique : comment peut-on, au moyen d'un montage électronique analogique, « retourner le spectre d'un signal » ? Quel autre signal faut-il utiliser pour cela ? Comment choisir les caractéristiques de cet autre signal pour que la fréquence  $f_1$  reste inchangée lors du processus de retournement ?

**Appel prof**

- Proposer un schéma de principe de montage (basique pour le moment), permettant de faire apparaître un signal présentant le spectre initial (donc signal non crypté), puis identifier le matériel présent sur votre paillasse ou celle du prof, adapté au mieux à la réalisation de ce montage.
- Faut-il mettre en œuvre un filtrage ? Si oui, de quel type ? avec quel matériel ?
- Lire le son crypté (par exemple avec VLC) et le numériser avec Latis Pro sur une durée totale de 0,5 s, en choisissant bien les paramètres de la numérisation. Afficher ensuite sur Latis Pro le spectre de ce signal.

**Appel prof**

- Dans le son crypté est présent un signal non informatif ; il s'agit d'une sinusoïde servant à réaliser des synchronisations. Grâce au spectre de la question précédente, identifier sa fréquence  $f_{synch}$  (elle est comprise entre 10 kHz et 20 kHz). Risque-t-elle d'être entendue dans le signal crypté ? dans le signal décrypté ? Expliquer.

**Appel prof**

- Quel type de filtrage faut-il réaliser pour se débarrasser de ce signal non informatif ? À quel endroit faut-il réaliser ce filtrage dans la chaîne de traitement du signal, pour altérer le moins possible le signal utile ?
- On souhaite réaliser ce filtre au moyen d'un circuit RLC série. Où faut-il placer le signal d'entrée et le signal de sortie (et donc dans quel ordre faut-il placer les 3 composants pour réaliser le filtre souhaité ?
- Réaliser le montage complet. Le tester en y envoyant directement le signal issu de l'ordinateur (en faisant une lecture VLC en boucle), et en branchant la sortie sur le haut-parleur.

**Appel prof**

**TP7 : REDRESSEMENT DOUBLE ALTERNANCE****I) CHARGE DE TYPE SOURCE DE COURANT :**

On s'intéresse au circuit ci-contre.  $R = 50 \text{ k}\Omega$      $L = 70 \text{ mH}$ .

On pose  $v_e(t) = V\sqrt{2} \cos(\omega t)$  avec  $V\sqrt{2} = 10 \text{ V}$ ,  $\omega = 2\pi f$  et  $f = 10 \text{ kHz}$ . Le pont redresseur convertit la tension sinusoïdale en une tension continue.

Dans un premier temps, on fait l'approximation que le courant  $i_{ch}(t)$  est parfaitement constant :  $i_{ch}(t) = I_{ch}$  avec  $I_{ch} > 0$ . On assimile donc le montage à celui dessiné en-dessous.

- Quelles sont les contraintes sur les ouvertures et fermetures des interrupteurs ?
- Remplacer les 4 interrupteurs par des diodes ou transistors, en justifiant.
- Tracer les chronogrammes théoriques des signaux  $v_{ch}(t)$ ,  $i_{D1}(t)$ ,  $i_{D2}(t)$ ,  $i_e(t)$  et indiquer pour chaque phase de fonctionnement les interrupteurs qui sont passants.

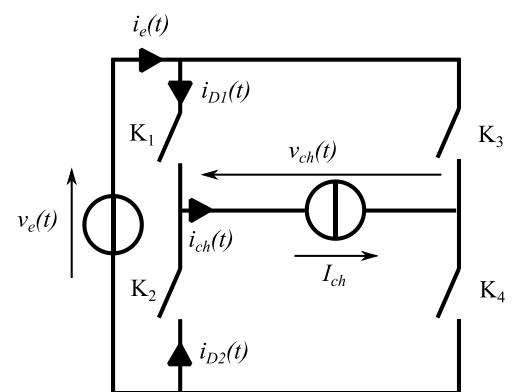
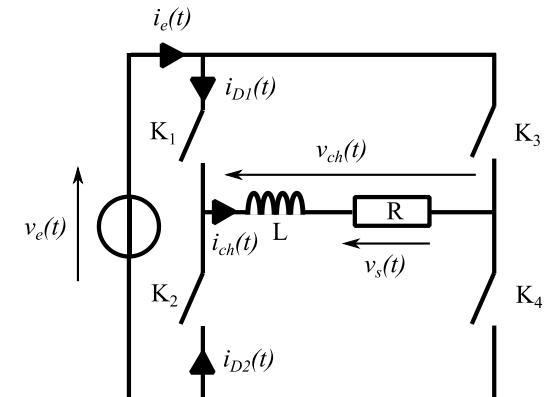
La tension  $v_{ch}(t)$  étant périodique, elle est décomposable en série de Fourier. On montre que :

$$v_{ch}(t) = \frac{2V\sqrt{2}}{\pi} \left( 1 - \frac{2 \cos(2\omega t)}{3} - \frac{2 \cos(4\omega t)}{15} - \frac{2 \cos(6\omega t)}{35} - \frac{2 \cos(8\omega t)}{63} - \dots \right).$$

- Avec un multimètre, comment mesure-t-on la composante continue d'une tension ? la mesurer et la comparer avec la valeur théorique  $\frac{2V\sqrt{2}}{\pi}$ . Comment expliquer des éventuelles différences ?
- Au moyen de Latis Pro, faire l'acquisition de la tension aux bornes de la charge (en mode différentiel pour les problèmes de masse). Calculer le spectre (menu Traitements puis FFT) et comparer à la formule ci-dessus. Indiquer et justifier les choix faits pour paramétrier l'acquisition en vue de la FFT : nombre de points, période d'échantillonnage, durée totale d'acquisition. Imprimer le spectre une fois que le paramétrage est jugé satisfaisant.

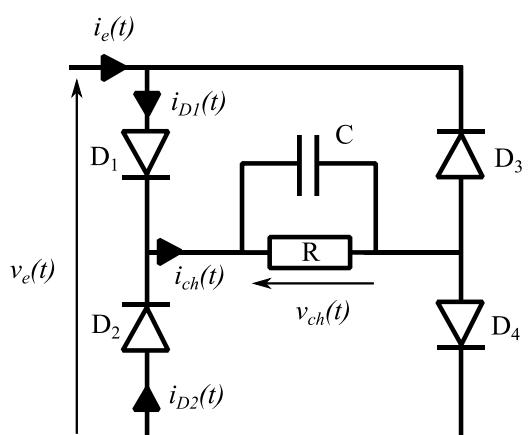
On revient au premier schéma.

- Etablir l'expression de la fonction de transfert en notation opérationnelle  $H(p) = \frac{V_s(p)}{V_{ch}(p)}$  et de la fonction de transfert en régime harmonique  $H(j\omega) = \frac{v_s}{v_{ch}}$ .
- Quelle est l'expression littérale de  $v_s(t)$  ?
- En se limitant au fondamental pour la partie fluctuante, en déduire l'expression littérale du « taux d'ondulation »  $\tau_i$  du courant  $i_{ch}(t)$ , c'est-à-dire le rapport de l'amplitude de ses variations sur sa valeur moyenne  $I_{chm} = \langle i_{ch}(t) \rangle$ . Application numérique.
- Expliquer comment il est possible de visualiser la forme de  $i_{ch}(t)$  avec LatisPro puis comparer la valeur expérimentale du taux d'ondulation avec la valeur calculée.

**II) SECOND MONTAGE :**

On réalise à présent le montage ci-contre, avec  $R = 3,0 \text{ k}\Omega$ ,  $C = 1,0 \mu\text{F}$ ,  $v_e(t) = V\sqrt{2} \cos(\omega t)$ ,  $V\sqrt{2} = 10 \text{ V}$ ,  $\omega = 2\pi f$  et  $f = 10 \text{ kHz}$ .

- Observer  $v_{ch}(t)$  : est-ce conforme aux prévisions, compte tenu du I) ?
- Expliquer le fonctionnement de ce montage et, s'il vous reste du temps, retrouver  $v_{ch}(t)$  au moyen d'une étude théorique.



**TP 8 DIAGRAMME DE BODE D'UN FILTRE INCONNU**

A chaque fois qu'apparaît le symbole  , vous devez appeler le prof pour montrer le fonctionnement.

**I) MATERIEL ET METHODES :**

Vous disposez d'un circuit contenant un filtre linéaire. Celui-ci est actif ou passif selon le circuit que vous avez. S'il est actif, on rappelle qu'il faut alimenter le boîtier en +15/-15 et 0 avant de lui envoyer le moindre signal.

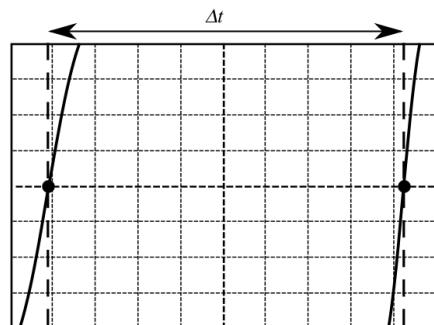
Attention : méfiez-vous de la baguette magique "autoset" des oscilloscopes, et de leurs « mesures automatiques ».

Pour mesurer les amplitudes des tensions d'entrée et de sortie, il faut à chaque fois choisir le calibre le plus adapté, afin d'avoir la meilleure précision possible : le calibre le plus petit, en-dessous duquel il y aurait un dépassement.

Pour mesurer un déphasage entre deux sinusoïdes de même fréquence, il faut déjà repérer laquelle est en retard sur l'autre. Cela permet de trouver le signe du déphasage.

Ensuite, pour avoir une bonne précision, il faut mesurer le décalage, non pas entre deux maxima, mais entre deux passages par zéro, et il faut aussi bien soigner l'affichage des deux sinusoïdes :

- Se mettre en mode AC (ou CA), pour éliminer toute composante continue parasite ;
- Pour chacune des deux voies, faire en sorte que la sinusoïde soit centrée, verticalement ;
- Faire le choix des échelles verticale et horizontale, de manière à ce que les fronts des passages par zéro soient quasi-verticaux, et pour que l'écartement entre les deux soit le plus grand possible (cf dessin ci-contre).



Pour trouver la valeur absolue de l'angle de déphasage, on peut alors utiliser les curseurs verticaux : on mesure un écart temporel  $\Delta t$  que l'on convertit en déphasage grâce à la valeur de la fréquence des deux sinusoïdes.

**II) RELEVE DU DIAGRAMME DE BODE :**

- Mentionner sur votre copie le nom de votre circuit (boîte noire A, B, C ou D, ou bien autre circuit).
- Réaliser les branchements permettant d'étudier le filtre.
- Etudier rapidement les comportements haute et basse fréquence. De quel type de filtre s'agit-il *a priori* ?  Dans quel intervalle de valeurs varie le déphasage entre l'entrée et la sortie (attention au signe !) ?
- Compte tenu du type de filtre et de son comportement en fréquence, choisir les deux bornes de l'intervalle de fréquences dans lequel il est souhaitable de faire des mesures dans le but de tracer les diagrammes de Bode.
- Dans cet intervalle, entre quelles valeurs le gain en dB varie-t-il ?
- Compte tenu de tout cela, préparer vos deux feuilles de papier semi-log (ne pas prendre les grilles à l'envers : bien réfléchir à la façon dont l'écartement entre les traits verticaux doit évoluer quand on se déplace vers la droite) pour tracer le diagramme de Bode : repérage des fréquences, échelles verticales. 
- Tracer le diagramme de Bode pour le gain en dB et le déphasage, en veillant à ce que, pour chaque fréquence, les signaux d'entrée et de sortie restent bien tous les deux purement sinusoïdaux (pas de saturation).
- Exploiter ce diagramme (gain max. fréquence(s) de coupure, pente des asymptotes).