

Dans la suite, en accord avec la notation employée dans le cours et introduite en S1, le module d'un signal complexe est sa valeur efficace. De même, les phases à l'origine sont données par rapport à la fonction sinus pris comme référence.

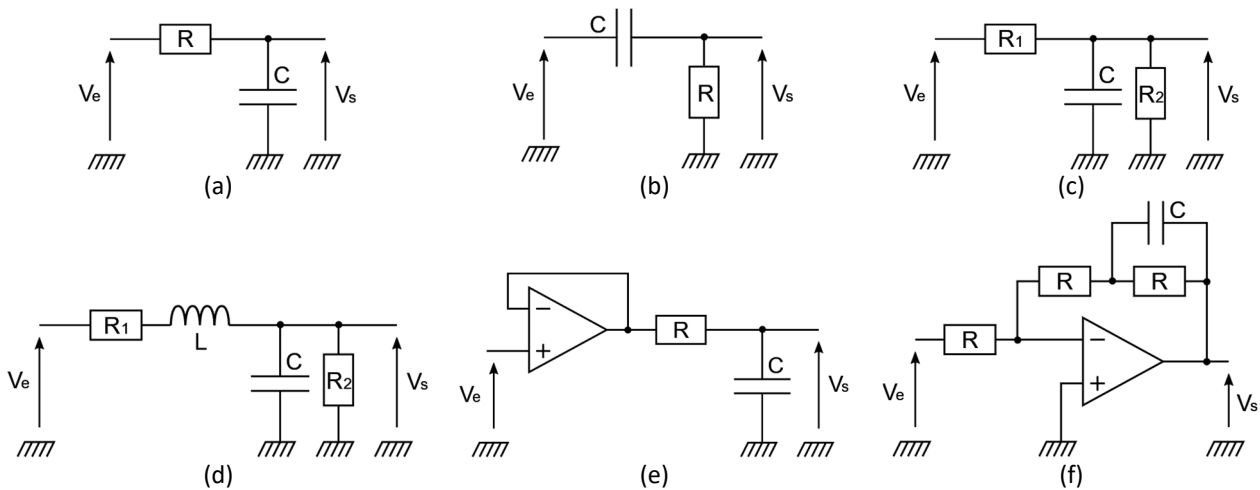
Exercice 1 : Equivalents BF/HF des composants passifs usuels

Pour les composants linéaires usuels, complétez le tableau ci-dessous :

Composants	Relation tension/courant temporelle	Impédance complexe $\underline{Z}=\underline{V}/\underline{I}$	Déphasage tension/courant $\phi_{V/I}$	Circuit équivalent BF	Circuit équivalent HF
Résistance R					
Capacité C					
Inductance L					

Exercice 2 : Comportement HF/BF de circuits simples

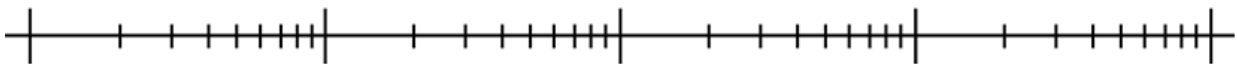
Pour les circuits ci-dessous, déterminer sans calcul l'expression de \underline{V}_s en fonction de \underline{V}_e ainsi que l'impédance équivalente vue par la source fournissant le tension V_e en basses fréquences (régime quasi continu) et en très hautes fréquences.



Conclusion : dans de nombreux cas, ce type de raisonnement peut vous permettre d'appréhender très facilement la nature d'un circuit et de vérifier la véracité des calculs développés ! **Faites-le TOUJOURS !**

Exercice 3 : Une échelle log !

Soit l'échelle logarithmique en fréquence nue ci-dessous :

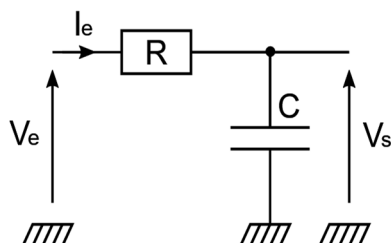


- 1) Rappeler ce qu'est une décade et une octave. Facultatif : Déterminer les expressions mathématiques permettant de déterminer le nombre de décades et d'octaves (quelconque !) entre deux fréquences f_1 et f_2 ($f_2 > f_1$).
- 2) Cette échelle comporte combien de décades ? Quelle relation relie la fréquence la plus haute à la fréquence la plus basse qu'il est possible de placer dessus ?
- 3) En choisissant **correctement** la fréquence minimale, positionner les fréquences suivantes :

$$f_1=20 \text{ Hz}, f_2=800 \text{ Hz}, f_3=5 \text{ kHz}, f_4=15 \text{ kHz}, f_5=90 \text{ kHz}$$

Exercice 4 : Le classique du classique ... La cellule RC !

Soit une cellule RC comme montrée ci-dessous :



$$R=1 \text{ k}\Omega$$

$$C=10 \text{ nF}$$

- 1) Déterminer l'équation différentielle qui relie $V_e(t)$ à $V_s(t)$. Ne pas essayer de faire apparaître la constante de temps τ qui n'est pas utile pour la suite.

Dans la suite, on se placera en régime sinusoïdale forcé où on emploiera la notation complexe. L'équation différentielle trouvée précédemment est linéaire, ce qui sous-entend que si une tension

sinusoïdale à une fréquence f est appliquée à l'entrée du circuit (V_e), une tension sinusoïdale à la même fréquence apparaîtra à la sortie (V_s).

- 2) Rappeler ce que sous-entend le terme "régime sinusoïdale forcé".
- 3) En utilisant la notation complexe temporelle (pas réduite non valide du fait des dérivées !), déterminer à partir de l'équation différentielle la relation existante entre $\underline{V_s}(t)$ et $\underline{V_e}(t)$.
- 4) Déterminer la relation existante entre $\underline{V_s}$ et $\underline{V_e}$ en employant cette fois les théorèmes de base de l'électricité et le formalisme des impédances complexes. Conclusion ?
- 5) Déterminer l'impédance, notée $\underline{Z_e} = \underline{V_e}/\underline{I_e}$, "vue" par la source fournissant la tension $V_e(t)$. Vérifier la véracité des deux dernières relations en se plaçant à très basse fréquence et à très haute fréquence.

Dans la suite, on écrira la relation la quantité $\underline{V_s}/\underline{V_e}$, appelée "fonction de transfert" du circuit et notée $\underline{H}(j\omega)$, comme ci-dessous :

$$\underline{H}(j\omega) = \frac{\underline{V_s}}{\underline{V_e}} = \frac{1}{1 + j\omega/\omega_0}$$

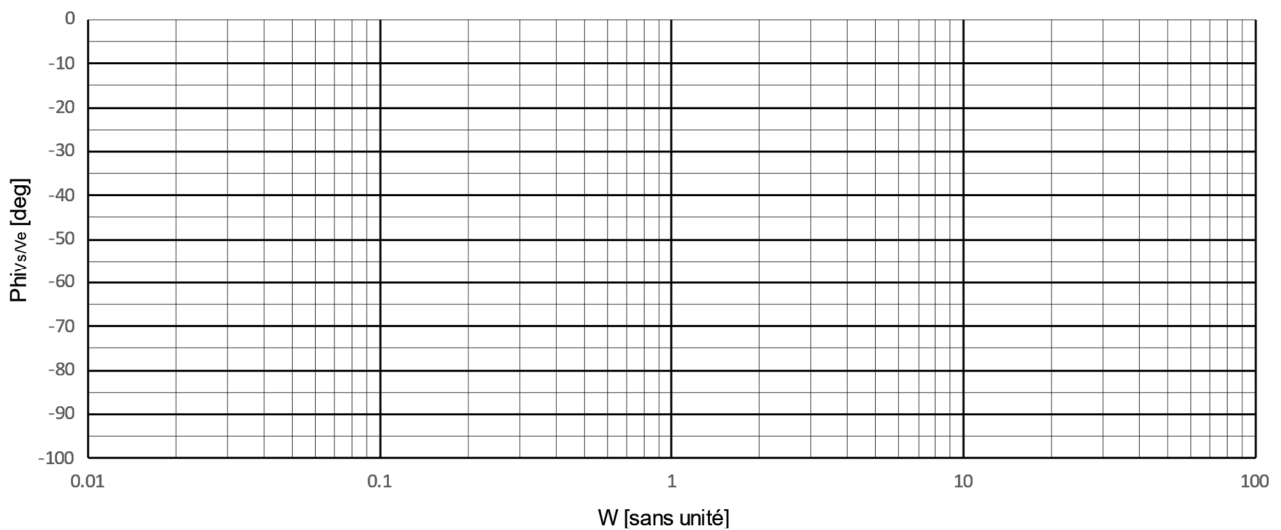
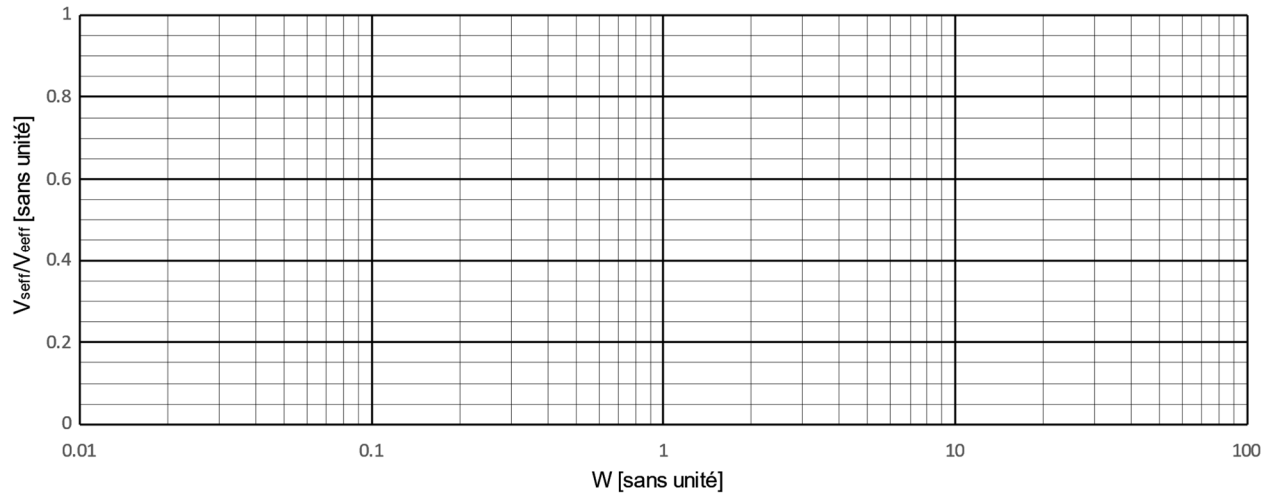
- 6) Quelle est la dimension de $\underline{H}(j\omega)$? Déterminer l'expression de ω_0 appelée pulsation de coupure. Calculer ω_0 pour les valeurs données des composants.
- 7) Déterminer le module et l'argument de $\underline{H}(j\omega)$. Donner la signification de ces deux quantités.
- 8) Discuter de la valeur de ces quantités pour une pulsation $\omega = \omega_0$, ω tendant vers 0 et ω tendant vers l'infini. Pourquoi dit-on qu'une cellule RC forme un filtre "passe-bas" ?
- 9) Pour $\omega = \omega_0$, quelle est la valeur de $\underline{Z_e}$? Quelle est la valeur de la réactance ? Sans calcul, quelle est la conséquence vis-à-vis du déphasage du courant d'entrée $I_e(t)$ par rapport à tension d'entrée $V_e(t)$?

Essayons de tracer le module et l'argument de $\underline{H}(j\omega)$... En utilisant une échelle logarithmique ! On remarquera que les deux quantités d'intérêt s'écrivent en fait comme une pulsation normalisée (et donc sans dimension) telle que $W = \omega/\omega_0$.

- 10) Remplir le tableau de valeurs ci-dessous en s'intéressant avant tout à l'axe des abscisses. On vous rappelle que des points sont équidistants sur une échelle logarithmique s'ils progressent suivant une suite géométrique : on avancera d'octave en octave.

$W = \omega/\omega_0$ [sans unité]							1 ($\omega = \omega_0$)						
V_{seff}/V_{eff} [sans unité]							0,707						
Φ_{V_s/V_e} [deg]							-45°						

- 11) Tracer V_{seff}/V_{eff} et Φ_{V_s/V_e} sur les axes semi-logarithmiques donnés ci-dessous :



12) Un très bon exercice (mais comme disait mon grand-père, on ne peut pas faire boire un âne qui n'a pas soif !) est de refaire toutes les questions précédentes pour une cellule CR !

Exercice 5 pour aller plus loin : Un peu de calculs bêtes et méchants ...

Pour les circuits de l'exercice 3, déterminer l'expression de \underline{V}_s en fonction de \underline{V}_e ainsi que l'impédance équivalente vue par la source fournissant la tension V_e et ce pour n'importe quelle fréquence.