Rappels première année

ARQS (approximation des régimes quasi-stationnaires).

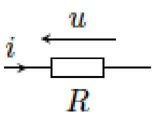
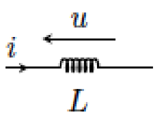
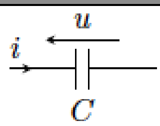
Ceci est valable lorsque les circuits sont “assez petits” : il faut que le temps de propagation des signaux électriques dans le circuit (qui est t = L/c avec L la taille du circuit et c la vitesse de la lumière) soit court devant le temps de variation des grandeurs électriques (qui est 1/f avec f est la fréquence du signal électrique).

Il faut donc que L/c << 1/f, soit encore: f << $\frac{c}{L}$

Pour un circuit de longueur 1 m, on trouve qu’il faut f = 3 × 10^8 Hz = 300 MHz.
En TP, un GBF fournit des fréquences jusqu’à quelques MHz, cette condition est donc vérifiée.

Dipôles passifs.

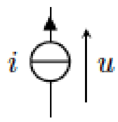
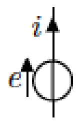
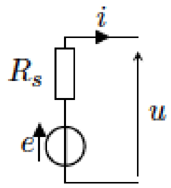
régime sinusoïdal

Propriété	Résistance	Bobine	Condensateur
Symbole normalisé			
Loi de comportement	$u = Ri$	$u = L\dfrac{\mathrm{d}i}{\mathrm{d}t}$	$i = C\dfrac{\mathrm{d}u}{\mathrm{d}t}$
Impédance complexe $\underline{Z} = \underline{U}/\underline{I}$ en RSF	$\underline{Z_R} = R$	$\underline{Z_L} = \mathrm{j}L\omega$	$\underline{Z_C} = \dfrac{1}{\mathrm{j}C\omega}$
Dipôle équivalent en basses fréquences ($\omega \sim 0$)	Résistance R	Fil	Interrupteur ouvert
Dipôle équivalent en hautes fréquences ($\omega \to +\infty$)	Résistance R	Interrupteur ouvert	Fil
Puissance reçue $P = ui$	$P = Ri^2 = u^2/R$		
Énergie stockée	aucune	$E = \frac{1}{2}Li^2$	$E = \frac{1}{2}Cu^2$
Grandeur physique nécessairement continue	aucune	i	u

Remarques

Les lois de comportement et les impédances complexes sont valables uniquement en convention récepteur (sinon, il faudrait mettre un moins dans la loi de comportement).
Pour le condensateur, on a également la relation Cu = Q avec Q la charge totale portée par l’armature positive, c’est-à-dire l’armature de gauche sur le schéma du tableau.1

Sources de tension et de courant.

Source de courant idéale	Source de tension idéale	Source de tension réelle
		 (modèle de Thévenin)
i est fixé, et u est quelconque (imposé par le reste du circuit)	e est fixé, et i est quelconque (imposé par le reste du circuit)	$u = e - R_s i$

Une source de tension réelle possède une résistance de sortie R_s non nulle. Par exemple R_s = 50 Ω sur la plupart des GBF (ordre de grandeur à connaître).

Une source de courant réelle possède une résistance de sortie non nulle que l'on place en parallèle de la source idéale (modèle de Norton, pas au programme).

Régime sinusoïdal forcé (RSF).

Le régime sinusoïdal forcé a lieu lorsque les sources de tensions et/ou de courants délivrent des signaux du type $e(t) = e_0 \cos(\omega_0 t + \varphi)$. Une fois le régime permanent atteint, et si le système est linéaire, toutes les autres grandeurs du circuit sont du même type avec le même ω_0 mais une amplitude et un déphasage différents.

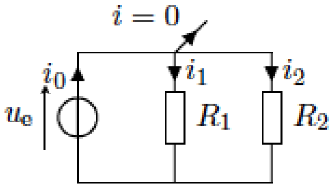
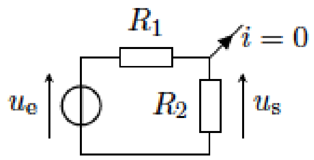
On peut alors utiliser la notation complexe :

$$e(t) = e_0 \cos(\omega_0 t + \varphi) \xleftrightarrow[\text{complexe}]{\text{soit en représentation}} \begin{cases} \underline{e}(t) = e_0 \exp\{\mathrm{j}(\omega_0 t + \varphi)\} \\ \quad\Leftrightarrow \\ \underline{e}(t) = \underline{E} \exp\{\mathrm{j}\omega_0 t\} \quad \text{avec } \underline{E} = e_0 \exp\{\mathrm{j}\varphi\} \end{cases}$$

On a donc e(t) = Re(e(t)) (partie réelle de e(t)).

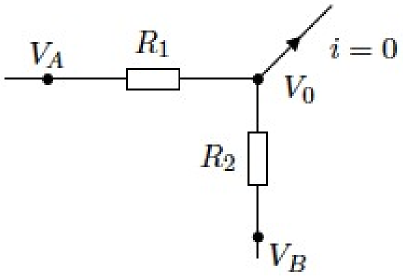
En RSF à la pulsation ω , **dériver revient à multiplier par jω, et intégrer à diviser par jω.**

Diviseur de tension / diviseur de courant.

Diviseur de courant	Diviseur de tension
	
$i_2 = i_0 \times \dfrac{R_1}{R_1 + R_2}$	$u_s = u_e \times \dfrac{R_2}{R_1 + R_2}$

Diviseur de tension généralisé.

On sera amené à souvent utiliser le diviseur de tension dans le cas plus général présenté ci-dessous.

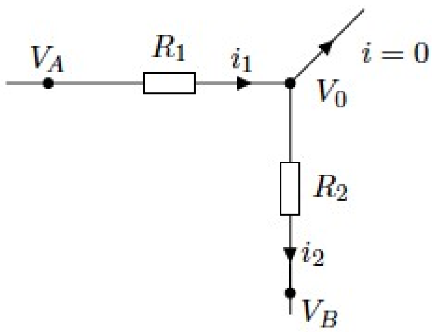


► *Appliquer un diviseur de tension pour trouver la relation qui donne le potentiel V_0 en fonction de V_A et V_B.*
On l'écrira sous la forme $V_0 = \quad \alpha\, V_A + \quad \beta\, V_B$

Loi des noeuds exprimées avec les potentiels (équivalent au théorème de Millman).

- toujours commencer par noter les courants et les flèches des tensions dans le bon sens ;
- on écrit la loi des noeuds au point où l'on veut le potentiel ;
- pour chacun des courants, on l'exprime en faisant intervenir potentiel et impédance (forme: $i = \frac{(V_1 - V_2)}{Z}$ en prenant garde aux conventions de signes) ;
- on résout l'équation pour trouver ce que l'on cherche.

► Appliquer cette méthode à l'exemple précédent.



Impédances équivalentes.

Pour des impédances en série : on somme les impédances, $\underline{Z}_{eq} = \underline{Z}_1 + \underline{Z}_2 + \ldots..$

Pour des impédances en dérivation : l'inverse de l'impédance équivalente est égale à la somme des inverses des impédances,

$$\frac{1}{\underline{Z}_{eq}} = \frac{1}{\underline{Z}_1} + \frac{1}{\underline{Z}_2} + \ldots\ldots.$$

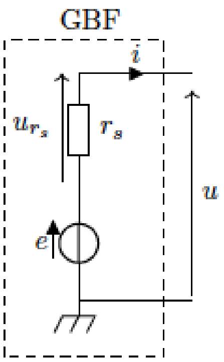
Si on note $\underline{Y} = 1/\underline{Z}$ l'admittance, ce sont en fait les admittances que l'on aditionne.

Association de blocs, adaptation d'impédance.

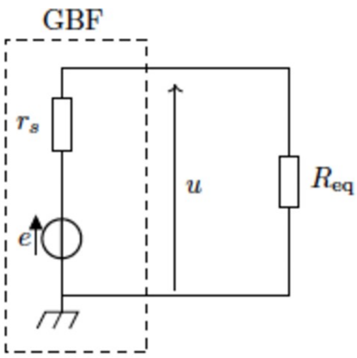
Influence de la résistance de sortie du GBF

Un GBF possède une résistance de sortie $R_s = 50\ \Omega$ (environ). On peut donc le schématiser comme une source idéale de tension e, en série avec la résistance R_s.

Ce qui est affiché sur l'écran du GBF est la tension e, et non pas la tension totale u .



Supposons donc qu'on alimente un circuit qui se comporte comme une résistance R_{eq}.
On a donc le schéma ci-dessous.



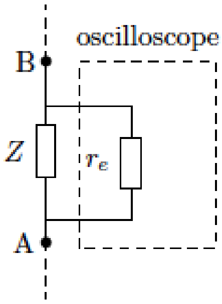
►*Donner l'expression de la tension u qui est envoyée au circuit, en fonction de la tension e affichée sur le GBF, de R_s et de R_{eq}.*
À quelle condition a-t-on bien: u = e ?

Influence de la résistance d'entrée des appareils de mesures

Lorsque l'on branche un appareil de mesure sur un circuit, il peut en modifier le comportement. Cette modification est d'autant plus faible que la résistance d'entrée de l'appareil est grande.

Par exemple celle d'un voltmètre est de 10 MΩ, celle d'un oscilloscope est de 1MΩ.

Considérons le morceau de circuit ci-contre :
On veut mesurer la tension aux bornes de l'impédance $\underline{Z}$ (oscilloscope en parallèle).



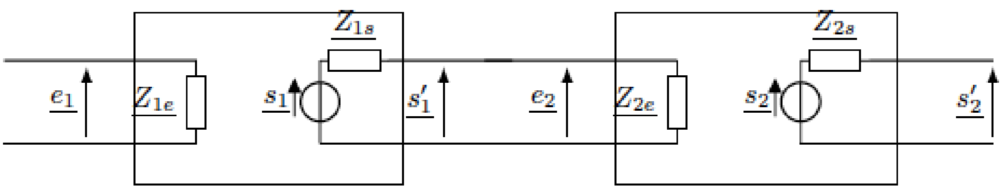
► *Donner l'expression de l'impédance équivalente entre A et B en fonction de* $\underline{Z}$ *et de* r_e.
Quelle est la condition pour que cette impédance reste environ égale à $\underline{Z}$ *?*

Adaptation d'impédances

- Pour que la tension délivrée par un GBF soit bien celle affichée, il faut que la résistance globale du circuit alimenté soit très grande devant l'impédance de sortie du GBF (Rs = 50 Ω).

- Pour qu'un appareil de mesure branché en parallèle (voltmètre, oscilloscope) ne perturbe pas le circuit auquel il est connecté, il faut que son impédance d'entrée soit très grande devant l'impédance de ce qu'il mesure.

- De façon plus générale, lorsque l'on connecte un bloc 1 de fonction de transfert $\underline{H}_1$ à un bloc 2 de fonction de transfert $\underline{H}_2$, il n'y a pas de modifications inattendues à condition que l'impédance de sortie du bloc 1 soit petite devant l'impédance d'entrée du bloc 2 : $R_{1\ \text{sortie}} \ll R_{2\ \text{entrée}}$.
C'est seulement à cette condition que la fonction de transfert totale est $\underline{H}_2$ x $\underline{H}_1$.



Association d'un bloc 1 avec un bloc 2.
On s'attend à avoir $\underline{s}_2 = \underline{H}_1\ \underline{H}_2\ \underline{e}_1$, mais c'est le cas seulement si $Z_{2e} \gg Z_{1s}$.