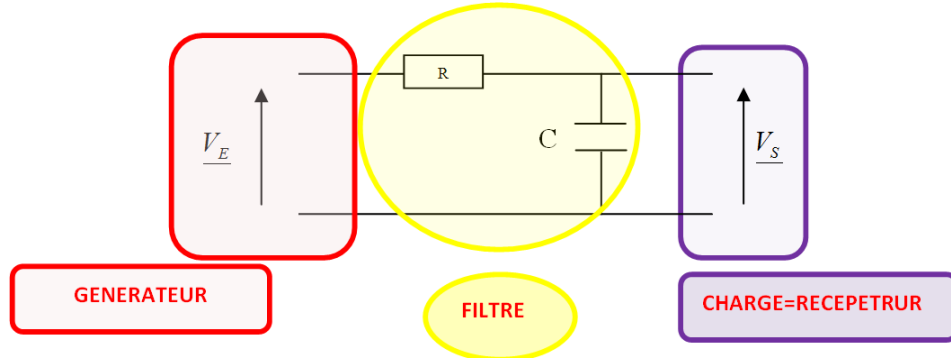


PCPI – 1 TS CIRA <b>Vizille</b> <b>BTS CIRA</b> <small>Contrôle Industriel et Régulation Automatique</small>	<h2 style="margin: 0;">Chapitre 5</h2> <h3 style="margin: 0;">Les filtres</h3>	<h2 style="margin: 0;">Electricité</h2>
<b>TP13 : Le filtre passe bas</b>		

CORRECTION

**ETUDE THEORIQUE**

**CIRCUIT**



**FONCTION TRANSFERT**

- **Donner** : l'expression de l'impédance complexe d'une résistance  $\underline{Z}_R$  et d'un condensateur  $\underline{Z}_C$  :
  
- **Exprimer**  $V_S$  en fonction de  $V_E$ ,  $\underline{Z}_R$  et  $\underline{Z}_C$  en utilisant un pont diviseur de tension :
  
- **Exprimer** la fonction transfert de ce quadripôle en fonction de  $\underline{Z}_R$  et  $\underline{Z}_C$
  
- **Démontrer** que la fonction transfert de ce quadripôle en fonction s'exprime :  $T = \frac{1}{1 + j.R.C.\omega}$

Dans l'expression précédente :

Le numérateur noté  $\underline{Z}_1$        $\underline{Z}_1 = \dots\dots\dots$       avec    a =  $\dots\dots\dots$  et b =  $\dots\dots\dots$

Le dénominateur noté  $\underline{Z}_2$        $\underline{Z}_2 = \dots\dots\dots$       avec    a =  $\dots\dots\dots$  et b =  $\dots\dots\dots$

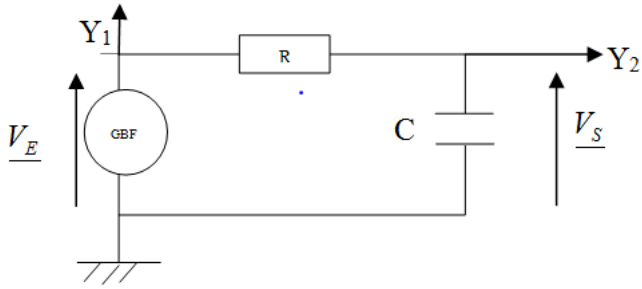
**AMPLITUDE**

**Exprimer** l'amplification notée A de ce filtre qui correspond au module de la fonction de transfert en fonction de R, C et  $\omega$

**PHASE**

**Exprimer** la phase qui correspond à l'argument de la fonction de transfert noté  $\varphi$  en fonction de R, C et  $\omega$

**CIRCUIT**

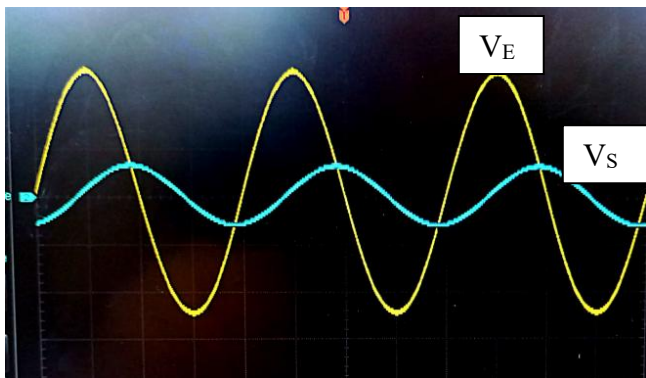
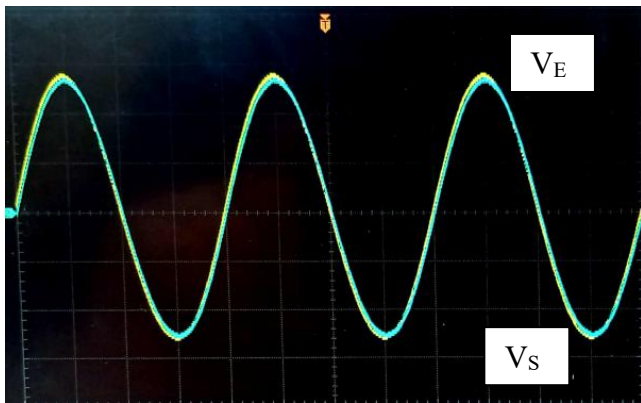


**REGLAGES**

- Brancher** en série un GBF, une résistance R et un condensateur C  
 $C = 50\text{nF}$   
 $R = 1\text{ k}\Omega$   
 GBF : forme sinusoïdale + Amplitude max  
 Fréquences : 100 Hz  $\rightarrow$  100 kHz
- Brancher** les 2 voies de l'oscilloscope  
 $\rightarrow V_E$  visualisée sur voie 1 de l'oscilloscope  
 $\rightarrow V_S$  visualisée sur voie 2 de l'oscilloscope
- Faire** les réglages afin de visualiser les deux courbes en même temps sur l'écran de l'oscilloscope
- Appeler** le professeur

**OSCILLOGRAMMES**

- Faire** varier la fréquence du GBF entre 100Hz et 100kHz



**ANALYSE**

- $\rightarrow$  L'amplitude du signal de sortie  $V_S$  est *égale / plus grande / plus petite* que celle du signal d'entrée  $V_E$
  - $\rightarrow$  Le signal de sortie  $V_S$  *a été filtré / n'a pas été filtré*
  - $\rightarrow$  Cet oscillogramme a été obtenu pour des *basses / hautes* fréquence
  - $\rightarrow$  Les 2 signaux  $V_S$  et  $V_E$  sont *en phase / déphasés*
- 
- $\rightarrow$  L'amplitude du signal de sortie  $V_S$  est *égale / plus grande / plus petite* que celle du signal d'entrée  $V_E$
  - $\rightarrow$  Le signal de sortie  $V_S$  *a été filtré / n'a pas été filtré*
  - $\rightarrow$  Cet oscillogramme a été obtenu pour des *basses / hautes* fréquence
  - $\rightarrow$  Les 2 signaux  $V_S$  et  $V_E$  sont *en phase / déphasés*

**INTERPRETATION**

- $\rightarrow$  **A basses fréquence** le condensateur n'a pas le temps de se charger et de se décharger donc il se comporte comme un interrupteur *ouvert / fermé*  
 $\rightarrow$  La tension de sortie  $V_S$  est donc égale à  $V_E$  / *nulle*
- $\rightarrow$  **A hautes fréquence** le condensateur reste tout le temps chargé et il se comporte comme un interrupteur *ouvert / fermé*  
 $\rightarrow$  La tension de sortie  $V_S$  est donc égale à  $V_E$  / *nulle*

**TYPE DE FILTRE**

Ce montage électrique est :  
*un filtre passe bas*  
 /  
*un filtre passe haut*

## RELEVÉ DES VALEURS

□ Faire **varier** la fréquence entre 100 et 100kHz afin de **compléter** le tableau ci-dessous.

Fréquence f (Hz)	100	500	1000	5000	10 000	100 000
Période T(s)						
Signal d'entrée $V_{E\text{ MAX}} (V)$	7	7	7	7	7	7
Signal de sortie $V_{S\text{ MAX}} (V)$						
Amplitude $A = \frac{V_S}{V_E}$						
Gain $G = 20 \text{ Log } \frac{V_S}{V_E} \text{ (dB)}$						
Temps écoulé entre les 2 signaux $\partial t$ (seconde) <b>Attention</b> <b><math>V_S</math> est en retard par rapport à <math>V_E</math></b>						
Déphasage ou phase $\varphi$ (rad)						

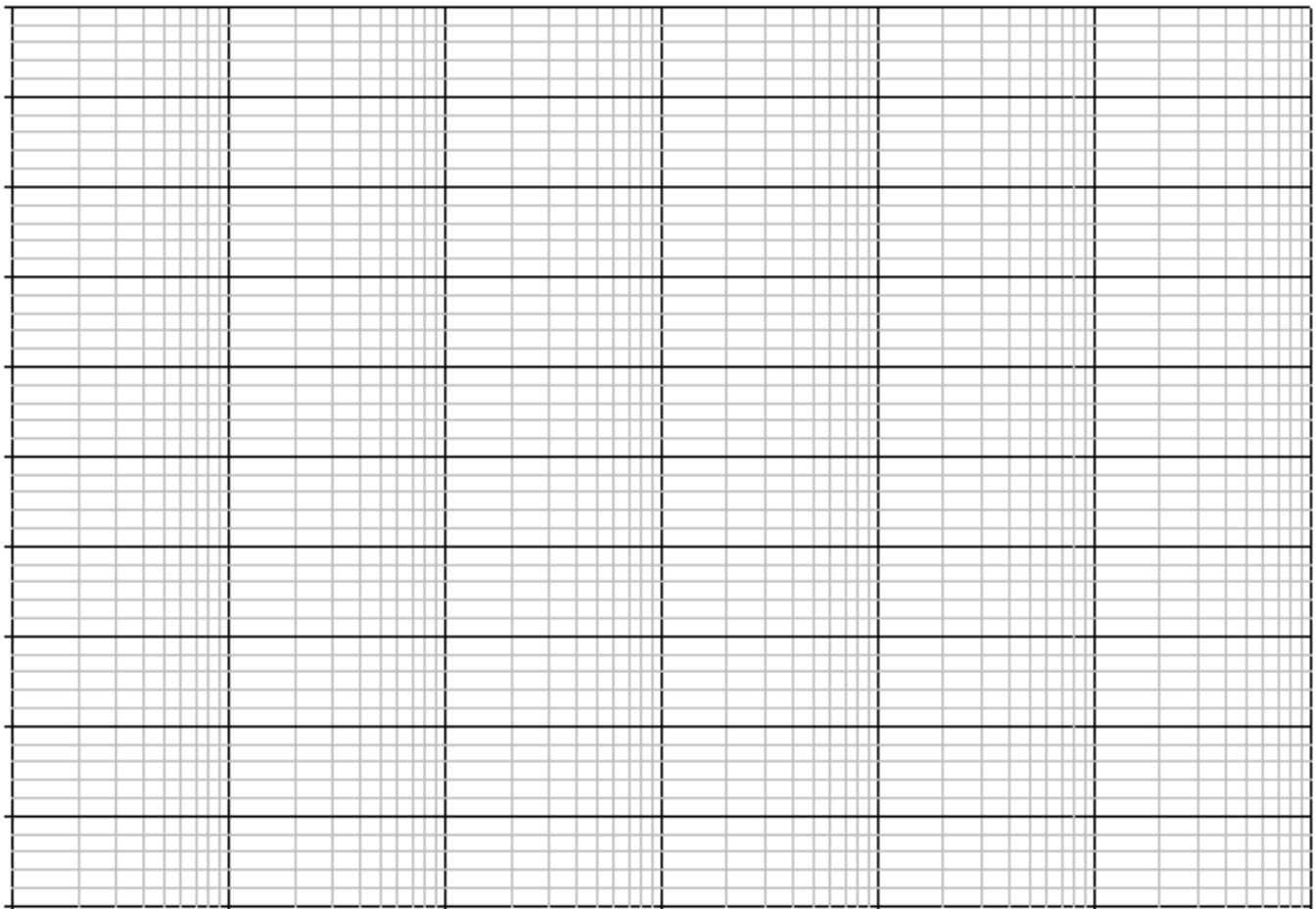
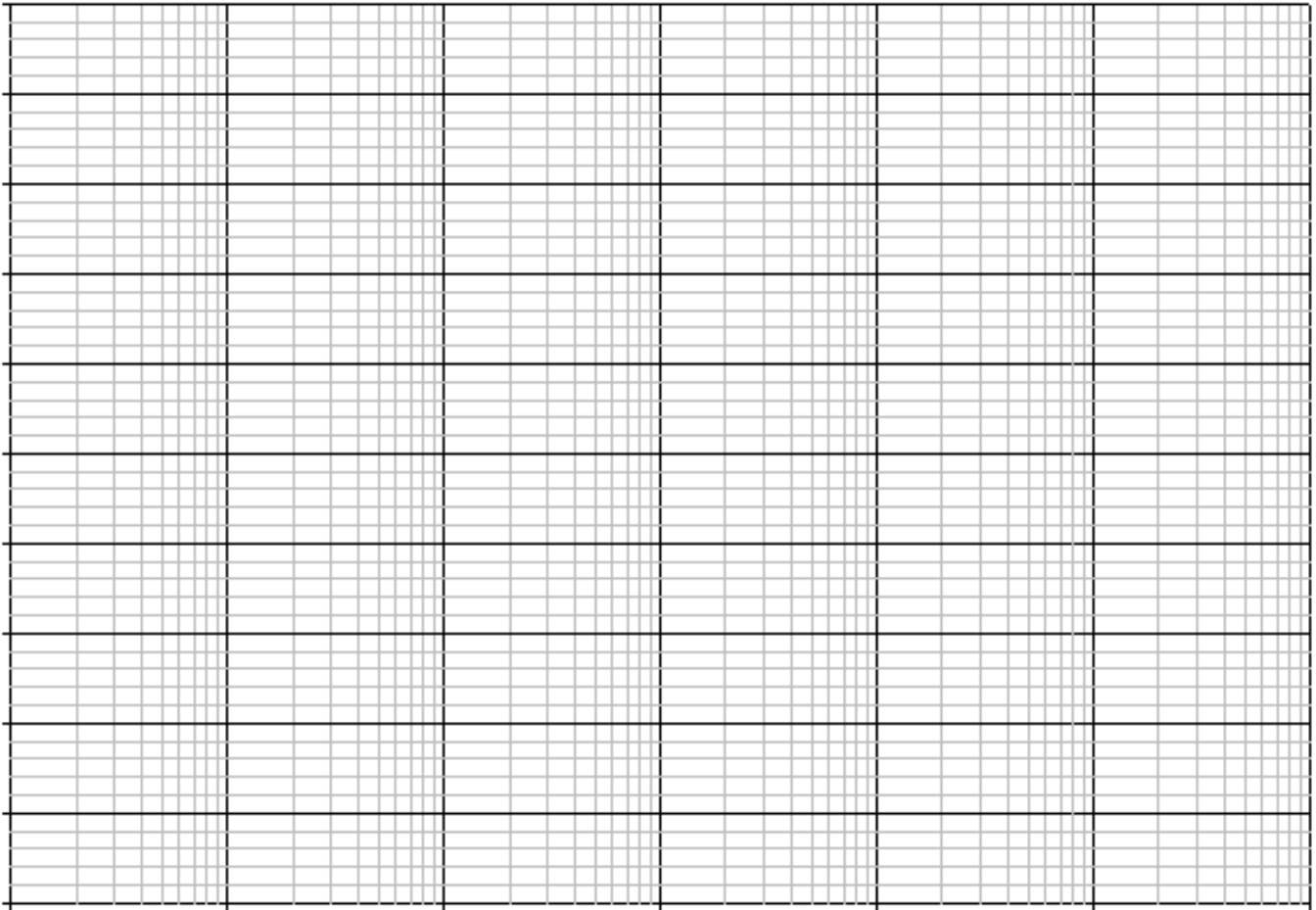
### Aide pour $\varphi$ en rad

Il faut :

$$T \quad \leftrightarrow \quad 2\pi$$

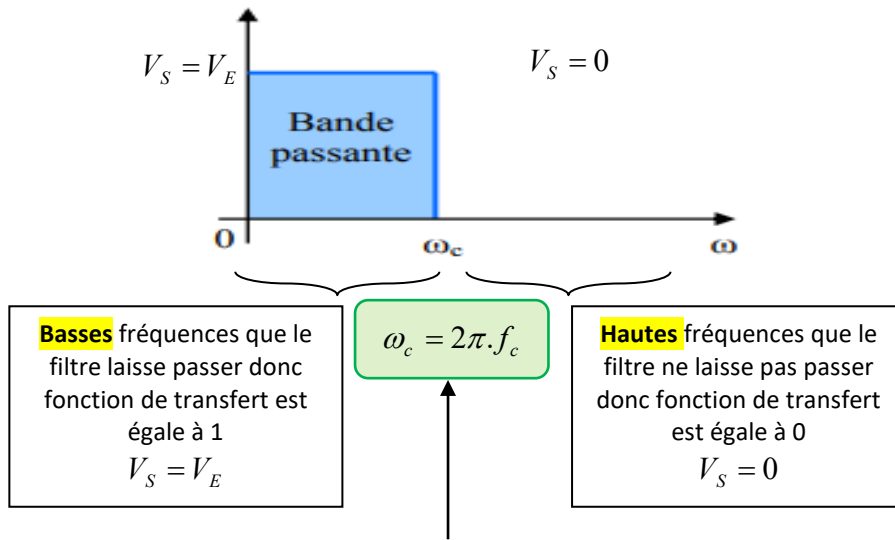
$$\partial t \quad \leftrightarrow \quad \varphi = ?$$

- Tracer** le **gain** en fonction de la fréquence (graphique 1) sur le papier logarithmique ci-dessous
- Tracer** la **phase** en fonction de la fréquence (graphique 2) sur le papier logarithmique ci-dessous



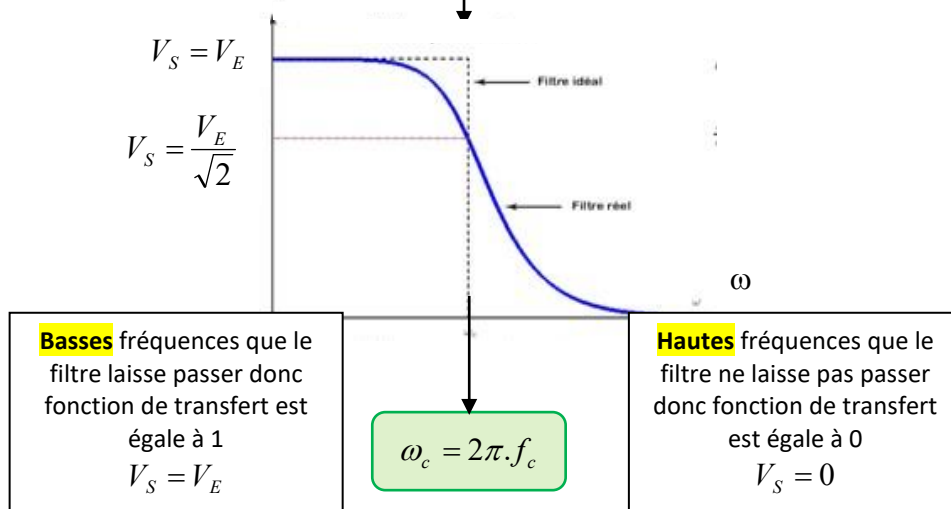
C'EST QUOI ?

**Idéalement** un filtre passe bas devrait avoir sa fonction de transfert représentée comme ceci



La fréquence qui sépare les deux bandes est appelée la .....

**En réalité** la fonction de transfert a cette allure



Je retiens que :

La fréquence appelée fréquence de coupure sera notée  $f_c$

C'est la fréquence pour laquelle l'amplitude du signal en sortie est égale à celui d'entrée divisé par  $\sqrt{2}$

La tension en sortie est donc  $V_S = \frac{V_E}{\sqrt{2}}$

LE GAIN A LA FREQUENCE DE COUPURE

- **Calculer** le gain à la fréquence de coupure.

**3 méthodes** pour déterminer la fréquence de coupure de ce filtre

**méthode 1**

- a) **Afficher**  $V_E$  en voie 1
- b) **Régler** le calibre sur l'oscilloscope et l'amplitude sur le GBF afin d'avoir  $V_E$  pic à pic (=  $U_{max}$  jusqu'à  $U_{min}$ ) à 7 carreaux (7 divisions)
- c) Ne plus **toucher** le calibre V/div
- d) **Noter** ce calibre :
- e) **Afficher**  $V_S$  en voie 2 avec le même calibre qu'en voie 1
- f) **Régler** la fréquence sur le GBF afin d'obtenir  $V_S$  pic à pic à 5 carreaux (5 divisions)
- g) **Relever** la valeur de la fréquence notée  $f_c$  :



**méthode 2**

- a) Valeur trouvée précédemment pour  $V_E$  et  $V_S$  :
- b) **Calculer** la valeur du gain  $G$  :
- c) Sur le graphique représentant le gain  $G$  en fonction de la fréquence, **tracer** la droite  $G = -3dB$ .
- d) **Relever** la valeur de la fréquence correspondant à l'intersection de cette droite et celle de la courbe :




**méthode 3**

- a) **Exprimer** la fonction de transfert  $T$  en fonction de  $R$ ,  $C$  et  $\omega$
- b) **Exprimer** le module de la fonction de transfert  $|T|$  en fonction de  $R$ ,  $C$  et  $\omega$
- c) A la fréquence de coupure **donner** l'expression de  $V_S$  par en fonction de  $V_E$
- d) **Exprimer** donc l'amplification  $A$  c'est-à-dire le module de  $T$
- e) En égalisant les différentes expressions retrouver la valeur théorique de  $f_c$  en fonction de  $R$ ,  $C$  et  $\omega$  afin de **démontrer**

que 
$$f_c = \frac{1}{2\pi.R.C}$$

- f) **Calculer** la valeur théorique de  $f_c$   $R = 1 \text{ k}\Omega$   $C = 50 \text{ nF}$

