

# TP – PULSATION PROPRE D'UN CIRCUIT

## I Objectifs du TP

L'objectif est de comparer trois méthodes expérimentales pour déterminer la pulsation propre  $\omega_0$  d'un circuit RLC série :

1. Par le calcul théorique (mesure des composants).
2. Par l'étude du régime transitoire (pseudo-période).
3. Par l'analyse fréquentielle (résonance en tension).

## II Étude théorique et préparation

On considère un circuit RLC série alimenté par une tension  $e(t)$ . On étudie la tension  $s(t)$  aux bornes du condensateur. **Données** :  $L = 10 \text{ mH}$ ,  $C = 100 \text{ nF}$ ,  $R = 510 \Omega$ .

- Q1** Rappeler l'expression théorique de la pulsation propre  $\omega_0$  et de la fréquence propre  $f_0$ .
- Q2** Calculer les valeurs numériques de  $\omega_0$  et  $f_0$  pour les composants fournis.
- Q3** Calculer la valeur de la résistance critique  $R_C = 2\sqrt{\frac{L}{C}}$ .
- Q4** Au regard de la valeur de  $R = 510 \Omega$ , quel type de régime transitoire (apériodique, critique ou pseudo-périodique) devrait-on observer ?

## III Méthode 1 : Mesure des composants (Directe)

À l'aide d'un RLC-mètre :

- Q5** Mesurer précisément les valeurs de  $L$  et  $C$ .
- Q6** En déduire une première valeur expérimentale  $\omega_{0,exp1}$ .

## IV Méthode 2 : Analyse temporelle (Pseudo-période)

On applique un échelon de tension (signal carré  $0 - 5\text{V}$ , fréquence  $f \ll f_0$ ).

- **Réglage GBF** : Signal Carré,  $V_{high} = 5\text{V}$ ,  $V_{low} = 0\text{V}$ , Fréquence  $\approx 100 \text{ Hz}$ .
- **Manipulation** : Pour mieux observer les oscillations, nous allons temporairement remplacer  $R$  par un court-circuit ou une faible résistance ( $10 \Omega$ ).

- Q7** Visualiser  $s(t)$  à l'oscilloscope. Mesurer la pseudo-période  $T$ .
- Q8** Calculer la pulsation pseudo-périodique  $\omega = \frac{2\pi}{T}$ .
- Q9** On considère ici que l'amortissement est assez faible pour que  $\omega \approx \omega_0$ . Noter cette valeur  $\omega_{0,exp2}$ .

## V Méthode 3 : Analyse fréquentielle (Résonance)

On utilise maintenant un signal sinusoïdal. On cherche la fréquence pour laquelle la tension aux bornes du condensateur est maximale (résonance).

- **Réglage GBF** : Sinus, Amplitude 5Vpp.
- **Composant** : Remplacer la résistance  $R = 510 \Omega$ .

- Q10** Faire varier la fréquence du GBF autour de la valeur  $f_0$  calculée en partie I.
- Q11** Repérer la fréquence  $f_{res}$  pour laquelle l'amplitude de  $s(t)$  est maximale.
- Q12** Recommencer la mesure avec une résistance plus faible (ex :  $100 \Omega$ ). La fréquence de résonance change-t-elle ? Est-elle plus facile à repérer ?
- Q13** En déduire  $\omega_{0,exp3} = 2\pi f_{res}$ .

## VI Synthèse et Comparaison

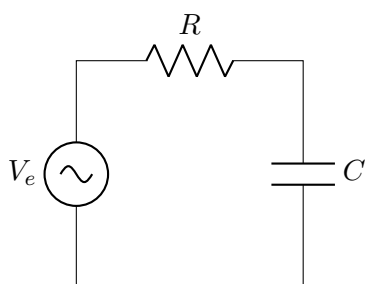
- Q14** Regrouper les résultats dans le tableau suivant :

Méthode	Théorie (L, C)	Temporelle ( $T$ )	Fréquentielle ( $f_{res}$ )
$\omega_0$ (rad/s)			
Écart relatif / Théorie	-		

- Q15** Quelle méthode vous semble la plus précise ? Pourquoi ?
- Q16** Conclure sur l'influence de la résistance  $R$  sur la mesure de la pulsation propre dans les méthodes 2 et 3.

## I Partie Théorique

On considère le filtre RC passe-bas suivant :



On dispose des composants suivants :

$$R = 510 \, \Omega \quad ; \quad C = 100 \, \text{nF}$$

La fonction de transfert d'un tel filtre est :

$$H(j\omega) = \frac{V_s}{V_e} = \frac{1}{1 + j\omega RC}$$

On peut la mettre sous une forme canonique :

$$H(j\omega) = \frac{1}{1 + j\frac{\omega}{\omega_0}}$$

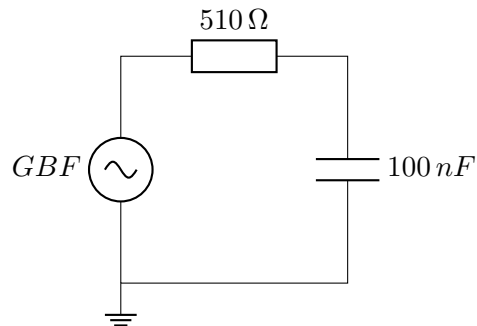
- Q1** Après l'avoir identifier à partir de la forme canonique, calculer la pulsation propre  $\omega_0$ .
- Q2** En déduire la valeur de la fréquence propre  $f_0$ .
- Q3** Que vaut le gain en décibel  $G_{dB}^{BF}$  en très basse fréquence ?
- Q4** Que vaut le gain en décibel  $G_{dB}^{HF}$  en très haute fréquence ?

## II Simulation sous PROTEUS ISIS

- Q5** Après avoir recréé le circuit de la partie 1, Réaliser le protocole suivant :
1. Placer une sonde de tension sur la sortie du circuit, i.e entre la résistance et la capacité.
  2. Sélectionner "Graphe Mode" dans la barre verticale de gauche.
  3. Cliquer sur le bouton "Frequency"
  4. Enfin, tracer un rectangle dans la fenêtre principale du logiciel.
  5. Double cliquez sur la courbe (une fenêtre de l'annexe n°1 s'affiche).
  6. Indiquez la référence en plaçant la source de tension ( $V_{in}$ ).
  7. Régler les fréquences de départ et de fin à 10 Hz et 100 kHz.
  8. Ajoutez sur le graphe la courbe (Add Traces) de la tension de sortie  $V_{out}$ .
  9. Cliquez sur "espace" pour lancer la simulation.
  10. Maximiser la page pour observer le graphe en grand.
- Q6** Faites une capture d'écran du diagramme qui est tracé.

### III Montage expérimental

Réaliser le montage suivant :



Régler une amplitude d'entrée constante comprise entre  $3V$  et  $8V$  et visualiser  $V_e$  et  $V_s$  à l'oscilloscope, faites varier la fréquence de la tension d'entrée avec le GBF.

**Q7** Compléter un tableau de mesures mis en Annexe.

**Q8** Quelle est la fréquence de coupure ?

### IV Exploitation sous Python

Vous retrouverez le code Python sur CAPYTAL2. Pour y accéder, connectez vous sur **l'ENT**, dans la partie "**Mes outils pédagogiques**", **CAPYTALE2**.

**Q9** Compléter les paramètres du circuit en y rentrant les valeurs des composants.

**Q10** Rentrer dans les lignes "**array**", les valeurs du tableau complété en Annexe.

**Q11** Calculer la pulsation  $\omega$  sur la ligne adéquate.

**Q12** Calculer le gain et le gain en décibel sur la ligne adéquate.

**Q13** Tracer le diagramme de Bode expérimental.

**Q14** Comparer au diagramme théorique.

## V Annexe

Fréquence (Hz)	Amplitude $V_s$ (V)	Gain (dB)
100		
300		
1000		
2000		
2500		
2800		
3000		
3300		
3600		
4500		
6000		
8000		
10000		
15000		
20000		
40000		
100000		
200000		