

# TP Mesures de capacités

NOM :

Objectif du TP : Mesurer par différentes méthodes, dont la mise en œuvre d'un circuit RC, la capacité d'un condensateur.

Compétences exigibles :

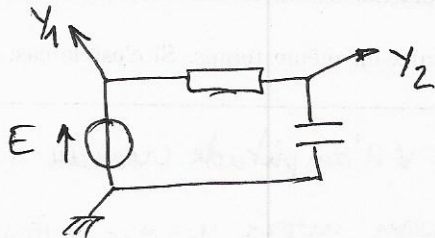
- Etablir un protocole expérimental pour mesurer la capacité d'un condensateur.
- Préciser la perturbation induite par l'appareil de mesure sur le montage et ses limites (BP, Rentrée)
- Evaluer les incertitudes de mesure.
- Réaliser l'acquisition d'un régime transitoire du premier ordre et analyser ses caractéristiques.

	S'APPROPRIER	ANALYSER/RAISONNER	REALISER	VALIDER	COMMUNIQUER
Questions	Q1 - Q2 - Q3 - Q5 - Q12	Q4 - Q7 - Q8 - Q9 - Q12 - Q13	Q4 - Q6 - Q11	Q7 - Q13	Tout
Notes					

## I. Montage et premières observations

### 1. Montage et réglages

**Q1** Représenter le schéma du circuit RC avec le GBF, la résistance et le condensateur en série. Ne pas oublier d'indiquer la masse du circuit.



**Q2** Placer sur le schéma précédent les voies de l'oscilloscope afin de visualiser la tension délivrée par le GBF en voie CH1 et la tension aux bornes du condensateur en voie CH 2 .

**Attention aux problèmes de masse** : il ne doit y avoir qu'une seule masse dans le circuit, car la masse d'un appareil (oscilloscope et GBF) est reliée un même point : la Terre (via la prise de Terre).

Pour visualiser charge et décharge du condensateur facilement, le GBF délivrera un créneau entre 0V et 5V .

**Q3** Si  $R = 1\text{k}\Omega$  et  $C = 100\text{nF}$ , quel est l'ordre de grandeur du temps caractéristique du régime transitoire ? Comment choisir la fréquence du signal créneau de sorte à visualiser la totalité du régime transitoire sur une demi-période du créneau ?

$$\tau = RC = 10^3 \cdot 100 \cdot 10^{-9} = 10^{-4} \text{ s}$$

on doit avoir  $T \approx 10\tau$  (charge et décharge totales =  $2 \times 5\tau$ )

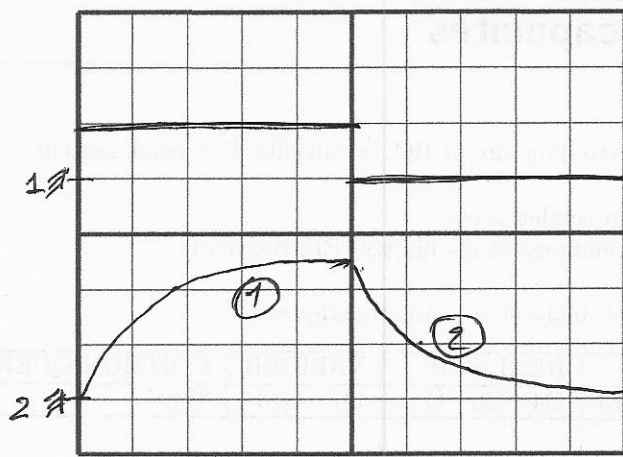
$$\text{Soit } T = 10^{-3} \text{ s} \Rightarrow f = 1 \text{ kHz}$$

### 2. Expérience

- Réaliser le circuit précédent.
- Régler le GBF pour qu'il délivre un signal créneau entre 0V et 5V , pour cela régler l'amplitude (Pic to Pic) à 5V , et régler l'offset à 2,5V .
- Régler la boîte à décades de résistances sur  $1\text{k}\Omega$  et prendre le condensateur de capacité inconnue.
- Chercher une fréquence du signal créneau de sorte à visualiser la totalité du régime transitoire sur une demi-période du créneau.

**Q4** Noter vos observations. On reproduira les signaux obtenus en identifiant dessus les deux types d'évolution du circuit : réponse à un échelon de tension, régime libre et les deux régimes observés au cours de chaque demi-période : régime transitoire, régime permanent.





Calibre de temps :  $0.1 \text{ ms/div}$

Calibre CH1 :  $5 \text{ V/div}$

Calibre CH2 :  $2 \text{ V/div}$

Fréquence du signal crête :  $1 \text{ kHz}$

Observations :

① charge de C

② décharge

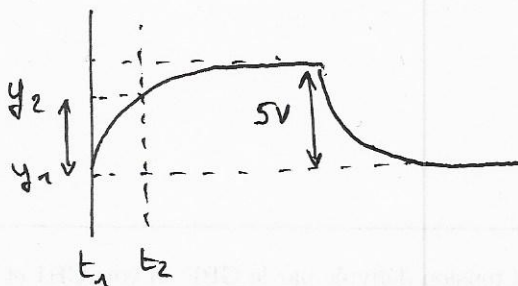
## II. Mesure de la capacité du condensateur avec le circuit RC

### 1. Protocole

Proposer un protocole pour déterminer la capacité du condensateur en utilisant la mesure de la constante de temps du circuit, pour différentes valeurs de résistance.

On illustrera la mesure de la constante de temps sur un oscillogramme, en y plaçant dessus les curseurs qu'il faudra pour effectuer la mesure.

Selon les oscilloscopes, on ne dispose pas des curseurs verticaux et horizontaux en même temps. Si c'est le cas, utiliser la carte d'acquisition (appeler le professeur).



① On mesure les 5V d'amplitude crête ( $y_2 - y_1$ )

② On s'arrange pour avoir  $y_2 - y_1 = 3,15 \text{ V}$  (63% de 5V)

③ On place les curseurs verticaux.  $t_1$  et  $t_2$

Alors  $T = t_2 - t_1$

### 2. Expérience

Mettre en œuvre le protocole après avoir présenté le protocole à l'enseignant.

On veillera, pour chaque nouvelle valeur de  $R$  (comprises entre 100 et 100k $\Omega$ ), de s'assurer que le régime transitoire a lieu complètement, et que le régime permanent est atteint avant changement de la valeur du crête.

Q6 Noter vos mesures ci dessous

R	1k $\Omega$	500 $\Omega$	10k $\Omega$	15k $\Omega$	50k $\Omega$				
$\tau$	0,102ms	50 $\mu\text{s}$	890 $\mu\text{s}$	1,35ms	4,7ms				

Q7 Grâce à l'intelligence artificielle (et/ou la votre), construisez un script qui

- efface les anciens graphiques, pour ne pas surcharger si vous relancez plusieurs fois
- à partir de deux tableaux de valeurs np.array stockant  $R$  et la constante de temps tau, calcule le tableau des valeurs de capacité correspondantes
- puis en trace l'historique, fournit son écart-type, et calcule l'écart normalisé avec une valeur de référence
- stockez le sur une clé, à amener en TP!!!

Q8 Allez sur <https://cahier-de-prepa.fr/basthon/>, collez votre programme. Rentrez les données obtenues dans le tableau du script Python, la valeur attendue pour  $C$ . Lancez le programme.

Q9 Discutez des résultats obtenus

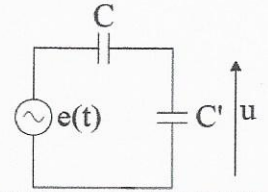
Rogenne  $C = 9,46 \cdot 10^{-8} \text{ F}$   
Ecart type  $4,7 \cdot 10^{-9} \text{ F}$

Ecart normalisé par rapport à  $C_{ref} = 100 \text{ nF}$   
 $E = 1,1$ , inférieur à 2.  $\Rightarrow$  OK!



### III. Méthode de la tension moitié

**Q10** Dans le montage ci-contre, montrer que lorsque la tension d'entrée est sinusoïdale, en régime forcé, l'amplitude de la tension de sortie est égale à la moitié de celle en entrée si  $C' = C$ .



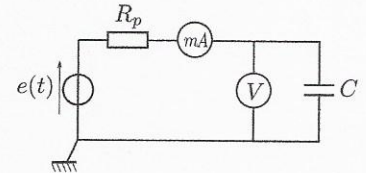
**Q11** En prenant comme capacité  $C'$  la boîte de capacité variable, déterminer la valeur de  $C$  par la méthode exposée ci-dessus. On pourra visualiser à l'oscilloscope simultanément les tensions d'entrée et de sortie.

- on superpose les 2 signaux exactement, en prenant 1V/div pour  $e$  et 2V/div pour  $u$
- ou avec curseurs on mesure les amplitudes

alors on mesure  $C' = 102 \text{ nF} = C$

### IV. Méthode utilisant la définition de l'impédance

Par définition de l'impédance pour un dipôle linéaire passif, nous avons en régime sinusoïdal permanent  $\underline{V} = \underline{Z} \underline{I}$ . On mesure alors à l'ampèremètre et au voltmètre en mode AC les valeurs efficaces de la tension et du courant, on en déduit le module de l'impédance  $Z = V_{\text{eff}} / I_{\text{eff}}$ , d'où  $C = \frac{I_{\text{eff}}}{2\pi f V_{\text{eff}}}$  où  $f$  est la fréquence. Remarque : on effectue la mesure pour une fréquence  $f$  donnée du signal du générateur. Il faut s'assurer que celle-ci est bien contenue dans la bande passante des appareils de mesure. Voir les notices pour s'en assurer. Sinon on pourra utiliser l'oscilloscope dont la bande passante est a priori plus large (voir notice).



**Q12** Régler le GBF pour qu'il délivre 4V en valeur efficace. Réaliser le montage précédent en prenant une résistance de protection ( $R_p$ ) de  $1 \text{ k}\Omega$ . Mesurer les valeurs de  $V_{\text{eff}}$  et  $I_{\text{eff}}$  pour quelques valeurs de fréquence comprises entre 50 Hz et 10 kHz. Déduire, en précisant la méthode utilisée, la valeur de  $C$ .

Mesures	$f(\text{Hz})$	100	1000	10 <sup>4</sup>	5000
$V(\text{V})$		4	3,97	3,70	3,92
$I(\text{mA})$		0,25	2,42	22,5	11,8
$C(\text{nF})$		99,4	97,2	96,8	95,8

Exploitation :

moyenne : 97,3

écart type : 1,3

écart normalisé par rapport à 100

2,06 (top)

→ la valeur de  $C$  à l'air  $< 100 \text{ nF}$

### V. Mesure au capacimètre

**Q13** Mesurer à l'aide du multimètre en mode capacimètre la capacité du condensateur étudié précédemment. Trouver la précision de la valeur de  $C$  dans la notice constructeur. Évaluer l'incertitude type liée à la mesure  $u(C) = \frac{\Delta}{\sqrt{3}}$  avec  $\Delta$  l'intervalle de certitude de trouver la mesure. Écrire le résultat de la mesure.

On mesure  $C = 96,4 \text{ nF}$

Notice :  $C < 500 \text{ nF} \Rightarrow 1\% R + 2D \Rightarrow \Delta = \underbrace{0,96}_{1\%} + \underbrace{0,2}_{2D} = 1,2 \text{ nF} \left. \vphantom{\Delta = 0,96 + 0,2} \right\} u(C) = 0,7 \text{ nF}$