



TP n°4 Mesure de la capacité d'un condensateur

Vendredis 3 & 10 octobre 2025

Compétences exigibles du programme :

- ✓ Réaliser pour un circuit l'acquisition d'un régime transitoire du premier ordre et analyser ses caractéristiques. Confronter les résultats expérimentaux aux expressions théoriques.
- ✓ Obtenir un signal de valeur moyenne, de forme, d'amplitude et de fréquence données à l'aide d'un GBF.
- \checkmark Mesurer une tension à l'oscilloscope numérique : Définir la nature de la mesure effectuée.
- ✓ Mesures et incertitudes
 - ✓ Procéder à l'évaluation d'une incertitude-type par une approche statistique (évaluation de type A).
 - ✓ Procéder à l'évaluation d'une incertitude-type par une autre approche que statistique (évaluation de type B).
 - ✓ Comparer deux valeurs dont les incertitudes-types sont connues à l'aide de leur écart normalisé.

$Mat\'{e}riel$:

— GBF, oscilloscope, multimètre;

— Boîte à décades de résistances;

-1 condensateur C;

— Polycopiés sur le matériel d'électricité et les incertitudes.

★Introduction

Dans ce TP nous allons mettre en œuvre un circuit RC série en régimes transitoires afin de mesurer la capacité d'un condensateur.

Travail préparatoire

- Lire la totalité de l'énoncé du TP, y compris les annexes, et identifier ce qu'il faudra faire pendant les deux séances.
- Répondre aux questions suivies d'une *.



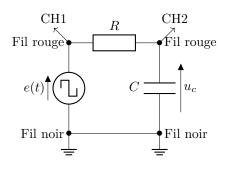
Regarder les vidéos qui concernent ce TP :

I Montage et premières observations

On étudie le circuit ci-contre constitué d'un GBF, d'une résistance et d'un condensateur.

La tension aux bornes du GBF, e, est visualisée sur la voie 1 de l'oscilloscope. La tension aux bornes du condensateur, u_c , est visualisée sur la voie 2 de l'oscilloscope.

Il faut faire 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).



Montage et réglages

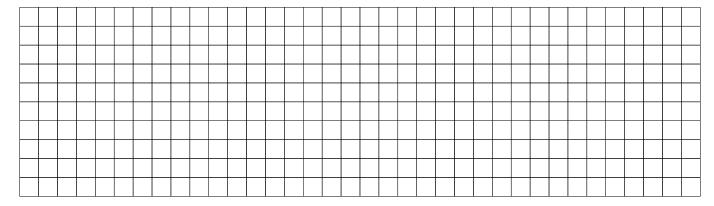
Ϋ Ι.	001												 -																									/														
	e e																																																			
		•	 ٠.	٠.		•	 ٠.	•	 ٠.	•	 ٠	 •		 	•	•	 •	•		 •	•	 •	•	•	 	•	•	 	•	•		•	 •	 •	•	 •	 ٠.	•	 •	 •	 	 •	 •	٠.	 •	 •	 	•	٠.	 ٠	 	•
		•	 ٠.	٠.	٠.	٠	 			•	 •			 						 •	•		•		 	•		 	•							 •	 	•				 •			 		 			 •	 	•

W.	T-3	,	•	
(0	$\mathbf{E}\mathbf{x}$	peı	rıer	$\mathbf{1ce}$

AMILLE VERNET	Physique – TP n°4	PC
llège • Lycée • Cpge	Page 2 / 8	Année 2025-202
Expérience		
Réaliser le circuit préc disponible.	cédent, avec le GBF, la boîte à décades de résistances régl	lée sur 100 Ω et le condensateur
Régler le GBF pour qu'i	il délivre un signal créneau entre 0 V et 5 V. Pour cela :	
☐ Choisir la forme créne	eau;	
🗖 Régler l' amplitude à	à 5 V;	
☐ Régler l' offset à 2,5	${f V}$ (permet de décaler le créneau de $+2,5$ V);	
☐ Choisir une fréquence	$e f \sim 1 \text{ kHz};$	
$\hfill \Box$ Allumer le output de	la sortie du GBF utilisée.	
■ Ajouter l'oscilloscope :		
🗖 Placer un « T » en s	sortie du GBF :	
☐ un câble BNC/ba	anane part d'un côté du « T » et va vers le circuit,	
☐ un câble BNC/B	NC part de l'autre côté du « T » et va en voie 1 de l'oscillosc	cope.
☐ Utiliser un câble BNC (côté banane).	C/banane branché sur la voie 2 (Y) de l'oscilloscope (côté BNO	C), et aux bornes du condensateur
♣		. 1 1) / All DNG/1
allant au GBF.	e ce câble BNC/banane doit absolument être relié au câble r	noir de l'autre cable BNC/bananc
☞ Visualiser sur l'écran de l'o	oscilloscope la tension du GBF et la tension aux bornes du co	ondensateur.
Régler les paramètres d	de l'oscilloscope (échelle horizontale, échelles verticales, déc	calage vertical) afin d'observer :
— Entre 1 et 2 périodes	du créneau à l'écran,	
— des signaux qui occup	pent environ 7-8 carreaux verticalement.	
Observations		
9	1 1 /1/ 1 1 1 1 1 1 1 1	

\mathcal{J}^0	bs	serv	ati	ons	5																																
Q:	2.	N les e	otei	sui	· vo			npt	e-r∈	endı	ı les	s éle	éme	ents	au	xqu	iels	voi	ıs a	vez	dû	fair	re a	tter	ntio	n, l	es p	ooir	nts (qui	vou	s or	nt p	osé	pro)blè	me,
*																																					
}				• • •																															• • •		
§				• • • •																															• • •		
§																																					
§																																					
§																																					
§																																					
}																																					.
Q:	3.	⊗ R	epr	odu	ire	l'éc:	ran	de	l'os	scill	osc	ope	e et	ide	$_{ m ntif}$	fier	des	ssus	; :																		
§ `	•		· · · · ·									· F																									
}		• ré	ons	se à	un	éch	ielo	n d	e te	ensi	on									• r	égi	me	tra	nsit	oir	e,											
§		• ré	gime	e lib	re,															• r	égi	me	per	ma	nen	ıt.											
§																																					
§																																					
}																																			\square	\dashv	
}			-																																\vdash	\dashv	
}		-	+																																\vdash	\dashv	
§																																					_
§																																					
wwwwwwwwwwwwwwwwww																																					
§																																					

•	reponse	\mathbf{a}	un	echeion	ae	tension





l Mesure de la capacité du condensateur par mesure de au

 Q4. * Écrire un protocole pour déterminer la capacité du condensateur en utilisant la mesure de la constante de temp circuit, pour différentes valeurs de résistance. L'exploitation se fera par analyse statistique. On illustrera la mesure de la constante de temps sur un oscillogramme, en y plaçant dessus les curseurs qu'il faudra effectuer la mesure. Expérience Mettre en œuvre le protocole après l'avoir présenté à l'enseignante. On veillera, pour chaque nouvelle valeur de R (comprises entre 50 Ω et 500 Ω), de s'assurer qu'régime transitoire a lieu complètement, et que le régime permanent est atteint avant changement de valeur du créneau. Lors de l'augmentation de R, τ augmente, il faudra alors diminuer f. On s'aidera de l'anne page 8. Q5. Noter vos mesures dans un tableau (deux lignes : une pour R et une pour τ), avec les unités.
Expérience Wettre en œuvre le protocole après l'avoir présenté à l'enseignante. On veillera, pour chaque nouvelle valeur de R (comprises entre 50 Ω et 500 Ω), de s'assurer qu régime transitoire a lieu complètement, et que le régime permanent est atteint avant changement d valeur du créneau. Lors de l'augmentation de R, τ augmente, il faudra alors diminuer f. On s'aidera de l'anne page 8.
Mettre en œuvre le protocole après l'avoir présenté à l'enseignante. On veillera, pour chaque nouvelle valeur de R (comprises entre 50Ω et 500Ω), de s'assurer qu régime transitoire a lieu complètement, et que le régime permanent est atteint avant changement de valeur du créneau. Lors de l'augmentation de R , τ augmente, il faudra alors diminuer f . On s'aidera de l'anne page δ .
Mettre en œuvre le protocole après l'avoir présenté à l'enseignante. On veillera, pour chaque nouvelle valeur de R (comprises entre 50Ω et 500Ω), de s'assurer qu régime transitoire a lieu complètement, et que le régime permanent est atteint avant changement de valeur du créneau. Lors de l'augmentation de R , τ augmente, il faudra alors diminuer f . On s'aidera de l'anne page δ .
Mettre en œuvre le protocole après l'avoir présenté à l'enseignante. On veillera, pour chaque nouvelle valeur de R (comprises entre 50Ω et 500Ω), de s'assurer qu régime transitoire a lieu complètement, et que le régime permanent est atteint avant changement de valeur du créneau. Lors de l'augmentation de R , τ augmente, il faudra alors diminuer f . On s'aidera de l'anne page 8 .
Mettre en œuvre le protocole après l'avoir présenté à l'enseignante. On veillera, pour chaque nouvelle valeur de R (comprises entre 50Ω et 500Ω), de s'assurer qu régime transitoire a lieu complètement, et que le régime permanent est atteint avant changement de valeur du créneau. Lors de l'augmentation de R , τ augmente, il faudra alors diminuer f . On s'aidera de l'anne page 8 .
Mettre en œuvre le protocole après l'avoir présenté à l'enseignante. On veillera, pour chaque nouvelle valeur de R (comprises entre 50Ω et 500Ω), de s'assurer qu régime transitoire a lieu complètement, et que le régime permanent est atteint avant changement de valeur du créneau. Lors de l'augmentation de R , τ augmente, il faudra alors diminuer f . On s'aidera de l'anne page 8 .
Mettre en œuvre le protocole après l'avoir présenté à l'enseignante. On veillera, pour chaque nouvelle valeur de R (comprises entre 50Ω et 500Ω), de s'assurer qu régime transitoire a lieu complètement, et que le régime permanent est atteint avant changement de valeur du créneau. Lors de l'augmentation de R , τ augmente, il faudra alors diminuer f . On s'aidera de l'anne page 8 .
Mettre en œuvre le protocole après l'avoir présenté à l'enseignante. On veillera, pour chaque nouvelle valeur de R (comprises entre 50Ω et 500Ω), de s'assurer qu régime transitoire a lieu complètement, et que le régime permanent est atteint avant changement de valeur du créneau. Lors de l'augmentation de R , τ augmente, il faudra alors diminuer f . On s'aidera de l'anne page δ .
Mettre en œuvre le protocole après l'avoir présenté à l'enseignante. On veillera, pour chaque nouvelle valeur de R (comprises entre 50Ω et 500Ω), de s'assurer qu régime transitoire a lieu complètement, et que le régime permanent est atteint avant changement de valeur du créneau. Lors de l'augmentation de R , τ augmente, il faudra alors diminuer f . On s'aidera de l'anne page δ .
Mettre en œuvre le protocole après l'avoir présenté à l'enseignante. On veillera, pour chaque nouvelle valeur de R (comprises entre 50Ω et 500Ω), de s'assurer qu régime transitoire a lieu complètement, et que le régime permanent est atteint avant changement de valeur du créneau. Lors de l'augmentation de R , τ augmente, il faudra alors diminuer f . On s'aidera de l'anne page δ .
Mettre en œuvre le protocole après l'avoir présenté à l'enseignante. On veillera, pour chaque nouvelle valeur de R (comprises entre 50Ω et 500Ω), de s'assurer qu régime transitoire a lieu complètement, et que le régime permanent est atteint avant changement de valeur du créneau. Lors de l'augmentation de R , τ augmente, il faudra alors diminuer f . On s'aidera de l'anne page δ .
Mettre en œuvre le protocole après l'avoir présenté à l'enseignante. On veillera, pour chaque nouvelle valeur de R (comprises entre 50Ω et 500Ω), de s'assurer qu régime transitoire a lieu complètement, et que le régime permanent est atteint avant changement de valeur du créneau. Lors de l'augmentation de R , τ augmente, il faudra alors diminuer f . On s'aidera de l'anne page δ .
Mettre en œuvre le protocole après l'avoir présenté à l'enseignante. On veillera, pour chaque nouvelle valeur de R (comprises entre 50Ω et 500Ω), de s'assurer qu régime transitoire a lieu complètement, et que le régime permanent est atteint avant changement de valeur du créneau. Lors de l'augmentation de R , τ augmente, il faudra alors diminuer f . On s'aidera de l'anne page δ .
page 8.
régime transitoire a lieu complètement, et que le régime permanent est atteint avant changement de valeur du créneau. Lors de l'augmentation de R , τ augmente, il faudra alors diminuer f . On s'aidera de l'anne page 8 .
page 8.
Exploitation avec python
Ouvrir le fichier pré-rempli : https://capytale2.ac-paris.fr/web/c/622a-4085972 (Code du TP : 622a-4085972) Compléter les cellules des mesures.
Ouvrir le fichier pré-rempli : https://capytale2.ac-paris.fr/web/c/622a-4085972 (Code du TP : 622a-4085972) Compléter les cellules des mesures. Exécuter les différentes cellules, comprendre les calculs,
Ouvrir le fichier pré-rempli : https://capytale2.ac-paris.fr/web/c/622a-4085972 (Code du TP : 622a-4085972) Compléter les cellules des mesures.
Ouvrir le fichier pré-rempli : https://capytale2.ac-paris.fr/web/c/622a-4085972 (Code du TP : 622a-4085972) Compléter les cellules des mesures. Exécuter les différentes cellules, comprendre les calculs,
Ouvrir le fichier pré-rempli : https://capytale2.ac-paris.fr/web/c/622a-4085972 (Code du TP : 622a-4085972) Compléter les cellules des mesures. Exécuter les différentes cellules, comprendre les calculs,
Ouvrir le fichier pré-rempli : https://capytale2.ac-paris.fr/web/c/622a-4085972 (Code du TP : 622a-4085972) Compléter les cellules des mesures. Exécuter les différentes cellules, comprendre les calculs,

Conclusion
Q7. $\$ Écrire le résultat de la mesure de C (en respectant le format habituel). Voir $\S I.1$ du poly « Les incertitudes »

*
II Mesure de C avec le capacimètre
Expérience
Expérience Utiliser le multimètre en capacimètre pour mesurer la capacité du condensateur. Cela s'utilise et fonctionne comme un ohmmètre, il suffit de se placer sur le calibre adapté à la mesure d'une capacité (sy bole du condensateur). Avant de mesurer la capacité, il faut décharger le condensateur, pour cela enlever le condensateur du circuit, et brancher un fil entre ses deux bornes. Q8. Noter la valeur de C ainsi mesurée. On recopiera TOUS les chiffres affichés!
$\$ Q8. $\$ Noter la valeur de C ainsi mesurée. On recopiera TOUS les chiffres affichés!

\
L'incertitude-type sur la mesure de la capacité avec le capacimètre se détermine en utilisant la notice (cf livret « Matér en TP d'électricité » page 6 §VI). Q9. Recopier la précision indiquée sur la notice pour la mesure effectuée. Calculer la précision, sur la mesure unique effectuée. Calculer la précision, sur la mesure unique effectuée. Recopier les valeurs obtenues.
•
*
Calculer la précision, sur la mesure unique effectuée.
En déduire l'incertitude-type.
Q10. Recopier les valeurs obtenues.
*
§
X
}
Conclusion
\S Q11. \otimes Écrire le résultat de cette deuxième mesure de C .
}
Q11. \otimes Écrire le résultat de cette deuxième mesure de C .



V Conclusion : comparaison des deux mesures

3	Co ₁ Q12.	nclusion * ♠ Avec quelle grandeur quantitative peut-on comparer ces deux mesures? Quel est le critère utilisé pour conclure? Voir §I.2 du poly « Les incertitudes ». □ Calculer cette grandeur. ♠ Conclure.
~		Voir §I.2 du poly « Les incertitudes ».
§		
3		
}		
}		
§		
}		
§	reg (Calculer cette grandeur.
3	Q13.	© Conclure.
}		
§		
§		
}		
V		nélioration du modèle
\$	Co	nclusion © Quelle résistance présente dans le circuit avons-nous négligée?
§	Q14.	Quelle résistance présente dans le circuit avons-nous négligée?
₹		
§		
§		
§		
3		Compléter les lignes de codes nécessaires.
§	Q15.	En prenant ce nouveau paramètre en compte, déterminer la nouvelle valeur de la capacité, de l'incertitude-type sur la
}		moyenne et calculer l'écart normalisé avec la valeur mesurée au capacimètre. Commenter.
§		
₹		
۶		
}		

Dian du 11	Bil	lan	du	TF
------------	-----	-----	----	----

_	D.			/1			
	Вı	lan	en	el	ect:	ric	nte

Bilan en électricité
• Un oscilloscope se branche comme un voltmètre, en du dipôle.
• Les parties des bornes BNC du GBF et de l'oscilloscope sont reliées à la via la prise
secteur, et ramène donc la dans le circuit. Par convention, le fil d'un câble BNC-banane est relié
à la carcasse métallique du GBF/oscilloscope et donc à la
• Dans un circuit électrique, il faut veiller à ce qu'il n'y ait qu'une seule, pour ne pas une partie du circuit. Par conséquent, le dipôle aux bornes duquel on veut visualiser la tension,
doit avoir une commune avec la du GBF.
• Pour visualiser la charge et la décharge d'un condensateur, le circuit RC est alimenté par un signal,
compris entre et une Pour observer complètement le régime transitoire, l faut
choisir une fréquence du créneau suffisamment (mais pas trop non plus!).
Bilan sur les incertitudes
$\bullet \ \ Les \ notices \ des \ appareils \ de \ mesure \ comme \ le \ voltmètre, \ l'ampèremètre, \ l'ohmmètre, \ le \ capacimètre \ indique \ la \ précision$
des mesures effectuées sous la forme :
% + k de (notée).
Cette UR représente l' du chiffre affiché sur l'appareil.
• En l'absence d'information précise sur la nature de cette « précision », on considère qu'elle représente la
de l'intervalle dans lequel il est raisonnable de considérer que le résultat de la mesure se trouve.
• Une fois la précision calculée à partir de la notice, l' se calcule en divisant la précision par
·
• Pour comparer deux mesures de la même grandeur par deux protocoles différents, on calcule l'
Par convention, on considère que les deux mesures ne sont pas incompatibles si l'
est à

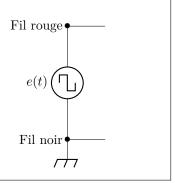
ANNEXES

A GBF

GBF

Un GBF est une source de tension (non idéale) de résistance interne 50Ω . Pour des raisons de sécurité la carcasse du GBF est reliée à la prise de Terre. La partie extérieure des bornes BNC de sortie sont reliées à la carcasse donc à la prise de Terre.

Dans les câbles BNC-banane (un côté BNC que l'on branche directement sur le GBF et un côté avec un fil noir et un fil rouge), le fil noir est relié à la partie extérieure de la borne BNC de sortie du GBF, et donc à la carcasse, et donc à la Terre.



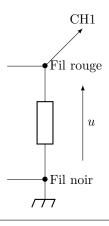
B Oscilloscope

Oscilloscope

Un oscilloscope permet de visualiser des tensions dans un circuit. Pour des raisons de sécurité la carcasse de l'oscilloscope est reliée à la prise de Terre. La partie extérieure des bornes BNC d'entrée sont reliées à la carcasse donc à la prise de Terre.

Sur un schéma, le branchement de l'oscilloscope s'indique comme ci-contre : une flèche placée à la pointe de la flèche de la tension mesurée et un symbole de masse de l'autre côté de la flèche de la tension mesurée.

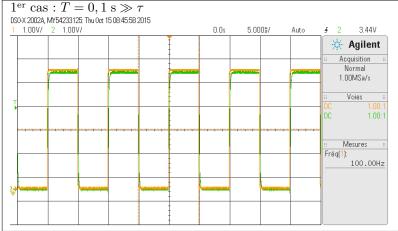
Le branchement de l'oscilloscope se fait de façon similaire à celui d'un voltmètre, avec la « correspondance » : COM \longrightarrow masse et V \longrightarrow flèche + indication CH1 ou 2. Pour visualiser la tension u sur la voie CH1 il faut réaliser le branchement ci-contre. La mesure de la tension introduit nécessairement une masse dans le circuit.





C Utilisation d'un signal créneau pour étudier les régimes transitoires

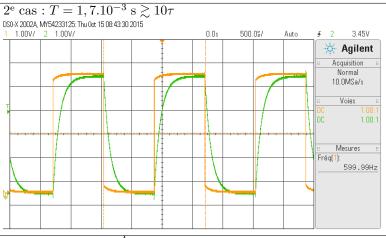
On réalise le circuit RC avec R=1 k Ω et C=100 nF ($\tau=10^{-4}$ s). Il est alimenté par un GBF délivrant un signal créneau entre 0 V et +5 V, dont la fréquence peut être réglée.



Le régime transitoire d'une durée de quelques τ a une durée très faible devant la demi période du créneau.

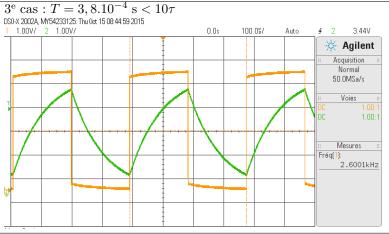
Le régime transitoire est tellement court par rapport à la demi-période, il est quasiment confondu avec le créneau.

On ne voit rien!



Le régime transitoire d'une durée de quelques τ a le temps de se faire sur la demi période, qui n'est pas très grande devant τ , ainsi on peut bien observer le régime transitoire.

Il faut toujours se retrouver dans ce cas!



Le régime transitoire d'une durée de quelques τ n'a pas le temps de se faire sur la demi période d'une durée du créneau.

Le régime transitoire n'a lieu qu'en partie : le régime permanent n'est pas atteint.

Rq. Le GBF est une source réelle de tension dont la tension délivrée dépend de l'intensité i(t) qui le traverse $u_g(t) = e(t) - r_g i(t)$. L'intensité dans le circuit varie de façon importante au début du régime transitoire, puis diminue jusqu'à atteindre 0.

VÅ retenir

Pour observer les régimes transitoires en utilisant un GBF qui délivre une tension créneau de fréquence $f_{\text{créneau}}$, il faut choisir cette fréquence de sorte que le régime transitoire ait le temps d'avoir lieu entièrement sur la demie-période du créneau :

 $\frac{T_{\text{cr\'eneau}}}{2} > 5\tau \Leftrightarrow T_{\text{cr\'eneau}} > 10\tau \Leftrightarrow f_{\text{cr\'eneau}} < \frac{1}{10\tau}$

Sans choisir une fréquence trop faible, car alors le régime permanent occuperait toute la demie-période.