

MP 19 : Effets Capacitifs

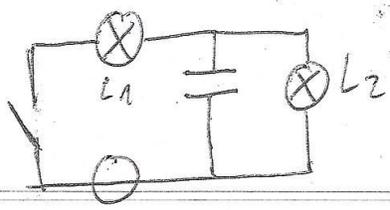
Yann Gouttenoire, Sylvain Fayard

November 11, 2015

M 13 : effets capacitifs

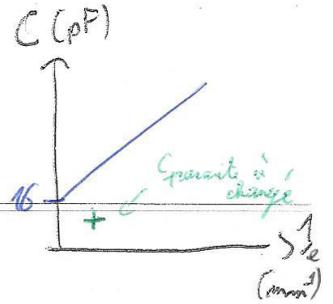
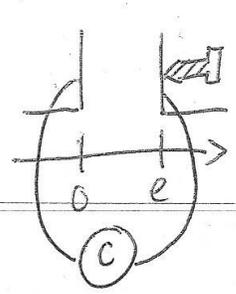
I. Etude d'un condensateur

a) Mise en évidence de la charge et de la décharge



$C = 0,18 \text{ F}$

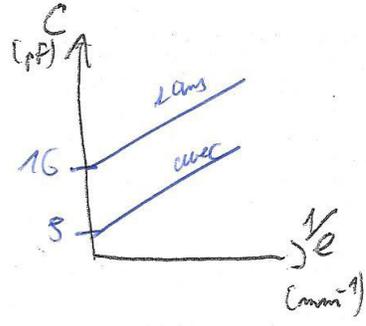
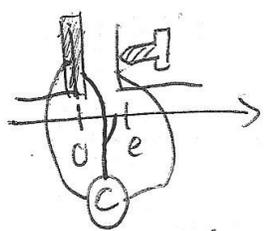
b) Mesure de la capacité en fonction de la distance



$d = 5 \pm 0,1 \text{ mm}$
 $C = 10 \pm 1 \text{ pF}$

II Effets capacitifs parasites

a) Influence de l'environnement



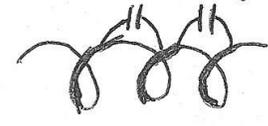
électrode de garde

$d = 5 \pm 0,1 \text{ mm}$
 $C = 4 \pm 1 \text{ pF}$

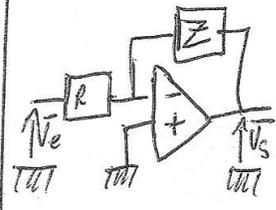
coax: $C = 2,9 \text{ nF}$

Centrique: $\frac{2,9}{29} = 100 \text{ pF/m}$

b) effets capacitifs parasites à HF

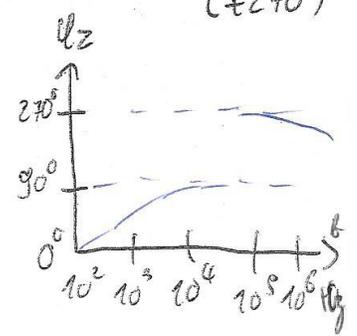


$\frac{1}{Z} = \frac{1}{jL\omega + r} + jC\omega$

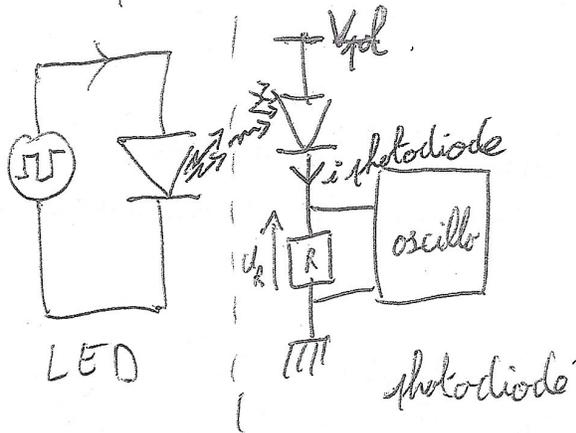


	Z	φ_Z
BF	r	0
MF	$jL\omega$	$+90^\circ$
HF	$\frac{1}{jC\omega}$	-90° ($+270^\circ$)

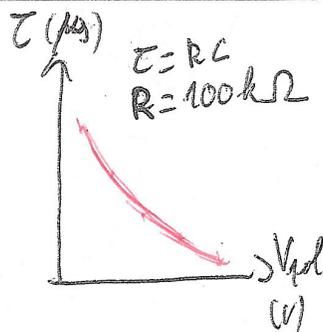
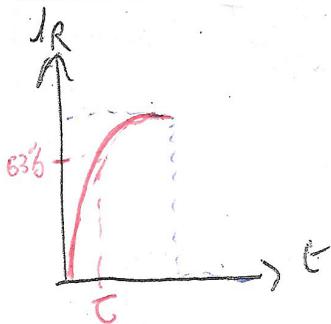
$\bar{Z} = -R \frac{\bar{V}_s}{\bar{V}_e}$



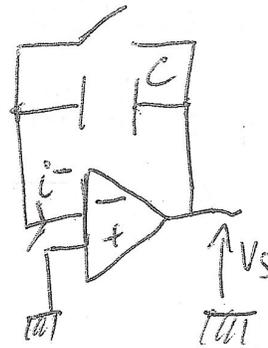
C) Temps de réponse d'une photodiode



$\tau = \pm \mu s$ $V_{pd} = \pm V$



III Mesure de pico-courants

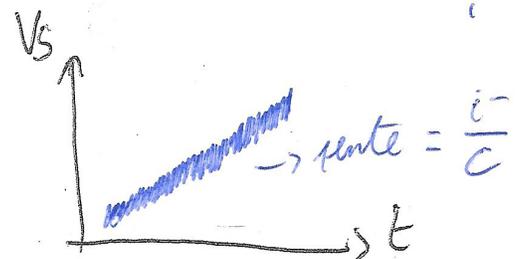


$C = 22,6 nF$
 $\pm 0,1 nF$

$V_+ = V_- \Rightarrow i^- = C \frac{dV_s}{dt}$

$i^- = 17,6 \pm 0,1 pA$

$\frac{\Delta i^-}{i^-} = \frac{\Delta C}{C} + \frac{\Delta \text{sente}}{\text{sente}}$



Remarques générales

Les montages à AO sont capricieux! Prévoir un AO de rechange en cas de pb pendant la présentation. Si la manip ne marche, il faut chercher l'erreur. Le jury appréciera un candidat qui n'a pas peur de mettre les mains dans les fils.

Il faut exploiter au maximum les manip', faire dire le plus de choses possibles aux courbes.

Il faut s'arranger pour qu'il y ait des calculs d'incertitudes, et pour les varier. Il s'agit, je cite, d'une "véritable tirelire à points".

Discuter des limites et des défauts des dispositifs.

1 Étude d'un condensateur

1.1 Mise en évidence de la charge et de la décharge

La manip' et des conseils

Une ampoule en série et une ampoule en dérivation. Mettre aussi une résistance en série du condensateur, s'arranger pour avoir un $\tau = RC$ de l'ordre de plusieurs secondes.

Quand on ferme l'interrupteur, L_1 s'allume immédiatement et L_2 progressivement. De même, quand on ouvre l'interrupteur, L_1 s'éteint immédiatement et L_2 progressivement.

Les questions et les remarques du correcteur

Pourquoi la montée et la descente de la tension aux bornes du condensateur sont lentes?

Quelles différences entre ce montage, et le même montage où une bobine remplace le condensateur?

Pour rendre cette manip' quantitative, on peut par exemple mesurer l'OdG de la résistance d'une ampoule.

Biblio

1.2 Mesure de la capacité en fonction de la distance

La manip' et des conseils

Un condensateur d'Aepinus, avec vis micrométrique. On mesure C au LC-mètre. L'incertitude sur e vient de la lecture pour les grands e , mais quand e devient petit, c'est le mauvais parallélisme qui prédomine sur l'incertitude. Éloigner les fils bananes les uns des autres pour diminuer les capacités parasites. La manip' est peu reproductible d'un jour sur l'autre (effets parasites non maîtrisés qui fluctuent ?)

Courbe expérimentale

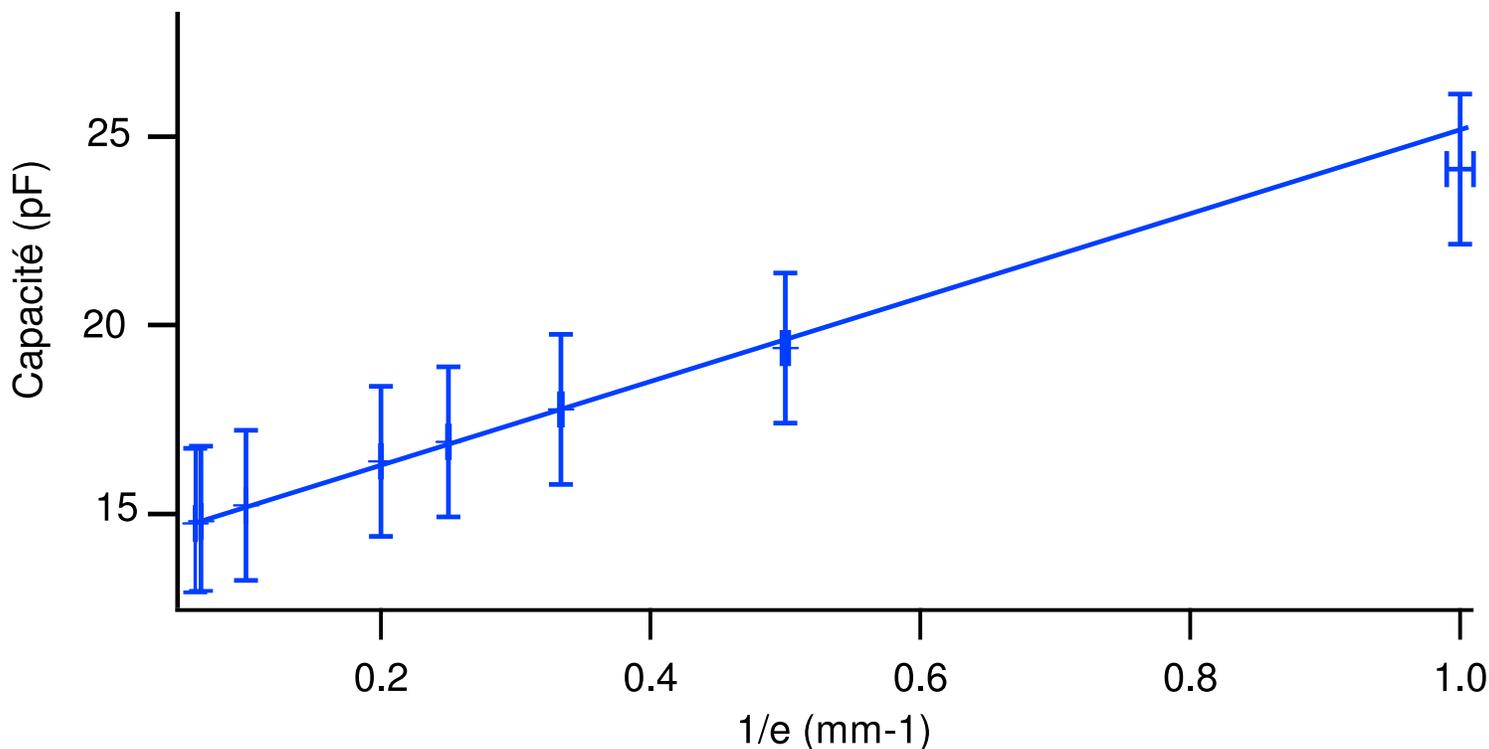


Figure 1: Capacité en fonction de l'inverse de la distance

Les questions et les remarques du correcteur

Comment évaluez-vous l'incertitude sur e ?

A quel moment le parallélisme devient critique?

Comment marche un LC-mètre?

Pourquoi avez-vous choisi d'étudier C en fonction de e ?

Cette manip peut aussi permettre de mesurer ϵ_0 : constante fondamentale de la physique.

Biblio

2 Effets capacitifs parasites

2.1 Influence de l'environnement

La manip' et des conseils

On refait la même chose avec une électrode de garde. On a la même pente, mais l'ordonnée à l'origine (capacités parasites) est plus faible. Puis on mesure la capacité d'un câble coaxiale ($C \sim nF$, donc on peut négliger les capacités parasites ($\sim pF$)). On peut en déduire la capacité physique ($\simeq 100pF/m$).

Courbe expérimentale

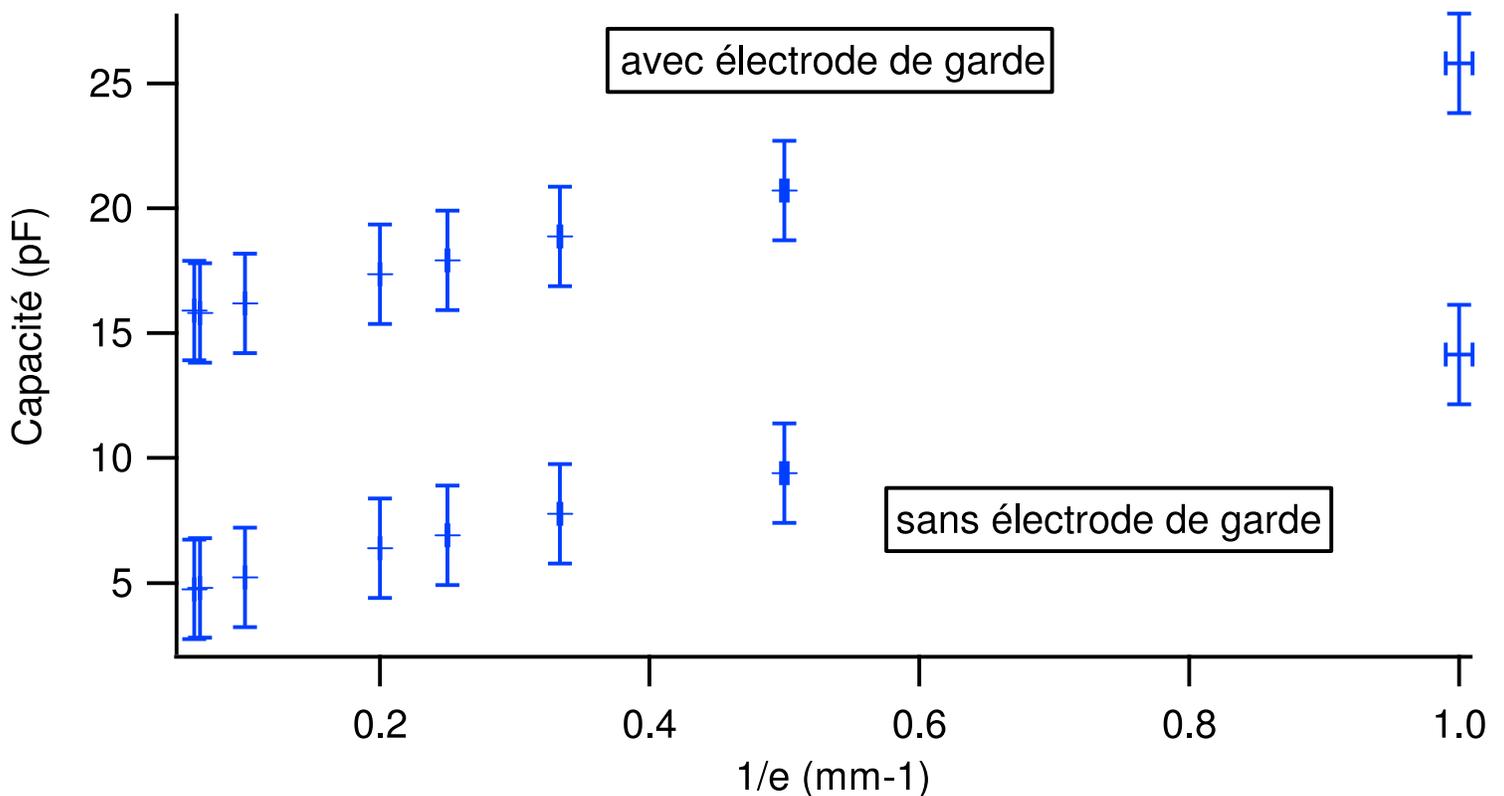


Figure 2: Capacité en fonction de l'inverse de la distance avec et sans électrodes

Les questions et les remarques du correcteur

Comment évaluez-vous l'incertitude sur e ?

A quel moment le parallélisme devient critique?

Comment marche un LC-mètre?

Pourquoi un pont de Maxwell ou de Winston est meilleur qu'un pont diviseur pour mesurer une tension avec précision?

Pourquoi avez-vous choisi d'étudier C en fonction de e?

Cette manip peut aussi permettre de mesurer ϵ_0 : constante fondamentale de la physique.

Biblio

2.2 Effets capacitifs parasites à HF

La manip' et des conseils

Une bobine réelle peut-être vue comme un condensateur en parallèle d'une bobine idéale et d'une résistance. $\frac{1}{Z} = \frac{1}{jL\omega + r} + jC\omega$.

$$Z = -R \frac{V_s}{V_e} = R \cdot e^{i\pi} \frac{V_s}{V_e}, \text{ donc } \varphi(Z) = \varphi(V_s) - \varphi(V_e) \pm 180^\circ$$

à BF, $Z \sim r$: $\varphi(Z) = 0$ comportement résistif. à MF, $Z \sim jL\omega$: $\varphi(Z) = +90^\circ$ comportement inductif. $Z \sim \frac{1}{jC\omega}$: $\varphi(Z) = -90^\circ$ ou $+270^\circ$ (360-90) comportement capacitif

Courbe expérimentale

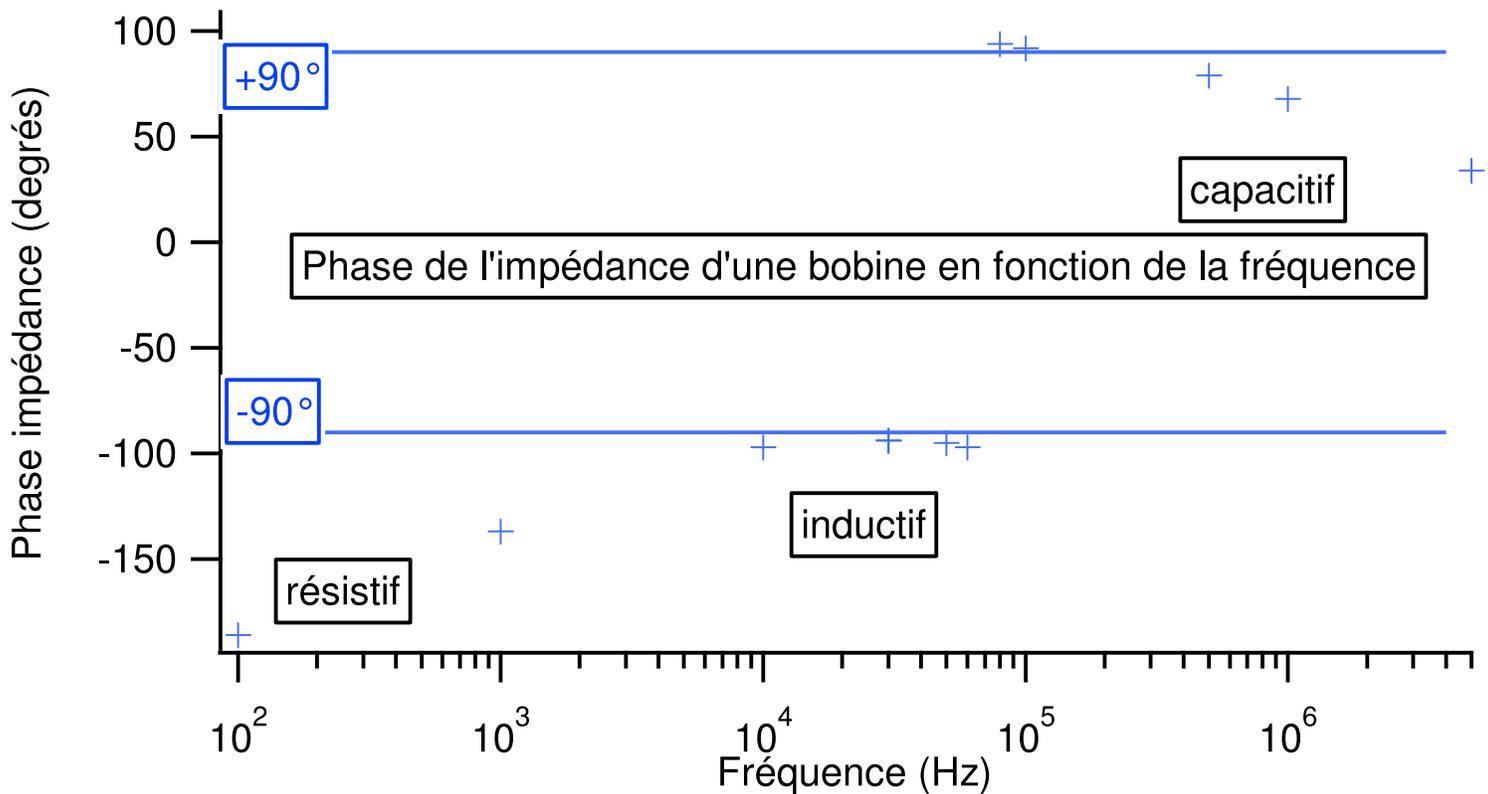


Figure 3: Phase de l'impédance de la bobine en fonction de la fréquence

Les questions et les remarques du correcteur

Il serait intéressant de montrer le diagramme de Bode en gain.

Biblio

2.3 Temps de réponse d'une photodiode

La manip' et des conseils

Plaquette ENSC 349. (voir notice disponible sur le site du département de physique). On alimente la LED avec un créneau (GBF) + une composante continue (plaquette), pour se placer dans la zone de linéarité. On accole la led et la photodiode pour ne pas être parasité par l'éclairage de la salle. On mesure V_{pol} au multimètre (réglable avec un potentiomètre) et on regarde sur l'oscillo avec la sonde le courant qui traverse la photodiode via la tension aux bornes d'une résistance en série. On observe des charges et décharges. Régler la fréquence du GBF pour pouvoir atteindre le régime stationnaire. On mesure $\tau = RC$ par la méthode des 63% (ou des 5/8 èmes, au choix).

Courbes expérimentales

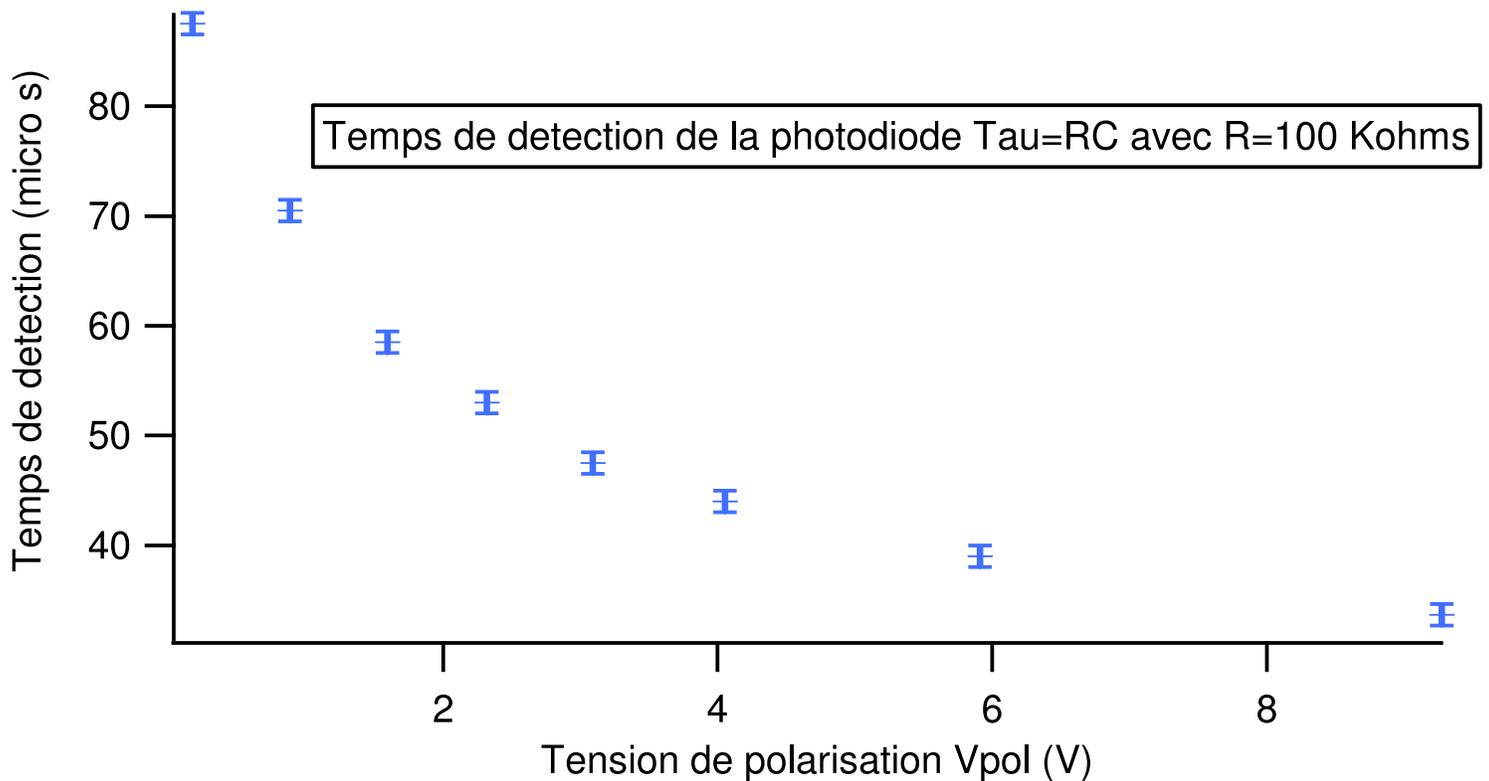


Figure 4: Temps de réponse de la photodiode en fonction de sa tension de polarisation inverse

Les questions et les remarques du correcteur

Vous avez dit que vous utilisez une "sonde pour l'adaptation d'impédance", c'est quoi?

La LED a-t-elle, elle aussi, un temps de montée? Est-ce gênant pour votre mesure?

Pourquoi ajoutez-vous une tension continue pour la LED?

Que se passe-t-il dans la diode? Peut-on comprendre le comportement observé macroscopiquement par des considérations microscopiques?

Que change-t-on quand on modifie V_{pol} ?

En ajustant la courbe expérimentale sur des modèles théoriques, on aurait pu remonter à des infos microscopiques sur la diode.

Biblio

Vauchelles - TP électronique p186

3 Mesure de pico-courants

La manip' et des conseils

On ferme l'interrupteur pour décharger le condensateur. Quand on l'ouvre, le très faible courant charge doucement le condensateur, V_s monte doucement, linéairement. La pente donne i_- .

Courbes expérimentales

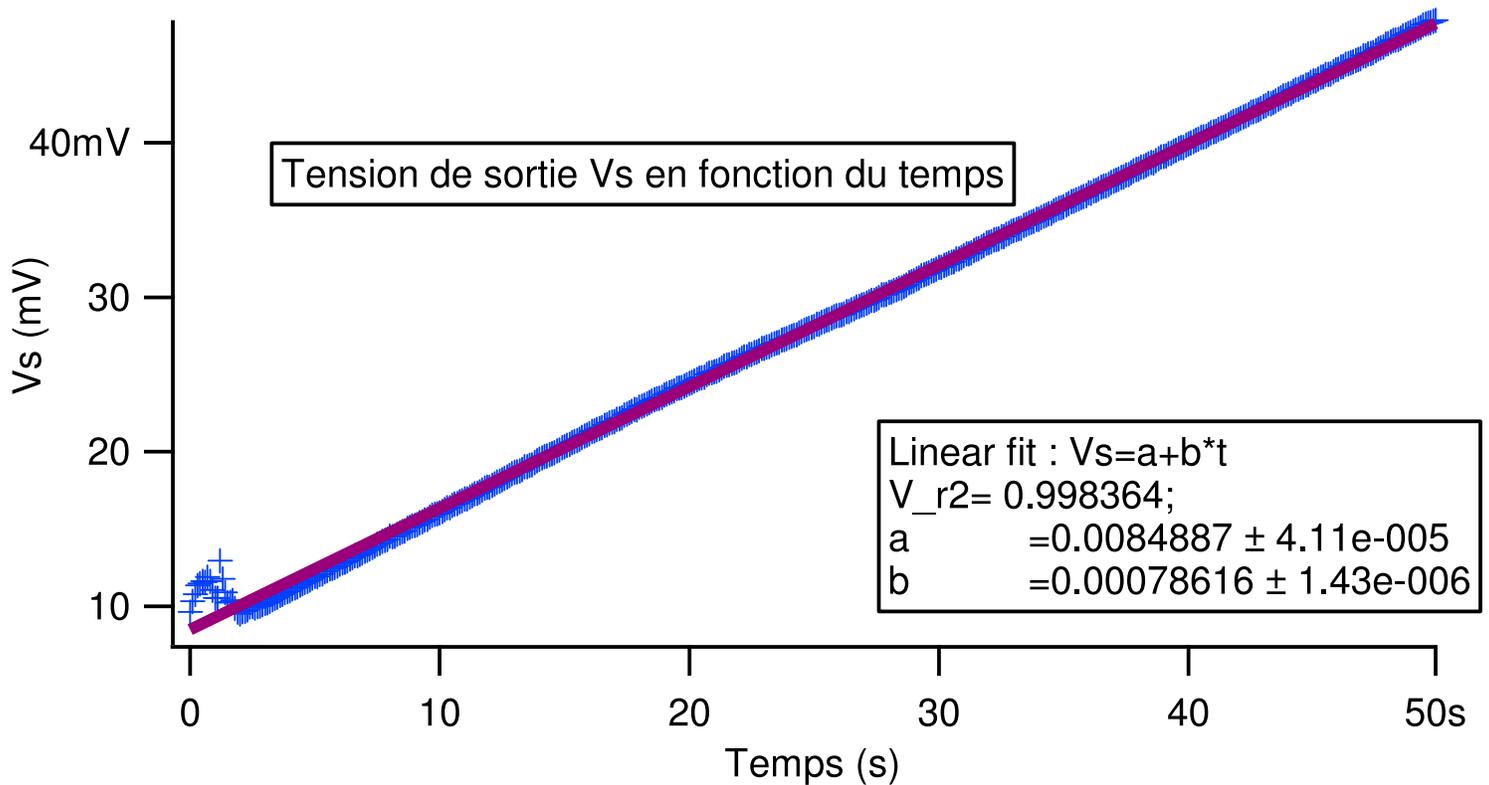


Figure 5: Tension de sortie V_s en fonction du temps

Les questions et les remarques du correcteur

Vous obtenez 17 pA, ça se compare à quoi?

Le constructeur donne: $5pA \leq i \leq 100pA$. Pourquoi un tel écart à votre avis?

Quelles sont les sources d'incertitudes dans votre expérience?

On aurait pu mesurer aussi i_+ et la tension superficielle de l'AO

Biblio

Duffait - chapitre 4