

M19 - Effets Capacitifs

FRY Benjamin
DOLLINGER Clément
CELINDANO Christophe

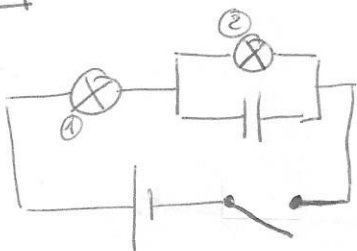
Intro

présentation des effets d'un condensateur

Matériel

- 2 lampes 12 V (identiques)
- 1 "gros" condensateur (on en avait trouvé un de 1 farad)
- 1 alim. (+15V, 0V, -15V)

Manip



- on ferme l'interrupteur
 - la lampe ① s'allume immédiatement mais pas la ②
 - la lampe ② s'allume progressivement jusqu'à briller de la même intensité que la lampe ①
 - un condensateur induit un retard, s'oppose aux variations brutales de tension. (effet passe-bas, temps de charge)

- On ouvre l'interrupteur
 - la lampe ① s'éteint immédiatement mais pas la ②
 - la lampe ② s'éteint progressivement

↳ le condensateur a stocké de l'énergie pendant la période de charge et la restitue à présent à la lampe.

① Capacité d'un condensateur métallique

① Le condensateur plan

On cherche à vérifier $C_{\text{condensateur plan}} = \epsilon_0 \epsilon_r \frac{S}{e}$

Matériel

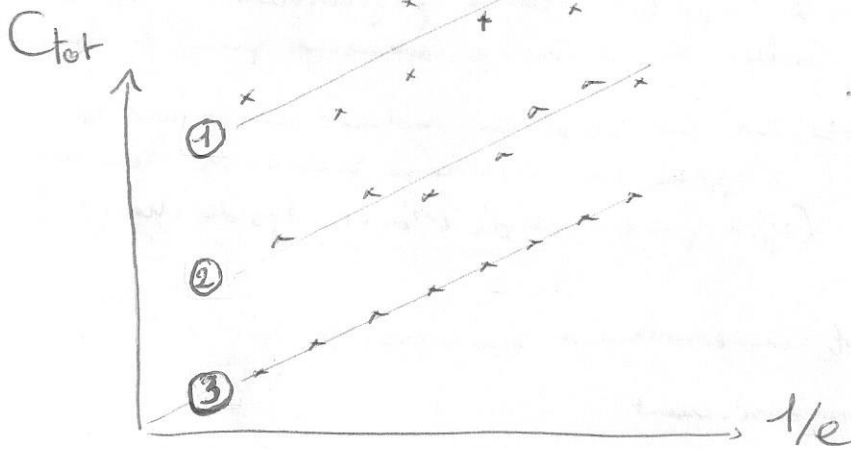
- plaquette [ENSC 479] condensateur réglable par translation d'une armature
- RLC-mètre [ENSC 391] Agilent
- 1 câble coaxiale de $\approx 1m$ (avec prise banane des 2 côtés)
- 3 fils bananes de $\approx 1m$
- 2 fils bananes "courts" (pour brancher la garde à la gaine du coax, aux 2 extrémités)

Manip \rightarrow on mesure $C_{tot}(\frac{1}{\epsilon}) = C_{parasite} + C_{câbles} + C_{cond_{plein}}(\frac{1}{\epsilon})$

① "sans précautions" \rightarrow sans utiliser la prise de garde
 \hookrightarrow avec des fils bananes entre plaquette et RLC-mètre
 \hookrightarrow on mesure $C_{tot}^{(1)} = C_{para} + C_{câbles} + C_{cond_{plein}}$

② avec prise de garde (fil banane)
 \hookrightarrow avec des fils bananes entre la plaquette et le RLC-mètre.
 \hookrightarrow on mesure $C_{tot}^{(2)} = C_{câbles} + C_{cond_{plein}}$

③ mesure avec prise de garde et coaxiale pour "blindner" le fil de mesure.
 \hookrightarrow on mesure $C_{tot}^{(3)} = C_{cond_{plein}}$



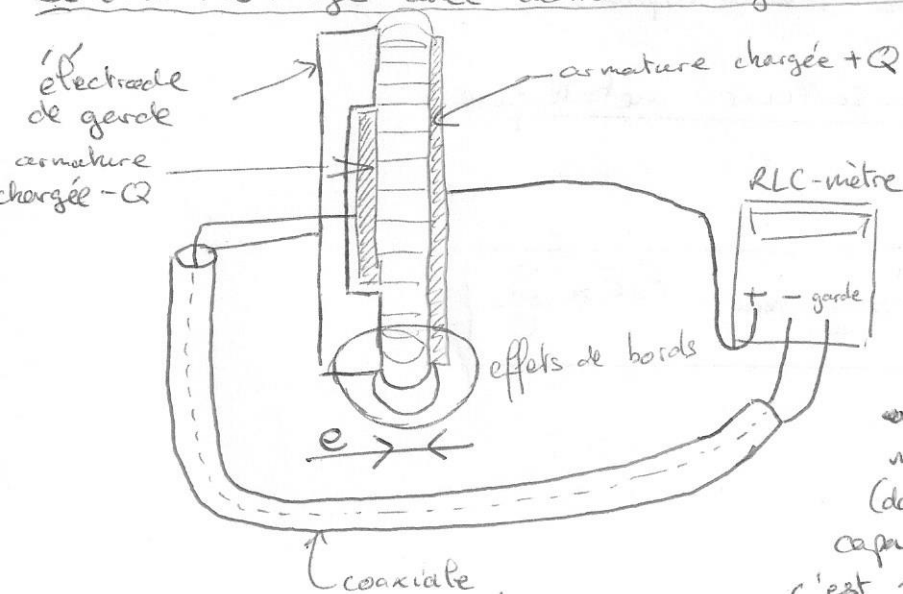
\rightarrow On en déduit:

$$C_{parasite} \approx 10 \text{ pF}$$

$$C_{câbles} \approx 5 \text{ pF}$$

$$\text{or (connaissant } \epsilon_0) \begin{cases} S = 12,9 \pm 0,2 \text{ cm}^2 \\ S_{th} = 12,7 \text{ cm}^2 \end{cases}$$

Schéma montage avec électrode de garde et câble coaxial.



- l'électrode de garde permet d'"isoler" l'armature \ominus .
- \rightarrow il n'y a plus d'effet de bords
- \hookrightarrow les capacités avec l'environnement sont effacées
- (l'électrode de garde est mise au même potentiel que l'armature \ominus)

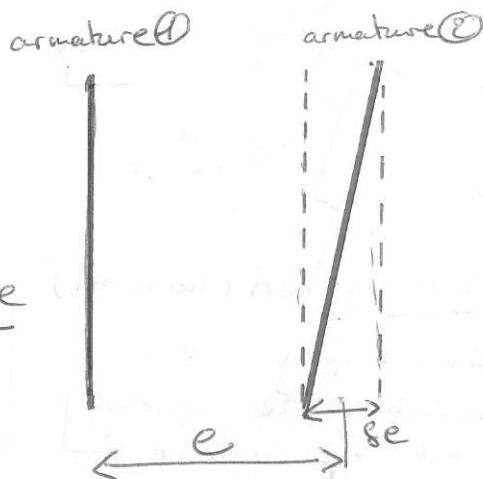
• la gaine du coax. est au même potentiel que le cœur (donc pas d'effet capa.) S'il y a 1 effet capa. entre \oplus et la garde ce n'est pas grave, c'est le courant dans \ominus qui est mesuré.

Remarques

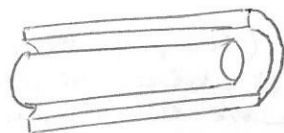
- pour la manip au étalonne e grâce à une barre de 1cm de diamètre (présente sur la maquette).

- On ne peut pas faire de mesure pour e trop petit car on a considéré que les armatures étaient parallèles or ce n'est pas le cas.

→ les mesures sont valables pour se < e
 $se \approx 1mm$



② le câble coaxial



→ c'est un condensateur cylindrique.

$L_{coax} (m)$	1	10	100
$C_{coax} (pF)$	98 ± 2	931 ± 2	9570 ± 20

→ $C_e = 99,6 \pm 2,9 pF$

↳ changement de calibre

↳ on note bien cette valeur, c'est le câble que l'on va utiliser dans la manip suivante et on en aura besoin pour aider à ajuster une courbe.

② Capacité de jonction d'une photodiode

on cherche à vérifier

$$C_J = C_{coax} + \frac{C_0}{\left(1 + \frac{V_d}{V_0}\right)^\alpha}$$

$\alpha \in [1/3; 1/2]$

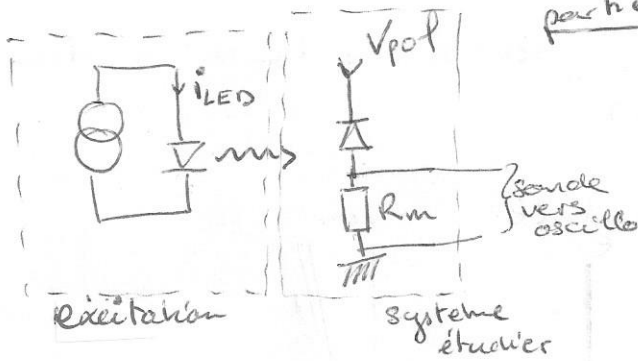
et dépend du dopage des paires, une jonction abrupte, $\alpha = 1/2$
 nbr de porteurs de charge

Matériel

- la plaquette d'alim de la LED et de la photodiode [ENSC349]
- le câble coax d'1m de la manip précédente
- oscillo + GBF + alim $\pm 15V$
- un support pour fixer la LED et la photodiode (accollées pour avoir un meilleur signal)
- une LED rouge et une photodiode.

Manip

On mesure τ , le temps de montée à 63% pour différentes valeurs de V_{pol} et en utilisant $\tau = R_m C_J$ on remonte à $C_J(V_{pol})$

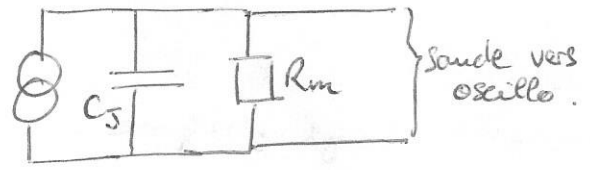


partie excitation

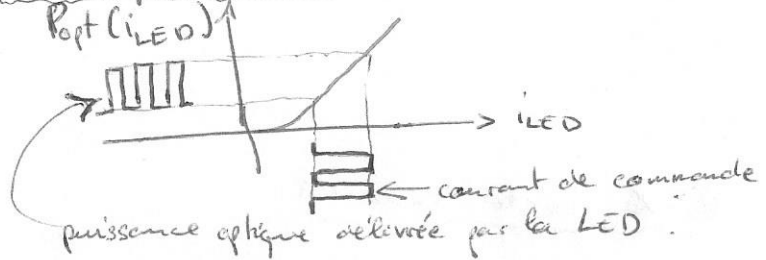
• on souhaite obtenir la réponse de la photodiode vis-à-vis d'un échelon de puissance optique.
 pour ce faire on doit commander la LED en courant avec un courant de la forme $i_{LED} = \langle i_{LED} \rangle + \tilde{i}_{LED}$
 pour ce passe dans une plage d'utilisation linéaire

partie photodiode (borne A reliée à ms)

• en ne considérant que les composantes variables le système à étudier est équivalent à



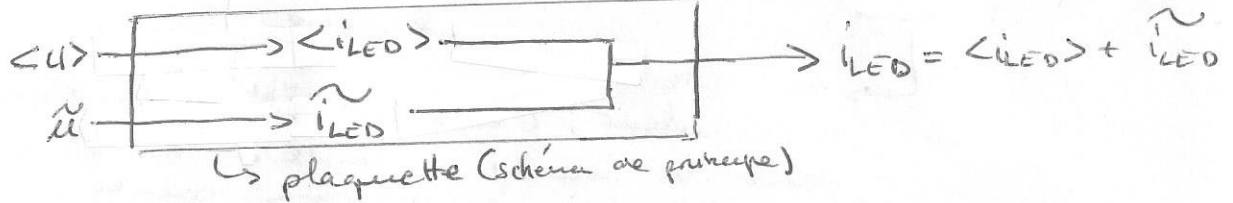
caractéristique de la LED



alim: 1Vpp à 1kHz (sur plaquette qu'elle convertit en courant) et utiliser le potentiomètre pour ce placer au centre de la zone linéaire

Remarques

• la plaquette d'alim de la LED est un convertisseur tension-courant



• Bien vérifier qu'on ne sort pas de la plage de linéarité durant les mesures. À vérifier en préparation.

• On utilise une sonde pour la mesure car son impédance est d'environ 10MΩ contre 100kΩ pour Rm, la résistance de mesure.

• On peut arriver à ajuster Cj(Vpot) avec $\alpha = 1/2$ (ce qui devrait être le cas ici) mais aussi bien avec $\alpha = 1/3$... il faudrait tracer le $\log(Cj - C_{coax})$ en fonction de Vpot pour (peut-être) conclure.

• On commande la LED en courant car la caractéristique courant-tension est linéaire nulle part (donc $P_{opt}(u)$ est également linéaire nulle part)

car $P_{opt}(i_{LED})$ possède une zone linéaire, il ne reste plus qu'à travailler dedans, c'est tout le but de la plaquette.

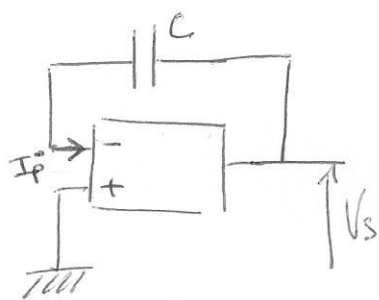
III) Mesure de pico-courant, courant de polarisation d'un AO.

utilisation d'un condensateur en integrateur afin de mesurer un courant très faible.

Matériel

- un AO $\mu 081$
- un condensateur (100 pF)
- quelques fils et une plaquette (blanche, pour brancher l'AO).

Manip



$$I_p^- = C \frac{dV_s}{dt} \text{ donc } V_s(t) - V_s(0) = \frac{I_p^-}{C} t$$

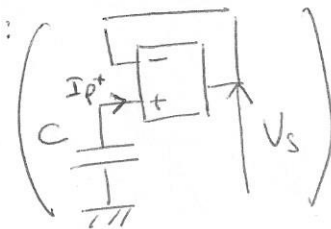
- on mesure donc $V_s(t)$, en mode "single" de l'oscillo avec un trigger un peu au dessus de 0V et à $t=0$ on court-circuite le condensateur afin de le décharger (ainsi $V_s(0)=0$)

- on obtient une tension $V_s(t)$ qui croît linéairement et en mesurant la pente de cette droite (qui vaut $\frac{I_p^-}{C}$) on remonte à $I_p^- (\approx 20 \text{ pA})$

Rmq

- les données constructeurs de l'AO ne donnent pas I_p^- explicitement c'est $(I_p^- + I_p^+)$ et $(I_p^+ - I_p^-)$ donc pour pouvoir comparer ces valeurs il faut effectuer le montage :

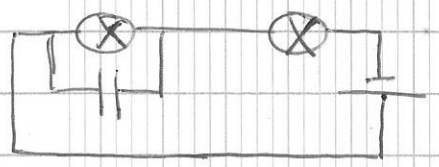
pour mesurer I_p^+ $\left(\frac{dV_s}{dt} = -\frac{I_p^+}{C} \right)$



- bien régler la fenêtre pour l'acquisition en "single" on souhaite une amplitude maximum ($\approx 10 \text{ V}$) donc pour $I_p^- \approx 20 \text{ pA}$ et avec $C = 100 \text{ pF}$ la mesure dure environ 1 minute.

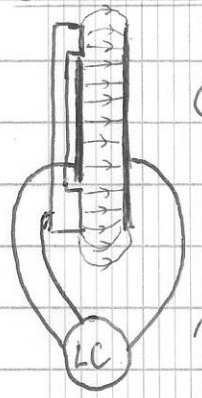
119 - Effet Capacitif

mise en évidence



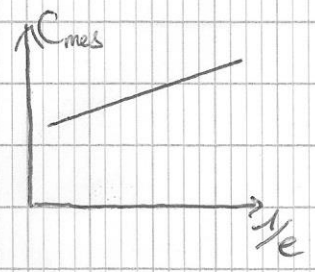
I) Capacité d'un Condensateur métallique

* Condensateur plan à électrode de garde



$$C_{\text{plan}} = \frac{\epsilon S}{e}$$

$$C_{\text{mes}} = C_{\text{plan}} + C_{\text{parasite}}$$



$$S_{\text{mes}} = 11,4 \pm \text{ cm}^2$$

$$S_{\text{concepteur}} = 11,7 \text{ cm}^2$$

$$C_{\text{parasite}} = C_{\text{fils}} + C_{\text{env.}}$$

$$C_{\text{fils}} \approx 10 \text{ pF}$$

$$C_{\text{env.}} \approx 5 \text{ pF}$$

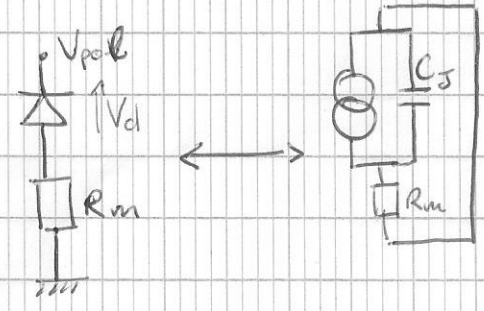
* Cable coaxial

Longueur	1m	10m	100m
Capacité (pF)	98,9	991 ± 2	9966 ± 2



$$C_{\text{L coaxial}} = 100 \text{ pF} \cdot \text{m}^{-1}$$

II) Capacité de jonction d'une photodiode



$$\tau = R_m C_j$$

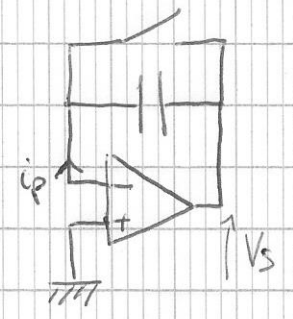
$$C_j = C_{\text{coax}} + \frac{C_0}{\sqrt{1 + \frac{V_{\text{di}}}{V_0}}}$$

$$V_0 = 0,6 \text{ V}$$

$$C_0 =$$

$$C_{\text{coax}} =$$

III) Mesure de pico-courant



$$\frac{dV_s}{dt} = \frac{i_p}{C}$$