

MP19 - EFFETS CAPACITIFS

4 juin 2021

Deleuze Julie & Jocteur Tristan

Niveau : Classes préparatoires

Bibliographie

- ✦ *Fascicule de TP Electromagnétisme, Partie Matériaux, Quelqu'un-e*
- ✦ *Fascicule de TP Optique, Partie Photorécepteurs, Quelqu'un-e*

Table des matières

1	Le modèle du condensateur	2
1.1	Condensateur d'Aepinus	2
1.2	Effet de la nature de l'isolant	2
1.3	Application à la détection de hauteur	2
2	Mesure de la capacité d'une jonction PN	3
2.1	Mesure de capacité à partir d'une fréquence de coupure	3
2.2	Mesure de la capacité d'une diode	3
3	Mesure de la capacité d'un câble coaxial	3
3.1	Capacité et oscillations auto-entretenues	3
3.2	Capacité d'un câble coaxial	4

Remarques sur les montages précédents

Les plans du trio sont les mêmes et ils sont bien je trouve. On commence par le modèle du condensateur d'Aepinus, on rajoute du plexi pour montrer l'effet d'un diélectrique et on peut montrer le détecteur de hauteur d'eau basé sur ce principe (mais juste en quali). Viens alors les méthodes de détermination de C autre qu'en utilisant un RLC-mètre. On détermine une capacité par fréquence de coupure d'un RC avec une capa connue puis on applique cette méthode pour retrouver la capa d'une jonction PN polarisée. Enfin on présente un autre mode de mesure avec le multivibrateur astable dont la fréquence dépend de la capa, on l'utilise ensuite pour mesurer la capa d'un câble coaxial.

Introduction

Effets présents un peu partout qui peuvent être chiant notamment pour transporter l'information sur de grandes distances (on finit le montage par le coax).

1 Le modèle du condensateur

1.1 Condensateur d'Aepinus

Un condensateur est un ensemble de conducteurs (les armatures) séparés par un isolant diélectrique, permettant d'accumuler des charges électriques sur ceux-ci si une différence de potentiel leur est imposée. La façon la plus simple d'en construire un est donc de placer deux plaques métalliques en regard. Dans ce cas, la capacité de ce système est :

$$c = \frac{\varepsilon_0 \varepsilon_r S}{e}$$

où S désigne la surface des plaques métalliques, e l'écartement entre elles, et ε_r la permittivité diélectrique relative du matériau. Cette formule est valable à condition de négliger les effets de bords, c'est-à-dire si $S \gg e^2$. Nous allons chercher à vérifier la loi d'évolution de C en fonction de e ! Pour cela, nous utilisons ce dispositif de deux plaques en regard en utilisant une différence de potentiel.



Evolution de la capacité avec la distance entre les armatures

⚡ Poly d'EM p45



Utiliser le condensateur d'Aepinus P68.12. Pour minimiser les capacités parasites, éloigner les fils le plus possible du condensateur, et les fixer avec du ruban adhésif au plan de travail. Mesurer à l'aide d'un RLC-mètre (Voltcraft LCR4080 P69.33), réglé en capacimètre à 1kHz, la capacité du condensateur d'Aepinus pour différentes valeurs d'écartement e mesurées au pied à coulisse. Tracer C en fonction de $1/e$. Fonctionne très bien.

1.2 Effet de la nature de l'isolant

On a une dépendance avec la permittivité diélectrique de l'isolant, on va essayer de le vérifier expérimentalement.



Evolution de la capacité avec la permittivité diélectrique

⚡ Poly d'EM p45



Serrer une plaque de verre P68 entre les armatures et mesurer la nouvelle valeur de capacité. Superposer plusieurs plaques de verre pour faire varier l'épaisseur et recommencer la mesure. Mesurer l'épaisseur des plaques de verre au pied à coulisse. De la même manière que précédemment, tracer C en fonction de $1/e$ et en déduire la permittivité diélectrique relative du verre (à 1kHz). A comparer avec une valeur tabulée en fonction du matériau utilisé.

1.3 Application à la détection de hauteur

⚡ Poly d'EM p45

Cf MP4, on présente juste le détecteur avec la diode.

2 Mesure de la capacité d'une jonction PN

2.1 Mesure de capacité à partir d'une fréquence de coupure

Pour un filtre RC , on a une fonction de transfert :

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



Mesure d'une fréquence de coupure



La méthode la plus stylée me paraît être celle de Camille. On utilise éventuellement les sondes de l'oscillo pour éliminer sa capacité parasite. On fait varier la fréquence manuellement et on regarde quand est-ce que qu'on divise par $\sqrt{2}$. On fait ça pour plusieurs capacités afin d'avoir une droite d'étalonnage pour la mesure suivante (permet d'éviter de prendre en compte des capa parasites ou résistances parasites).

2.2 Mesure de la capacité d'une diode



Mesure de la capacité d'une diode

Manneville



Matériel : Diode Zener P29.8/1, résistance de $10k\Omega$. On utilise les sondes pour l'oscillo pcq l'influence de la capa de l'oscillo (j'ai mesuré $240pF$ environ) est assez importante. Qualitativement, on montre le comportement passe-bas du circuit (très important de faire ça pour justifier ce que l'on fait). On polarise la diode en inverse avec un offset de $1 V_{pp}$, signal de $500mV_{pp}$. On utilise notre courbe d'étalonnage pour mesurer la capa équivalente.

3 Mesure de la capacité d'un câble coaxial

3.1 Capacité et oscillations auto-entretenues

On illustre par cette partie comment un condensateur peut stocker de l'énergie électrique et comment on peut utiliser cette propriété pour déterminer sa capacité. Dans les oscillateurs à relaxation, l'énergie peut s'accumuler dans un réservoir (ici le condensateur) et se vider. Pour déterminer l'instant de vidange du réservoir il faut imposer un seuil. C'est le rôle du comparateur à hystérésis. Le circuit oscille donc entre des phases de remplissage de la capacité et des phases de vidange. On peut déterminer que la période de ces phénomènes est égale dans les deux cas et qu'elle vaut $T = 4 \frac{R_1 RC}{R_2}$ (cf figure 1).

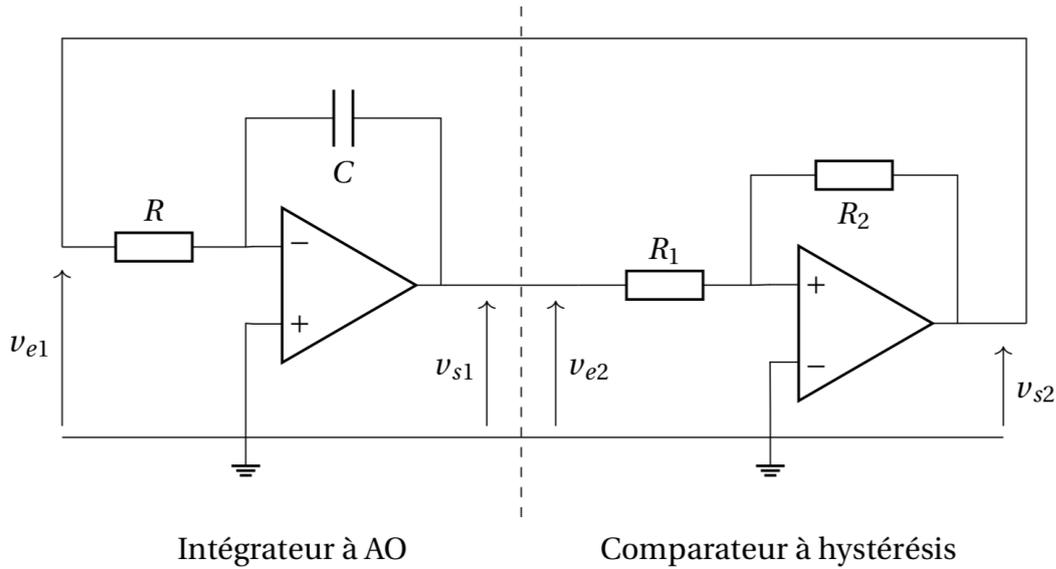


FIGURE 6.1 – Oscillateur à relaxation de base.

La tension v_{s2} est donc une tension créneau $\pm V_{sat}$ de période T . et la tension v_{s1} est une tension triangulaire $\pm R_1 V_{sat}/R_2$ de même période. On prend $R = 100k\Omega$, $R_1 = 3,3k\Omega$ et $R_2 = 10k\Omega$ (on mesure ces résistances précisément à l'ohm-mètre et on regarde la notice pour connaître les incertitudes de mesure). On note aussi qu'il est important de prendre $\frac{R_1}{R_2} < 1$ pour être sûr d'avoir inversion. La période des oscillations nous donne donc accès à la valeur de la capacité C .



Etalonnage de l'oscillateur

✍ Duffait



Matériel : Oscilloscope, 2AO, $R = 8.2k\Omega$, $R_1 = 3.9k\Omega$, $R_2 = 10k\Omega$, différentes capacités
 On change la capacité et on mesure la fréquence, on attend une droite $\frac{1}{f} = \frac{4RR_1}{R_2} C$.

3.2 Capacité d'un câble coaxial



Mesure de la capacité d'un câble coaxial

✍



On utilise la droite d'étalonnage précédente.

Conclusion