



TP S10 – MESURE DE LA CAPACITÉ D’UN CONDENSATEUR

D.Malka – MPSI 2014-2015 – Lycée Saint-Exupéry

Capacités expérimentales	
Evaluer une incertitude-type composée	✓
Associer un niveau de confiance de 95% à une incertitude élargie	✓
Vérification d’une loi physique ou validation d’un modèle; ajustement de données expérimentales à l’aide d’une fonction de référence modélisant le phénomène	✓
Réaliser pour un circuit l’acquisition d’un régime transitoire du premier ordre et analyser ses caractéristiques. Confronter les résultats expérimentaux aux expressions théoriques	✓
Mesurer une résistance ou une impédance : mesure directe à l’ohmmètre/capacimètre	✓
Mesurer une tension à l’oscilloscope numérique	✓
Mesurer une tension : préciser la perturbation induite par l’appareil de mesure sur le montage (résistance d’entrée)	✓

1 But et principe de l’expérience

Au cours de ce TP, nous cherchons à mesurer la capacité C d’un condensateur. Nous effectuerons la mesure de deux façons : par l’étude du régime libre d’un circuit RC , par mesure directe avec un capacimètre. Pour donner un aspect ludique à la manipulation, nous réalisons les mesures sur un condensateur de notre fabrication

2 Fabrication d’un condensateur « artisanal ».

Un condensateur est un dipôle constitué de deux conducteurs en regard appelées armatures, séparées par un isolant. La capacité du condensateur est d’autant plus grande que la permittivité de l’isolant est grand, que la surface des armatures est grande et que la distance entre les armatures est faible.

On se propose de fabriquer un condensateur artisanal. Pour cela, superposer alternativement une feuille d’aluminium (armature) et une feuille de papier (isolant) sur quatre couches : voir fig.1.

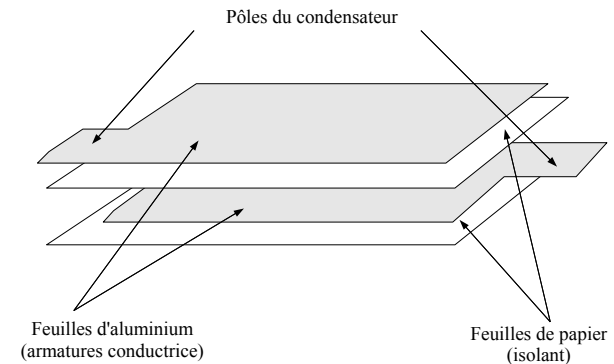


FIGURE 1 – Condensateur « artisanal »

Rouler le tout (papier à l’extérieur) pour gagner en compacité. Enrober de scotch pour maintenir l’ensemble.

Les condensateurs les plus courants sont réalisés de la même manière ¹.

1. Les condensateurs au papier sont encore fabriqués et utilisés mais communément l’isolant est un film plastique.

3 Caractéristique du condensateur

Le but est de mesurer la capacité et la résistance de fuite du condensateur artisanal

3.1 Mesure de la capacité

A l'aide d'un capacimètre, déterminer la valeur de la capacité du condensateur artisanal avec un niveau de confiance de 95%.

3.2 Mesure de la résistance de fuite

3.2.1 Modélisation et principe de la mesure

Un condensateur, même isolé, se décharge lentement. Pour rendre compte de ce phénomène, on modélise le condensateur réel par l'association parallèle d'un condensateur idéal de capacité C et d'une résistance R_f , dite *résistance de fuite* (fig.2).

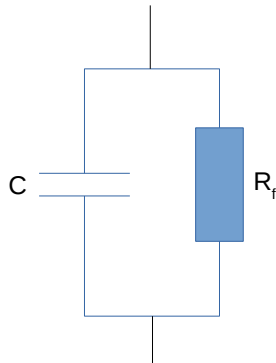


FIGURE 2 – Modélisation d'un condensateur

On montre que si le condensateur est chargé initialement sous la tension u_0 alors la tension $u_C(t)$ à un instant t s'écrit :

$$u_C(t) = u_0 e^{-\frac{t}{\tau}} \quad \text{avec} \quad \tau = R_f C$$

Connaissant C , on peut alors mesurer R_f (via τ) par une acquisition du régime libre.

3.2.2 Montage

1. Réaliser le montage fig.3 avec le condensateur artisanal, un interrupteur 3 positions et un générateur de tension continue.

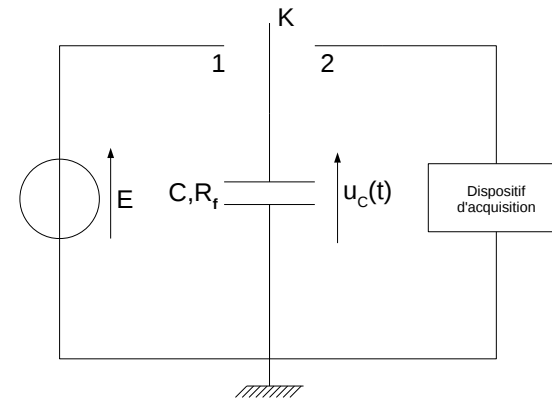


FIGURE 3 – D

2. Prédire ce qui se produit quand l'interrupteur K est en position 1.
3. Prédire ce qui se produit quand K passe en position 2.

3.2.3 Mesures

On souhaite réaliser l'acquisition numérique de la décharge du condensateur.

1. Evaluer la durée typique de la décharge du condensateur dans la résistance R (le condensateur artisanal a une capacité de l'ordre de quelques nF). En déduire la durée d'acquisition à choisir. Choisir également une fréquence d'échantillonnage adaptée.
2. Quelle est l'allure du signal $u_C(t)$ attendue? Régler alors de façon pertinente le déclenchement de l'acquisition (source, tension-seuil, front montant ou descendant).

3. Procéder à l'acquisition du signal $u_C(t)$. La durée de la décharge est-elle celle attendue? Rechercher la valeur de la résistance d'entrée de la carte d'acquisition et chercher à comprendre ce qui se produit.
4. Intercaler un *montage suiveur* entre la carte d'acquisition et le condensateur pour s'affranchir du phénomène précédent.

3.2.4 Exploitation des mesures : valeur de résistance de fuite

On rappelle l'expression théorique du régime libre du circuit RC :

$$u_C(t) = u_0 e^{-\frac{t}{\tau}} \quad \text{avec} \quad \tau = RC$$

1. Evaluer l'erreur de mesure de la carte d'acquisitions sur la tension $u_C(t)$.
2. Tester l'accord de la théorie avec l'expérience.
3. Si accord il y a, en déduire une mesure du temps de relaxation τ .
4. Déterminer alors une valeur de la résistance de fuite R_f avec un niveau de confiance de 95%.