

Terminale spécialité Sc Physiques

Notions et contenus	Capacités exigibles <i>Activités expérimentales support de la formation</i>
Comportement capacitif. Modèle du condensateur. Relation entre charge et tension ; capacité d'un condensateur.	Citer des ordres de grandeur de valeurs de capacités usuelles. Identifier et tester le comportement capacitif d'un dipôle. Illustrer qualitativement, par exemple à l'aide d'un microcontrôleur, d'un multimètre ou d'une carte d'acquisition, l'effet de la géométrie d'un condensateur sur la valeur de sa capacité.

Objectif :

Activité 1 :

Utiliser un microcontrôleur pour vérifier la constante de temps lors de la charge d'un condensateur

Activité 2 :

Réaliser un condensateur avec un sandwich Aluminium / Polypropylène
Déterminer expérimentalement la capacité du condensateur Aluminium / Polypropylène
Vérifier expérimentalement la valeur du condensateur.

Prolongation en cours de réalisation (Cf annexe 2) : utiliser des condensateurs de différentes formes mais avec la même surface conductrice et le même isolant afin de comparer les capacités.

Prolongation possible avec d'autres activités :

Il est aussi possible de montrer que la nature de l'isolant utilisé entre les feuilles d'aluminium (papier, film étirable, ...) à une incidence sur sa capacité, de même que l'épaisseur de l'isolant. On peut ainsi faire le lien avec la tension maximum indiquée sur un condensateur, dite tension de claquage lorsque la tension appliquée à ses bornes devient excessive au risque de perforer l'isolant à l'intérieur du condensateur. On peut alors expliquer pourquoi un condensateur 100 μF – 10V est beaucoup plus petit qu'un condensateur 100 μF – 40V en fonction de l'épaisseur de l'isolant.

Matériels :

- Carte à microcontrôleur programmable en Python (ESP32 – SoproLab et microPython)
- Rouleau de film aluminium (30 cm de largeur)
- Rouleau de film polypropylène (film transparent utilisé par les fleuristes)
- Pique à brochette (optionnel : il facilite l'enroulement des feuillets)
- Tube aluminium de 10mm de diamètre fendu sur toute la longueur
- Ruban adhésif

Etape 1 : réalisation d'un condensateur cylindrique Aluminium – Polypropylène



Superposer un sandwich :

polypropylène / Aluminium / polypropylène / Aluminium

Dimensions : 28 cm x 58 cm

Par sécurité, pour éviter tout contact entre les feuilles d'aluminium. Faire en sorte que le polypropylène déborde de l'aluminium sur une largeur d'au moins 2 cm de chaque côté.

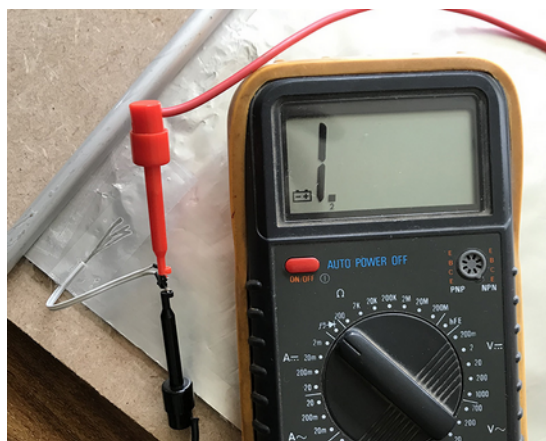


A l'aide d'un ruban adhésif, fixer sur chaque feuille d'aluminium un fil de connexion dénudé aux extrémités.

Sur une seule extrémité, fixer les feuilles entre elles avec du ruban adhésif, puis fixer l'ensemble sur un pique à brochette.

Glisser ensuite le pique à brochette dans le tube aluminium fendu sur toute sa longueur.

Ce tube permettra d'obtenir un enroulement très dense sans froisser les feuilles d'aluminium. Il permet de même d'évacuer les bulles d'air et d'assurer ainsi une proximité maximale entre les feuilles d'aluminium.



Avant de commencer l'enroulement, vérifier au testeur de continuité qu'il n'y a pas de contact (court-circuit) entre les deux feuilles d'aluminium.



Il peut être judicieux de faire aussi un test à l'ohmmètre sur un calibre 20 MΩ par exemple pour vérifier qu'il n'y a pas de fuite.

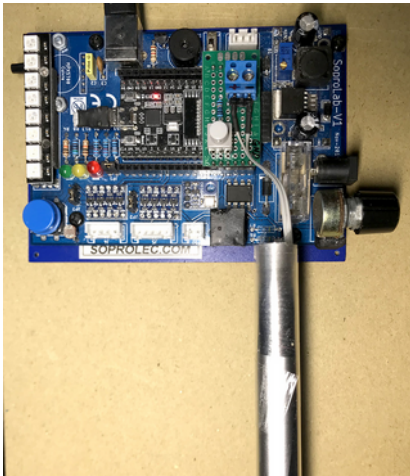
J'ai eu le problème avec un film étirable alimentaire comme isolant !!!



Vérifier à nouveau avec le testeur de continuité qu'il n'y a pas de court-circuit entre les deux feuilles une fois l'enroulement terminé.

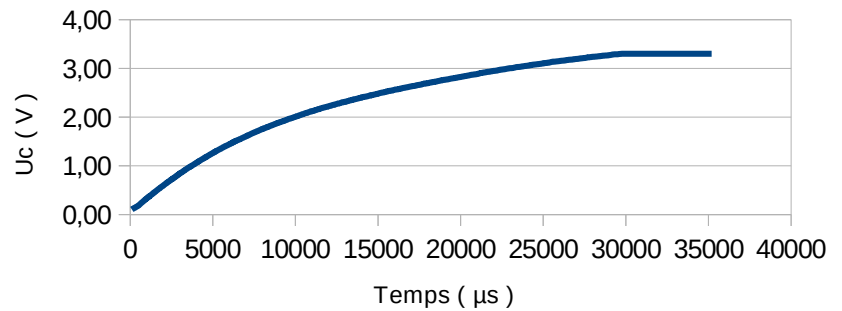
En effet, il se peut qu'une des feuilles d'aluminium se soit légèrement décalée lors de l'enroulement provoquant alors un contact avec le bord de l'autre feuille.

Etape 2 : Déterminer expérimentalement la capacité du condensateur réalisé



Condensateur Aluminium

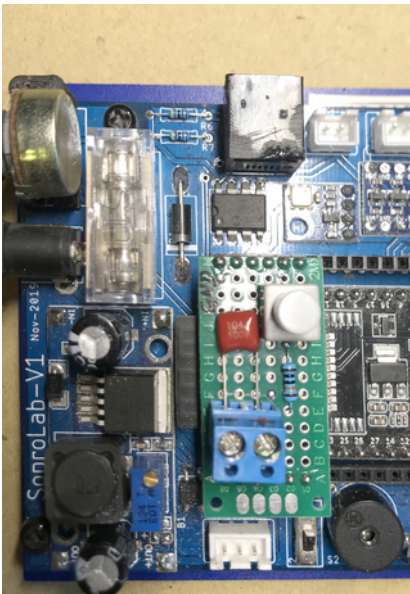
Forme cylindrique - isolant polypropylène - 1,6 dm²



Voir : annexe 1 pour le code Python.

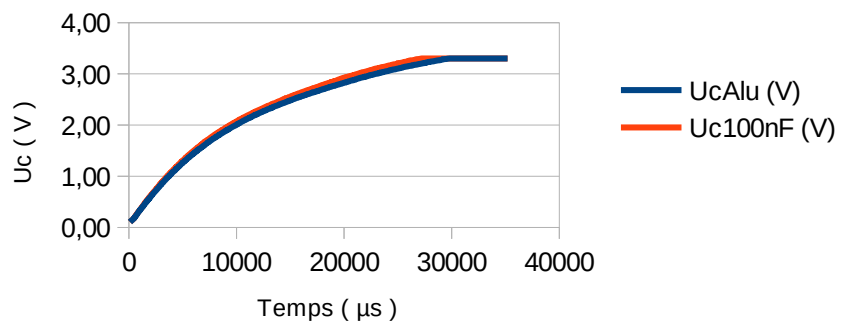
A partir des mesures, on détermine une capacité de 104 nF.

On peut donc refaire une série de mesures avec le même dispositif mais en remplaçant le condensateur Aluminium/Polypropylène par un condensateur de 100 nF du commerce avec une précision de 5 %.



Condensateur Aluminium

Comparaison avec un condensateur 100nF - 5%



Reste ensuite à réaliser différents condensateurs avec des géométries différentes ...

Annexe 1 : Code Python pour un microcontrôleur type ESP32 avec l'interpréteur microPython en mémoire flash

Cf www.microPython.org

Carte utilisée : SoproLab avec un module [test de condensateur] lequel est fixé sur un bornier en série avec une résistance de 100 kΩ reliée soit à la masse (décharge), soit à $V_{max} = 3,3\text{ V}$ (charge) selon la position de l'inverseur sur la platine.

```
Essais_platine_1Cond.py ×
1  from machine import Pin, ADC
2  from time import sleep_us, sleep_ms, ticks_ms, ticks_us
3
4  # Le condensateur est relié à la broche 36
5  broche = ADC(Pin(36))
6  # On effectue une atténuation avant l'entrée du convertisseur
7  # analogique numérique pour éviter qu'il soit saturé à 1V
8  broche.atten(ADC.ATTN_11DB)
9
10 # Créer un tableau de 200 couples [ temps, mesure ]
11 tps_val = [[0,0] for i in range(200) ]
12
13 # Attendre tant que la valeur mesurée est nulle
14 while broche.read() < 2 :
15     pass
16
17 t0 = ticks_us() # Relever le compteur de microsecondes
18 for n in range (200): # Effectuer 200 mesures
19     tps_val[n][0] = ticks_us()-t0 # Calculer delta t
20     tps_val[n][1] = broche.read() # Mesurer la valeur
21     sleep_us(100) # Temporisation entre deux mesures
22
23 # Afficher les résultats
24 print("tps(us), val(0->4095)")
25
26 for n in range (200):
27     print("{:d},{:d}".format(tps_val[n][0],tps_val[n][1]))
28     sleep_us(500)
29
```


Annexe 2 : Condensateur de forme carrée

Même surface conductrice au total pour chaque électrode mais découpée en carrés de 9,5cm x 9,5cm.
Même isolant : feuille de polypropylène.

En cours de réalisation ... (à suivre ;-)

