

TP 6 : Étude d'un microcontrôleur

Matériel disponible

Un condensateur de capacité inconnue, une résistance de $10\text{ k}\Omega$, une carte Arduino, Python

Objectifs du TP

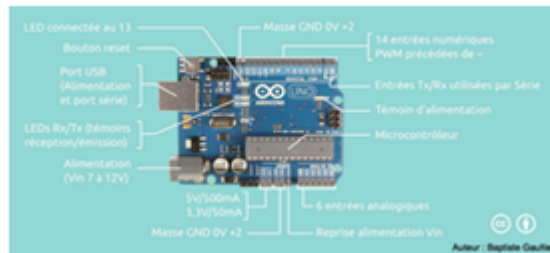
"Mettre en œuvre un capteur capacitif à l'aide d'un microcontrôleur".

Le but du TP est de mesurer la capacité d'un condensateur de façon précise. Ici, on propose de mesurer le temps de réponse τ d'un système RC , afin d'en déduire C . Afin d'automatiser la prise de mesure et de gagner du temps, on utilisera un microcontrôleur/

1 La carte Arduino

1.1 Prise en main

Arduino est une marque de microcontrôleurs que l'on peut facilement programmer à l'aide d'un langage éponyme, et qui permet de contrôler ou d'interfacer divers systèmes physiques. Il n'est pas nécessaire de connaître le langage Arduino (qui n'est de toute façon pas très différent du C) pour utiliser le microcontrôleur : Ici, par exemple, on contrôlera la carte *via* Python. Ce genre de microcontrôleurs est extrêmement utilisé, notamment en recherche ou en ingénierie. Selon le modèle, la carte dispose de plusieurs ports analogiques et digitaux, et est généralement limitée à 5 V en tension, sur 10 bits = 1024 niveaux de discrétion. La carte est alimentée par un port USB relié à un ordinateur. Notre modèle a à sa disposition :



- Des entrées analogiques avec un Convertisseur Analogique Numérique (CAN) de 5 V et un faible ampérage (danger de destruction) : ce sont les voies A0 à A5,
- Des sorties numériques dites "tout ou rien" 0 ou 5 V les voies D0 à D13,
- Des sorties analogiques avec simulation de tension analogique entre 0 et 5 V,
- Plusieurs pins à la même masse notés GND

1.2 Premiers tests

Il faut commencer par ouvrir une fenêtre Arduino. Vous avez déjà à disposition plusieurs programmes pré-écrits que vous pouvez utiliser. On se propose ici d'utiliser Fichier/Exemples/01.Basics/ReadAnalogVoltage, qui, comme son nom l'indique, permet de lire directement la tension du port A0.

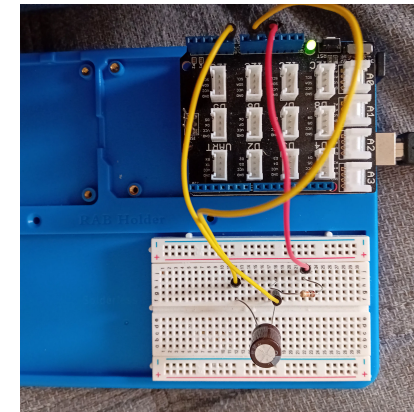
1. Connecter l'Arduino en USB et téléverser le programme choisi après avoir appuyé sur le bouton reset (bouton poussoir rond sur un des coins de la carte). On vérifiera que le port COM est bien le bon (Outils/Port/COMxx).
2. On peut tracer la tension à la borne A0 au cours du temps, ou bien faire apparaître les valeurs dans un tableur, en utilisant Outils/Moniteurs série et Outils/Traceurs série. Faites quelques essais avec une photodiode pour prendre un peu en main le système.

On passe maintenant à autre chose et on débranche la photodiode. On enlèvera également le rack supérieur de la carte afin de faire apparaître directement les pins.

2 Mesure de la capacité d'un condensateur.

2.1 Réponse à un échelon de tension

Une méthode simple afin de déterminer la capacité d'un condensateur est de mettre ce condensateur en série d'une résistance connue, et de mesurer le temps caractéristique du système. Ici, on étudiera expérimentalement la réponse d'un circuit RC série à un échelon de tension. L'échelon sera délivré par un des ports numériques de l'Arduino, et la tension u_c aux bornes du condensateur sera mesurée avec la voie A0 de la carte.



1. Dessiner un circuit RC série et rappeler en quelques mots à quoi l'on s'attend pour u_c (forme de u_c dans chaque partie du créneau, graphe, etc).
2. Mesurer la valeur de la capacité au multimètre. Cette valeur est-elle précise ? Evaluer l'incertitude de mesure (on pourra chercher la notice du multimètre sur internet).
3. On veut maintenant mesurer C de façon plus précise. Sachant que la carte prend un point toutes les 1,0 ms, quelle est l'ordre de grandeur de la résistance R qu'il faut choisir pour pouvoir mesurer quelque chose d'exploitable ?
4. Reproduire sur la plaquette de montage le circuit de la question 1. Sur la plaquette, tous les points d'une même ligne sont reliés entre eux et sont au même potentiel.
5. On cherche maintenant à utiliser Arduino. Il faut donc écrire un script Arduino pour la mesure de données (disponible sur le cahier de prépa).
6. Testez ce script.

3 Ecriture du script Python

Une partie du script Python est disponible sur le cahier de prépa.

1. Ouvrir le programme Python et compléter les parties manquantes.
2. Lancer le script
3. A partir de la modélisation, en déduire la valeur de C . Est-ce cohérent avec la valeur donnée par le multimètre ?
4. Demandez leurs valeurs à deux autres groupes. Vos valeurs sont-elles cohérentes entre elles ? On utilisera l'écart normalisé.

4 Bonus

On peut faire le lien entre ce TP et le TP précédent en voyant comment le paramètre τ/T influe sur la charge du condensateur.

1. Dans quel cas s'est on placé ici ? Était-ce $\tau/T \gg 1$ ou $\tau/T \ll 1$?
2. Modifier le programme Python afin de se placer dans l'autre cas. On aura peut-être besoin de changer de résistance.
3. Acquérir la tension aux bornes du condensateur dans ce nouveau cas. Que remarquez-vous ? Que vaut la tension en moyenne ?