

# Exemple d'utilisation d'un microcontrôleur

(Couplé avec TP Changement d'état - 2h chacun)

## Compétences exigibles :

- Mettre en œuvre un protocole expérimental permettant d'étudier une loi de force.
- Mettre en œuvre un microcontrôleur lors d'un test de traction.

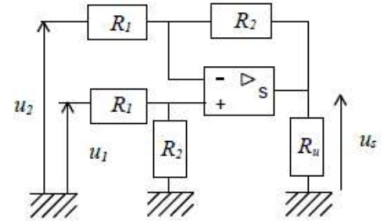
## I. Détermination de la loi de force d'un ressort

On se propose de déterminer la loi de force d'un ressort et d'en déduire la constante de raideur. On utilise la carte microbit couplée à un capteur de forces CZL616C.

### 1. Calibration du capteur de forces

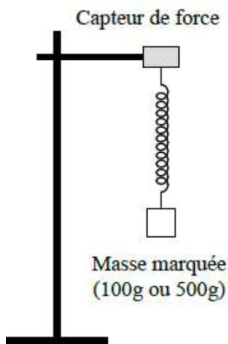
Le montage est constitué d'un capteur de force fixé avec une pince (en haut), d'un ressort et d'un servomoteur (en bas). l'ensemble étant couplé par un fil. La tension de sortie du capteur de force est trop faible pour être utilisée directement : elle est amplifiée par un montage différentiel à amplificateur opérationnel (montage ci-contre).

**Q1** : Montrer que la tension de sortie de l'amplificateur opérationnel peut s'écrire  $u_s(t) = A(u_1 - u_2)$ .  
Donner la valeur de  $A$  en fonction des deux résistances.



La valeur de  $A$  est de l'ordre de  $A = 500$ . L'amplificateur est déjà réalisé (circuit imprimé) et connecté au capteur de force.

- Si les connexions ne sont pas déjà réalisées :
  - Alimenter l'amplificateur en  $+15/-15$  V
  - Envoyer la tension de sortie (fil rouge) sur la patte « 0 » de la carte microbit.
  - Ne pas oublier de connecter les masses (fil noir).
- Calibration du détecteur : Détacher le fil du ressort et suspendre au ressort une masse  $m_1 = 100$  g : on réalise alors le montage ci-dessous.
  - Lancer l'éditeur « mu » de la microbit, choisir BBC Microbit, y saisir ou copier de cdp le programme suivant :



```
from microbit import *
g=9.8
m5=0.5
m1=0.1
U5=1.46129 # A modifier selon le détecteur
U1=0.367749 # A modifier selon le détecteur
mdiff=m5-m1
Udiff=U5-U1
while True:
    tension0=pin0.read_analog()*3.3/1023 # tension en V
    masse=(tension0-U1)*mdiff/Udiff+m1 # tension -> masse suspendue
    force=g*masse # tension -> force
    print((masse,tension0,force))
    sleep(2000)
```

Ce programme permet d'afficher dans l'ordre : la masse suspendue en kg, la tension mesurée, la force mesurée en Newton (après étalonnage).

- Le Flasher (= envoyer sur la microbit). (Si la case est grisée, il faut sortir du mode au choix Fichier/REPL/Graphique)
  - Pour voir les valeurs s'afficher, ouvrir la fenêtre «REPL»
  - Appuyer sur le bouton RESET (sur la microbit) pour lancer le programme.
  - Pour commencer suspendre la masse  $m_1$ . Noter alors la valeur de tension mesurée  $U_1$ . Vérifier qu'elle n'est pas nulle (sinon suspendre une masse supérieure). Ne pas se préoccuper de la valeur de la force (3ème valeur du triplet)
  - Recommencer alors avec la masse  $m_5 = 500$  g et noter la valeur  $U_5$
  - Modifier alors les valeurs dans le programme pour avoir les masses suspendues et la force correcte. Vérifier avec d'autres masses marquées (300 g, 400 g).
- Le capteur est maintenant calibré.

## 2. Loi de force du ressort

### a. Acquisition des données

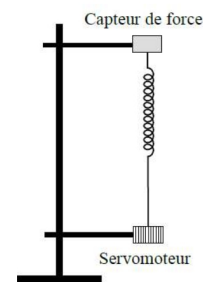
Réaliser le montage ci-contre, en ajoutant le servomoteur (tenu solidement grâce à des pinces). On placera le servomoteur de manière à ce qu'au départ le fil soit tendu et déjà un peu enroulé sur le cylindre jaune, le ressort étant étiré.

Reliez électriquement le servomoteur :

- la patte noire/marron à la masse de l'amplificateur du capteur de force
- la patte rouge à la borne 5 V de l'amplificateur du capteur de force
- la patte jaune/orange à la patte 1 de la microbit.

Important : pour éviter de forcer sur le tube, on veillera à utiliser la partie du tube la plus éloignée possible de l'extrémité. De plus, pour pouvoir connaître le plus précisément possible l'allongement du ressort, on évitera de superposer les enroulements de la ficelle.

Copier alors le programme suivant, le flasher (auparavant reporter les valeurs de U1 et U5 obtenues précédemment !)



```
from microbit import *
import servos
sr=servos.Servo(pin1,0,180)
sr.set_angle(0) # retour à 0
g=9.8
m5=0.5
m1=0.1
U5= # Valeur liée au calibrage
U1= # Valeur liée au calibrage
mdiff=m5-m1
Udiff=U5-U1
sleep(1000)
for i in range(0,181,10): # on réalise une mesure tous les 10 degrés
    sr.set_angle(i) # on tourne le servomoteur
    sleep(2000) # on attend qu'il soit bien arrivé
    allongement=i*2*3.14/360 # cylindre: rayon=1cm
    tension0=pin0.read_analog()*3.3/1023 # tension en V
    force = g*((tension0-U1)*mdiff/Udiff+m1) # tension -> force
    print((allongement,force))
sr.set_angle(0)
```

Il faut si nécessaire charger le driver du servomoteur dans la microbit. Pour cela, dans mu :

- Ouvrir le menu de gestion des fichiers : les deux fichiers `main.py` (fichier exécuté par défaut par la microbit) et `servos` doivent apparaître sur la microbit (colonne de gauche)
- Sinon, copier (déplacer à la souris) `servos` de la colonne fichiers sur ton ordi à celle de gauche.
- Ouvrez REPL, puis appuyez sur le bouton RESET : vous devez voir le servomoteur qui tourne, et des valeurs croissantes d'allongement et de force.

Remarque : on peut modifier ce programme pour faire faire un aller-retour au servomoteur, de manière à vérifier que le ressort n'a pas d'hystérésis.

### b. Récupération et exploitation des données

La carte microbit permet de récupérer facilement des tableaux de données sous format `.csv`. (fichier obtenu par `print` à l'avant dernière ligne du programme).

Refaire la manip en ouvrant la fenêtre Graphique :

- ouvrir la fenêtre Graphiques et éventuellement la fenêtre REPL (si on veut voir les valeurs en même temps qu'elles se tracent).
- appuyer sur le bouton RESET derrière la microbit, l'acquisition commence.

Quand on ferme la fenêtre Graphiques, les données sont enregistrées sous forme d'un fichier « `truc.csv` ».

Pour le récupérer, il faut aller dans le répertoire `CePC/APP22/Applics/Mucode/...` On peut le copier ailleurs et lui donner un nom plus explicite, on peut aussi y accéder directement par LibreOffice.

Sous LibreOffice, on peut importer le fichier `.csv` moyennant quelques ajustements. Il faut vérifier que le délimiteur peut être la virgule ; d'autre part, le séparateur décimal par défaut de LibreOffice est la virgule, il faut donc lui préciser de considérer ce fichier comme un fichier en anglais (Grande Bretagne ou USA), de manière à ce que le séparateur décimal soit bien le point.

**Q2** En utilisant LibreOffice (ou en copiant collant dans un autre logiciel) et par régression linéaire, déterminez la constante de raideur  $k$  de ce ressort. On affichera la courbe de mesures, le modèle par régression linéaire. Imprimer la courbe obtenue.