

## TP24 Loi de Mariotte

## Ressources

- Site officiel Arduino : <https://www.arduino.cc>
- Prise en main de la Arduino UNO : <https://phychim.ac-versailles.fr/spip.php?article1076>
- Logiciel permettant de simuler le fonctionnement d'un montage contenant un microcontrôleur : <https://www.tinkercad.com>
- Logiciel permettant de tracer des schémas électriques contenant un microcontrôleur : <https://fritzing.org/home/>
- Pressiomètre : <https://www.pierron.fr/pressiometre.html>
- Capteur de pression : <https://fr.farnell.com/nxp/mpx5700ap/capteur-de-pression/dp/1391623>

But du TP

Tester la loi de Mariotte en utilisant un dispositif comportant un microcontrôleur.

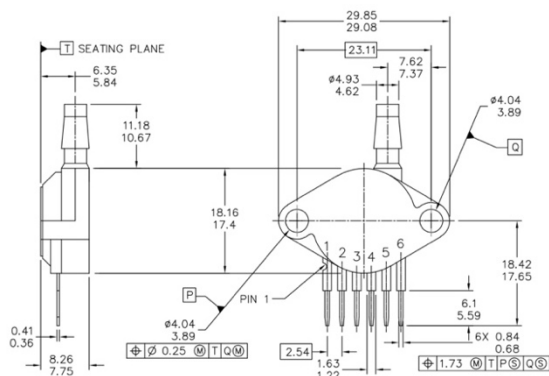
## 1) Réalisation d'un pressiomètre (partie à préparer à la maison)

**Attention :** dans toute cette première partie le symbole  $V$  est utilisé pour représenter des tensions.

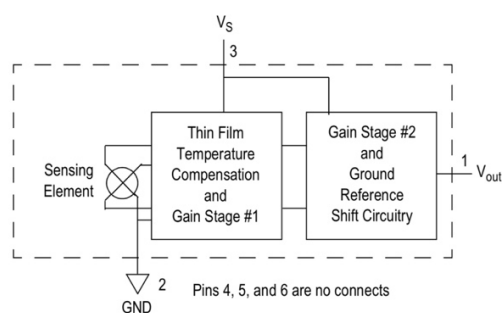
On souhaite réaliser un pressiomètre à l'aide d'un capteur de pression absolue, d'une carte à microcontrôleur associée à une platine de développement.

Le capteur de pression retenu est le suivant : mpx5700ap

La carte à microcontrôleur retenue est la suivante : Arduino UNO



*Doc 1*



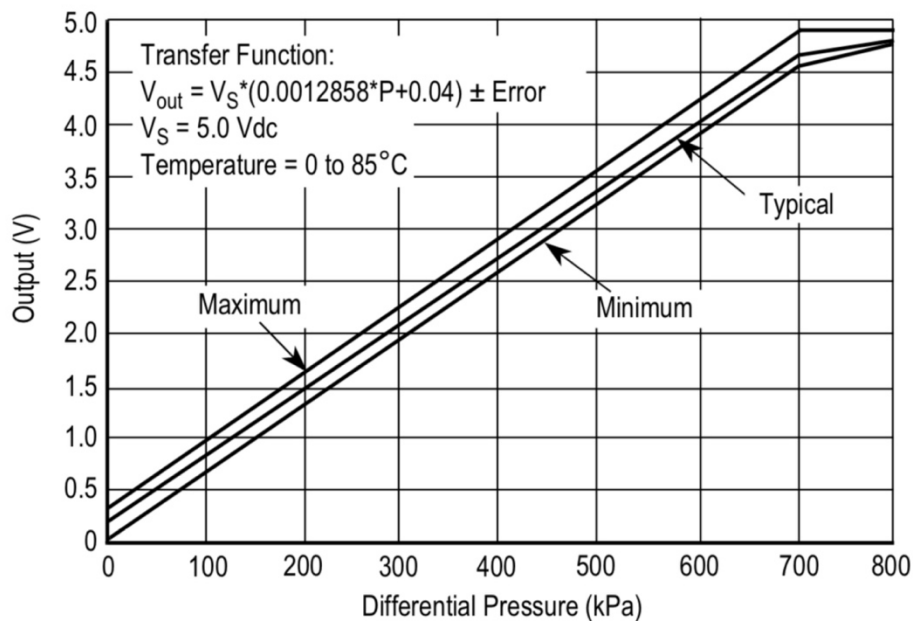
Doc 2

1. Qu'est-ce qu'un capteur ?
2. D'après les documents 1, 2 et 3 tirés de la documentation technique du capteur :
  - a. Indiquer le nombre de broches du capteur de pression. Quelles sont celles qui n'auront pas à être connectées ?
  - b. L'écartement entre deux broches a été choisi de façon à pouvoir enficher le composant sur la platine de développement. Analyser le document 1 (les côtes sont en mm) pour donner cet écartement.

- Quelle est la grandeur d'entrée du capteur. Préciser son unité.
- Au sommet du capteur se trouve un embout percé d'un orifice. À quoi sert-il ? Donner son diamètre externe.
- Le composant comporte deux broches d'alimentation de symbole  $V_S$  et GND. GND sert à indiquer la masse du montage qui est au potentiel 0V. Quelles sont les valeurs autorisées par le fabricant pour  $V_S$  ?
- Quelle est la grandeur de sortie du capteur ? Sur quelle broche du capteur la relève-t-on ?
- Donner la sensibilité typique du capteur indiquée par le fabricant.

Characteristic	Symbol	Min	Typ	Max	Unit
Pressure Range <sup>(1)</sup> Gauge, Differential: MPX5700D Absolute: MPX5700A	$P_{OP}$	0 15	— —	700 700	kPa
Supply Voltage <sup>(2)</sup>	$V_S$	4.75	5.0	5.25	Vdc
Supply Current	$I_O$	—	7.0	10	mAdc
Zero Pressure Offset <sup>(3)</sup> Gauge, Differential (0 to 85°C) Absolute (0 to 85°C)	$V_{off}$	0.088 0.184	0.2 —	0.313 0.409	Vdc
Full Scale Output <sup>(4)</sup> (0 to 85°C)	$V_{FSO}$	4.587	4.7	4.813	Vdc
Full Scale Span <sup>(5)</sup> (0 to 85°C)	$V_{FSS}$	—	4.5	—	Vdc
Accuracy <sup>(6)</sup> (0 to 85°C)	—	—	—	±2.5	% $V_{FSS}$
Sensitivity	$V/P$	—	6.4	—	mV/kPa
Response Time <sup>(7)</sup>	$t_R$	—	1.0	—	ms
Output Source Current at Full Scale Output	$I_{O+}$	—	0.1	—	mAdc
Warm-Up Time <sup>(8)</sup>	—	—	20	—	ms

Doc 3



Doc 4

### 3. Linéarisation de la caractéristique

Le document 4 donne la caractéristique du capteur (c. à d. la courbe de  $V_{out}$  en fonction de la pression  $P$ ) ainsi que la fonction de transfert :

$V_{out} = V_S * (0.0012858 * P + 0.04)$  où  $V_S = 5.0 \text{ V}$  continu est la tension d'alimentation et  $P$  est la pression en kPa

- a. Exprimer  $V_{out}$  en fonction de  $P$  sous forme de fonction affine
  - b. D'après les documents 3 et 4, la fonction que vous venez de trouver est-elle applicable quelle que soit la pression  $P$  mesurée ?
  - c. Quel lien peut-on faire entre la sensibilité  $S$  du capteur et  $a$  le coefficient directeur de la droite qui représente la fonction affine.
  - d. Si l'on souhaite linéariser la caractéristique il faut retrancher la valeur de  $b$  (l'ordonnée à l'origine de la droite) à celle de  $V_{out}$  pour obtenir une fonction linéaire. Comparer la valeur de  $b$  à celle de  $V_{off}$  typique donnée dans le document 3.
  - e. Si la tension  $U$  est définie par  $U = V_{out} - V_{off}$  montrer que l'expression de  $U$  en fonction de  $P$  est une fonction linéaire. Préciser les unités de  $U$  et  $P$ .
  - f. Montrer que l'expression précédente est équivalente à  $U = S \times P$  où  $U$  est la tension exprimée en mV,  $P$  est la pression exprimée en kPa et  $S$  est la sensibilité indiquée par le fabriquant (en mV/kPa)
4. La pression d'un pressiomètre est souvent affichée en hPa. Expliquer comment convertir des kPa en hPa.
  5. Compléter le programme suivant qui sera téléversé dans le microcontrôleur :

```
#define mesurePin 0 // sélection de la borne A0 à laquelle est reliée la sortie du capteur de pression

void setup() {
  Serial.begin(9600); //initialisation de liaison série
  delay(60); // supérieur au temps d'initialisation du capteur (20 ms) pour lui permettre de s'initialiser
}

void loop() {
  int CAN = analogRead(mesurePin); // lecture de la valeur numérique retournée par le CAN 10 bits (valeur comprises entre 0 et 1023)
  float Vout = CAN * 5.0 / 1023.0; // déduction de la tension mesurée
  float Voff = ; // décalage typique (en V) = ordonnée à l'origine de la fonction affine de transfert typique
  float U = ; // (en V) linéarisation de la caractéristique par suppression de l'offset
  U = U*1000 ; // conversion de la tension en mV
  float sensibility = ; // sensibilité du capteur en mV/kPa
  float pression = ; // calcul de la pression mesurée en kPa
  pression = pression * 10 ; // conversion de la pression en hPa
  Serial.println(pression) ; //affiche dans le moniteur serie les valeurs de pression en hPa
  delay(100) ; // temps de latence entre 2 mesures (en ms)
}
```

- Pour vérifier que le pressiomètre fonctionne on pourra afficher les données du pressiomètre dans le logiciel Arduino : Outils > Moniteur série ou bien Outils > Traceur série.