
GUIDE SUR L'UTILISATION DES CAPTEURS

Tome 1

Réalisé par Thomas MARTINEZ

24 avril 2020

Ce guide vous permettra d'enrichir vos connaissances sur les capteurs et les critères qui permettent de choisir l'un d'entre eux dans une situation donnée.



Introduction

À travers leur cursus et leurs projets, qu'ils soient personnels ou à réaliser dans le cadre d'une UV, les étudiants ont parfois à utiliser des capteurs. En effet, lorsque l'on veut réaliser un projet comprenant de l'automatisme, il doit y avoir un système capable de faire des mesures pour qu'elles puissent être traitées ensuite.

Cependant, le monde de l'acquisition de données est aujourd'hui très vaste et peut sembler impressionnant aux premiers abords. Il existe énormément de capteurs différents qui permettent de mesurer la même grandeur.

Ce document a donc pour but d'enrichir les connaissances des étudiants et à les aider à choisir le capteur le plus en adéquation avec leur besoin.



Table des matières

A	Comment choisir le capteur le plus adapté à son projet ?	3
A.1	La grandeur de sortie nécessaire	3
A.2	Les caractéristiques du capteur	4
B	Cas de différents capteurs	5
B.1	Le capteur à ultrasons	5
B.2	Le capteur laser	6
B.3	Le capteur d'humidité	7
B.4	Le capteur infrarouge	8
B.5	Le capteur de fin de course	9

* * *



A Comment choisir le capteur le plus adapté à son projet?

A.1 La grandeur de sortie nécessaire

Après avoir choisi quelle grandeur l'on a choisi de mesurer, il faut savoir quelle type d'information nous avons besoin. On doit alors choisir entre trois types de capteurs :

- Les capteurs TOR
- Les capteurs analogiques
- Les capteur numériques

Les capteurs logiques ou TOR (Tout Ou Rien) renvoient un état logique (1 ou 0). Ils peuvent permettre de détecter la présence d'un phénomène (DEL éteinte ou allumée, présence de courant dans le circuit...)

On retrouve cette technologie dans les capteurs de fin de courses par exemple.

Les capteurs analogiques renvoie une grandeur électrique dont la valeur est fonction de la grandeur d'entrée mesurée. Ainsi, la sortie est continue et peut prendre une infinité de valeurs.

On retrouve sous cette appellation les thermocouples et les jauges de contrainte/de déformation par exemple.

Les capteurs numériques dont la sortie est une séquence d'état logique formant un nombre. La mesure est donc discrétisée. La sortie peut être une suite train d'impulsions, un code binaire...

L'exemple le plus répandu est le codeur incrémental.



Astuce

Ce choix est motivé par le type de mesure dont nous avons besoin. Est-ce nécessaire de connaître l'état de cette grandeur à tout instant ou ai-je seulement besoin d'une information binaire? Il faut donc bien identifier notre besoin.



A.2 Les caractéristiques du capteur

Pour une même grandeur à mesurer et un même type de capteur, il existe encore un multitude choix possibles. Pour les départager, on va faire attention aux caractéristiques plus techniques de ceux-ci :

- **L'étendue de la mesure** : c'est la différence entre le plus petit signal détecté et le plus grand perceptible sans risque de destruction pour le capteur.
- **La résolution** : c'est la plus petite variation de la grandeur physique étudiée que peut détecter le capteur.
- **La justesse** : c'est la capacité du capteur à être proche de la valeur d'entrée réelle.
- **La fidélité** : c'est la capacité du capteur à renvoyer des valeurs proches pour une même entrée. C'est un caractère de reproductibilité.



FIGURE 1 – La justesse et la fidélité

- **L'encombrement** : en effet, dans des systèmes que l'on essaye de miniaturiser de plus en plus, l'espace disponible n'est pas une question dénuée d'intérêt. Il est nécessaire d'évaluer la place disponible avant de choisir son capteur.
- **Le coût** : on peut toujours trouver des capteurs très rapides, précis ou sensibles mais les performances évoluent généralement de la même manière que le prix. Il faut savoir ce dont on a besoin pour ne pas avoir à acheter des capteurs surdimensionnés.



Attention

Il existe d'autres critères de sélection mais ceux listés ci-dessus sont généralement ceux qui nous intéressent le plus. Par exemple le milieu dans lequel sera utilisé le système d'acquisition : si c'est un endroit humide ou qui est sujet à la saleté. Ou encore, lors d'utilisations dans des conditions inhabituelles (haute/faible température par exemple), certaines caractéristiques peuvent évoluer. Il faut donc bien lire toutes les caractéristiques d'un capteur avant de le choisir.



B Cas de différents capteurs

Maintenant que les bases ont été rappelées, nous allons nous intéresser aux capteurs suivants :

- Capteur à ultrasons
- Capteur laser
- Capteur d'humidité
- Capteur infrarouge
- Capteur de fin de course

En étant régulièrement au FabLab de l'UTC, nous avons remarqué que ces capteurs intéressent fréquemment les étudiants. Cette partie permettra alors d'avoir de meilleures connaissances sur ceux-ci afin de les utiliser avec plus d'aisance.

B.1 Le capteur à ultrasons



FIGURE 2 – Exemple de capteur à ultrasons – Modèle HC-SR04

Ce système peut être en deux parties (émetteur + récepteur) ou en une seule (émetteur/récepteur). Le principe est le suivant : La partie émetteur génère une onde sonore à haute fréquence dont on connaît la vitesse de propagation dans le milieu étudié. Lorsque celle-ci rencontrera un objet, elle sera réfléchiée et l'écho parviendra au récepteur. Le système peut alors calculer la distance en prenant en compte le temps entre l'émission et la réception.

Ce qui va nous intéresser lors de l'achat d'un capteur, c'est sa portée, sa précision et sa fréquence d'échantillonnage. Actuellement, il y a sur le marché des capteurs qui permettent de travailler avec des distances allant de quelques centimètres à plusieurs mètres, avec une précision de 0,025mm et un temps de réponse de 30 à 250 ms.

Quelques exemples d'utilisation

Contrôle qualité, mesure de niveau, détection d'obstacle pour système autonome tel des robots...

B.2 Le capteur laser



FIGURE 3 – Photorésistance GL7516

Ce capteur est formé d'un laser ou d'une diode laser qui est orienté sur une photo-résistance. Ce composant voit sa résistance qui varie selon la luminosité (Peut passer de 100Ohm à 20kOhm dans le noir). Ces capteurs sont donc des TOR, soit le laser éclaire la résistance, soit ce n'est pas le cas. Ce qui sera étudiée ensuite c'est la tension dans la branche où se trouve la photorésistance.

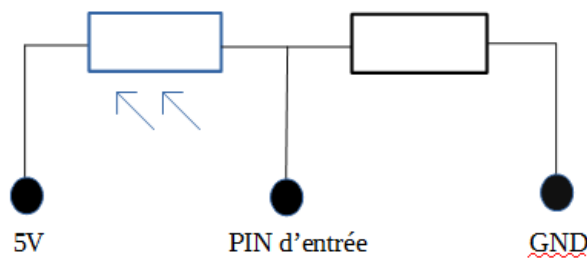


FIGURE 4 – Exemple de circuit électrique pour utiliser une photorésistance

Ici, ce qui va nous intéresser c'est la tension d'alimentation du laser et les caractéristiques de la résistance. Notamment les valeurs maximales et minimales atteignables et la vitesse de variation de la résistance, pour pouvoir détecter des interruptions brèves.

Il faut faire attention à l'endroit où est placé ce système : dans un milieu sombre, il fonctionne très bien mais n'est pas adapté aux milieux lumineux (l'influence du laser est fortement réduite). De même que pour le capteur à ultrasons, on peut utiliser un système de miroirs pour pouvoir mettre la photorésistance à l'abri de la luminosité ambiante.

Quelques exemples d'utilisation

Ce système permet d'avertir du passage d'une entité sur le chemin du laser. On peut retrouver ce capteur pour le comptage d'unités en production ou dans la détection de buts dans le projet du babyfoot connecté du FabLab.

B.3 Le capteur d'humidité



FIGURE 5 – Capteur d'humidité modèle CON-EFS10

Le fonctionnement de ce système est comparable à celui de la photorésistance. Selon le modèle, le système peut fonctionner en tant que TOR : On applique une tension et on observe si un courant passe. On peut aussi trouver des modèles dont la résistance varie selon l'humidité ou des modèles composés d'une capacité qui varie selon l'humidité, ils permettent ainsi de fournir un résultat entre 0% et 100% d'humidité.

À l'achat, il faut faire attention à la plage de mesure de ces capteurs, certains ne fonctionnent qu'entre 20 et 90 % d'humidité. Il faut aussi faire attention à la précision et à la plage de température dans lequel peut fonctionner le système. Il faut de plus faire attention au système électrique et aux matériaux utilisés afin que l'eau ne dégrade pas le matériel.

Quelques exemples d'utilisation

Ce système peut être utilisé pour assurer la pérennité de système sujets à la rouille ou pour réguler l'humidité dans des serres à papillons.

B.4 Le capteur infrarouge



FIGURE 6 – Aspect d'un détecteur infrarouge – Modèle IR8M

Il faut savoir que tout corps chaud émet des radiations dans le domaine de l'infrarouge (donc imperceptible à l'œil nu). Le capteur va fonctionner en deux parties :

- Une qui va servir à faire converger les rayons vers la cellule de traitement
- La cellule de traitement qui va être sensible aux rayonnement infrarouges

Il existe deux types de capteur infrarouge selon leur cellule de traitement :

- les « thermodétecteurs » : Les rayonnements infrarouges vont modifier les caractéristiques électriques du module (résistance, thermocapacité, capacité, taille par expansion thermique...)
- les « photodétecteurs » : Les photons sont absorbés et il y a une photogénération de porteurs de charge (effet photovoltaïque ou photoconducteur) augmentant ainsi le courant dans le matériau (photocourant).

Lors de l'achat, selon le besoin, il faudra prêter attention à la portée et à l'angle.

Quelques exemples d'utilisation

Ce capteur est souvent utilisé dans des systèmes de sécurité, notamment pour repérer les intrusions car le corps humain émet un fort rayonnement infrarouge mais on peut aussi le trouver en tant que capteur de proximité ou dans des systèmes de contrôle à distance comme dans les téléviseurs.

B.5 Le capteur de fin de course

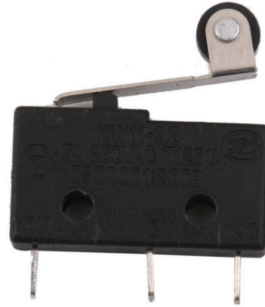


FIGURE 7 – Exemple d'un capteur de fin de course standard

Le capteur de fin de course est un interrupteur qui va soit générer une interruption soit couper le circuit. Il renvoie une information logique (actionné ou non). Ce système est souvent utilisé pour prévenir qu'une entité est arrivée à sa position finale (comme pour les portails motorisés par exemple) ou pour servir de sécurité. En effet, on peut l'utiliser en capteur de contact pour assurer que tout les accès d'une machine sont bien fermés et ainsi assurer la sécurité du personnel.

Il faut faire attention à l'endroit où est utilisé ce système, un mauvais entretien peut l'empêcher de fonctionner correctement.

Les autres caractéristiques à vérifier sont :

- L'intensité et la tension maximales
- La plage de température d'utilisation

Quelques exemples d'utilisation

On retrouve ce type de système dans certains modèles de portails automatiques pour indiquer la fin de course du portail et ainsi couper les moteurs. On le retrouve également dans sur des chaînes d'assemblage pour la sécurité en tant que capteur de contact pour vérifier qu'un élément est bien à sa place, une porte bien fermée par exemple.