

Acquisition de données Les capteurs



Baccalauréat S Sciences de l'Ingénieur

Objectifs

A la fin de la séquence, l'élève doit être capable d'....

- identifier et ordonner les fonctions techniques qui réalisent les fonctions de services et respectent les contraintes ;
- identifier les éléments transformés et les flux ;
- décrire les liaisons entre les blocs fonctionnels ;
- identifier l'organisation structurelle ;
- identifier les matériaux des constituants et leurs propriétés en relation avec les fonctions et les contraintes.

Acquisition

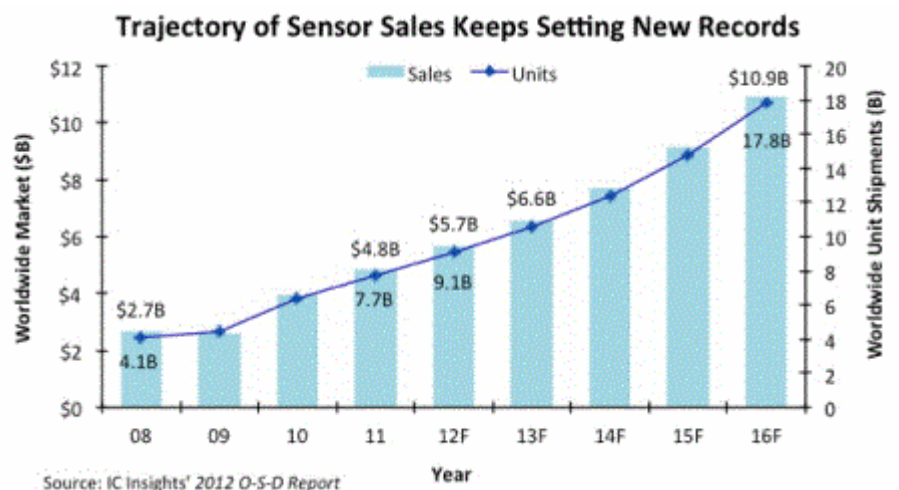
Introduction

La fonction **ACQUERIR** possède une place incontournable dans une chaîne de traitement de l'information. Elle permet de convertir des grandeurs physiques en informations électriques.

Tous les domaines d'activité et tous les dispositifs électroniques

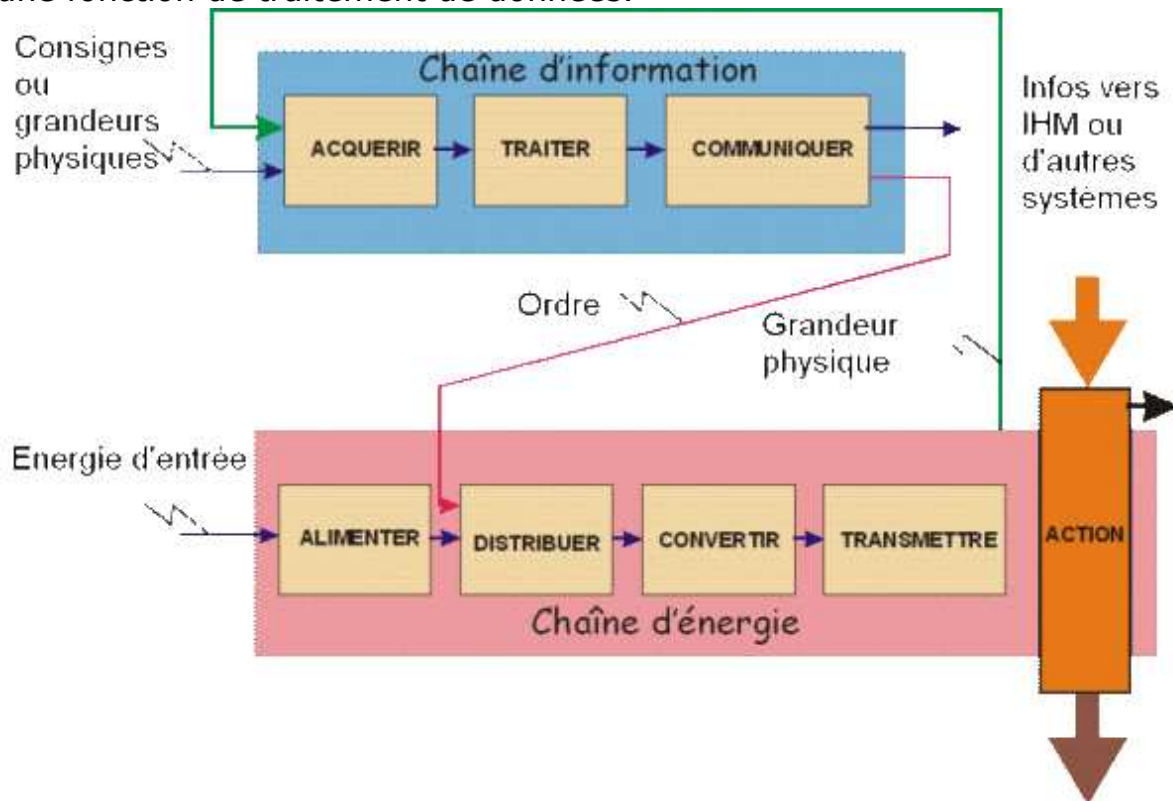
nécessitent à l'heure actuelle l'utilisation d'un ou de plusieurs capteurs.

Avec le développement de l'automobile intelligente, de l'informatique et des applications biomédicales le marché des capteurs ne cesse de croître.



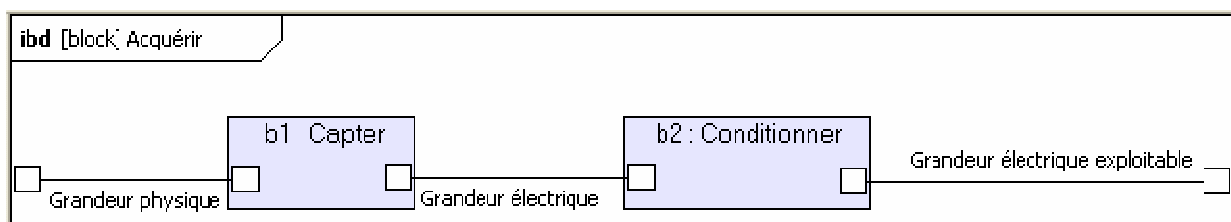
Aspects fonctionnels

La fonction Acquisition a pour rôle de transformer une information physique (température, position, vitesse...) en information électrique exploitable par une fonction de traitement de données.



La grandeur électrique résultant du captage n'est pas toujours exploitable directement (variation de résistance, de fréquence, information non linéaire, etc...).

Une fonction de conditionnement est donc souvent associée à la fonction captage.



Cette fonction de conditionnement est liée à des structures électroniques variées comme les amplificateurs opérationnels, les convertisseurs, les mémoires, etc... ou plus simplement des résistances ou des sources de tension.

Vocabulaire

Capteur actif / capteur passif

Un capteur est un composant qui transforme une grandeur physique (position, température, luminosité...) en une grandeur généralement électrique.

On distingue en général deux types de capteurs :

- les capteurs actifs qui délivrent un courant ou une tension
- les capteurs passifs qui produisent une variation d'impédance (résistance,

capacité ou inductance) et qui nécessitent des structures additionnelles.

Capteur linéaire

une information analogique (tension par exemple) proportionnelle à la grandeur physique est restituée par le capteur

Capteur à seuil (ou capteur logique)

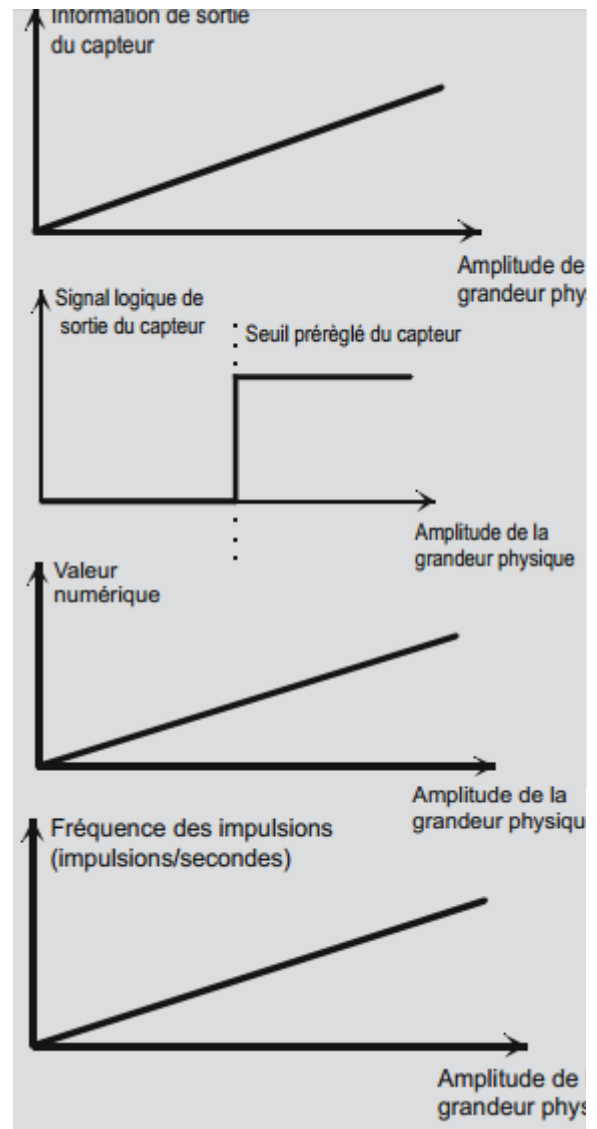
le capteur renvoi une information logique (NL0 ou NL1) suivant que la grandeur physique a atteint un seuil de référence ou non.

Capteur numérique

le capteur restitue un mot binaire (un octet par exemple) en parallèle ou en série dont la valeur est l'image de la grandeur physique.

Capteur impulsionnel

des impulsions dont la fréquence dépend de l'amplitude de la grandeur physique sont restituées par le capteur.

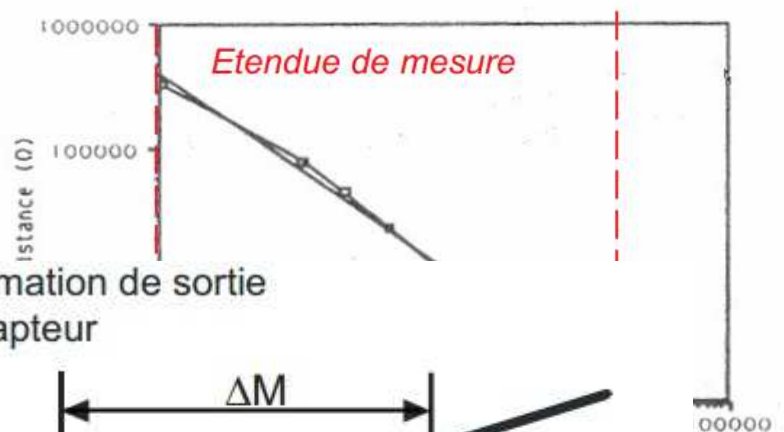


Caractéristiques

Etendue de mesure

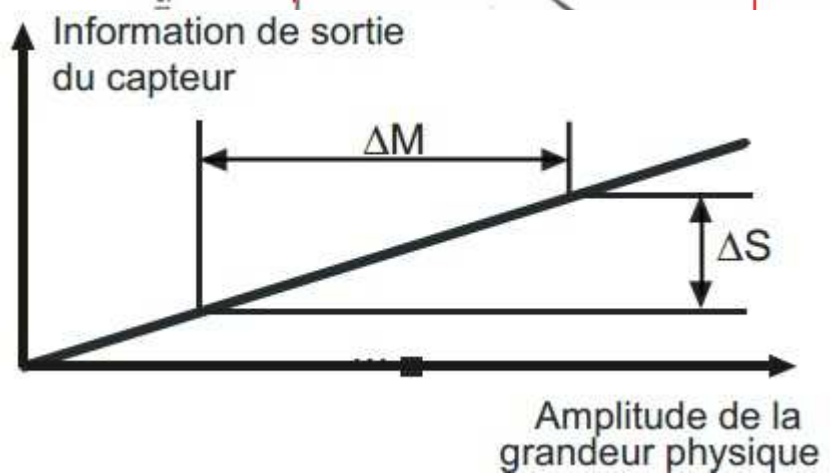
Il s'agit de la plage de mesure dans laquelle le constructeur garantit les performances métrologiques (dans la limite de la tolérance).

Dans l'exemple ci-dessous d'un capteur de force, l'étendue de mesure est comprise entre 10g et 20Kg.



Sensibilité

La sensibilité



correspond au quotient entre la variation de la grandeurs de sortie et la variation de la grandeur mesurée autour d'une valeur constante :

Dans l'exemple ci-contre : **Sensibilité**= $\Delta S/\Delta M$

La sensibilité est exprimée en unité électrique par unité physique (mV/°C par exemple).

Précision, résolution

Elle se définit comme étant la plus petite variation que le capteur est capable de détecter.

On l'exprime en % de la pleine échelle (ou de l'étendue de mesure). La notation courante est %PE. Dans le cas de capteurs numériques, la résolution correspond au format (nombre de bits) du mot transmis.

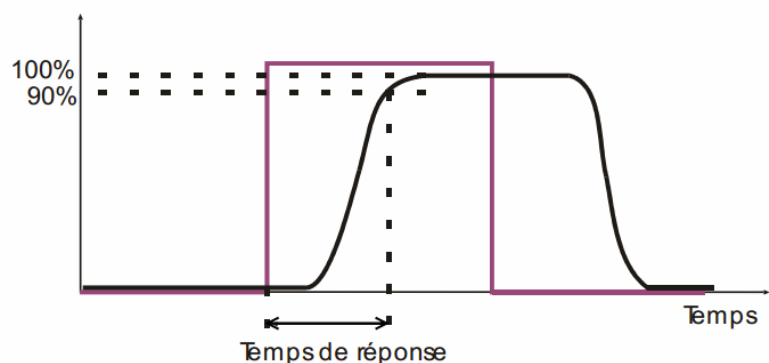
Répétabilité

C'est la capacité d'un capteur à restituer la même information de sortie pour des mesures identiques, dans des conditions identiques et séparés par un laps de temps court.

La répétabilité est caractérisée par l'écart maximum entre la moyenne de la grandeur mesurée (elle est le plus souvent exprimée en %).

Temps de réponse

Rapidité avec laquelle un capteur répond à un changement de valeur de la variable : on l'exprime en unité de temps nécessaire à atteindre 90 % de la valeur obtenue après un temps infini.

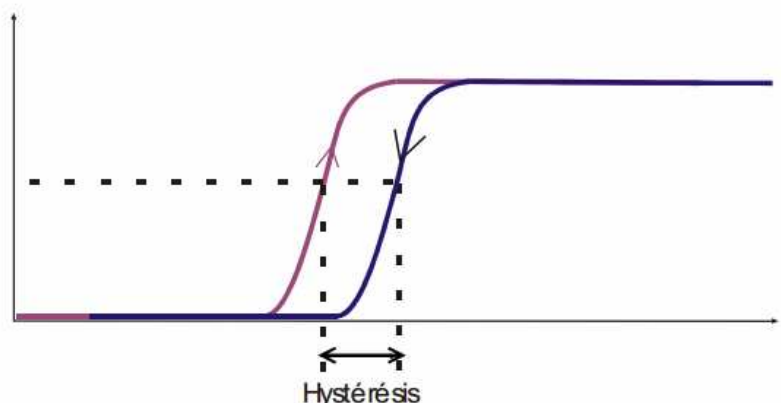


Hystérésis

L'hystérésis caractérise l'aptitude d'un capteur à fournir la même indication lorsqu'on atteint une même valeur de la grandeur mesurée par variation croissante continue ou par variation décroissante continue de la grandeur.

En cas d'indications différentes on parle d'erreur d'hystérésis, qu'on exprime aussi en pourcentage de l'étendue de mesure. Précisons que l'erreur d'hystérésis vraie est généralement directement liée

à la procédure employée pour opérer le balayage par valeurs croissantes puis



décroissantes de la grandeur à mesurer, c'est à dire essentiellement de la rapidité de l'opération. En conséquence le constructeur donnera une valeur maximale de cette erreur.

Capteurs

La classification choisie dans ce cours est celle liée aux principales grandeur physique relevées. La liste des capteurs est vaste et ne sont repris ici que quelques grands principes, mais la n'est pas exhaustive.

- [Capteurs de position](#)
- [Capteurs optiques](#)
- [Température](#)

Capteurs de position

Ils sont utilisés pour détecter:

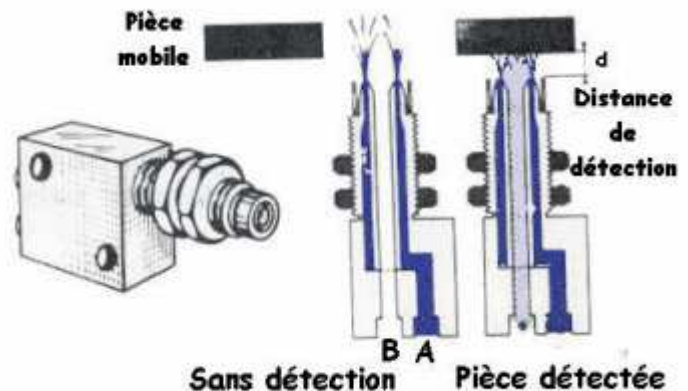
- la position précise d'un objet
- la présence d'un objet
- le niveau d'un fluide
- l'épaisseur d'une pièce
- l'angle de rotation d'un arbre
-

Les capteurs pneumatiques

D'utilisation limitée, les capteurs pneumatiques sont habituellement associés à des détecteurs électriques. Appelés aussi "**capteurs à fuites**", ils sont utilisés surtout pour détecter des pièces à faible distance, sans contact et donc sans usure.

L'orifice A est relié à la distribution pneumatique tandis que l'orifice B est associé à un capteur électrique.

En absence de pièce, l'air sous pression s'évacue et aucune pression résiduelle ne revient par B. En présence de pièce, une pression résiduelle revient par B actionnant un microrupteur



Exemple de capteur : capteur à fuite de la société smc pneumatics série IsAL

- Détection de la présence d'une pièce , basé sur la mesure d'une

contre-pression

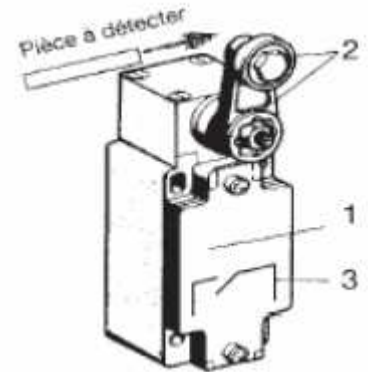
- Indice de protection IP66
- Distance de détection : 0,01 – 0,3 mm
- Correction automatique des variations de pression
- Indications de réglage par LED vert – rouge
- Montage sur rail DIN possible

Les capteurs mécaniques

En perte de vitesse, les capteurs mécaniques à contact sont les seuls encore largement utilisés. L'action mécanique sur la partie mobile du capteur permet d'établir ou d'interrompre un contact électrique.

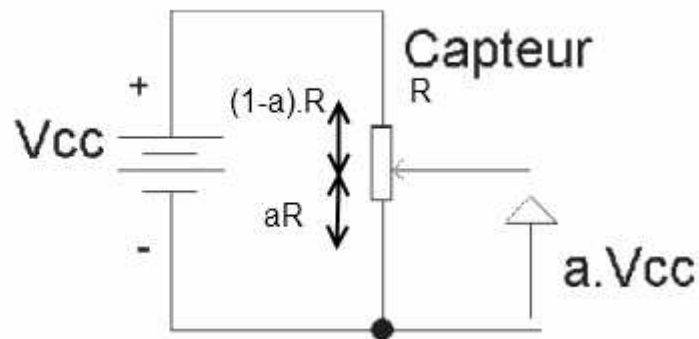
caractéristiques principales de ces capteurs :

- Pouvoir de coupure et type de contact (3)
- Taux moyen de bon fonctionnement
- Encombrement
- Indice de protection
- Type de palpeur (2)



Les capteurs résistifs

Essentiellement utilisés pour mesurer des déplacements ou des rotations. Ils utilisent le principe du montage potentiométrique permettant d'obtenir une relation directe entre déplacement et tension.



En utilisant la relation du diviseur de tension :

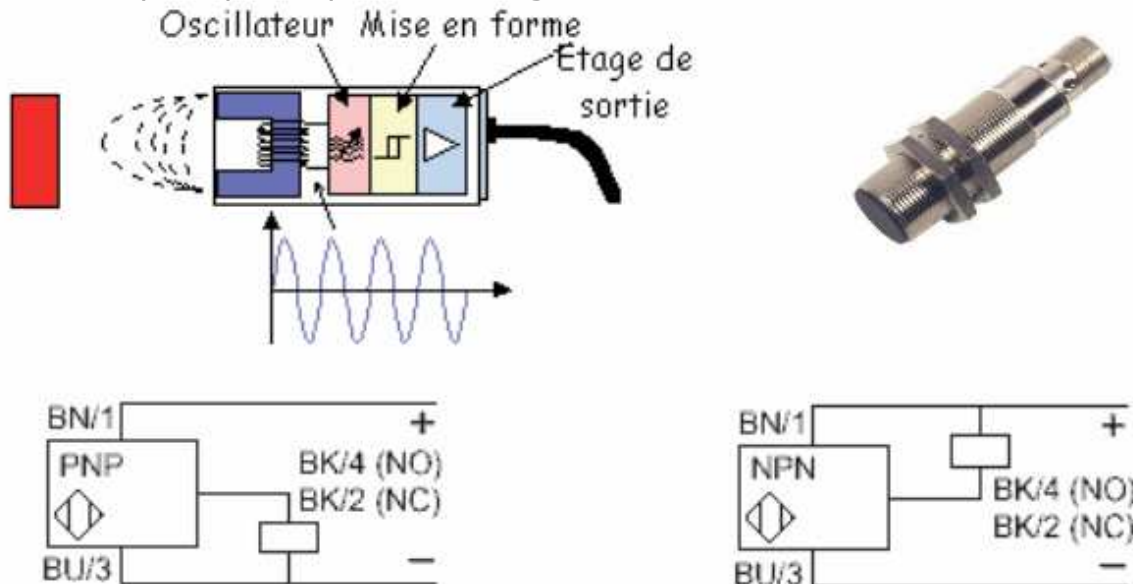
$$a.Vcc = a.R.Vcc / (a.R + R - a.R)$$

Caractéristiques

- Longueur ou angle de la course
- Résistance totale
- Linéarité
- Force de déplacement
- Durée de vie
- Répétabilité

Les capteurs inductifs

Ces capteurs se composent d'un oscillateur ayant pour fonction de générer un champ magnétique de fréquence 100 à 600Hz selon les modèles. Lorsqu'une pièce métallique pénètre dans ce champ, elle est le siège de courants induits circulaires qui se développent à sa périphérie. Ces courants constituent une surcharge pour le système oscillateur et entraînent de ce fait une réduction de l'amplitude des oscillations au fur et à mesure de l'approche de l'objet métallique, jusqu'à blocage complet. La détection est effective lorsque la réduction de l'amplitude des oscillations est suffisante pour provoquer un changement d'état de la sortie du détecteur.



Le branchement de ces capteurs est à 2 fils ou 3 fils:

- 2 fils : constitue directement le contact ouvert (NO) ou fermé (NC) au repos selon le cas
- 3 fils : 2 fils d'alimentation et un fil de sortie qui peut être à collecteur ouvert (NPN) ou à émetteur ouvert (PNP).

Caractéristiques

- tension d'alimentation
- consommation
- courant de sortie
- portée nominale de détection
- ils ne peuvent détecter que des matériaux métalliques

Les capteurs à effet Hall

Lorsqu'un matériau semi-conducteur est parcouru par un courant I_{ch} et soumis normalement aux grandes faces à un champ d'induction magnétique B , on constate, entre les deux faces parallèles à la direction du courant, l'existence d'une tension appelée tension de Hall (V_h). L'amplitude de cette tension dépend à la fois du courant, du champ B , d'une constante dépendant des caractéristiques du semi-conducteur et de l'angle entre le champ B et la normale de la surface.

Un capteur à effet Hall est basé sur ce fonctionnement :

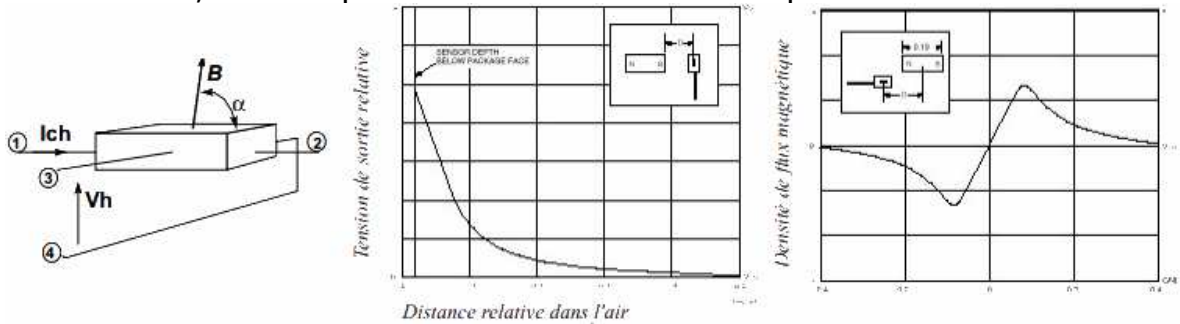
$$V_h = B \cdot I_{ch} \cdot l \cdot \sin(\alpha)$$

Pour sa mise en oeuvre, soit la sonde de Hall est fixée sur un aimant et on détecte la présence d'une pièce mécanique, ou alors on détecte directement la présence de l'aimant.

L'intégration de ces sondes dans des circuits intégrés a permis en outre:

- de faciliter la mise en œuvre par les capteurs à 3 fils
- de disposer de sorties amplifiées
- ou de disposer de sorties logiques

Les capteurs à effet hall sont beaucoup utilisés en raison de leur mise en œuvre aisée, de leur petite dimension et de leur précision.

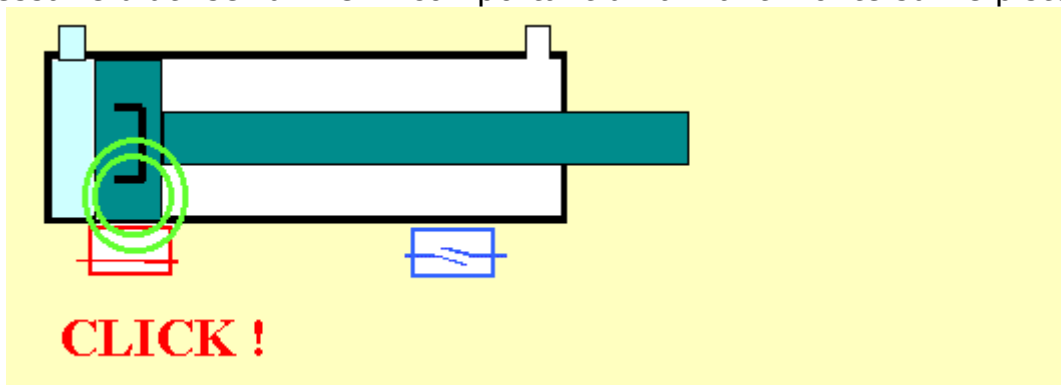


Caractéristiques

- Tension d'alimentation
- Courant de sortie
- Polarité de l'aimant (s'il est associé à un aimant)
- Sensibilité (en V/G)
- Gamme de mesure (en Gauss)

Les capteurs ILS

Les **I**nterrupteurs à **L**ames **S**ouples sont des capteurs de proximité composés d'une lame souple sensible à la présence d'un champ magnétique mobile. Lorsque le champ se trouve sous la lame, il ferme le contact du circuit provoquant la commutation du capteur. Ce capteur se monte directement sur un vérin et permet de détecter des positions autres que les positions extrêmes. Pour utiliser ce type de capteur, il est nécessaire d'utiliser un vérin comportant un aimant monté sur le piston.



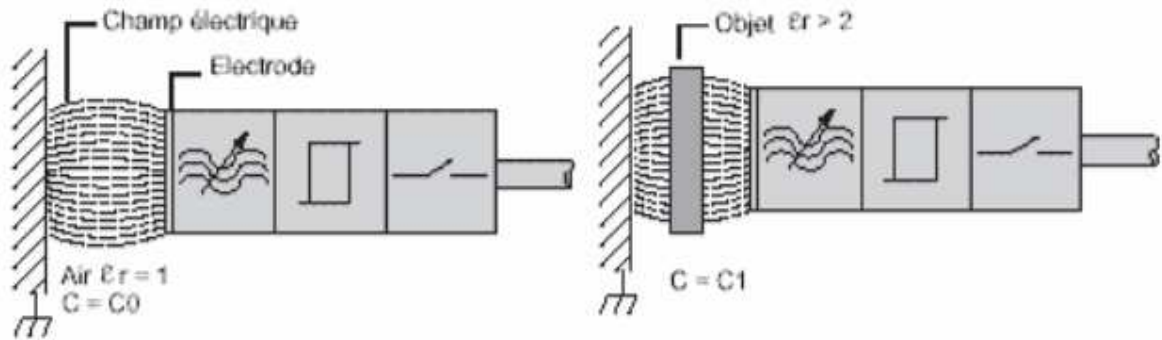
Les capteurs capacitifs

Un capteur capacitif permet de détecter la présence d'un objet métallique ou non.

Lorsqu'un objet de nature quelconque ($\epsilon_r > 2$) se trouve en regard de la face sensible du détecteur, ceci se traduit par une variation du couplage capacitif (C_1).

Cette variation de capacité ($C_1 > C_0$) provoque le démarrage de l'oscillateur. Après

mise en forme, un signal de sortie est délivré.



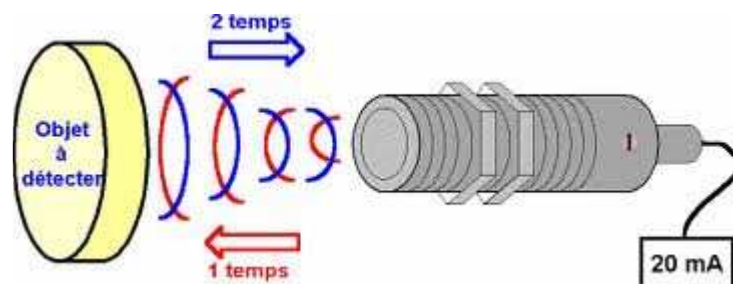
Avantages

- Pas de contact physique avec l'objet à détecter.
- Cadences de fonctionnement élevées.
- Portée nominale 2 à 5 mm
- Détection d'objets de toutes natures, conducteurs ou non conducteurs, tels que : métaux, minerais, bois, plastique, verre, carton, cuir, céramique, fluides, etc...

Les capteurs à ultra sons

L'ultrason est une onde acoustique dont la fréquence est trop élevée pour être audible par l'être humain.

Il peut dans certaines applications remplacer avantageusement le capteur inductif ou capacitif et il peut détecter des objets jusqu'à plusieurs mètres. L'émetteur et le récepteur sont situés dans le même boîtier. L'émetteur envoie un train d'ondes qui va se réfléchir sur l'objet à détecter et ensuite revenir à la source. Le temps mis (1 temps + 2 temps) pour parcourir un aller-retour permet de déterminer la distance de l'objet par rapport à la source. Plus l'objet sera loin plus il faudra longtemps pour que le signal revienne.



Les différents types

- détection de présence ou de non présence d'objets (tout ou rien).
- évaluation de la distance séparant l'objet du détecteur (système analogique souvent sortie 4 – 20 mA).
- évaluation de la distance séparant l'objet du détecteur (système analogique - numérique sortie sur 8 bits). Permet le traitement par automates programmables et P.C.

Caractéristiques

- Le capteur permet de détecter tout type de matériau sauf les objets

absorbants les ondes sonores tel que la ouate, le feutre,...

- Le signal est transmis grâce à la présence de l'air, il faut donc éviter les courants d'air qui détournent le signal de leurs destinations.
- Aucun fonctionnement possible dans le vide.
- Le signal n'est pas influencé par la poussière et les environnements brumeux.
- Il faut éviter de détecter des objets dont l'angle d'inclinaison est trop grand car le signal risque de ne plus revenir, ce qui rendrait toute détection impossible.

Les capteurs optiques

Ces capteurs reposent sur l'émission et la réception d'un faisceau lumineux.

Trois modes d'utilisation se côtoient:

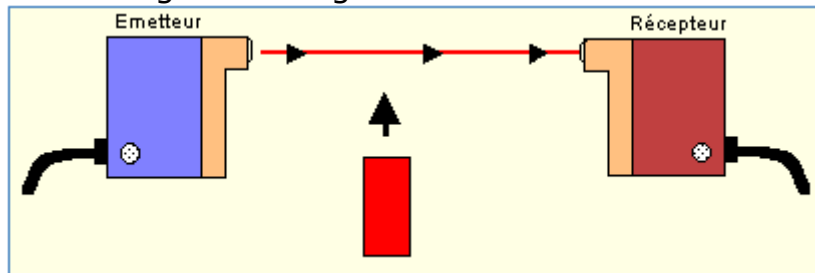
- Système barrage : Emetteur et récepteur sont séparés.

Particulièrement adapté pour:

- la détection des matériaux opaques
- les environnements pollués (pluie, poussière...)
- les longues distances

contrainte :

- détection de matériaux non transparents
- nécessite un alignement rigoureux



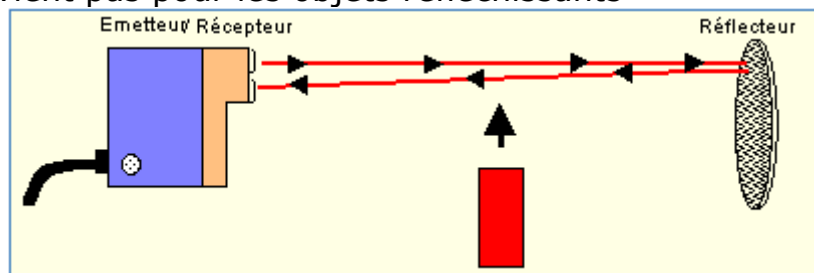
- système reflex : Emetteur et récepteur sont dans le même boîtier. L'objet empêche le retour du faisceau lumineux.

Adapté pour :

- les applications où la détection n'est possible que d'un coté
- les environnements relativement propre

contrainte :

- Ne convient pas pour les objets réfléchissants

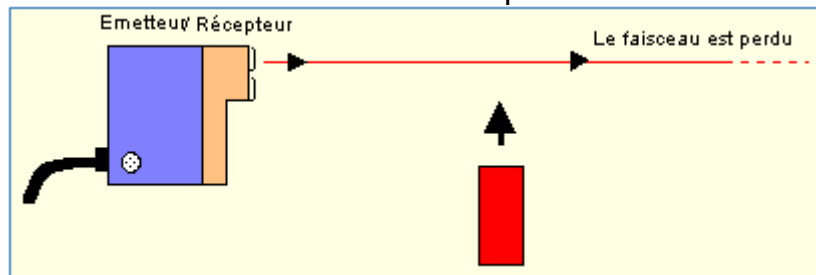


- système de proximité : Emetteur et récepteur sont dans le même boîtier. L'objet permet le retour du faisceau lumineux.

Adapté pour :

- les applications où la détection n'est possible que d'un coté

- les objets transparents et translucides
- contrainte :
- les portées dépendent de la capacité des objets à réfléchir la lumière.
 - à éviter dans les environnements pollués.



Les codeurs

Les codeurs sont des capteurs rotatifs, placés sur l'axe d'une pièce tournante qui restituent un code numérique en fonction de la position. Essentiellement deux types de codeurs sont disponibles.

Les codeurs absolus

Grâce à un circuit perforé associé à des capteurs optiques, il restitue, en parallèle ou en série, un code numérique qui spécifie l'angle de rotation de l'axe.

Le nombre de bits détermine la précision de la mesure.

Par exemple : codeur 10bits donne 1024 positions soit une précision de $360/1024=0,35^\circ$

Les codeurs incrémentaux

Ces codeurs fournissent 3 signaux logiques qui caractérisent la rotation angulaire :

- A : signal impulsionnel de n impulsions par tour (ou n caractérise la précision)
- B : signal impulsionnel de n impulsions par tour déphasé de 90° par rapport à A
- top (ou z) : signal actif une fois par tour lors du passage par le 0° . Ce signal dure $1/4$ de période du signal A

Capteurs optiques

Un capteur optique est un dispositif capable de détecter l'intensité ou la longueur d'onde des photons.

On les utilise pour détecter un grand nombre de phénomènes :

- l'intensité lumineuse bien sûr
- la chaleur (capteur pyrométrique) :
- la présence
- la couleur (et donc certains gaz ou produits chimiques)

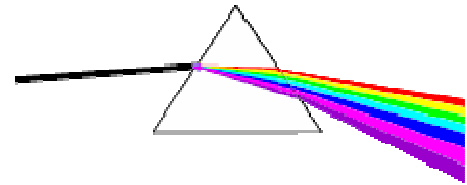
mais aussi pour :

- acquérir des informations numériques transmises par des conducteurs (fibres) optiques
- des images

Définitions

Le photon :

un photon est un grain d'énergie de valeur $E=h.v$ où $h=6,62.10^{-34}$ J/s (constante de Planck) et v la fréquence de radiation de ce photon.



Longueur d'onde :

une longueur d'onde (en mètre) caractérise un phénomène vibratoire. La relation entre fréquence et longueur d'onde est $\lambda = 3.10^8/v$ où 3.10^8 est la vitesse de la lumière en m/s et v la fréquence de vibration. Chaque couleur est caractérisée par une longueur d'onde particulière.

Les capteurs passifs :

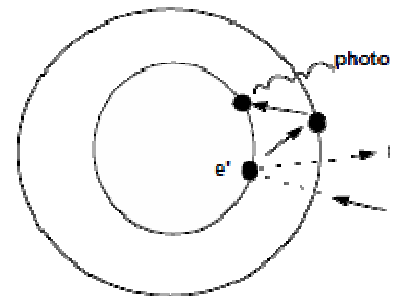
Un composant passif est un composant ne disposant d'aucune source interne. L'énergie de sortie est délivrée par l'environnement. Les composants passifs de base sont les résistances, les condensateurs, les inductances.

Les capteurs actifs :

Un capteur actif, lorsqu'il est bien polarisé se comporte comme un générateur de courant ou de tension dont l'amplitude de la grandeur de sortie dépend de la grandeur à mesurer.

L'effet photoélectrique

Albert EINSTEIN a montré en 1905 que l'impact d'un photon de fréquence v sur un métal suffisait à en extraire un électron si l'énergie du photon $E=h.v$ dépassait l'énergie d'extraction W nécessaire pour dégager l'électron du métal. C'est le phénomène photoélectrique mis en œuvre dans la plupart des capteurs.



Réciproquement, si un électron libre e percute un électron e' , que l'énergie apportée est suffisante, ce dernier se déplace sur une orbite d'atome de plus grand diamètre. En retrouvant sa position d'origine, il restitue l'énergie reçue sous forme de photons. C'est le principe mis en œuvre dans les émetteurs photoélectriques (diodes électroluminescentes).

Exemple d'application :

Une photorésistance en CdS nécessite une énergie de 2,4eV pour déplacer un électron. La fréquence du photon émis sera de :

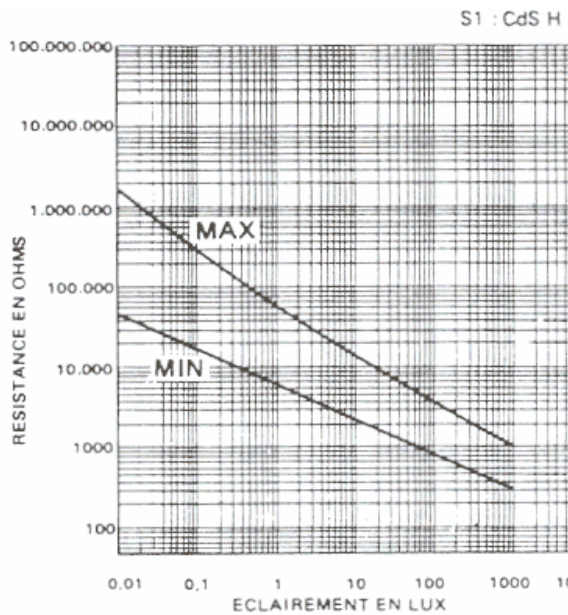
$$E=2,4\text{eV} \times 1,6.10^{-19} = 6,62.10^{-34} \times v$$

où $1,6.10^{-19}$ est la charge de l'électron en Coulomb

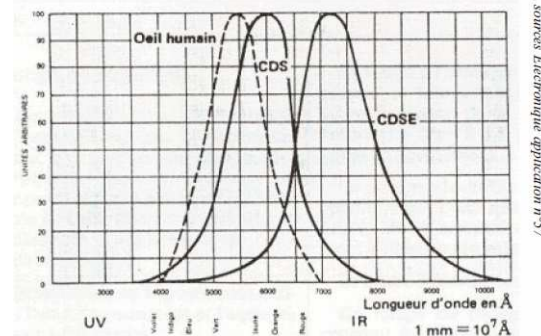
ainsi $v=5.8.10^{14}$ Hz soit une longueur d'onde de $0,52\mu\text{m}$. Un capteur fait avec ce matériau serait particulièrement sensible à la couleur jaune.

Photorésistance

Il s'agit d'un capteur passif. Sa résistance varie en fonction de l'intensité lumineuse.



On remarque l'échelle logarithmique pour les deux axes. Les valeurs résistives des photorésistances varient également légèrement en fonction de la température, ce qui explique la courbe MIN et MAX. Par ailleurs ces capteurs présentent une légère dérive de leur caractéristique les premiers mois de leur utilisation.



L'application des photorésistances est multiple, mais on les utilise le plus souvent dans des structures ne nécessitant pas une grande précision et où l'encombrement n'est pas un critère essentiel.

Photodiode

Les photodiodes sont des diodes au silicium qui exploitent l'effet photoélectrique.

Sous éclairage, les photons libèrent des paires électron trous. Sa polarisation en inverse produit un courant (I_R) qui augmente proportionnellement à l'intensité lumineuse.

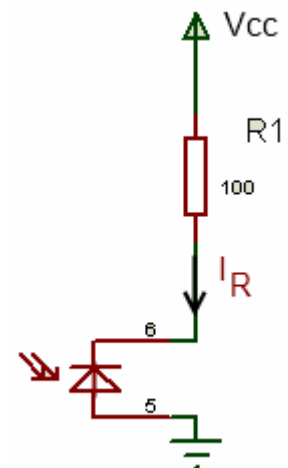
Comme pour les photorésistances, la sensibilité spectrale dépend du type de diode :

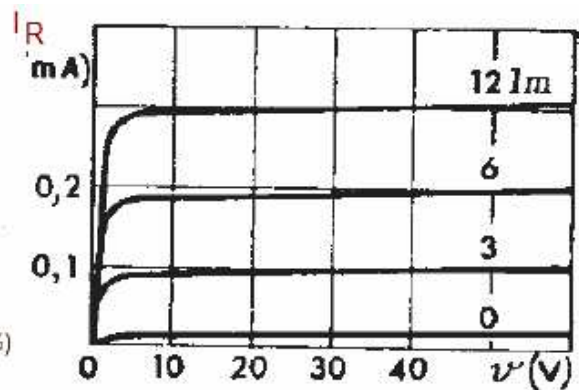
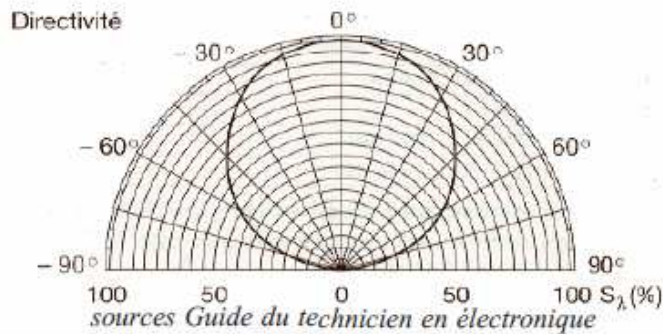
Une diode infrarouge ne détectera que très mal une lumière rouge par exemple.

La directivité est également une caractéristique importante. Elle exprime la capacité d'une photodiode (mais aussi d'un phototransistor, d'un phototriac, etc...) à détecter un faisceau lumineux présentant un angle par rapport à la normale de la surface.

En l'absence complet de lumière, la photodiode génère un courant appelé courant d'obscurité.

Ces capteurs disposent d'une très bonne répétabilité.





Exemple de Photodiode

Spécifications techniques

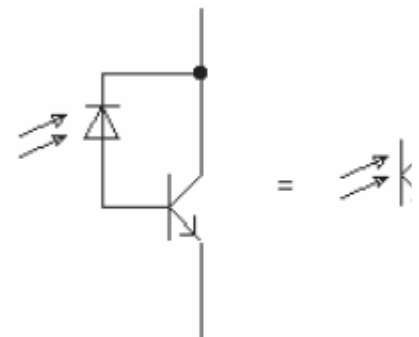
Pointe de réponse spectrale: 800 nm
 Plage de longueur d'onde: 400-1000 nm
 Sensibilité ($V_R = 5$ V, $\lambda = 820$ nm): 0,35 A/W
 Temps de montée du courant photo ($R_L = 50 \Omega$, $V_R = 5$ V, $\lambda = 820$ nm): 1 ns
 Capacité ($V_R = 5$ V) (typ.): 6 pF
 Courant d'obscurité (max.): 10 nA
 Bruit équivalent puissance ($V_R = 5$ V): $6,8 \times 10^{-14}$ W/ $\sqrt{\text{Hz}}$
 Tension de claquage (max.): 30 V
 Température d'utilisation: -55°C à +120°C

sources Catalogue Radiospares



Phototransistor

Le faible courant électrique transmis par les photodiodes a poussé les constructeurs de semi-conducteurs à rajouter à ce composant un transistor donnant ainsi naissance au phototransistor. Les caractéristiques sont sensiblement les mêmes que celle des photodiodes. Mais on remarque un courant beaucoup plus important. Certains photo-transistors disposent d'une troisième patte permettant d'affiner la sensibilité du capteur.



Spécifications techniques

Tension collecteur-émetteur BV_{CE0} : 30 V max.
 Tension émetteur-collecteur BV_{ECO} : 5 V max.
 Puissance dissipée max. à 25°C: 150 mW
 Température d'utilisation (à l'air libre): -55°C à +125°C
 Dimensions: $\varnothing = 4,5$ à 4,8 mm ; h = 6 mm
 photocourant: 7,0 à 22,0 mA ($H=1,5$ mW/cm²)
 $I_D = 100$ nA ($V_{CE} = 10$ V)
 angle de détection : 12°
 Référence : Honeywell SD5491-005

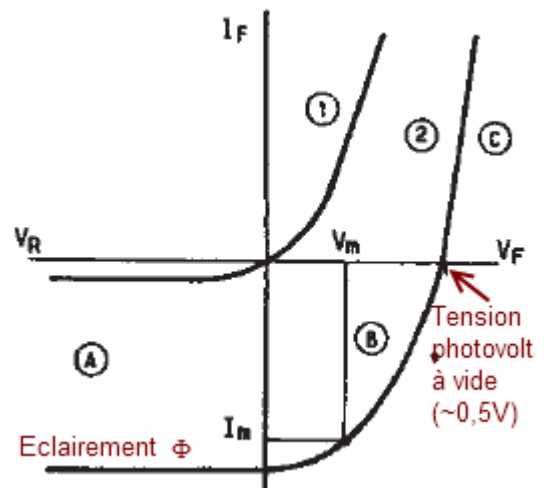
sources Catalogue Radiospares



Cellules photovoltaïques

Utilisant le principe de la photodiode, une cellule photovoltaïque (aussi appelée souvent pile solaire) se comporte comme un générateur en présence de lumière. On la distingue d'une photodiode par le fait que sa surface est nettement plus grande afin d'obtenir un courant plus important. La courbe caractéristique est la suivante :

- la courbe 1 est celle d'une cellule dans l'obscurité
- La deuxième courbe correspond à une cellule soumise à un éclairement :
 - Dans le cadran C, cette courbe ne passe plus par 0 mais par une tension photoélectrique d'environ 0,5v.
 - Dans le cadran A, un courant inverse existe, la cellule travaille en photodiode (dans la pratique ce mode de fonctionnement conduirait à la destruction de la cellule).
 - Dans le cadran B enfin, la cellule travaille en générateur d'énergie. Les valeurs V_m , I_m permettent d'obtenir une puissance maximale.



Paramètres de choix :

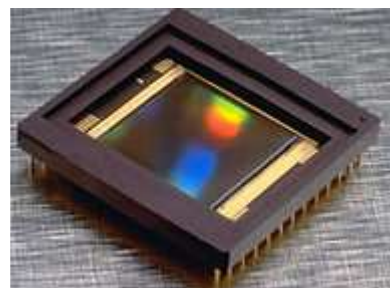
- courant de court-circuit : I_{cc}
- tension à vide : V_{co}
- courant optimal : I_m
- tension optimale : V_m
- rendement : rapport entre l'énergie solaire reçue et l'énergie électrique restituée (entre 5 et 14%)
- température limite de fonctionnement : environ 100°C

Capteurs CCD

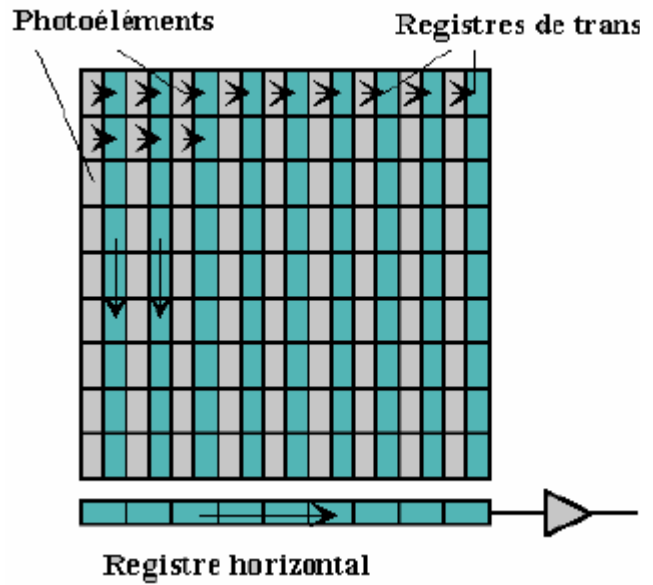
Un capteur CCD est un circuit intégré optoélectronique dont la fonction est de capter une image. Afin de récupérer cette dernière, le capteur est composé d'une matrice de capteurs optoélectronique dont chaque point de mesure est appelé pixel.

Pour reconstituer l'image, il faut scruter les pixels du capteur les uns après les autres puis les transférer vers un fil de sortie.

Dans le cas d'une image couleur,



chaque pixel est défini par l'intensité lumineuse du rouge du vert et du bleu. Il faut donc pour un même pixel trois capteurs photo électriques. La structure logique permettant le balayage des pixels en ligne et en colonne est intégré également dans le circuit. Ce type de capteurs sont mis en oeuvre dans les scanners, les caméras, les appareils photos numériques, etc...



Capteurs de température

Il existe une multitude de capteurs de température, tant par leur technique que par leurs formes. Ils sont employés dans de nombreux domaines tant industriel que domestique. Appareils électroménagers (four, réfrigérateur,...), automobile (moteur, habitacle), l'industrie de transformation (plastique, alimentaire, chimie, automobile, électronique,...) et les installations de chauffage urbain ou industriel. Comme pour les autres types de capteurs, ils peuvent être actifs ou passifs. Leur choix dépend de la précision qu'on en attend et de la gamme de température souhaitée.

Les thermocouples

Les thermocouples sont relativement peu onéreux, tout en étant précis. Ils peuvent fonctionner sur une large gamme de températures. Un thermocouple est créé lorsque deux métaux différents entrent en contact, ce qui produit, au point de contact, une faible tension en circuit ouvert qui correspond à la température. Vous pouvez utiliser cette tension thermoélectrique, communément appelée tension Seebeck, pour calculer la température. Pour de petites variations de température, la tension est approximativement linéaire.

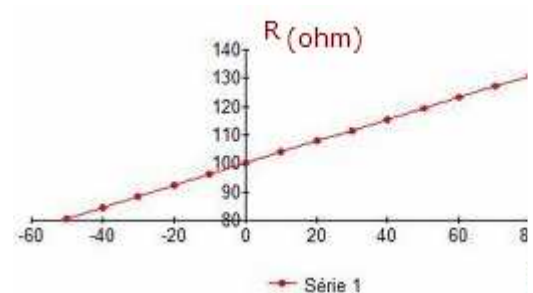
Vous pouvez choisir parmi différents types de thermocouples désignés par des lettres majuscules qui indiquent leurs compositions selon les conventions ANSI (American National Standards Institute). Parmi les types de thermocouples courants, citons les B, E, K, N, R, S et T.

Type	Métal A (+)	Métal B (-)	Limites théoriques	Coef. Seebeck α ($\mu\text{V}/^\circ\text{C}$) à $T^\circ\text{C}$	Erreur standard	Erreur Mini

B	Platine 30% Rhodium	Platine 6% Rhodium	0 à 1820°C	5,96 μ V à 600°C	0,5%	0,25%
E	Nickel 10% Chrome	Constanta n	-270 à 1000°C	58,67 μ V à 0°C	1,7% à 0,5%	1% à 0,4%
J	Fer	Constanta n	-210 à 1200°C	50,38 μ V à 0°C	2,2% à 0,75%	1,1% à 0,4%
K	Chromel	Alumel	-270 à 1372°C	39,45 μ V à 0°C	2,2% à 0,75%	1,1% à 0,2%
N	Nicrosil	Nisil	-270 à 1300°C	25,93 μ V à 0°C	2,2% à 0,75%	1,1% à 0,4%
R	Platine 13% Rhodium	Platine	-50 à 1768°C	11,36 μ V à 600°C	1,5% à 0,25%	0,6% à 0,1%
T	Cuivre	Constanta n	-270 à 400°C	38,75 μ V à 0°C	1% à 0,75%	0,5% à 0,4%

Sondes PT100

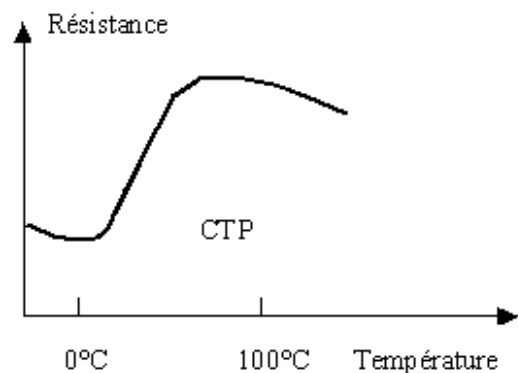
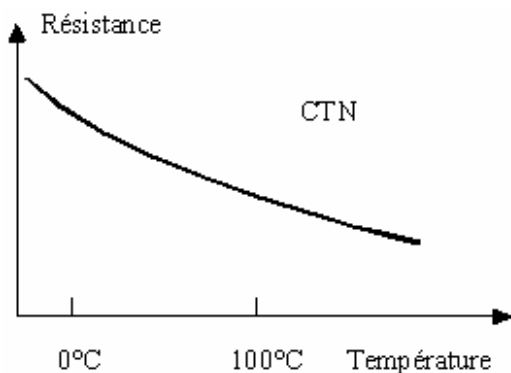
La sonde PT100 est une sonde très courante qui repose sur une variation linéaire positive de sa résistance. Son nom vient du fait qu'elle dispose d'une résistance de 100 Ω à 0°C



Thermistances

Les thermistances sont des résistances :

- dont la valeur augmente lors de l'augmentation de la température : CTP
- ou
- dont la valeur diminue lors de l'augmentation de la température : CTN



Il sont peu coûteux, précis, linéaires et leur valeur nominale est donnée pour une température de 25°C.

Les capteurs à semiconducteurs

Ils reposent sur les coefficients de température des diodes et transistors. Ce sont des capteurs dit intégrés et qui ont l'avantage que à courant constant I , la mesure de V est linéaire en fonction de la température et se présente sous la forme :

$V = aT + b$ avec a qui dépend de l'élément sensible.

Le plus courant est le LM35 ou LM335.

Extraits de la documentation du LM35 (Texas Instrument)

Typical Applications

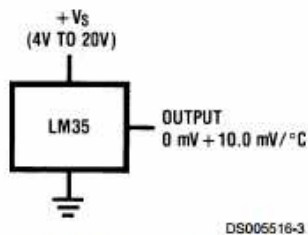
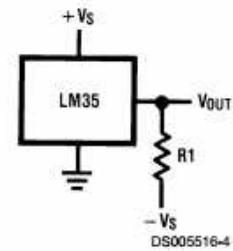
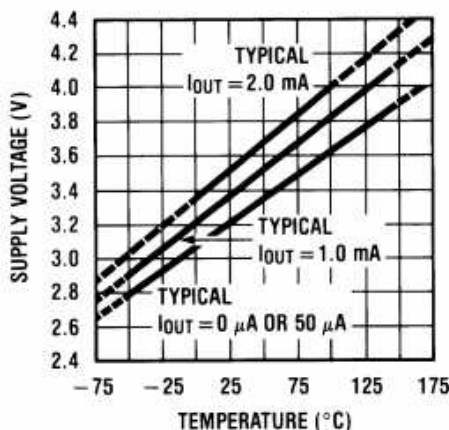


FIGURE 1. Basic Centigrade Temperature Sensor (+2°C to +150°C)



Choose $R_1 = -V_S/50 \mu A$
 $V_{OUT} = +1,500 \text{ mV at } +150^\circ C$
 $= +250 \text{ mV at } +25^\circ C$
 $= -550 \text{ mV at } -55^\circ C$

Minimum Supply Voltage vs. Temperature



Capteur par quartz

La plupart des capteurs produisent une variation de tension ou de courant (avant ou après conditionnement) en fonction de la température. Cela présente un inconvénient en terme de sensibilité au bruit électrique. Certains procédés de détection de température utilisent des quartz dont la fréquence change en fonction de la température. L'amplitude de la tension n'intervient pas dans l'information "température".