

Sortie impulsionnelle optique sur un compteur d'eau divisionnaire.

Dans les grandes surfaces de bricolage on trouve des compteurs divisionnaires très bon marché pour l'eau chaude ou froide. Une mesure simple consiste à relever la différence du compteur pendant un intervalle de temps, mais une implémentation électronique offre l'avantage des mesures numériques.

Mesurer le débit d'une installation solaire s'avère indispensable pour atteindre le rendement maximal des capteurs solaires. Bien souvent le débit du circuit primaire est trop important, il s'en suit une baisse de rendement. Dans le cas contraire, un débit insuffisant peut provoquer une température d'eau trop élevée dans les capteurs et un risque d'ébullition avec les conséquences qui en découlent : vapeur, pression, éclatement du circuit,...

La mesure de débit s'applique aussi à l'eau chaude sanitaire (ECS) et à l'eau froide sanitaire (EFS) pour suivre les consommations.



Ci-contre le compteur *Somatherm* que l'on trouve dans les grandes surfaces et dépôts de bricolage pour une vingtaine d'Euros. Le modèle « eau chaude » est donné jusqu'à 90°C de température de fonctionnement. Au-delà de cette limite, le mécanisme de comptage risque de se déformer. Il ne faut pas l'isoler de façon à ce que le mécanisme de comptage soit à l'air libre.

Documentation disponible sur le site de Somatherm

<http://somatherm.fr/pdf/rubriques/compteurs.pdf>

Le dernier chiffre en rouge correspond aux litres.

L'aiguille indique un décilitre par division, un tour donne 1 litre.

Pouvoir équiper le compteur d'une sortie d'impulsion ouvre des possibilités de mesure plus intéressantes :

- Mesurer le débit numériquement, générer des alarmes en fonction du débit.
- Asservir la vitesse d'un circulateur en fonction de la température.
- Evaluer la puissance d'un échangeur au moyen de l'écart de température.
- Totaliser l'énergie transférée.
- Visualiser un profil de consommation.

Ces compteurs sont dits à cadran sec, c'est-à-dire que le mécanisme de ce type de compteur n'est pas noyé dans le liquide. La transmission du mouvement mécanique entre les deux parties se fait par un couplage magnétique avec un aimant sur l'axe. Il n'est pas possible de récupérer le champ de cet aimant pour actionner un capteur de type ILS (interrupteur à lames souples).

Avant de détailler la modification du compteur, rappelons les différentes possibilités pour obtenir une sortie impulsionnelle. Ce type de compteur peut se trouver tout fait mais comptez environ 80 € à l'achat.

L'interrupteur à lames souples ILS (ou ampoule Reed) :

Pour récupérer des impulsions il faut se servir de la flèche à droite du cadran qui fait un tour par litre. En collant un aimant sur cette aiguille, sa rotation entrainera la fermeture du contact ILS.

On trouve des ILS dans les applications d'alarme mais leur sensibilité varie en fonction du type d'aimant suivant l'orientation du champ magnétique et de sa force. En s'usant un ILS peut provoquer des rebonds au moment des transitions, ceci arrive fréquemment si l'ampoule de verre est fissurée au niveau des connections de sorties.

Les aimants de petite taille se récupèrent facilement en démontant des oreillettes de baladeurs ou de téléphone mobile. Le champ de ces aimants est axial, les pôles sont au niveau des deux faces de la pastille. Pour l'orientation optimale de l'ampoule ILS sera colinéaire au champ de l'aimant.

Exemple de modification :

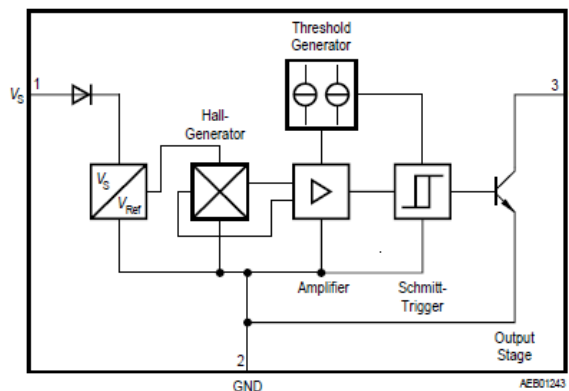
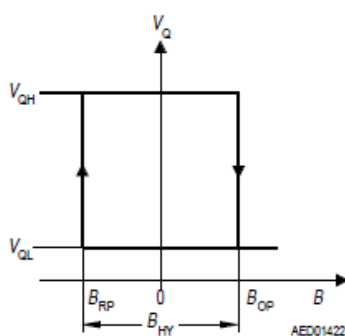
http://www.macoda.com/index.php/Montage:Compteur_eau_DS2423

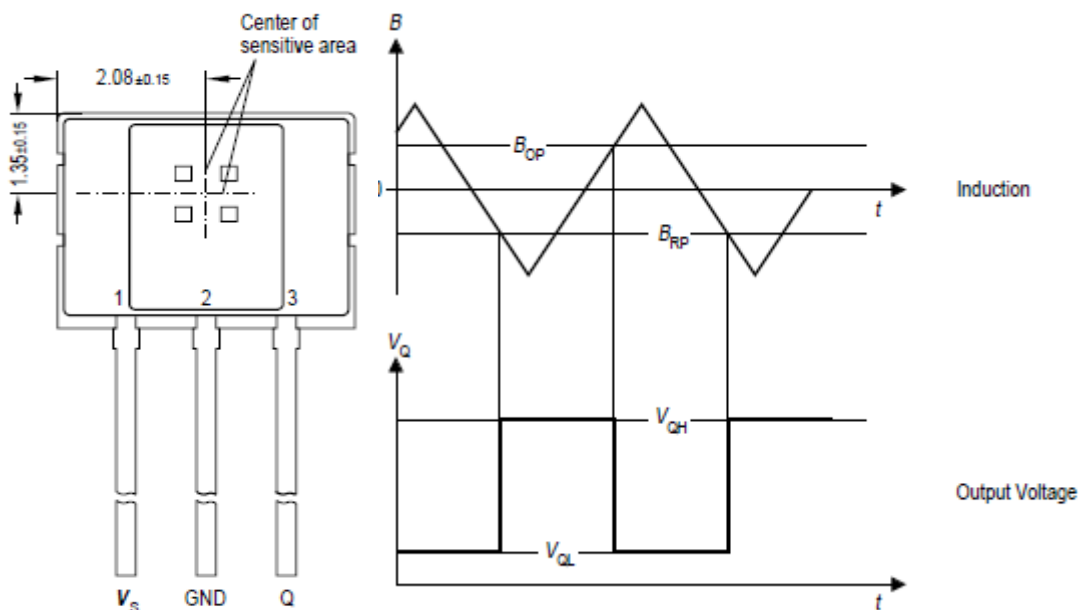
Le capteur à effet Hall :

Une autre approche plus fiable serait de mettre en œuvre un capteur bipolaire à effet Hall. Ce type de capteur sensible au champ magnétique change d'état seulement si le signe du champ s'inverse (passage d'une transition d'un pôle à l'autre). Ainsi, le risque de rebonds est complètement éliminé quand le champ décroît à zéro.

Un exemple de ce genre de capteur est le TLE4935L fabriqué par Infineon (anciennement Siemens). Ce type de capteur se trouve que dans l'industrie professionnelle de l'automobile.

Bipolar Type TLE 4935





Ce capteur s'alimente de 3,8 V à 24 V et consomme moins de 6 mA.

La sortie est de type collecteur ouvert et supporte 50 mA sous 30V.

Il suffit de l'alimenter sous 5V et de mettre une résistance de charge de 1 kOhms pour l'exploiter simplement.

Cette approche permet un fonctionnement très fiable, insensible à la poussière et en présence de liquides.

La fourche optique :

Une autre possibilité pour obtenir des impulsions consiste à exploiter la petite roue crantée qui est couplée directement à la roue à aube interne.

Celle-ci possède six crans et fait 42 tours par litre sur le modèle de *Somatherm*.

On obtient ainsi 252 impulsions par litre.

Cette constante varie suivant les fabricants, mais cette solution apporte une meilleure résolution pour les faibles débits.

En effet, la mesure simple de débit consiste à compter le nombre d'impulsion pendant un intervalle de temps. Cette méthode impose d'attendre un certain temps de mesure.

Ou bien, si l'on a moyen de calculer un inverse, il suffit de mesurer le temps entre deux impulsions et prendre l'inverse de cette mesure pour avoir de débit.

Avec la mesure pendant un intervalle de temps, à 252 imp / litre et pour une résolution de 1 litre par heure, cela donne :

252 imp / l / h soit **0,07 imp / l / s** en divisant par 3600

ou encore en prenant l'inverse de 0,07, **pour une période de comptage bien définie de 14,286 s cela donnera un nombre d'impulsion direct en litre par heure :**

Une impulsion pour 1 litre par heure sur un intervalle de comptage de 14,286 s.

Dans mon application, pour actualiser l'affichage plus fréquemment, le temps d'intervalle est divisé par 2 soit 7,143 s, puis le résultat est multiplié par 2.

Par exemple :

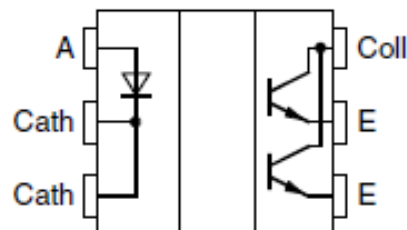
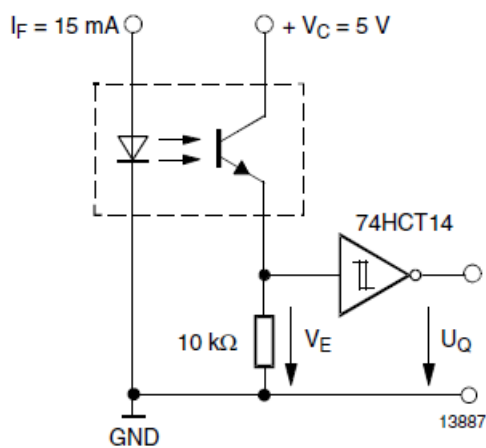
Pour 350 l/h on a 24.5 imp/s (Hz). Et sur une période de 14,286 s on aura comté 350 impulsions pour l'affichage en direct.

Pour une capacité maximale de lecture de 1,5 m³ /h nous aurons 1500 impulsions sur la période de comptage.

La fourche optique est du type simple ou double photo transistor (un seul n'est utilisé). Types Vishay TCUT1200 ou Kingbright KRB014. On peut aussi essayer avec des fourches optique de souris à bille.

Le transfert en courant est médiocre entre la LED et le phototransistor, si bien qu'il faut faire passer 10 mA dans le LED en comptant 1,3 V de tension directe pour environ 1 mA de courant de saturation du phototransistor.

Ci-dessous un schéma d'application de la datasheet de Vishay du TCUT1200

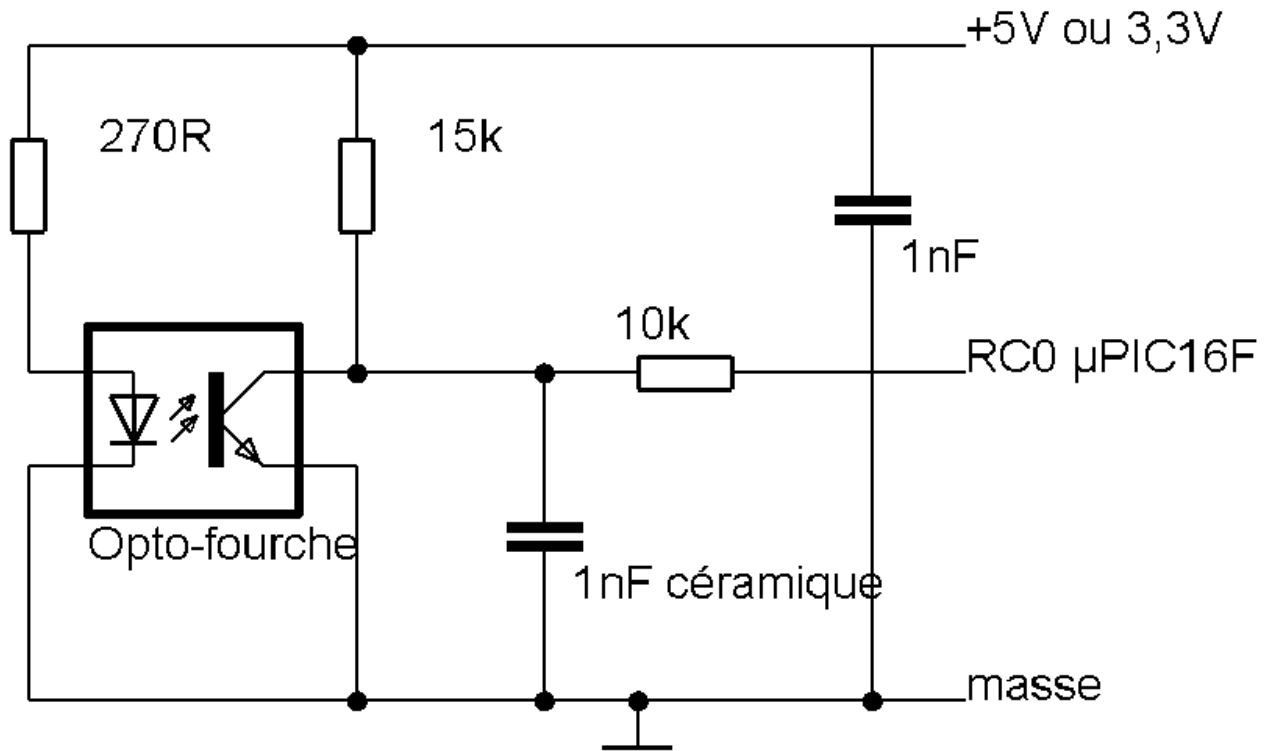


Exemple de schéma pour l'interfacer à un microcontrôleur :

La masse est commune entre la cathode de la LED et l'émetteur.

La résistance de 10k et la capacité de 1 nF ainsi que la charge de 15k sont placées près du microcontrôleur pour protéger ce dernier des décharges électrostatique et des perturbations électromagnétiques.

La LED est alimentée à travers une résistance de 270 Ohms pour 10 à 15 mA environ.



Pour le câblage sur un Automate CROUZET M3 :

Prenez garde au temps de cycle qui varie entre 6 et 90 ms. L'automate risque de rater des impulsions si la fourche optique est sur la molette.

Il est préférable dans ce cas de prendre l'aiguille qui fait un tour par litre et de compter pendant une minute puis de multiplier le comptage par 60 pour avoir des l / h.

On peut faire un montage en collant un secteur opaque et une fourche optique ou bien un couple aimant / ILS.

Les entrées du M3 sont vues comme des résistances à la masse de 2,7k (modèle 12Vdc) à 7,4k (modèle 24Vdc), voir plus pour les modèles 230Vac.

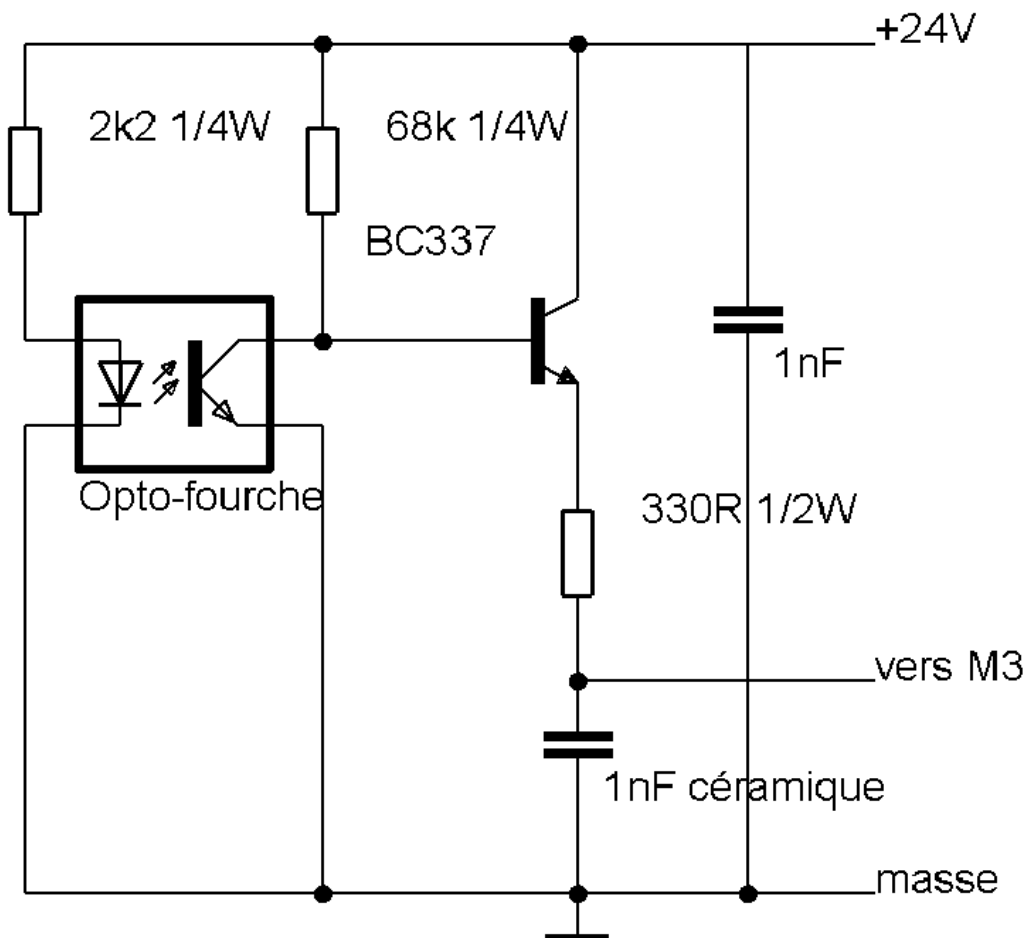
Il faut ajouter un transistor pour amplifier le courant.

Le transistor NPN est quelconque : BC337 ou 2N2222

La résistance en série avec l'émetteur protège le transistor d'un court-circuit éventuel en aval.

Les capacités céramiques (valeur autour du nF) empêchent le transistor de détecter les hautes fréquences de type GSM et protègent des parasites de commutation.

Il est conseillé de localiser ce montage près du compteur pour minimiser la liaison du phototransistor qui est à haute impédance.

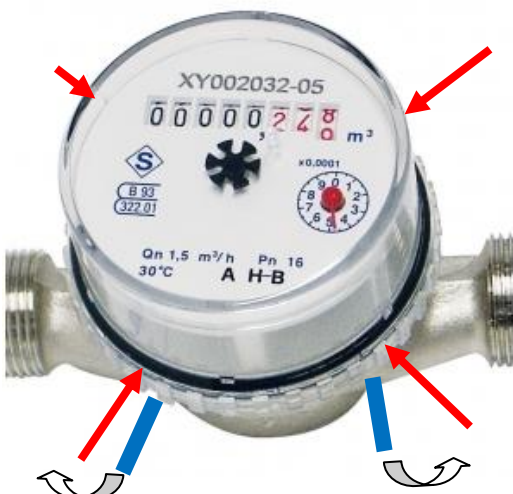


Modifications du compteur :

Le capot transparent est clipé sur le corps en laiton. Il est retenu par quatre nez que l'on peut à peine discerner (flèches rouges). Il faut le repérer avec un loupe dans le plan de joint. La force de rétention est très solide au risque de casser le couvercle.

Il est conseillé de préchauffer le corps en laiton à l'air chaud à 100°C avec un sèche-cheveux. Cela assouplit le plastique.

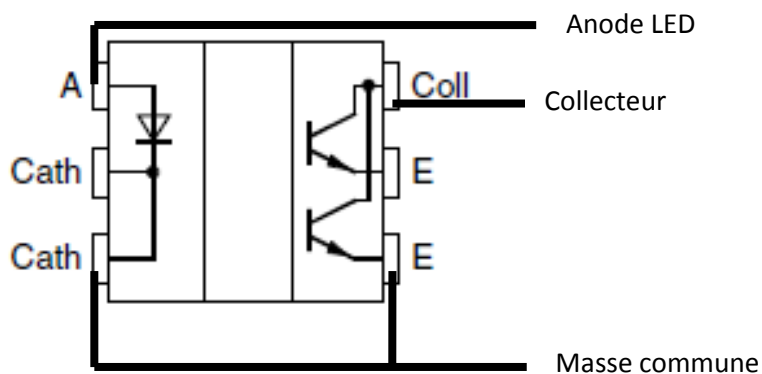
Faire levier avec 2 tournevis plat de 4 à 5 mm de large (traits bleus). Attention de ne pas se blesser en l'ouvrant. S'appuyer sur une table contre un chiffon



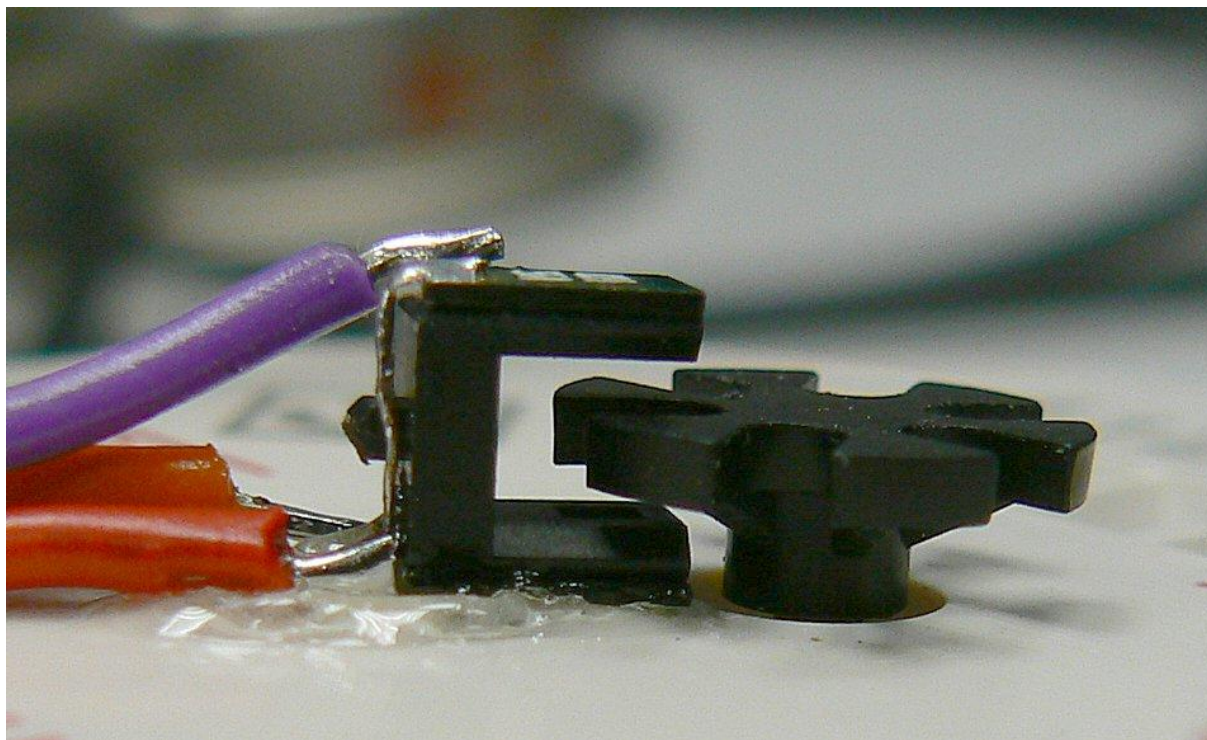
Le mécanisme est simplement posé dedans.
Le couplage interne / externe se fait par une cloche aimantée au bout de l'axe. Ce dispositif assure la transmission du mouvement et l'étanchéité parfaite et l'orientation possible du cadran à 360°.



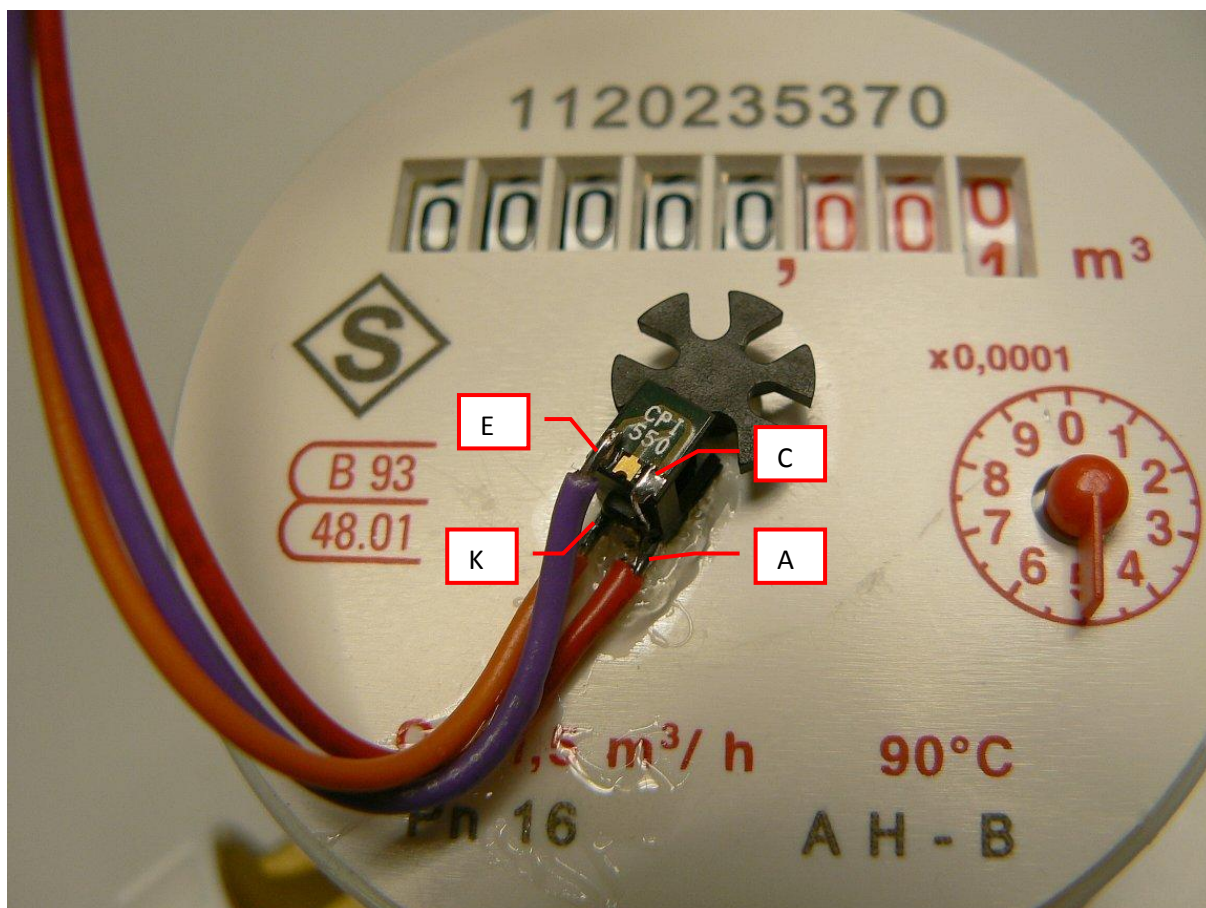
La fourche optique doit être préalablement câblée avec du fil fin.
Relier la cathode à l'émetteur pour la masse.
Relier un fil à l'anode de la LED.
Relier le collecteur.



Sur les photos ci-dessous, le câblage a été inversé pour mon application : anode et collecteur en commun sur le fil rouge.



L'ensemble est collé à la colle bi-composante à prise rapide.



La fourche optique est alignée sur le rayon de l'axe



Un trou de 10 mm est percé dans le capot pour le passage des fils. Le percer par diamètre successifs pour éviter d'éclater le plastique.

On pourrait y mettre un presse étoupe en veillant à l'espace disponible.

Prendre la précaution de remettre le joint dans le couvercle.

Le compteur est refermé en clipant de force le capot, bien s'assurer de la mise en place du mécanisme pendant cette opération.

Faire des essais en soufflant dedans pour faire tourner le mécanisme.

Essayer aussi en fonction de la position cadran vers le bas ou vers le haut.

Jean-Matthieu STRICKER
Ingénieur INSA Génie Electrique

Pour ce sujet de discussion, voici le lien vers le forum de l'APPER Solaire :

<http://forum.apper-solaire.org/viewtopic.php?t=7542&start=15>

2^e édition du 14 mai 2013

Publié sur le site de l'APPER Solaire

Diffusion ou reproduction interdite sans accord de l'auteur : F5RCT.JM)à(gmail.com
L'auteur dispose de quelques fourches optique veuillez le contacter par mail.

Annexe :

Mesure de puissance instantanée et énergie en KWh :

Energie :

Il faut 1,164 W/h pour élever 1 litre d'eau de 1°C.

$$E \text{ [Wh]} = V \text{ [litre]} \times dT \text{ [K]} \times 1,164$$

Avec **V** le volume et **dT** écart de température

Puissance instantanée :

En remplaçant le volume par le débit 'd' on obtient la puissance instantanée :

$$P \text{ [W]} = V \text{ [litre/h]} \times dT \text{ [K]} \times 1,164 \text{ pour un débit en litre par heure}$$

Ou

$$P \text{ [W]} = V \text{ [litre/min]} \times dT \text{ [K]} \times 69.8 \text{ pour un débit en litre par minute}$$

Cela vient de la formule :

$$P = (T1-T2) \times \text{chaleur massique du caloporteur} \times \text{débit}$$

Si T est la période de d'échantillonnage en secondes par rapport à une heure nous aurons à faire la somme de chaque échantillon.

$$E \text{ [Wh]} = \text{SOMME} (d \text{ [litre/h]} \times dT \text{ [K]} \times 1,164 \times T / 3600)$$

Infos :

- Compteur économique à impulsions : (signalé par « Pf26 » sur le forum)
http://www.evola.fr/product_info.php/capteur-debit-deau-g34-p-350