

Manipulations mettant en œuvre capteurs et actionneurs

par P. GRÜN
Lycée Louis Vincent - 57000 Metz
(en collaboration avec J.-P. LAINE)

Buts

- Mettre en œuvre, dans des manipulations plus élaborées, un certain nombre de capteurs (température, niveau, pH...) et d'actionneurs (pompe, électrovanne, systèmes à base de transistors, triacs, etc...).
- Gérer la communication en entrée/sortie entre le système «extérieur» et l'ordinateur, via une interface.
- Réaliser la gestion des opérations et des mesures par programme.
- Exploiter les résultats en utilisant par exemple un tableur/grapheur.

Problèmes à résoudre

- Choix du matériel et son adaptation au type d'interface utilisée.
- Maîtrise d'un langage de programmation.

Les solutions proposées ci-après ne sont que des exemples (manipulations testées) et pourront être adaptées (et certainement améliorées) en fonction du matériel et du langage de programmation utilisé par chacun.

Au Lycée Louis Vincent :

- Interface «ORPHY GTS» et capteurs adaptés (distribué par MECACEL),
- Langage «QBASIC» livré avec le système DOS (MICROSOFT) ou PASCAL (BORLAND).

1. MONTAGE «COMPTE-GOUTTES» + MESURE DE pH

Voir le schéma de principe du dispositif en annexe.

Remarque : Les différents «modules» utilisés dans ce système ont été mis en œuvre par les élèves au cours de manipulations antérieures, de même qu'ils connaissent quelques rudiments de programmation (structure de boucle ou conditionnelle) leur permettant, non pas d'écrire la totalité du programme, mais au moins d'en comprendre les structures essentielles.

But : Étudier et mettre en œuvre les différents éléments permettant de réaliser ici une unité de dosage «automatisée» ceci afin de mieux comprendre le fonctionnement d'appareils tels qu'un pH-mètre ou une burette automatique ainsi que la communication «série» avec l'ordinateur.

Remarque : Se rapporter à la documentation de l'interface «ORPHY» pour ce qui concerne la syntaxe des commandes spécifiques aux différentes entrée et sortie.

1.1. Module «détection»

But : Compter des gouttes de liquide passant devant un faisceau (visible ou IR).

A la place du système «classique» photodiode/phototransistor, on utilise ici (à titre de démonstration) une diode laser émissive et un détecteur passif à photorésistance (LDR).

Principe : Détecter les variations de tension aux bornes de la photorésistance et les comptabiliser si elles dépassent un certain seuil.

Montage : La LDR (munie d'un cache) est montée en série avec une résistance de 10 k Ω .

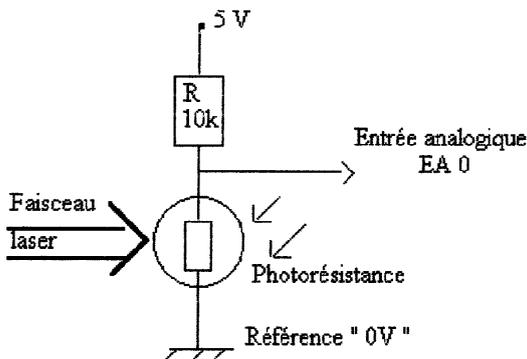


Schéma de détail du détecteur optique.

La tension aux bornes de la LDR est envoyée sur une des entrées analogiques d'ORPHY (EA 0).

Le sous-programme correspondant permet la comptabilisation du nombre d'obturations du faisceau correspondant au nombre de fois où la tension a dépassé un certain seuil déterminé au préalable.

Remarque :

1) Le système de goutte à goutte peut être réalisé de façon «artisanale» avec une pissette plastique de volume 1 litre environ, retournée et sur laquelle on adapte un tube souple qui permettra ensuite d'utiliser l'électrovanne à pincement. Il peut s'avérer nécessaire de placer en bout du tube une «perte de charge» (tube en verre effilé) pour obtenir des gouttes de taille correcte d'autre part, un volume de liquide assez grand doit être placé dans le réservoir pour n'avoir qu'un minimum de variation de pression hydrostatique entre le début et la fin du comptage.

2) Un autre sous-programme sert à déterminer le volume moyen d'une goutte en demandant à l'utilisateur d'indiquer le volume correspondant à un nombre donné de gouttes.

2. MODULE COMMANDE D'ACTIONNEUR

L'électrovanne à pincement, commandée par programme via l'interface «ORPHY», nécessite, de part sa consommation en courant et les effets inductifs dus à l'électroaimant, l'utilisation d'un optocoupleur associé à un transistor (voir en annexe le détail du schéma de la maquette utilisée).

Principe : Enclencher la vanne (ouverture) pour permettre l'écoulement d'un volume donné de liquide et la déclencher (fermeture) pour permettre par exemple d'homogénéiser la solution (cas d'un dosage).

La commande se fait par l'intermédiaire de la sortie binaire (SB) d'ORPHY.

3. MODULE CAPTEUR

Différents capteurs peuvent être utilisés selon la vocation du dispositif (température, niveau). Dans le but de réaliser ici un dosage acide/base, on met en jeu une sonde de pH sous forme d'une électrode combinée.

La tension délivrée par cette électrode est mesurée sur une des entrées analogiques d'ORPHY et convertie en valeur de pH.

L'acquisition est déclenchée à intervalle de volume constant (nombre de gouttes comptées).

4. LE PROGRAMME

Il permet de guider l'utilisateur dans la mise au point et l'étalonnage des différents modules : sensibilité du détecteur, mesure du volume des gouttes, étalonnage de la sonde de pH. Il gère les entrées/sorties via l'interface et permet en outre une sauvegarde des mesures dans un fichier au format «REGRESSI» ce qui autorise de façon simple l'exploitation des résultats et la visualisation de la courbe de dosage.

Annexe

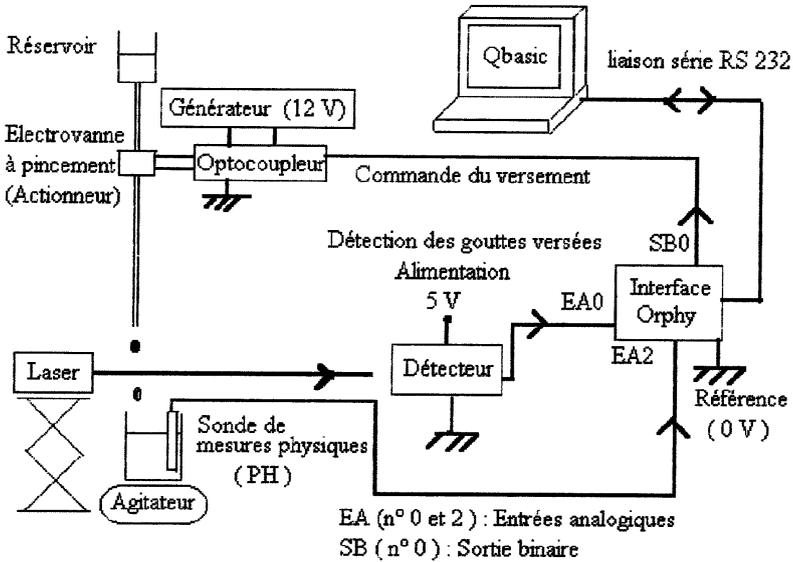


Schéma de principe du montage «compte-gouttes».

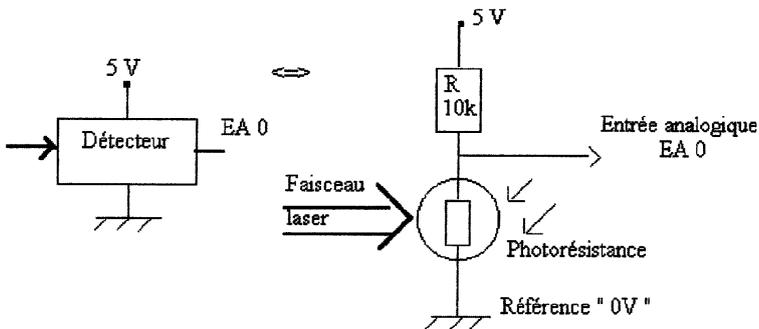


Schéma de détail du détecteur optique.

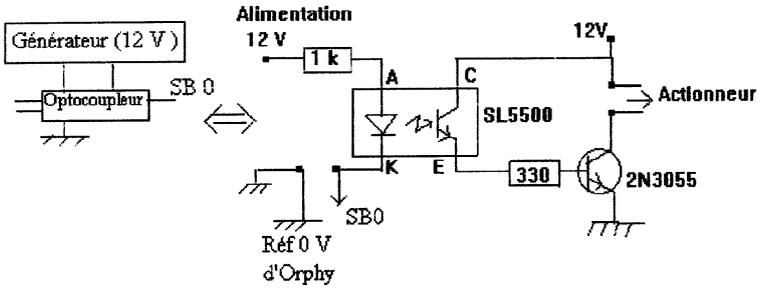
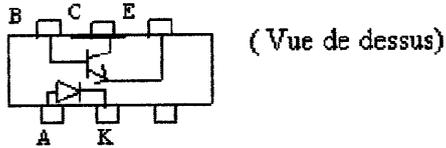


Schéma de détail de la maquette pour commande d'actionneur avec optocouplage.



Brochage de l'optocoupleur (SL 5500 ou TIL 111).

```

'fichier compt_op.bas
'comptage du nombre de passages devant une LDR par detection de la hausse
'de tension à ses bornes injectée sur l'entrée analogique EA 0 de la prise A
'd'Orphy          LDR + 10 kOhm alimentées en 5 V
CLS
OPEN "com1:9600,H,8,1,rs,cs0,ds0,cd0" FOR RANDOM AS #1

'boucle de demande de Useuil
DO
  LOCATE 1, 1
  PRINT "Comptage optique d'un nombre de passages devant une LDR"
  PRINT "A partir de quelle tension de seuil Useuil "
  INPUT "voulez vous enregistrer le passage ? (0 V < Useuil < 5 V) ", Useuil
  CLS
LOOP UNTIL (Useuil > 0) AND (Useuil < 5)
PRINT
PRINT "Passez un nombre voulu de fois votre main devant la LDR"
PRINT "Tapez une touche pour lire le nombre de passages"
PRINT "( q pour quitter)"

DO
  compteur% = 0
  touches$ = ""
  DO WHILE (touches$ = "") AND (touches <> "q")

    DO WHILE touches$ <> "q" AND touches = "" 'boucle de lecture et de
      PRINT #1, "XEA 0" 'comparaison de Uappliq
      INPUT #1, R 'à Useuil
      Uappliq = R * 5 / 255 '(detection d'1 passage)
      IF Uappliq > Useuil THEN
        compteur% = compteur% + 1
      EXIT DO
    END IF
    touches$ = INKEY$
  LOOP

  DO WHILE Uappliq > Useuil AND touches$ <> "q" 'boucle d'attente de retour
    PRINT #1, "XEA 0" 'de Uappliq sous Useuil
    INPUT #1, R '(pour lire un seul passage
    Uappliq = R * 5 / 255 'par depassement de seuil)
  LOOP

  LOOP
  IF touches$ = "q" THEN
    EXIT DO 'sortie de boucle et fin
  ELSE
    LOCATE 10, 10
    PRINT USING "nombre de passages détectés: #### "; compteur%
  END IF
LOOP

CLOSE 1
CLS
END 'Auteur: Grun Philippe IESP Lycée Louis Vincent Metz

```