

## Chapitre 21 – Interface d'entrée et interface de sortie

### Signaux d'entrée

Pour qu'Arduino puisse gérer la circulation des trains sur un réseau, il faut disposer des capteurs sur celui-ci pour repérer la position des trains ou bien l'occupation des différents cantons. On peut bien sûr faire appel à du matériel du commerce, comme par exemple une carte de détection d'occupation de cantons. Hélas, les signaux délivrés par la carte ne sont pas toujours adaptés à Arduino qui travaille en 5V.

Il faut donc prévoir une interface pour mettre les signaux des capteurs en adéquation avec Arduino. C'est souvent un problème de tensions qu'il faut adapter et la solution la plus simple passe par le **coupleur optique** encore appelé **photocoupleur** ou **optocoupleur**. Le principe est simple : dans un boîtier cohabitent une LED et un phototransistor qui est passant lorsqu'il est éclairé par la LED. Le signal sortant du capteur permet d'allumer la LED, ce qui rend le phototransistor passant, agissant ainsi comme un interrupteur commandé par la lumière.

La figure 21.1 montre le montage à réaliser. Pour démontrer comment utiliser le photocoupleur, nous avons remplacé le capteur par une pile 9 V et un interrupteur ou un bouton poussoir ; à la sortie de celui-ci, nous obtenons du 9 V, tension trop élevée pour être injectée sur le module Arduino Uno. Cette tension va permettre d'éclairer la LED comme nous avons appris à le faire dans le chapitre 4 ; il suffit de calculer la résistance pour que le courant traversant la LED soit de l'ordre de 20 mA. Côté Arduino, le phototransistor est associé à une résistance de pull-up qui tire la tension à 5 V (HIGH) tant que le phototransistor n'est pas passant. Lorsque le phototransistor est éclairé par la LED, il devient passant et Arduino voit un signal LOW sur son entrée numérique.

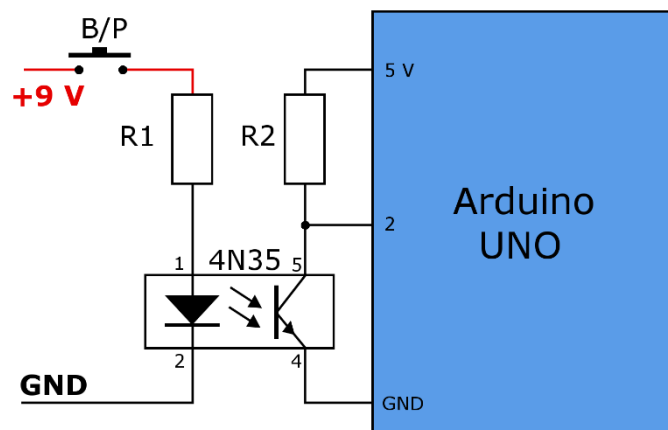


Figure 21. 1

L'avantage de ce système est qu'il assure une **isolation galvanique** entre le capteur et le module Arduino ; entre les deux ne passe que de la lumière.

La figure 21.2 montre le montage de la figure 21.1 sur une platine d'essai ; nous utilisons un bouton poussoir, un photocoupleur 4N35 et deux résistances, R1 pour limiter l'intensité du courant traversant la LED et R2 comme résistance de pull-up qu'on choisira égale à 10 kOhms.

**Attention** : sur ce montage, nous avons deux lignes d'alimentation, celle du dessus en 5 V alimentée par le module Uno (orange = 5 V, bleu = GND du module) et celle du dessous alimentée en 9 V par la pile (rouge = 9 V, noir = borne moins de la pile).

Le calcul de R1 est classique :

$$R1 = (V_{\text{signal}} - 1,7) / 0,020$$

Ici,  $V_{\text{signal}}$  vaut 9 V.

$R1 = 365 \text{ Ohms}$  (on prendra la valeur juste au-dessus, soit 470 Ohms)

La puissance que doit dissiper la résistance R1 est  $P = U \times I = (9 - 1,7) \times 0,020 = 0,146 \text{ W}$  (une résistance quart de Watt est donc bien suffisante)

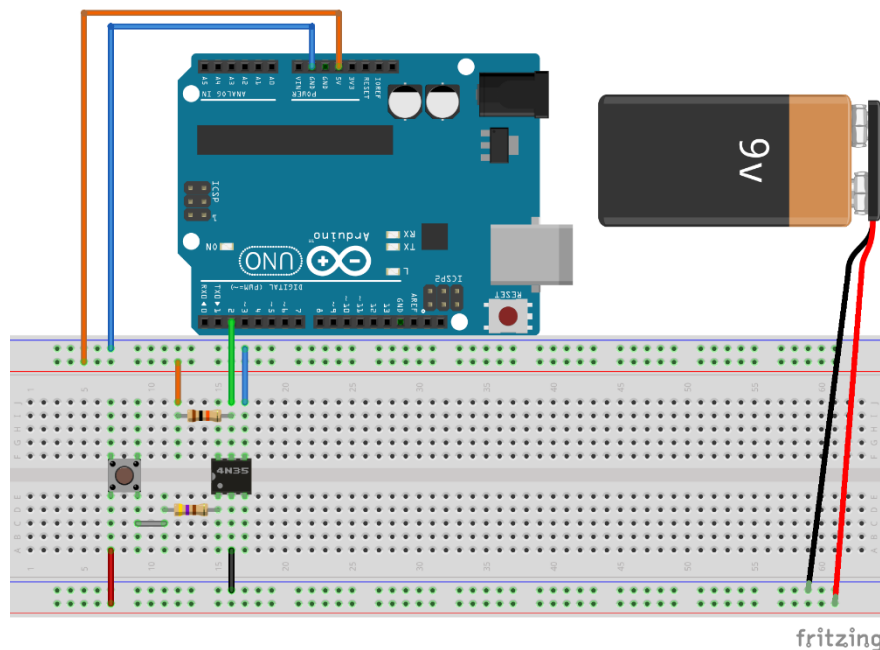


Figure 21. 2

Pour faire fonctionner le montage, on peut reprendre le programme « Button » donné dans les exemples de l'IDE.

Fichier > Exemples > 02.Digital > Button

L'entrée d'Arduino à utiliser est l'entrée 2. En appuyant sur le B/P, la LED du photocoupleur est allumée et le phototransistor est passant ; Arduino voit un signal LOW sur son entrée, ce qui éteint la LED du module reliée à la sortie 13.

### Signaux de sortie

En général, les signaux de sortie délivrés par Arduino ont simplement besoin d'être amplifiés pour actionner un élément sur le réseau (moteur, relais, etc.). On peut le faire avec des transistors ou bien avec un circuit ULN2803.

Si on utilise un transistor, ce peut être un transistor bipolaire, ou un transistor à effet de champ ou encore un transistor de puissance, selon la charge à commander.

La figure 21.3 montre comment commander un relais par une sortie d'Arduino (ou encore une sortie du microcontrôleur).

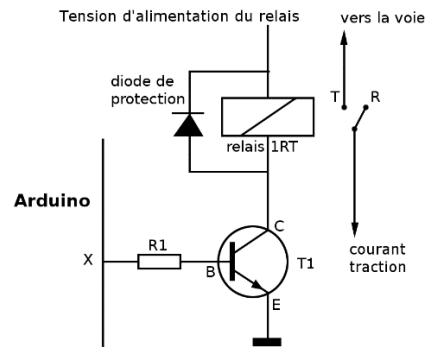


Figure 21. 3

Ce montage est extrêmement intéressant puisqu'il permet d'envoyer le courant traction ou non vers un élément de voie. De plus, il réalise une isolation galvanique entre les courants de commande (Arduino et relais) et le courant traction sur la voie. On remarquera la diode de roue libre aux bornes du relais.

Si nous avons plusieurs relais à commander, il est beaucoup plus intéressant de faire appel à un circuit intégré contenant en son sein plusieurs transistors, tel que l'ULN2803. La figure 21.4 montre comment monter ce CI sur les sorties d'Arduino.

Le brochage du circuit ULN2803 est très simple : la masse se connecte à la broche 9 et la tension positive d'alimentation des relais se connecte à la broche 10. Les broches 1 à 8 sont les entrées et juste en face se trouvent les sorties (broches 18 à 11). Les diodes de roue libre sont déjà incluses dans le CI et n'ont pas à être rajoutées. Pour que le bobinage du relais soit alimenté, il faut que la sortie de l'ULN2803 soit à l'état bas, donc que son entrée soit à l'état haut puisque le transistor agit en inverseur (voir le petit rond caractéristique des inverseurs sur le schéma).

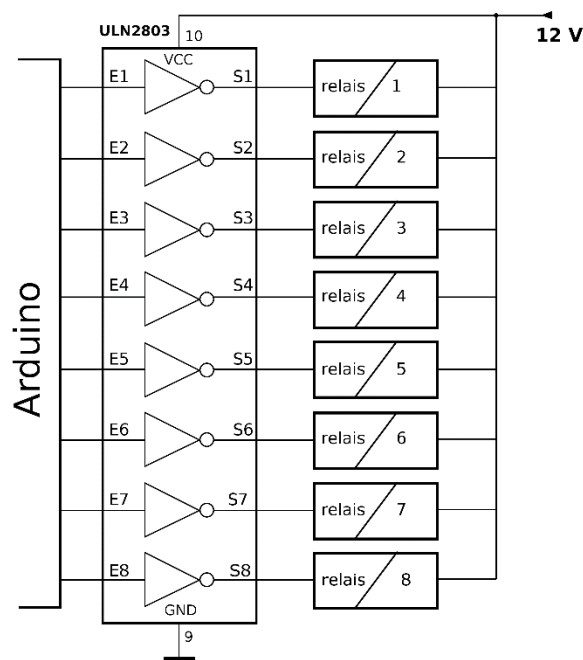


Figure 21. 4

Chaque sortie de l'ULN2803 peut délivrer 500 mA ce qui est souvent suffisant pour commander des petits relais 12 V.

On peut aussi utiliser un photocoupleur si on doit réaliser une isolation galvanique entre le module et l'élément à actionner. Dans ce cas, il faut considérer le courant que peut passer le phototransistor : pour un 4N35, ce courant n'est que de 100 mA (150 mA pour le CNY17).

La figure 21.5 montre le schéma à réaliser pour actionner une LED, mais le principe reste le même pour un relais ou un moteur.

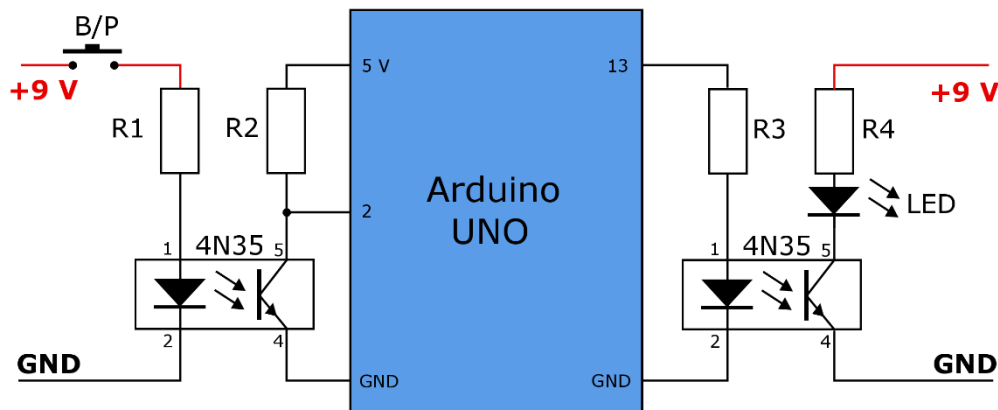


Figure 21. 5

La figure 21.6 montre le schéma à réaliser sur une platine d'essai ; elle complète le schéma de la figure 21.1 en rajoutant une deuxième LED sur la sortie 13, commandée par un deuxième photocoupleur 4N35. La résistance R3 vaut 165 Ohms et on prendra la valeur juste au-dessus soit 220 Ohms (le calcul est identique à celui de R1 avec une tension de 5 V au lieu de 9).

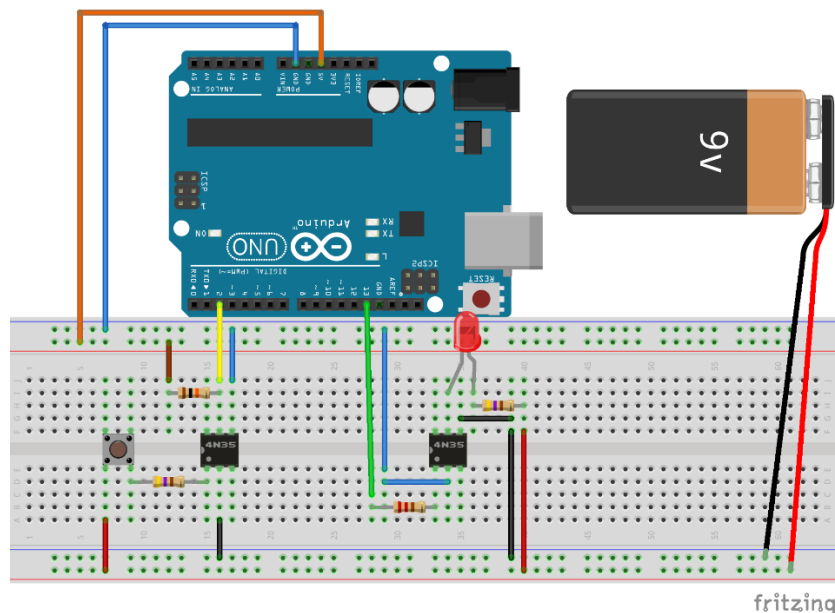


Figure 21. 6

Le programme quant à lui reste le même puisque la LED du photocoupleur est aussi branchée sur la sortie 13, ce dernier commandant le LED rouge qui reste électriquement isolée du module.

La figure 35 montre le brochage du photocoupleur 4N35.

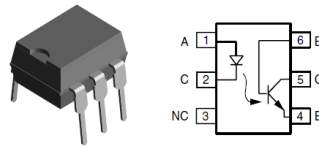


Figure 21. 7

Il existe aussi des photocoupleurs à sortie par triac, avec trigger de Schmitt pour circuits TTL ou CMOS, à transistor Darlington et aussi des photocoupleurs à deux LED montées tête-bêche capable de traiter des signaux d'entrée alternatifs. On trouve aussi des boîtiers à 8 broches renfermant deux photocoupleurs.

À retenir sur les interfaces des signaux d'entrée ou de sortie :

- Les signaux des capteurs qui ne sont pas en 5 V doivent être adaptés pour être compatibles avec les spécificités du module Arduino.
- On utilise pour cela des photocoupleurs qui sont l'association dans un même boîtier d'une LED et d'un phototransistor.
- Le phototransistor est passant lorsqu'il est éclairé.
- Le photocoupleur réalise une isolation galvanique entre capteur et module Arduino.
- Le photocoupleur peut être utilisé aussi bien en entrée qu'en sortie du module.
- Il faut bien sûr prendre en considération le courant maximum que peut passer le phototransistor.
- Les signaux de sortie peuvent être amplifiés par des transistors ou des circuits intégrés réunissant plusieurs transistors comme le CI ULN2803.