

1. Tracker solaire

Un tracker solaire maintient un panneau solaire constamment face au soleil afin d'optimiser le rendement du panneau.

Le tracker solaire fonctionne sur le principe de captation des rayons solaires au foyer de la lentille de Fresnel. Le positionnement du tracker par rapport au soleil doit être effectué avec un maximum de précision, afin d'assurer son bon fonctionnement.

L'étude porte sur le principe de l'alignement solaire du tracker.



Figure 1 : tracker solaire

2. Étude du capteur solaire

L'alignement au soleil est assuré par le capteur solaire ECHYHOME connecté à un Arduino Mega. Ce système doit permettre de corriger l'orientation du tracker par rapport au soleil.

À partir de la caractéristique de la photodiode (voir DT3) :

Q1 : Indiquer les grandeurs d'entrée et de sortie du capteur.

- Grandeur d'entrée :
- Grandeur de sortie :

Q2 : Indiquer le type du capteur (analogique, numérique, TOR).

Q3 : Indiquer la plage de valeurs du signal en sortie de la photodiode sachant que l'éclairement maximal au soleil est de 100 000 lux.

Les photodiodes 1, 2, 3 et 4 sont connectées respectivement aux broches A1, A2, A3 et A4 (voir DT2).

Q4 : Indiquer le type de la broche A1.

Q5 : Indiquer la plage de valeur du signal acceptée sur ce type de broche.

On donne 50 000 lux pour un éclairement maximal pour chaque photodiode du tracker (voir DT3).

Q6 : Relever l'intensité électrique fournie par chaque photodiode.

Q7 : Représenter, sur la figure 2, par une flèche la tension V_{ARD} aux bornes de R1 (1kΩ), tension que l'on retrouvera au niveau de l'entrée A1.

Q8 : Calculer la tension V_{ARD} aux bornes de l'entrée A1 pour un éclairement maximal. On considère que l'intensité consommée par A1 est négligeable.

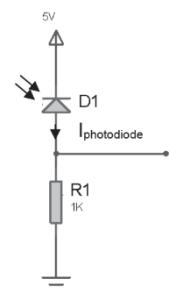


Figure 2 : montage photodiode

3. Etude du CAN

Le microcontrôleur de la carte Arduino est équipé d'un CAN qui convertit un signal analogique en un signal numérique (voir DT2).

Q9 : Indiquer ce que signifie C.A.N.

Q10 : Relever le nombre de bits du mot numérique en sortie du CAN de l'Arduino Mega.

Q11 : En déduire le nombre de valeurs que pourra délivrer le CAN ainsi que la valeur minimale et la valeur maximale en sortie du CAN.

Q12 : Calculer la plus petite tension mesurable (quantum) du CAN de l'Arduino Méga.

Pour un éclairement maximal, on considère que l'on a une tension en entrée de l'Arduino $V_{ARD} = 450 \text{ mV}$.

Q13 : Calculer la valeur du mot numérique en sortie du CAN en décimal. Arrondir à l'entier supérieur.

Q14 : Convertir cette valeur en format binaire.

Le tracker sera actionné pour s'aligner face au soleil dès que l'inclinaison du soleil et la Normale formeront l'angle $\alpha_{LIMIT} = 0,05^\circ$ (voir DT1).

Les photodiodes 1, 2, 3 et 4 sont connectées respectivement aux broches A1, A2, A3 et A4.

Les entrées A1, A2, A3 et A4 fourniront un mot numérique équivalent à la tension lue en sortie des photodiodes.

Le mot numérique sera stocké respectivement dans les variables Ph1, Ph2, Ph3 et Ph4.

L'angle $\alpha_{LIMIT} = 0,05^\circ$ sera équivalent à un mot numérique N.

- Si la différence entre Ph1 et Ph2 est égale à N, alors le tracker se déplacera en azimut jusqu'à ce que Ph1 soit égal à Ph2.
- Si la différence entre Ph3 et Ph4 est égale à N, alors le tracker se déplacera en hauteur jusqu'à ce que Ph3 soit égal à Ph4.

Q15 : Compléter l'algorithme (DR1) qui permet de déplacer le tracker en azimut et en hauteur.

La résolution du CAN de l'Arduino Méga permet de détecter une variation de la distance minimale de l'ombre portée du soleil sur une photodiode $d_{MIN} = 10\mu\text{m}$. Le système est conçu pour déplacer le tracker dès que l'angle limite $\alpha_{LIMIT} = 0,05^\circ$ est mesuré (voir DT1).

Q16 : Calculer la distance d_{LIMIT} équivalente à l'angle α_{LIMIT} .

Q17 : Vérifier que l'Arduino Mega est un bon choix.

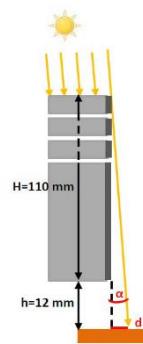
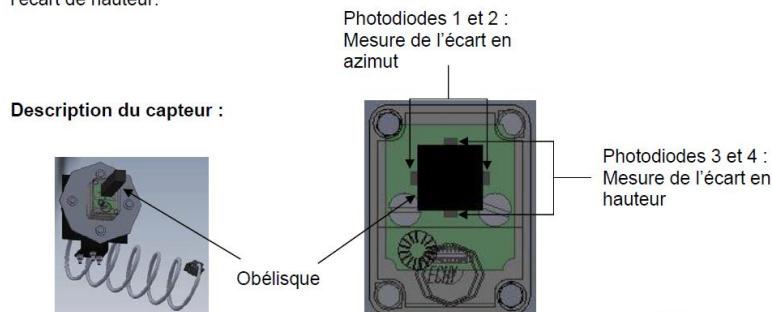


Figure 3 : ombre

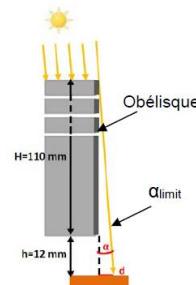
DT1 : capteur solaire

Le capteur de soleil est constitué de quatre photodiodes : une paire (photodiode 1 et 2) est utilisée pour mesurer l'écart de l'azimut, l'autre paire (photodiode 3 et 4) pour mesurer l'écart de hauteur.



Un obélisque est placé au-dessus des quatre photodiodes de telle sorte que chaque photodiode reçoit l'ombre de cet obélisque. On considère que le système ECHYHOME est aligné au soleil lorsque chaque photodiode d'une paire reçoit le même éclairage sur sa surface et que la surface éclairée de chaque photodiode est égale à la moitié de la surface totale.

L'inclinaison des rayons du soleil par rapport à la normale forme un angle α . Dès que α atteint la valeur $\alpha_{\text{limit}}=0,05$, l'information récupérée par la carte Arduino MEGA permettra d'effectuer la correction d'alignement en azimut ou en hauteur.



DT2 : ARDUINO MEGA



Cette carte dispose :

- de 54 broches numériques d'entrées/sorties dont 14 sorties commutables en MLI, largeur d'impulsion modulée, (PWM en anglais). Il s'agit des broches 0 à 13,
- de 16 entrées analogiques de A0 à A15,
- de 4 UART (port de communication série),
- d'une connexion USB,
- d'un connecteur d'alimentation jack,
- d'un connecteur ICSP (programmation "in-circuit"),
- et d'un bouton de réinitialisation (reset).

Entrées et sorties numériques

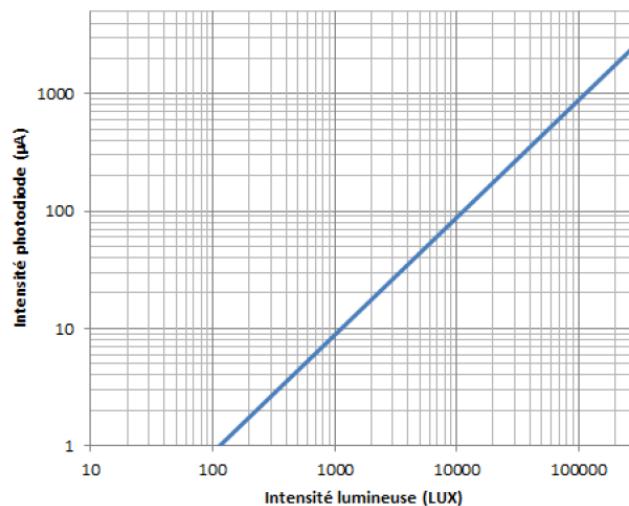
Chaque broche numérique de la carte Mega peut être utilisée soit comme une entrée numérique, soit comme une sortie numérique. Ces broches fonctionnent en 5V. Chaque broche peut fournir ou recevoir un maximum de 40mA d'intensité et dispose d'une résistance interne de pull-up.

Broches analogiques

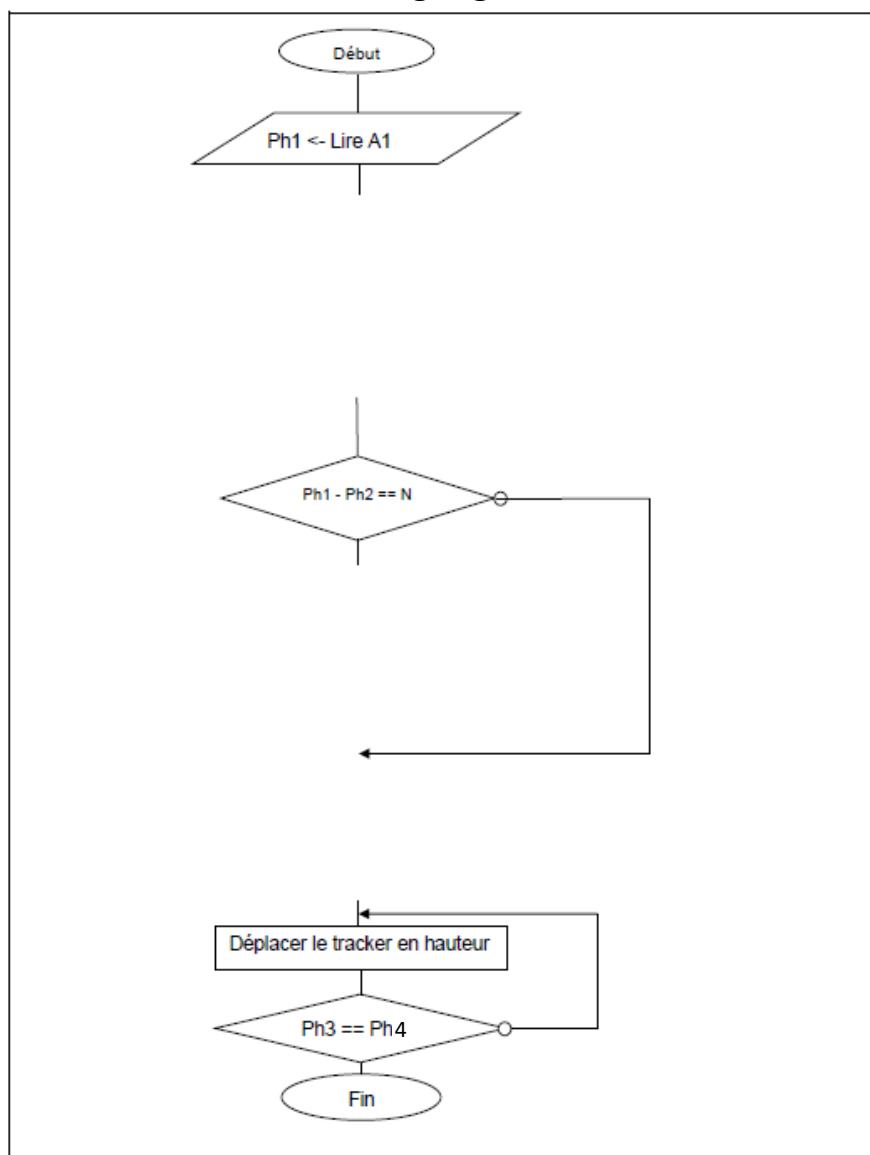
Chaque entrée analogique mesure une tension variable entre le 0V et le 5V. Elles peuvent fournir une mesure d'une résolution de 10 bits.

| | |
|---|---|
| Microcontrôleur | ATmega2560 |
| Tension de fonctionnement | 5V |
| Tension d'alimentation (recommandée) | 7-12V |
| Tension d'alimentation (limites) | 6-20V |
| Broches E/S numériques | 54 (dont 14 disposent d'une sortie PWM) |
| Broches d'entrées analogiques | 16 (utilisables en broches E/S numériques) |
| Intensité maxi disponible par broche E/S (5V) | 40 mA (ATTENTION : 200mA cumulé pour l'ensemble des broches E/S) |
| Intensité maxi disponible pour la sortie 3.3V | 50 mA |
| Intensité maxi disponible pour la sortie 5V | Fonction de l'alimentation utilisée - 500 mA max si port USB utilisé seul |
| Vitesse d'horloge | 16 MHz |

DT3 : caractéristique d'une photodiode



DR1 : algorithme



Source : sujet concours général STI2D 2020