
Poursuite du soleil pour panneau solaire

Système de positionnement automatique de panneaux solaires.

1.1. Introduction.

Le positionnement d'un panneau face au soleil par rapport au même panneau positionné de manière permanente en plein Sud se justifie pour les raisons suivantes :

- Permet d'augmenter la production des panneaux photovoltaïques de 30 à 40% si elle est réalisée sur 2 axes.
- La surface du parc solaire est réduite tout en gardant le même potentiel
- Le temps de retour sur investissement est réduit
- Amortissement du système en 4 ans (en moyenne)

Le système de positionnement par rapport au soleil peut se faire selon 2 axes, l'azimut et l'élévation.

L'azimut du soleil correspond à l'angle horizontal entre la direction du Nord et le soleil. Quand le soleil est en plein Est, il a un azimut de 90°, plein Sud il sera de 180°, et plein Ouest de 270°. L'élévation du soleil correspond à l'angle vertical du soleil par rapport à l'horizon.

Ces différents angles varient en fonction de l'heure, de la date (saison) et dépendent de la longitude et de la latitude du système à contrôler.

Le positionnement à réaliser sera fait sur 2 axes. Le premier axe correspond à l'azimut et le second correspond à l'élévation.

L'actionneur permettant le positionnement de l'azimut sera un moteur pas à pas bipolaire. L'actionneur permettant le positionnement de l'élévation sera un servomoteur ou un vérin linéaire.

1.2. Complément d'information sur la course du soleil. *

La position du soleil change au fil de la journée (en fonction de la rotation de la Terre) et de la période de l'année (en fonction des variations d'inclinaison de l'axe de la Terre par rapport à l'orbite du soleil).

La position du soleil pendant la journée et son angle par rapport au Nord (azimut) augmente de 15° toutes les heures. C'est l'angle qui doit apparaître approximativement entre toutes les ombres tracées toutes les heures.

Le midi solaire (zénith ou méridienne) est le moment où l'ombre est la plus courte. À ce moment, l'ombre pointe vers le Nord géographique (et non le Sud où se trouve le soleil). Le Sud "boussole" n'est jamais égale au Sud réel (terrestre ou solaire) à cause du problème de la déclinaison magnétique terrestre.

La différence entre le midi solaire et le midi horaire local n'est pas un problème de longitude mais de choix de fuseau horaire (même à Paris, à environ 0° de

longitude, le midi solaire n'est jamais au midi horaire, il y a 1 ou 2 heures de décalage). Le zénith à Neuchâtel est effectif vers 12h30.

L'élévation du soleil à midi varie en fonction des saisons. Elle est à son minimum au solstice d'hiver (21 décembre) et à son plus haut au solstice d'été (21 juin).

L'élévation solaire au solstice d'hiver est égale à $(90^\circ - \text{l'angle de la latitude} - 23^\circ)$

L'élévation solaire au solstice d'été est égale à $(90^\circ - \text{l'angle de la latitude} + 23^\circ)$

Par exemple, à Neuchâtel, (latitude 47.01° ; longitude 6.92° , décalage fuseau GMT + 5 minutes) :

L'élévation au solstice d'hiver est égale à $20^\circ = (90^\circ - 47^\circ - 23^\circ)$,

L'élévation au solstice d'été est égale à $66^\circ = (90^\circ - 47^\circ + 23^\circ)$.

Programme de suivi solaire 2 axes.

1.3. Préambule :

- Le programme décrit ci-dessous n'est possible que si on utilise un Millenium 3 de type Custom, ceci par le fait que la fonction métier de suivi solaire 2 axes n'est pas à disposition dans la version de base. Le programme décrit a le nom suivant : *PanneauSolairePasAPasCustom.pm3*
- Le positionnement azimutal du panneau solaire est fait par un moteur de type pas à pas bipolaire à 48 demi-pas par tour.
- L'élévation du panneau peut être réalisée par un vérin linéaire ou dans la maquette décrite par un servomoteur.
- Pour la commande de ces 2 actionneurs une interface est nécessaire à la sortie du Millenium. Cette interface contient un double pont en H, L293D.

1.4. Carte interface.

- Le 5V nécessaire au fonctionnement du L293D (double pont en H) sera fait par un régulateur placé sur le veroboard à partir du 24V alimentant l'automate. Les connexions à l'automate et aux bobinages du moteur se font par borniers.
- Les signaux de sorties de l'automate étant de 24V, il faut limiter ces tensions de commande de manière à ne pas dépasser 5V à l'entrée du pont en H.

1.5. Description du programme de positionnement Azimutal :

- La touche « B » enclenchera la rotation du moteur pour la recherche de la position Nord (azimut 0°). L'affichage durant cette opération sera le suivant :



- Au moment de l'activation du capteur de position Nord (entrée TOR I1) le moteur s'arrêtera. L'affichage à la fin de cette opération sera le suivant :



- « Azimut Deg » indiquera la position du soleil calculée et « Pos Pannel » indiquera la position réelle en degré du panneau solaire.
- En pressant la touche « OK ». Le système se mettra automatiquement en position selon l'azimut du soleil pour l'heure la date la longitude et la latitude du système à commander. L'affichage en mode Tracking automatique sera le suivant :



- En pressant sur la touche « A » on fera basculer la commande du moteur en mode « Continu ». Dans ce mode le moteur est alimenté en permanence, bloquant ainsi l'axe du moteur. En pressant à nouveau sur la touche « A » on

sélectionnera le type de commande du moteur en mode « Eco » (économique). Dans ce mode le moteur n'est sous tension que durant la phase précédant le changement de position. Sur l'affichage on aura lecture de l'un ou l'autre de ces deux modes. Lorsque la commande est sur le point d'effectuer un changement d'angle, le mot « Eco » clignotera.

- Par défaut, au moment d'activer le système par « OK » le mode sera toujours le mode « Eco »
- En pressant la touche « ESC ». Le système se mettra en arrêt de positionnement. L'affichage en mode « Track OFF » sera le suivant :



- En pressant à nouveau sur la touche « OK ». Le système corrigera automatiquement la position du panneau.
- Le nombre de pas par tour du moteur définira la résolution angulaire. L'avance du moteur se fera en mode demi-pas.
- Pour éviter de positionner inutilement les panneaux lorsque le soleil est couché, on limitera le contrôle entre un azimut min de 70° et max de 290°.
- Le matin, lorsque l'azimut de 70° est atteint, le moteur qui était resté en position de 290°, reviendra en sens inverse sur la position de l'azimut en cours.

1.6. Description du programme de contrôle de l'élévation.

- L'utilisation d'un Millennium M3 Custom facilite grandement la programmation du système. En effet, le bloc de fonction métier « suivi solaire 2 axes » nous donne directement la valeur de l'élévation en degré.
- L'ensemble des calculs pour la commande du servomoteur ou d'un vérin se fait en tenant compte des paramètres « latitude, longitude et fuseau horaire ».
- Sur l'affichage on pourra lire le degré d'élévation du panneau en degré ou en % sur la deuxième ligne, ceci en pressant sur la touche B. Ainsi avec la partie azimut cela donnera l'affichage suivant



- Les signaux permettant de modifier la position du servomoteur est fournie par la sortie O5 PWM de l'automate. La sortie O6 PWM peut être utilisée pour piloter un vérin linéaire.

Remarque : en utilisant directement la sortie PWM du M3 on doit choisir une fréquence de PWM très proche de 50HZ (20ms). Comme la fréquence de PWM la plus proche est de 56,45Hz, la période sera de 17.7 ms. Le servo fonctionne très bien avec cette fréquence. Pour un PWM égal à 14/255 cela correspond à une impulsion de 1ms pour une élévation de 0°. Pour 1.5 ms cela correspond au PWM à 22/255 et 45° d'élévation. Pour 2ms cela correspond au PWM à 29/255 soit 90° d'élévation.

On remarque que la résolution est de 6.66% ce qui n'est pas très bon, mais tout de même mieux que d'avoir un panneau dans une position fixée définitivement à 45°. On aura donc 15 positions différentes possibles entre 0° et 90°.

1.7. Annexes

Principe de fonctionnement en mode « demi-pas »

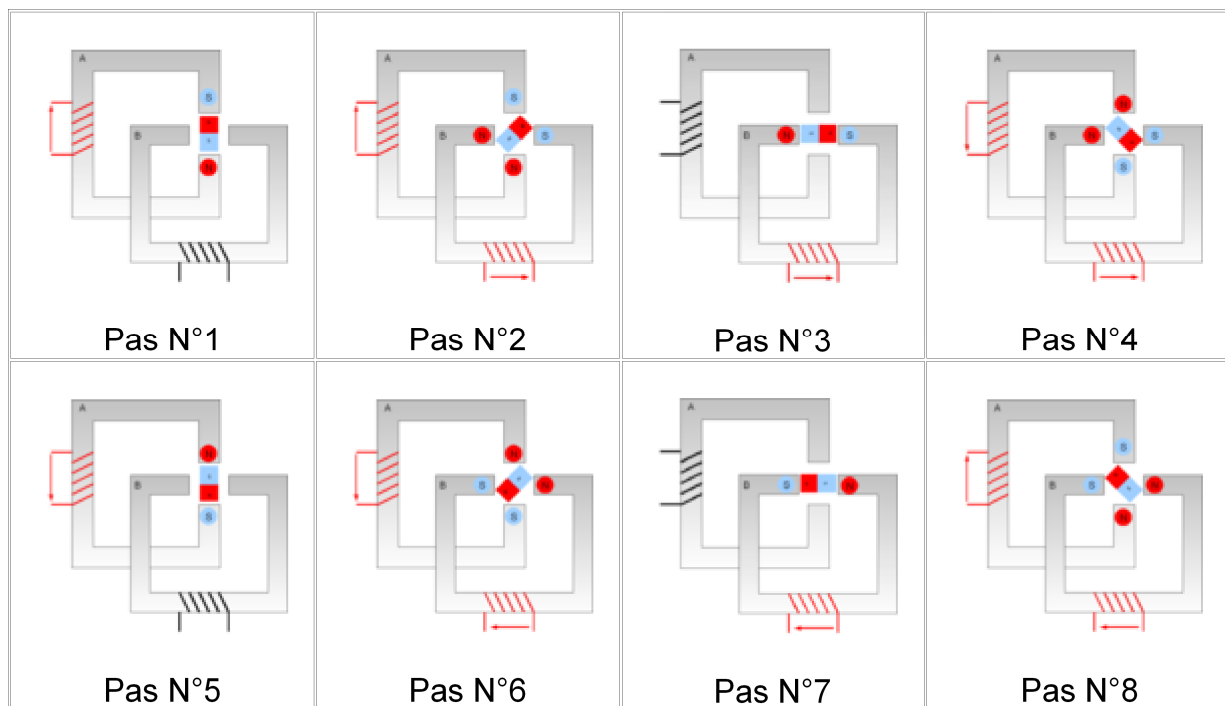
Note d'application L293 (Double pont en H)

Principe de fonctionnement d'un servomoteur

Photos de la maquette didactique

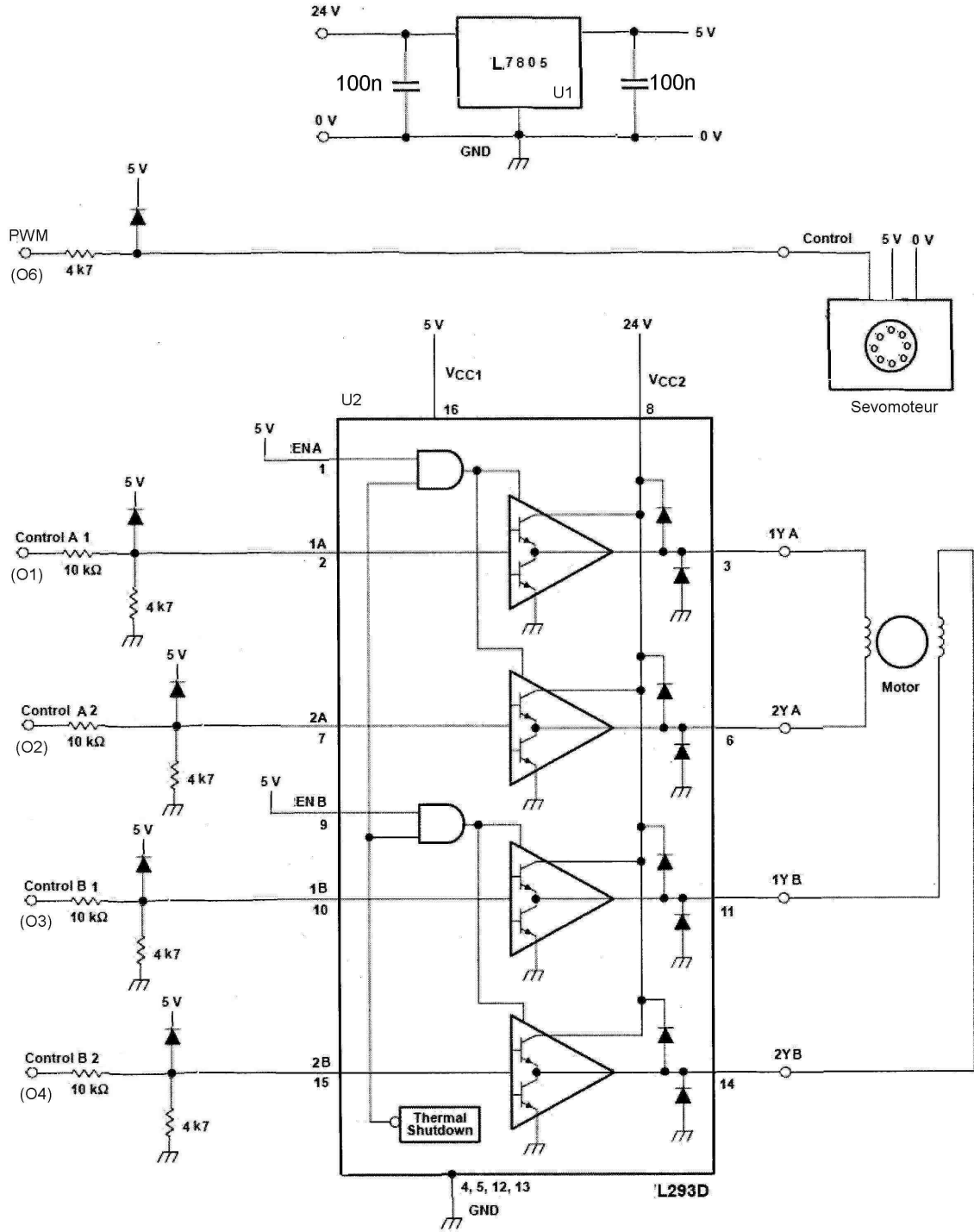
Fonctionnement des moteurs pas à pas bipolaire en mode « demi-pas »

En alimentant les 2 bobines de la manière décrite ci-dessous, il faut 8 pas pour faire un cycle complet. Le nombre de demi-pas par tour du moteur dépend du nombre de paires de pôles du rotor.



Alimentation des bobinages				
Impulsion	Bobine A	Bobine /A	Bobine B	Bobine /B
T1	+	-		
T2	+	-	-	+
T3			-	+
T4	-	+	-	+
T5	-	+		
T6	-	+	+	-
T7			+	-
T8	+	-	+	-

APPLICATION INFORMATION



Two-Phase Motor Driver

Principe de fonctionnement d'un servomoteur

Un servomoteur est, comme son nom l'indique, un moteur mais avec quelques spécificités en plus. Contrairement à un moteur classique qui est utilisé pour tourner avec une vitesse proportionnelle à un courant ou à une tension, un servomoteur est utilisé pour obtenir une position.

1. L'aspect physique d'un servomoteur

Un servomoteur est généralement un bloc noir ou bleu avec un petit plateau rotatif sur le dessus. De ce bloc partent 3 fils dont les couleurs sont généralement les suivantes :

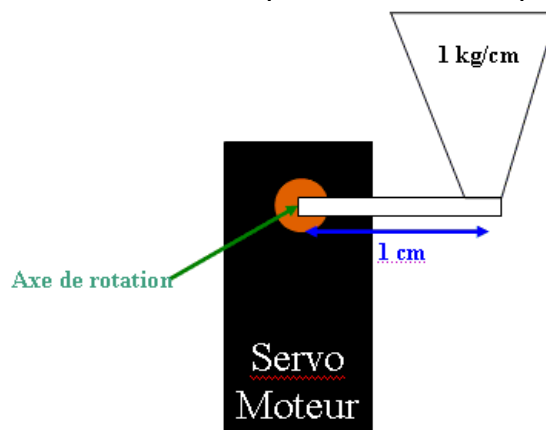
- Noir : Masse
- Rouge : Alimentation
- Jaune ou blanc : La commande



Un servomoteur est principalement caractérisé par :

- Sa vitesse de rotation pour aller à la position désirée en rad/s ou sec/60°
- Son couple (torque en anglais) qui signifie la force que le servomoteur peut dégager pour garder la position souhaitée en kg/cm ou en Nm.

L'unité kg/cm signifie le poids que peut supporter le servomoteur en considérant qu'on y a fixé une tige de 1 cm. Pour être plus clair voici un petit dessin.

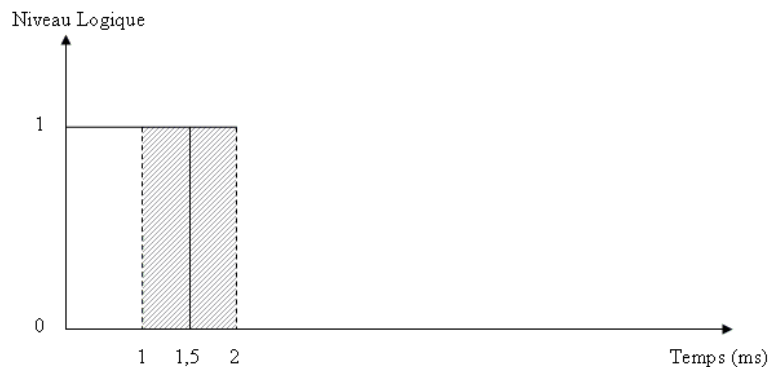


:

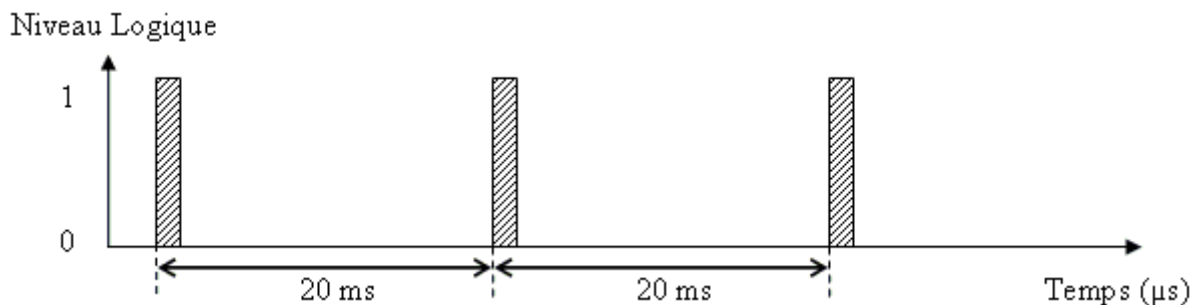
Exemple du servomoteur Futaba S3003	
Vitesse :	0,23 sec/60° à 4,8 Volt
Couple :	3.2 kg/cm à 4,8 Volt ou 4.1 kg/cm à 6 Volt
Poid :	37.2 g

2. Les signaux de commande

Contrairement aux moteurs classiques, le servomoteur est commandé en numérique. Il suffit de lui envoyer une impulsion logique (commandable directement par un microcontrôleur) dont la durée varie entre 1ms et 2ms. La durée de l'impulsion définit la position du servo, c'est-à-dire que si l'impulsion dure 1ms, le servo se déplacera tout à gauche et si l'impulsion dure 2ms, il ira tout à droite. Vous aurez également compris que pour 1,5ms, le servo se positionne au milieu.



Au repos, un servomoteur n'a que très peu de force. C'est pourquoi une seule impulsion ne lui permet souvent pas de garder la position demandée. Pour exploiter toute la puissance d'un servomoteur il est nécessaire de renvoyer la commande toutes les 20ms maximum. Au delà de cette valeur, le servomoteur risque de trembler pour garder sa position.



3. Les applications

Les servomoteurs sont très utilisés dans le modélisme pour orienter les roues pour les voitures, le gouvernail pour les bateaux etc... Cependant, ils sont souvent chers avec un prix variant de 10 Euros à plus de 150 Euros. Il est donc important de bien déterminer son besoin. Par exemple, il peut être préférable d'utiliser un moteur classique et d'effectuer un asservissement de position. La solution revient moins cher en matériel, mais nécessite des connaissances en asservissement et en électronique de puissance ainsi que du temps de développement en plus. Un vérin linéaire sera bien plus adapté pour une application avec de vrais panneaux solaires.

