

Cours Electronique L3/S5

Travaux Avant Projets

CHAP.4 Commande d'un Servomoteur

Dans ce chapitre, nous allons parler d'un moteur que nos amis modélistes connaissent bien : le Servomoteur (abrégé : "servo"). C'est un moteur un peu particulier, puisqu'il confond un ensemble de mécanique et d'électronique, mais son principe de fonctionnement reste assez simple. Les parties seront donc assez courtes dans l'ensemble car les servomoteurs contiennent dans leur "ventre" des moteurs à courant continu que vous connaissez à présent.

1/ Principe du servomoteur

Un servomoteur est moteur, un peu particulier, qui porte avec lui une électronique de commande (faisant office de "cerveau").



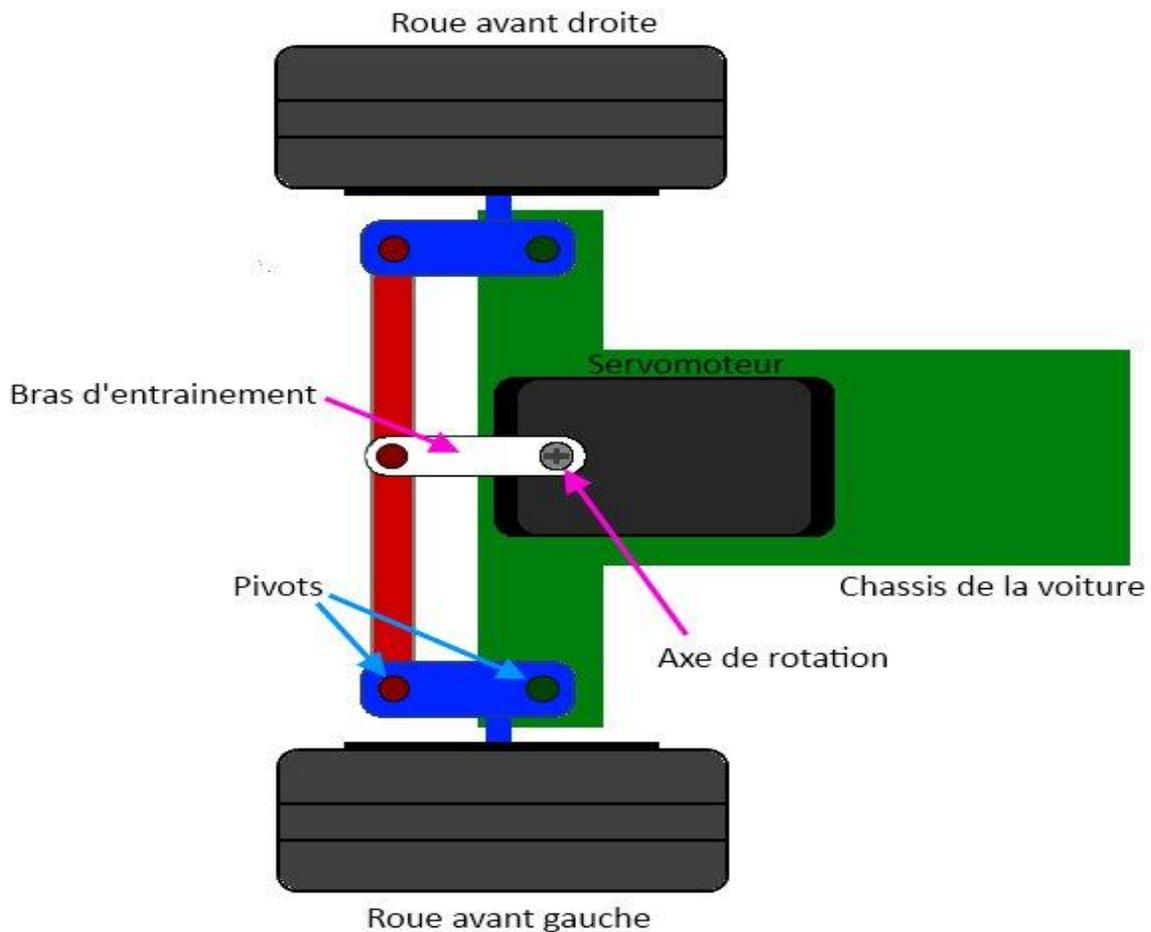
Les servomoteurs disposent d'un axe de rotation. Sur la photo, il se trouve au centre de la roue blanche. Cet axe de rotation est en revanche entravé par un système de bridage. Cela ne veut pas dire qu'il ne tourne pas, mais cela signifie qu'il ne peut pas tourner au-delà d'une certaine limite. Par exemple, certains servomoteurs ne peuvent même pas faire tourner leur axe de rotation en leur faisant faire un tour complet ! D'autres en sont capables, mais pas plus d'un tour. Enfin, un cas à part que nous ne ferons qu'évoquer, ceux qui tournent sans avoir de limite (autant de tours qu'ils le veulent).

En effet, s'il ne peut pas faire avancer votre robot, il peut cependant le guider. Prenons l'exemple d'une petite voiture de modélisme à quatre roues. Les roues arrière servent à faire avancer la voiture, elles sont mises en rotation par un moteur à courant continu, tandis que les

roues avant, qui servent à la direction de la voiture pour ne pas qu'elle se prenne les murs, sont pilotées par un servomoteur.

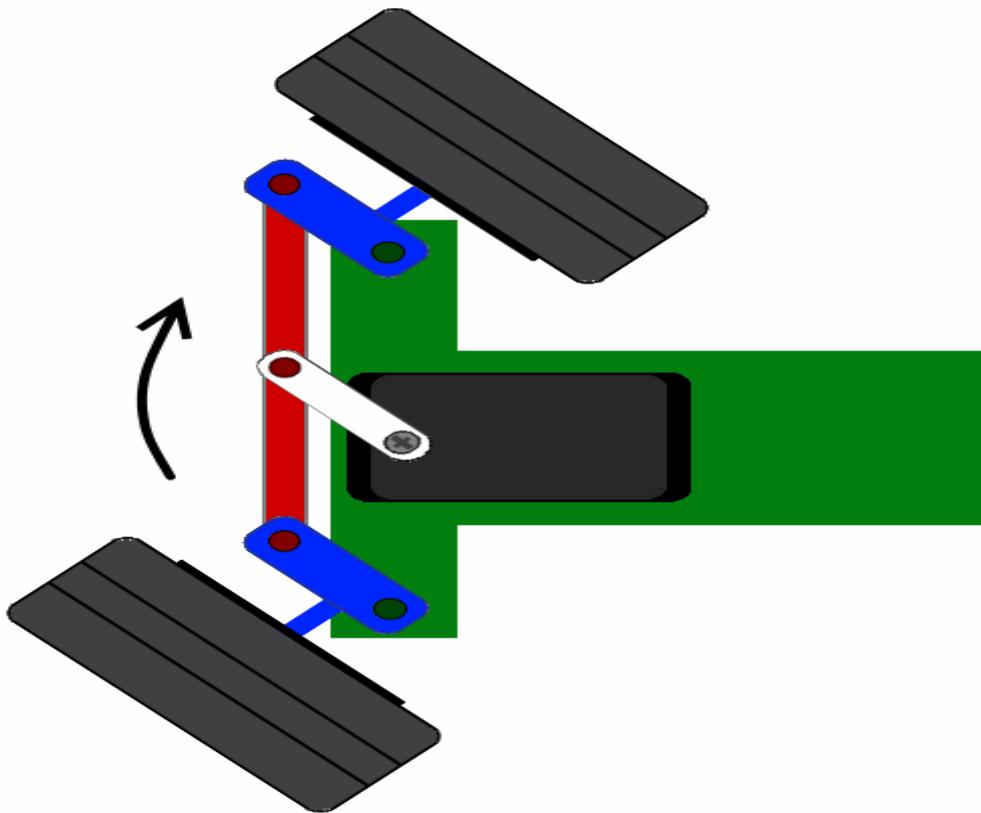
L'exemple de la voiture radiocommandée :

Regardons l'image que je vous ai préparée pour comprendre à quoi sert un servomoteur :



Vue de dessus Représentation schématique du système de guidage des roues

Chaque roue est positionnée sur un axe de rotation (partie bleue) lui-même monté sur un pivot sur le châssis de la voiture (en vert). La baguette (rouge) permet de garder le parallélisme entre les roues. Si l'une pivote vers la gauche, l'autre en fait de même. Cette baguette est fixée, par un pivot encore, au bras de sortie du servomoteur. Ce bras est à son tour fixé à l'axe de rotation du servomoteur. Ainsi, lorsque le servomoteur fait tourner son axe, il entraîne le bras qui entraîne la baguette et fait pivoter les roues pour permettre à la voiture de prendre une direction dans son élan (tourner à gauche, à droite, ou aller tout droit). Il n'y a rien de bien compliqué. Ce qu'il faut retenir est que le servomoteur va entraîner la baguette pour orienter les roues dans un sens ou dans l'autre. Elles auront donc un angle d'orientation par rapport au châssis de la voiture.



2/ Composition d'un servomoteur

Les servomoteurs ont donc l'avantage d'être asservis en position angulaire. Cela signifie que l'axe de sortie du servomoteur respectera une consigne d'orientation qu'on envoie en son entrée.

Apparence

On en trouve de toutes les tailles et de toutes les puissances. La plupart du temps la sortie peut se positionner entre 0 et 180°. Cela dit, il en existe également dont la sortie peut se débattre sur seulement 90° et d'autres, ayant un plus grand débattement, sur 360°. Ceux qui ont la possibilité de faire plusieurs tours sont souvent appelés Servo-treuil. Enfin, les derniers, qui peuvent faire tourner leur axe sans jamais se buter, sont appelés servomoteurs à rotation continue.

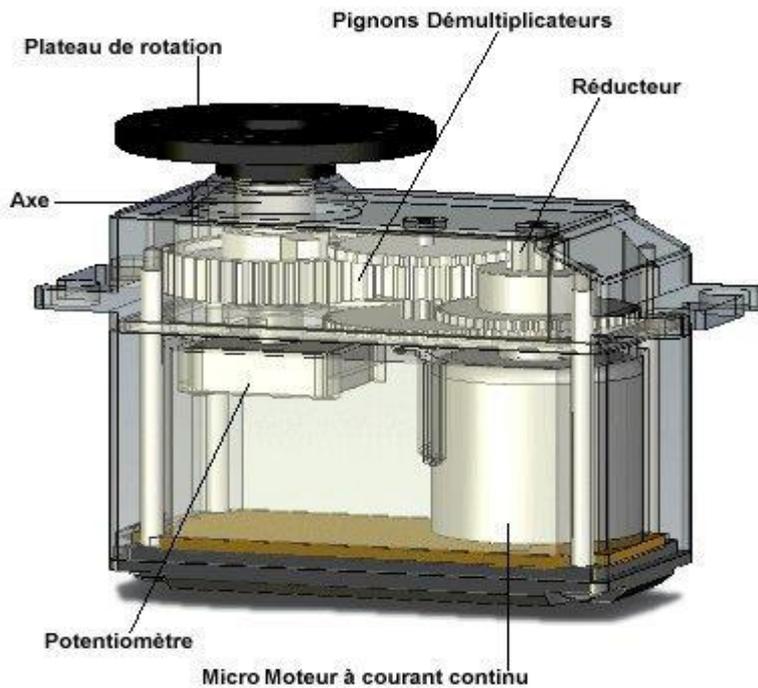
Le servomoteur est composé de plusieurs éléments visibles :

- Les fils, qui sont au nombre de trois.
- L'axe de rotation sur lequel est monté un accessoire en plastique ou en métal.
- Le boîtier qui le protège.

Mais aussi de plusieurs éléments que l'on ne voit pas :

- un moteur à courant continu
- des engrenages pour former un réducteur (en plastique ou en métal)
- un capteur de position de l'angle d'orientation de l'axe (un potentiomètre bien souvent)
- une carte électronique pour le contrôle de la position de l'axe et le pilotage du moteur à courant continu.

Voilà une image de vue de l'extérieur et de l'intérieur d'un servomoteur :



Seite 9

Vue interne d'un servomoteur (sans l'électronique de commande)

Le servomoteur a besoin de trois fils de connexion pour fonctionner. Deux fils servent à son alimentation, le dernier étant celui qui reçoit le signal de commande :

- **Rouge** : pour l'alimentation positive (4.5V à 6V en général)
- **Noir** ou **Marron** : pour la masse (0V)
- **Orange**, **Jaune**, **Blanc**, ... : entrée du signal de commande

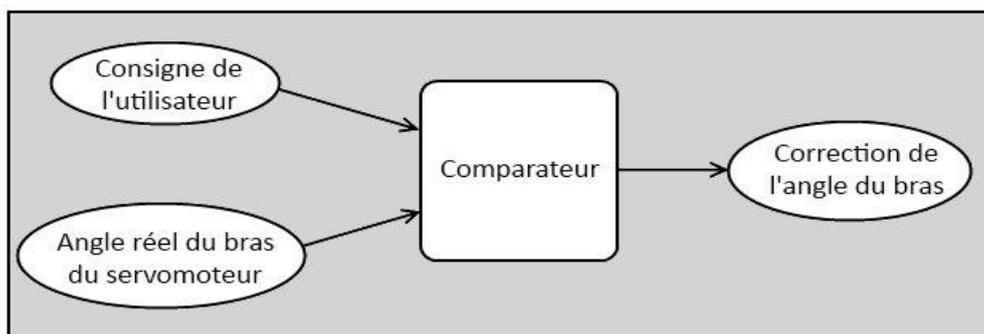
3/ L'électronique d'asservissement

L'asservissement est un moyen de gérer une consigne de régulation selon une commande d'entrée.

On l'alimente et on lui envoie un signal de commande qui permet de définir à quel angle va se positionner le bras du servomoteur.

Pour pouvoir réaliser le maintien de la position du bras de manière correcte, le Servo utilise une électronique de commande. On peut la nommer électronique d'asservissement, car c'est elle qui va gérer la position du bras du servomoteur. Cette électronique est constituée d'une zone de comparaison qui compare la position du bras du Servo au signal de commande. Le deuxième élément qui constitue cette électronique, c'est le capteur de position du bras. Ce capteur n'est autre qu'un potentiomètre couplé à l'axe du moteur. La mesure de la tension au point milieu de ce potentiomètre permet d'obtenir une tension image de l'angle d'orientation du bras.

Cette position est ensuite comparée à la consigne (le signal de commande) qui est transmise au servomoteur. Après une rapide comparaison entre la consigne et valeur réelle de position du bras, le servomoteur (du moins son électronique de commande) va appliquer une correction si le bras n'est pas orienté à l'angle imposé par la consigne.



Synoptique de fonctionnement de l'asservissement du servomoteur

Je vous propose de regarder cette vidéo pour comprendre au mieux le fonctionnement de la mécanique du servomoteur :

<https://www.youtube.com/watch?v=ZZhuD78BLDk>

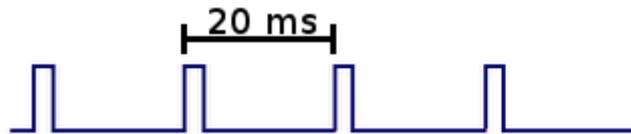
4/ La commande d'un servomoteur

- Le signal de commande

La consigne envoyée au servomoteur n'est autre qu'un signal électronique de type PWM. Il dispose cependant de deux caractéristiques indispensables pour que le Servo puisse comprendre ce qu'on lui demande. À savoir : une fréquence fixe de valeur 50Hz et d'une durée d'état HAUT elle aussi fixée à certaines limites. Nous allons étudier l'affaire.

La fréquence fixe :

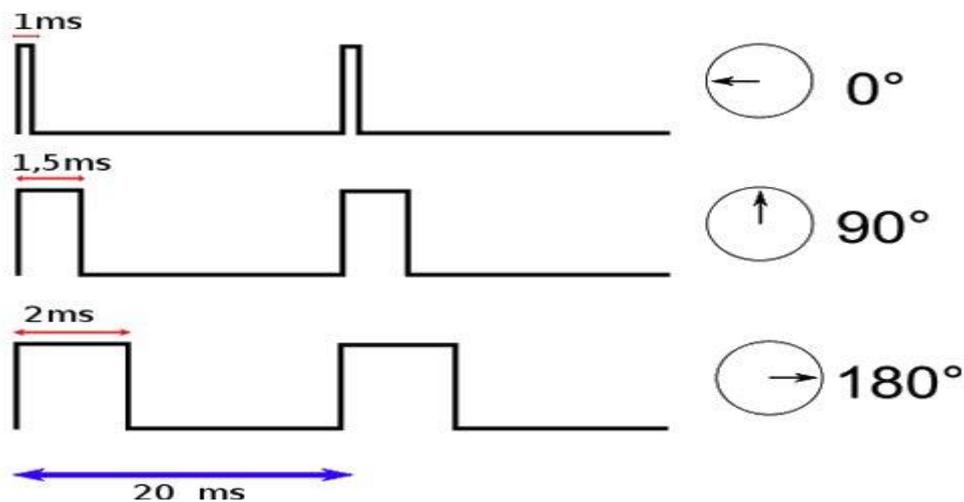
Le signal que nous allons devoir générer doit avoir une fréquence de 50 Hz. Autrement dit, le temps séparant deux fronts montants est de 20 ms. Je rappelle la formule qui donne la relation entre la fréquence (F) et le temps de la période du signal (T) : $F = 1/T$



Signal de fréquence 50 Hz :

- **La durée de l'état HAUT**

Cette durée est ce qui compose l'essentiel du signal. Car c'est selon elle que le servomoteur va savoir comment positionner son bras à un angle précis, c'est le principe de fonctionnement d'un signal PWM, qui sert également à piloter la vitesse d'un moteur à courant continu, pour le servomoteur. En fait, un signal ayant une durée d'état HAUT très faible donnera un angle à 0° , le même signal avec une durée d'état HAUT plus grande donnera un angle au maximum de ce que peut admettre le servomoteur. Le servo est limité entre une valeur de 1ms au minimum et au maximum de 2ms.



Position en fonction de la pulsation

A travers cette illustration, la durée de l'état HAUT fixe la position du bras du servomoteur à un angle déterminé.

Si maintenant je veux fixer mon servomoteur sur un angle de 45° , il va falloir faire jouer le temps de l'état HAUT. Pour un angle de 45° , il va être compris entre 1ms et 1,5ms. À 1,25ms

précisément. Après, c'est un rapport qui utilise une relation très simple, le calcul ne vous posera donc aucun problème. Tous les angles compris dans la limite de débattement du bras du servomoteur sont possibles et configurables grâce à ce fameux état HAUT.

Et si le servomoteur n'a pas l'angle 0° pour origine, mais 90° , comment on fait ?

Dans ce cas-là, 90° est l'origine, donc on peut dire qu'il est à l'angle 0° , ce qui lui donne un débattement de -90° à $+90^\circ$:

5/ Application : Commande d'un Servomoteur à l'aide d'un NE555

Réaliser le circuit sous Proteus.

Faire varier le potentiomètre pour donner un débattement de -90° à $+90^\circ$ du servomoteur.

