

Robotique – Lesson 6

Objectif : Utiliser les caractéristiques d'un moteur pour actionner un mécanisme

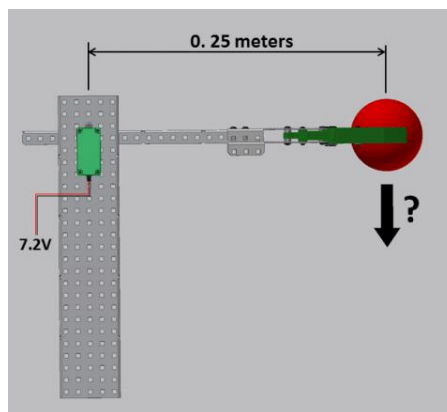
Limite d'un moteur et Calculs

Un moteur atteint une limite physique lorsque la puissance du moteur est trop forte. Au-delà de cette limite, le moteur risque de casser. Certains constructeurs intègrent des disjoncteurs pour protéger le moteur et ce sont donc les disjoncteurs qui coupent l'alimentation au moteur.

Il est donc important de connaître ces limites pour ne pas les dépasser. Voici comment utiliser les caractéristiques d'un moteur pour éviter d'atteindre ces limites tout en utilisant le moteur à sa pleine capacité.

Exemple :

Vitesse Libre (Free speed)	100 rpm
Couple de décrochage (Stall torque)	1.0 N.m
Courant libre (Free current)	0.1 A
Courant de décrochage (Stall current)	3.0 A



Dans cet exemple, le but est de trouver le poids maximal de la balle pour que le moteur puisse maintenir la balle dans cette position.

Dans ce scénario, si la balle doit rester à une position fixe, cela veut dire que le moteur ne tourne pas. Le moteur est donc en décrochage. La couple de décrochage du moteur est de 1.0 N.m. On peut donc calculer la force produite par le moteur au bout du bras :

$$\text{Couple} = \text{Force} \times \text{Distance}$$

$$\text{Force} = \text{Couple} / \text{Distance} = 1.0 \text{ N.m} / 0.25 \text{ m} = 4 \text{ N}$$

La balle peut exercer une force maximale de 4N avant que le moteur décroche et que le bras tombe. Cela veut dire que le poids maximal de la balle est de $4 \text{ N} / 9,81$ (la gravité) = 0,40 kg.

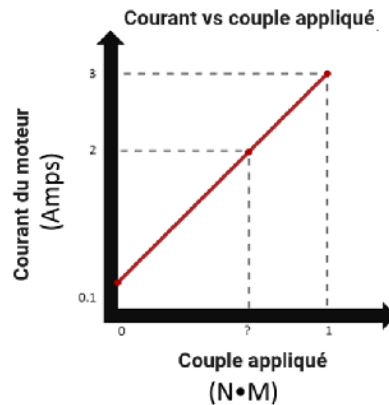
Limite de courant

L'exemple est précédent ne prend pas en compte la limite de courant pour protéger le moteur.

Dans l'exemple précédent, le courant de décrochage est de 3 A. Admettons que le constructeur ait installé un disjoncteur qui protège le moteur et qui coupe le courant lorsque la consommation du moteur atteint 2 A.

Quel est le poids maximal que le bras pourra soulever dans cette configuration ?

Voici un graphe qui nous aidera à trouver le couple maximal du moteur :



Pour trouver le couple du moteur, il faut se servir de l'équation de la ligne du graphe. C'est une fonction affine donc son équation est $y = mx + b$ où b est l'ordonnée à l'origine et m est le coefficient directeur de la droite.

Pour trouver m et b :

$m = \text{changement } y / \text{changement } x$. Une façon très simple de résoudre m :

$m = (\text{Courant de décrochage (Stall current)} - \text{courant libre (Free current)}) / (\text{Couple de décrochage (Stall torque)} - \text{Couple libre (Free torque)})$.

Couple libre (Free torque) = 0

Donc : $m = (\text{Courant de décrochage (Stall current)} - \text{courant libre (Free current)}) / (\text{Couple de décrochage (Stall torque)})$

b est équivalent au courant libre (Free current).

Donc nous avons :

$$m = (3 - 0,1) / 1 = 2,9$$

$$b = 0,1$$

$$\text{Donc } y = 2,9x + 0,1$$

Nous voulons trouver la valeur du couple donc x et nous savons que le disjoncteur coupe le moteur à 2A.

$$\text{Donc } y = 2.$$

$$2 = 2,9x + 0,1$$

$$1,9 = 2,9x$$

$$x = 1,9/2,9 = 0,655 \text{ N.m}$$

Le couple maximal du moteur est donc de 0,655 N.m

En utilisant les calculs précédents, la force maximale est :

$$\text{Force} = \text{Couple}/\text{Distance} = 0,655 \text{ N.m} / 0,25 \text{ m} = 2,62 \text{ N}$$

Donc le poids maximal de la balle est de $2,62/9,81 = 0,27 \text{ kg}$.

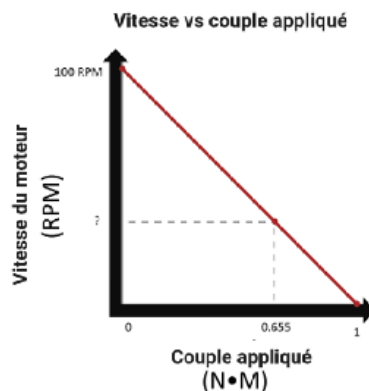
Si la balle fait plus de 0,27kg, le moteur fera sauter le disjoncteur et le bras ne pourra pas porter la balle.

Calcul de vitesse en fonction de la charge du moteur

En partant de l'exemple précédent, le disjoncteur coupe le moteur si la consommation de courant dépasse 2A. Par contre, cela veut dire que le moteur n'atteint pas le décrochage. Cela signifie que le moteur n'est pas à l'arrêt contrairement au tout premier exemple.

Dans la configuration précédente, le bras pourra porter la balle. Désormais, il faut déterminer la vitesse à laquelle le bras porte la balle.

En utilisant le graphe suivant, nous pouvons déterminer la vitesse du bras :



En sachant que le couple maximum du moteur est de 0,655 N.m, nous pouvons déterminer la vitesse du moteur.

De nouveau, nous allons déterminer les paramètres de la droite affine de forme $y = mx + b$.

Dans ce cas, $m = \text{changement en } y / \text{changement en } x$. Une façon plus simple de déterminer m :

$$m = (\text{Vitesse de décrochage (Stall speed)} - \text{vitesse libre (Free speed)}) / (\text{Couple de décrochage (Stall torque)} - \text{couple libre (Free torque)})$$

$$m = (0-100)/(1-0)$$

$$m = -100/1$$

$$m = -100$$

b est l'ordonnée à l'origine donc $b = 100$

Nous voulons trouver la valeur de la vitesse (y) et nous savons que le couple maximum avant que le disjoncteur intervienne est de 0,655 N.m.

$$\text{Donc } x = 0,655$$

$$y = -100 \times 0,655 + 100$$

$$y = -65,5 + 100$$

$$y = 34,5$$

Le moteur va donc tourner à 34,5 rpm avec une charge de 0,655 N.m tout en consommant 2A.

Utilisation de plusieurs moteurs.

Parfois, un moteur ne peut pas fournir assez de puissance pour réaliser la tâche. Dans ce cas, trois options s'offrent à nous :

- Faire avec et changer les conditions pour que le moteur à plus faible puissance puisse fonctionner quand même
- Prendre un moteur plus puissant
- Ajouter un ou plusieurs moteurs

Lorsque que l'on prend deux moteurs au lieu d'un, certaines des caractéristiques s'additionnent. Le couple de décrochage, le courant de décrochage, et le courant libre s'ajoutent mais pas la vitesse libre.

Voici les caractéristiques d'un moteur et ensuite les caractéristiques de deux moteurs additionnés :

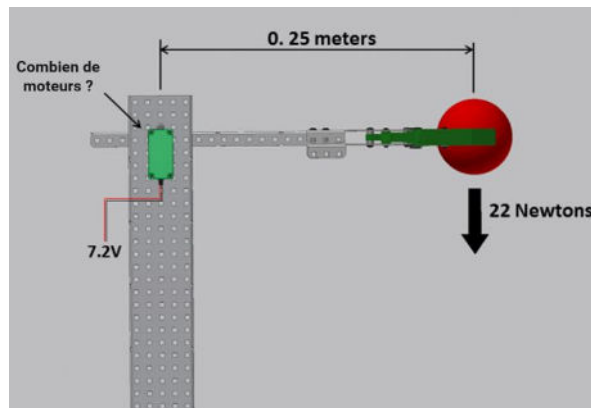
1 moteur

Vitesse libre (Free speed)	100 rpm
Couple de décrochage (Stall torque)	1,67 N.m
Courant de décrochage (Stall current)	4,8 A
Courant libre (Free current)	0,37 A

2 moteurs

Vitesse libre (Free speed)	100 rpm
Couple de décrochage (Stall torque)	3,34 N.m
Courant de décrochage (Stall current)	9,6 A
Courant libre (Free current)	0,74 A

Dans l'exemple suivant, l'objectif est de déterminer le nombre de moteur nécessaires pour maintenir une balle fixe.



Nous commençons par déterminer le couple nécessaire pour maintenir l'objet :

$$\text{Couple} = \text{Force} \times \text{Distance} = 22\text{N} \times 0,25\text{m} = 5,5 \text{ N.m}$$

Il faudra 5,5N.m de couple pour maintenir la balle.

En se basant sur les caractéristiques des moteurs, il faudra au minimum 4 moteurs :

$$\text{Couple} = 4 \times 1,67 = 6,68 \text{ N.m}$$

Formules

Voici un résumé des formules qui vous seront utiles :

$$\text{Vitesse} = \text{Distance} / \text{Temps}$$

$$\text{Vitesse de rotation} = \text{Nombre de rotation} / \text{Temps} = \text{Degré} / \text{Temps}$$

$$\text{Couple} = \text{Force} \times \text{Distance}$$

$$\text{Force} = \text{Couple} / \text{Distance}$$

$$\text{Puissance} = \text{Force} \times \text{Vélocité}$$

Caractéristiques clés d'un moteur

- Couple de décrochage (Stall torque)
- Vitesse libre (Free speed)
- Courant de décrochage (Stall current)
- Courant libre (Free current)

Trouver les nouvelles caractéristiques d'un moteur en fonction de la tension appliquée

$$\text{Nouvelle valeur} = \text{Valeur Standard} \times (\text{Nouvelle tension} / \text{Tension Standard})$$

Consommation de courant en fonction de la charge du moteur

Consommation de courant = ((Courant de décrochage (Stall torque) – Courant libre (Free current)) / (Couple de décrochage (Stall torque))) x charge du moteur + Courant libre (Free current)

Charge du moteur en fonction de la consommation de courant

Charge du moteur = (consommation de courant – Courant libre (Free current)) x
Couple de décrochage (Stall torque) / (Courant de décrochage (Stall current) –
Courant libre (Free current))

Vitesse de rotation du moteur en fonction de la charge du moteur

Vitesse de rotation = - (Vitesse libre (Free speed) / Couple de décrochage (Stall torque)) x charge du moteur + Vitesse libre (Free Speed)

Addition de plusieurs moteurs

Vitesse libre (Free speed) ne change pas

Couple de décrochage (Stall torque) = somme de tous les couples de décrochage (Stall torque) des moteurs

Courant de décrochage (Stall current) = somme de tous les courants de décrochage (Stall current) des moteurs

Courant libre (Free current) = somme de tous les courants libres (Free speed) des moteurs