

ARCHIVES DU MOT-CLÉ SERVOMOTEUR

---

## Les servomoteurs

\*\*\*

Mise à jour le 21/01/2016

**Les servomoteurs explication .**

On en trouve de toutes les tailles et de toutes les puissances. La plupart du temps la sortie varie entre 0 et 180°. Les servomoteurs contiennent un petit moteur connecté via des engrenages à un axe de sortie. L'axe de sortie qui pilote le bras du servomoteur est aussi connecté à un potentiomètre afin de fournir une rétroaction (feedback en Anglais) de la position à un circuit de contrôle interne.

---

**Apparence générale de quelques servomoteurs**

Hitec HS422  
-Puissance : 4.1Kg.cm



Hitec HS755MG  
- Puissance 11Kg.cm



MASTODON 9944  
-Puissance 99Kg.cm



MAMMOTH 38055  
- Puissance 400kg/cm

---

**Principe de fonctionnement d'un servomoteur**



*MAMMOTH Alimentation 2 fils de puissance plus 3 fils pour le pilotage*

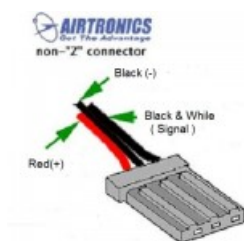
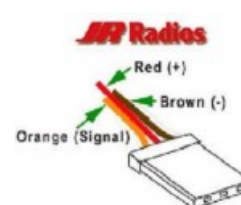
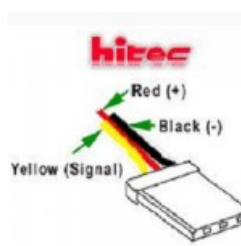
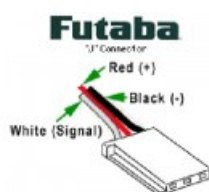
La partie électrique d'un servomoteur ne dispose que de 3 fils codés par couleur, pour des servomoteurs type modélisme, et 5 fils pour des servomoteurs de grosse puissance genre Mastodon 9944 et Mammoth 38055 de chez Topmodel, qui permettent d'alimenter le moteur et de lui transmettre des ordres de positions sous forme d'un signal codé en largeur d'impulsion plus communément appelés **PWM** ou **RCO**. Cela signifie que c'est la durée des impulsions qui détermine l'angle absolu de l'axe de sortie et donc la position du bras de commande du servomoteur. Le signal est répété périodiquement, en général toutes les 20 millisecondes, ce qui permet à l'électronique de contrôler et de corriger continuellement la position angulaire de l'axe de sortie, cette dernière étant mesurée par le potentiomètre.

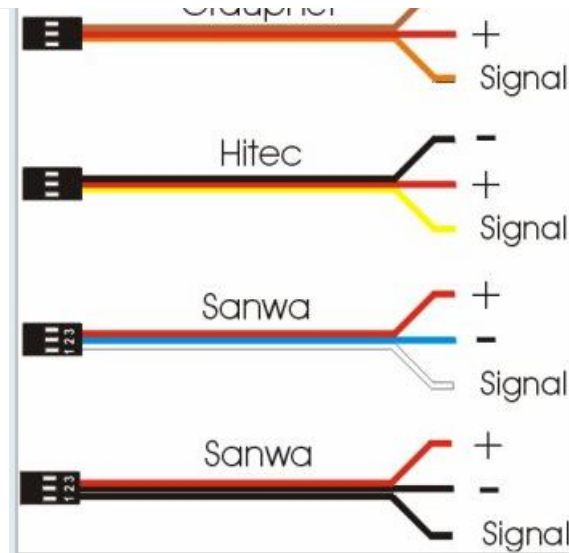
Lorsque le moteur tourne, l'axe du servomoteur change de position, ce qui modifie la résistance du potentiomètre. Le rôle de l'électronique est de commander le moteur pour que la position de l'axe de sortie soit conforme à la consigne reçue : c'est un asservissement

**PWM** : La modulation de largeur d'impulsions (MLI ; en anglais : Pulse Width Modulation, soit PWM)

**RCO** : Rapport Cyclique d'Ouverture

### Différentes connectiques et de couleurs pour le raccordement d'un servomoteur





## 2 Technologie de gestion des servomoteurs

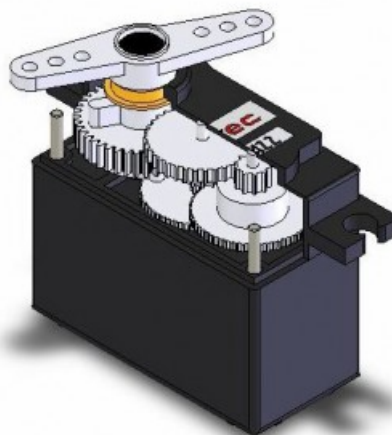
- Analogique
- Numérique

La commande est identique, tout se passe dans le boîtier du servo. Un servomoteur analogique est asservi avec un circuit analogique d'une fréquence faible, alors qu'un servo numérique est asservi par un microcontrôleur avec une fréquence élevée. Un système numérique a donc un temps de réponse plus rapide et une plus grande précision mais une consommation électrique plus importante.

## 3 grands types de servomoteur

- **Servomoteur standard**. Déplacement de 0° à 180°
  - **Servomoteur à rotation continu**. À la différence du servomoteur standard, le servomoteur à rotation continue tourne comme un moto-réducteur à courant continu : c'est l'impulsion de commande qui définit le sens et la vitesse de rotation.
  - **Servomoteur analogique avec signal de feedback**. Un signal analogique dépendant de la position du servomoteur permet de connaître la position réelle de celui-ci. Ce signal permet d'améliorer la précision et la stabilité.
- Applications: robotique, apprentissage de mouvement, enregistrement de positions, etc. Le signal de retour analogique est disponible sur un quatrième fil.

## Coupe d'un servomoteur



## Différents types de construction mécanique pour les pignons

**Le nylon** est prévu pour les applications standard et offre une excellente résistance à l'usure et dans le temps

**Karbonite** est 5 fois plus forte que le nylon et offre une meilleure résistance à l'usure (la Karbonite : matériau composite plastique renforcé utilisé dans les servomoteurs Hitec)

**Le métal** est parfait pour les applications difficiles et est 16 fois plus fort que le nylon

**Le titane** n'offre pratiquement pas d'usure après des années d'utilisation et 48 fois plus fort que les engrenages en nylon.

## Comment définir la vitesse d'un servomoteur

La vitesse d'un Servomoteur est indiquée en secondes, tout comme pour une voiture pour la référence de vitesse est de 0 à 100 km/h, un servomoteur a une vitesse exprimée de 0 à 60 degrés /s.

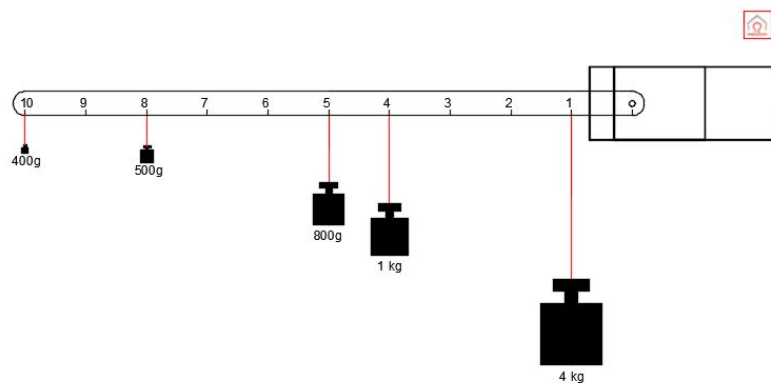
## Comment définir le couple d'un servomoteur :

Le couple d'un servomoteur a pour unité le kg.cm (kilogramme-centimètre)

Rappel : La formule du couple est la suivante : **C = F\*r** la relation entre le couple **C** du servomoteur ( en kilogramme mètre ), **F** la force exercée sur le bras du servomoteur ( en kilogramme ) et **r** la distance ( en mètre ) à laquelle s'exerce cette force par rapport à l'axe de rotation du servomoteur

Le servomoteur x peut fournir un couple de 4kg.cm .Ce même servomoteur pourra soulever une charge de 4kg si la tige fait 1 cm en revanche pour une tige de 5cm il ne pourra soulever une masse de 800g et enfin pour une tige de 10cm la charge sera de 400g.

Explication en dessin ( c'est mieux qu'un long discours )



*Cliquez dessus pour agrandir la photo*

Voici la formule pour définir le poids maximum à une distance donnée

$$P_{max} = \frac{C}{d}$$



..

Pmax : poids de charge (en kg)  
C : couple du servomoteur (kg.cm)  
d : distance à laquelle le poids se trouve (cm)

Tableau de différents servomoteur utilisés par RedOhm

Constructeur	Réf	Couple	Tension	Angle ou Vitesse	Poids
	HSR1425CR	2.8kg.cm	4.8 à 6Vcc	43t/min	40gr
Servomoteur à rotation continue					
	ES08MA	1.6kg.cm	4.8 à 6Vcc	160°	12gr

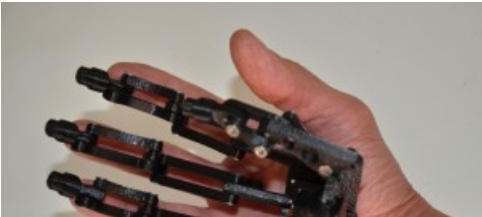


Servomoteur type : Analogique  
Dimensions: 24 x 12 x 29 mm  
Vitesse d'exploitation (4.8V): 0.12sec / 60 °  
Vitesse d'exploitation (6.0V): 0.10sec / 60 °  
Servomoteur à pignonnement métallique  
Type connecteur : JR  
Fournisseur : [Gotronic](#)



\*\*\*

Application de ce type de servo chez RedOhm : [La main du Terminator](#)





	SM1449	1.6kg.cm	4.8 à 6Vcc		14gr
<p>Servomoteur analogique avec signal de feedback. Ce signal permet d'améliorer la précision et la stabilité.</p> <p>Applications: robotique, apprentissage de mouvement, enregistrement de positions, etc. Le signal de retour analogique est disponible sur un quatrième fil.</p> <p>Dimensions: 23 x 12 x 29 mm</p> <p>Vitesse: 0,1 s/60° à 6 Vcc</p> <p>Tutoriel : <a href="#">Comprendre le servo à feedback</a></p> <p>Vidéo de démonstration : <a href="#">De chez Adafruit</a></p> <p>Fournisseur : <a href="#">Gotronic</a></p>					
	MG90	2kg.cm	4.8 à 6Vcc	175°	14gr
<p>Servomoteur miniature équipé d'engrenages en métal</p> <p>Fournisseur : <a href="#">Gotronic</a></p>					
	S3217	4.2kg.cm	4.8 à 6Vcc		36gr
<p>Servomoteur de chez Topmodel équipé de pignon en nylon</p> <p>Dimension 38.3*18.6*34.6mm</p> <p>Vitesse (s/°) : 0.14 sec/60°</p>					
HITEC	HS325HD	3.0kg.cm	4.8 à 6Vcc	2*45°	43gr
<p>Servomoteur Hitec équipé de pignons en Karbonite</p> <p>Dimensions: 40 x 20 x 37 mm</p> <p>Vitesse: 0,19 s/60°</p> <p>Fournisseur : <a href="#">Gotronic</a></p>					
HITEC	HS422	4.7kg.cm	4.8 à 6Vcc	2*45°	46gr



Servomoteur type : Analogique

Dimensions: 41 x 20 x 36 mm

Température de Fonctionnement: -20 à +60 degrés C

Vitesse d'exploitation (4.8V): 0.21sec / 60 °

Vitesse d'exploitation (6.0V): 0.16sec / 60 °

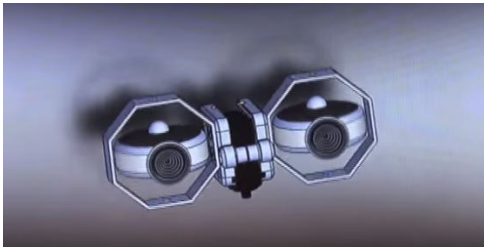
Couple de décrochage (4.8V): 3.3kg.cm

Couple de décrochage (6.0V): 4.7kg.cm

Type de moteur: 3 pôles de ferrite

Fournisseur : [Gotronic](#)

Application de ce type de servo chez RedOhm : [Mouvement des yeux de Sentinel](#)



	SR-402P	4.7kg.cm	6 à 7.4Vcc	180°	46gr
	Dimensions: 40 x 43 x 21 mm Vitesse: 0,20 s/60° 6 V				
HITEC	HS645MG	9.6kg.cm	4.8 à 6Vcc	2*45°	54gr



Servomoteur type : Analogique  
 Dimensions: 41 x 20 x 36 mm  
 Température de Fonctionnement: -20 à +60 degrés C  
 Vitesse d'exploitation (4.8V): 0.24sec / 60 °  
 Vitesse d'exploitation (6.0V): 0.20sec / 60 °  
 Largeur de bande morte: 8 micro S  
 Type de moteur: 3 pôles de ferrite  
 Fournisseur : [Gotronic](#)

Application de ce type de servo chez RedOhm : [Réalisation de la main gauche de Inmoov](#)



HITEC	HS755MG	11kg.cm	4.8 à 6Vcc	2*40°	110gr
-------	---------	---------	------------	-------	-------



Servomoteur type : Analogique  
 Servomoteur Hitec équipé de pignons en Metal  
 Dimensions: 59 x 29 x 50 mm  
 Vitesse: 0,28 s/60°  
 Température de Fonctionnement: -20 à +60 degrés C  
 Vitesse d'exploitation (4.8V): 0.28sec / 60 °  
 Vitesse d'exploitation (6.0V): 0.23sec / 60 °

**A savoir:** Ce servomoteur remplace le populaire HS-705MG et offre un couple plus puissant afin d'améliorer ces performances. Les engrenages en métal sont huit fois plus forts que les engrenages Karbonite dans le HS-755HB.

HITEC	HS805BB	24kg.cm	4.8 à 6Vcc	2*70°	152gr
-------	---------	---------	------------	-------	-------



Servomoteur type : Analogique  
 Servomoteur Hitec équipé de pignons en Nylon



Dimensions: 66 x 30 x 57 mm

Température de Fonctionnement: -20 à +60 degrés C

Vitesse d'exploitation (4.8V): 0.19sec / 60 °

Vitesse d'exploitation (6.0V): 0.14sec / 60 °

HITEC	HS-805MG	24kg.cm	4.8 à 6Vcc	2*70°	152gr
Servomoteur Hitec équipé de pignons en Metal Dimensions: 66 x 30 x 57 mm Puissance : 19.6 kg/cm sous 4.8V Vitesse : 0.19 s/60°sous 4.8V Vitesse : 0.14 s/60°sous 6V					
SAVOX	SW-0241MG	40kg.cm	6 à 7.4Vcc	60°	200gr



Dimensions 65.8x30x57.4mm

Puissance : 30kg à 6.0V

Vitesse : 0.21s à 6.0V

Vitesse : 0.17s à 7.4v

Vitesse d'exploitation (7.4V) : 0.17sec/60°

\*\*\*

#### Informations supplémentaires

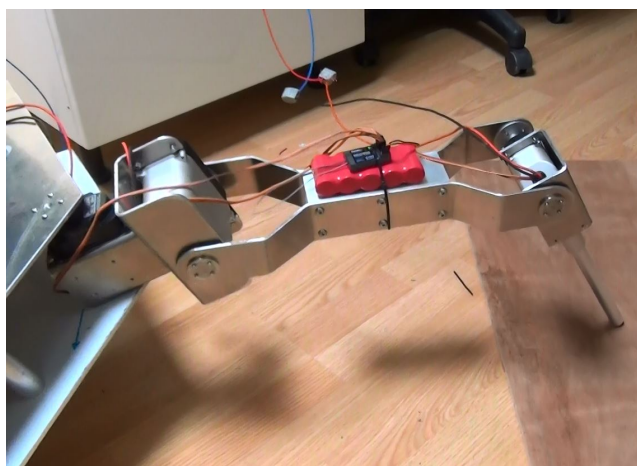
Type : Digital Brushless HV

Boîtier Waterproof : Avec radiateur de refroidissement , de plus 2 joints d'étanchéité rendent ce servomoteur étanche .

Moteur : Coreless

Servomoteur équipé de pignons en acier haute résistance . A savoir la pignonnnerie bénéficie d'une double bague au niveau des axes de guidage , pignon de sortie est métallique.

TOPMODEL	MASTODON 9944	99kg.cm	7,4Vcc	430gr
Servomoteur Topmodel équipé de pignons en Métal Vitesse d'exploitation (7.4V): 0.38sec / 40 ° Vitesse d'exploitation (7.4V): 0.57sec / 60 ° Fournisseur : <a href="#">France Robotique</a> Application de ce type de servo chez RedOhm : <a href="#">Pose de la patte du châssis Spider</a>				



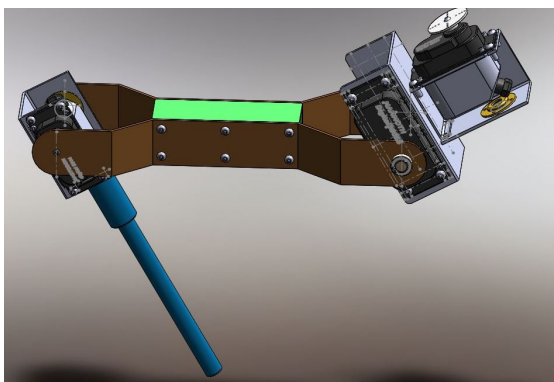


HITEC	HSG-1000SGT	110kg.cm	11.1 à 14.8Vcc	363gr
<b>Servomoteur Hitec équipé de pignons en Métal</b> <b>Dimensions : 64x33x73mm</b> <b>Puissance : 84 kg/cm sous 11.1V</b> <b>Vitesse : 0.26 s/60°sous 11.1V</b> <b>Vitesse : 0.19 s/60°sous 14.8V</b> <b>Fournisseur : <a href="#">France Robotique</a></b>				
TOPMODEL	MAMMOTH 38055	400kg.cm	12Vcc	795gr



**Servomoteur Topmodel équipé de pignons en Métal**  
**Dimensions : 100x55x97mm**  
**Boîtier en aluminium usiné dans la masse**  
**Axe de sortie diamètre 12mm monté sur 2 gros roulements à billes**  
**Alimentation 12V séparée**  
**Vitesse : 0.57 s/60°sous 12V**  
**Vitesse : 0.38 s/40°sous 12V**  
**Fournisseur : [France Robotique](#)**

Application de ce type de servo chez RedOhm :[Album complet de la Version 2.01](#)



[Retour au menu](#)

Publié le 8 décembre 2015 [<http://www.redohm.fr/2015/12/les-servomoteurs/>] par Hervé Mazelin.

## Réalisation de la main gauche de Inmoov

\*\*\*

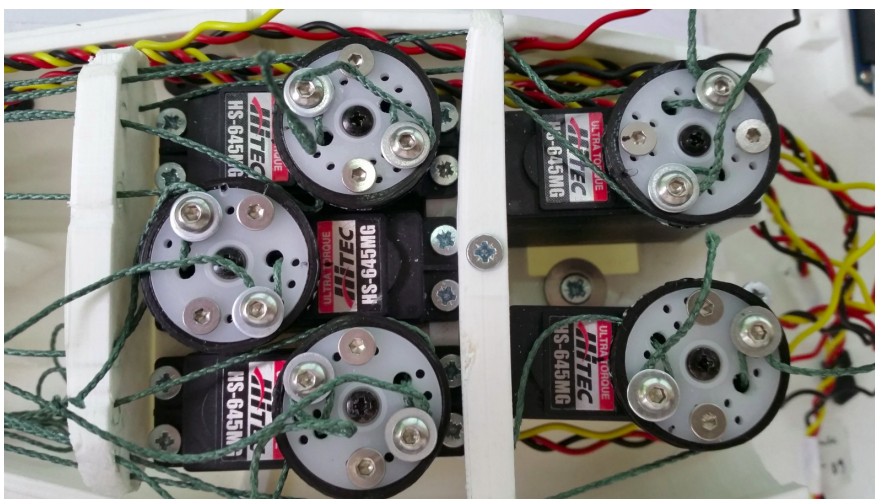
Mise à jour 04/03/2015

**Plusieurs améliorations ont été apportées au projet initial :**

- La mise en place d'un pince ajustable pour permettre la fermeture complète de la main



- L'amélioration du système de tension des tendons



Nous avons consacré un article complet sur la modification des tendons -> [allez à la Modification](#)

Nous utilisons en terme de colle pour l'assemblage, une colle double composant résine et durcisseur à base d'époxy ainsi que de la cyanoacrylate pour la fixation définitive des tendons (nœud)

Pour les tendons, nous avons opté pour du fil de pêche de  $\varnothing$  1mm supportant 200lb (91kg) obtenu chez Amazon



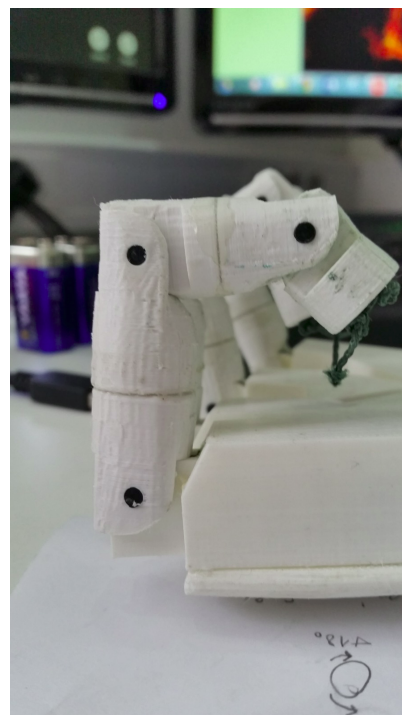




L'assemblage des doigts se fait avec de la colle époxy ainsi que du filament de 3 mm de type ABS, il faut bien sûr repercer avec un foret de 3mm les orifices des phalanges. Leur assemblage est ainsi facilité.



Filament ABS de 3mm



### Contrôle de la consommation électrique de la main

Nous avons utilisé une alimentation ISO-TECH ips 405 pour déterminer la consommation max du montage . Les alimentations des servomoteurs ne sont pas prises en directe sur la carte Arduino car celle-ci ne peut fournir plus de 200 mA .



Cette alimentation est programmable pouvant générer 30 V sous 5 Ampères maximum cela nous permet une grande compatibilité avec nos montages. Dans notre cas, elle était réglée sur 6V de façon à obtenir le couple maximum des servomoteurs .

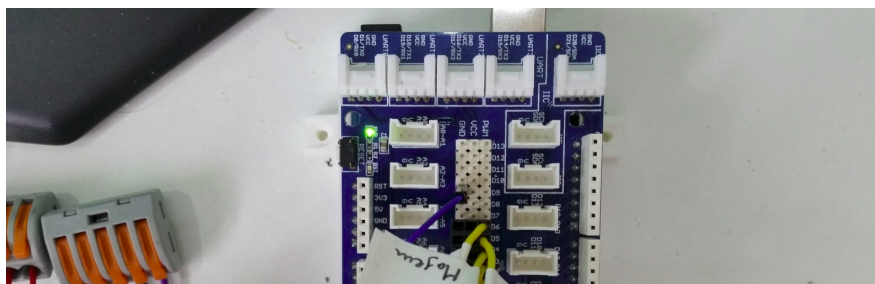
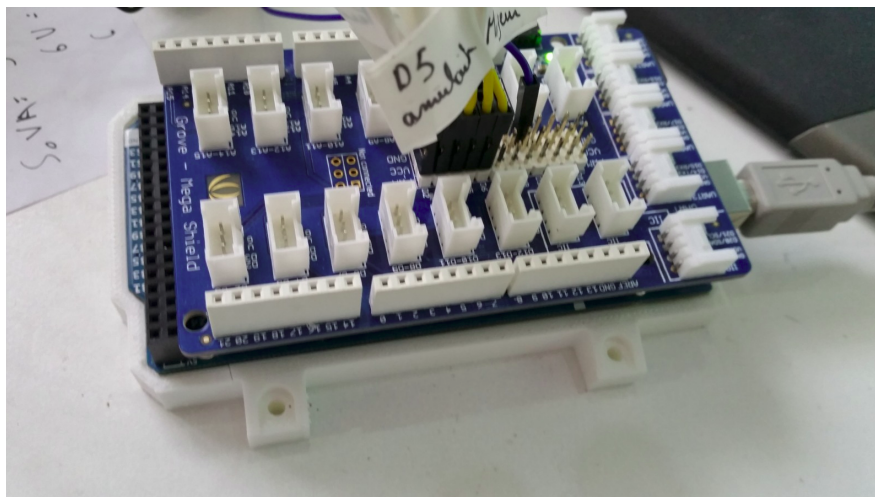
Nous avons déjà d'une façon théorique, calculer la consommation de cette main , mais pour avoir une image réelle de la consommation qui est le reflet des frottements et autres anomalies qui pourraient éventuellement avoir. Nous avons voulu vérifier en dynamique cette consommation . Nous avons imaginé un petit programme qui met en scène tous les mouvements possibles des doigts .

### 1ER essai de la main Inmoov

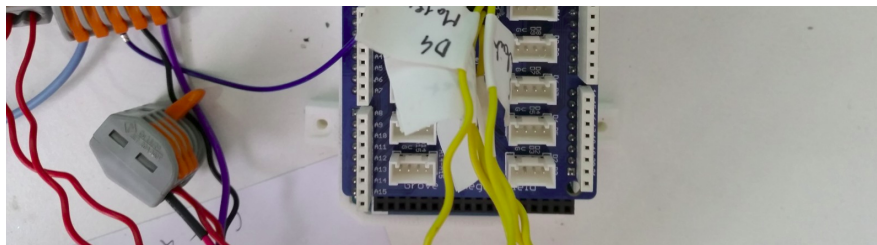


Grace à cela, nous pouvons en déduire la puissance nécessaire , et faire nos cartes d'alimentations électroniques en conséquence.

Pour la partie télécommande, nous utilisons un Arduino méga 2560 surmonté d'un module Grove mega shield.







Pour la partie servomoteur, l'ensemble de l'avant-bras et géré par des HS-645MG de chez Hitec

#### Description des servomoteurs HS-645MG

Ce servomoteur   double roulements   billes se caractérise par un excellent centrage et un couple très élevé.

Alimentation: 4,8   6 Vcc

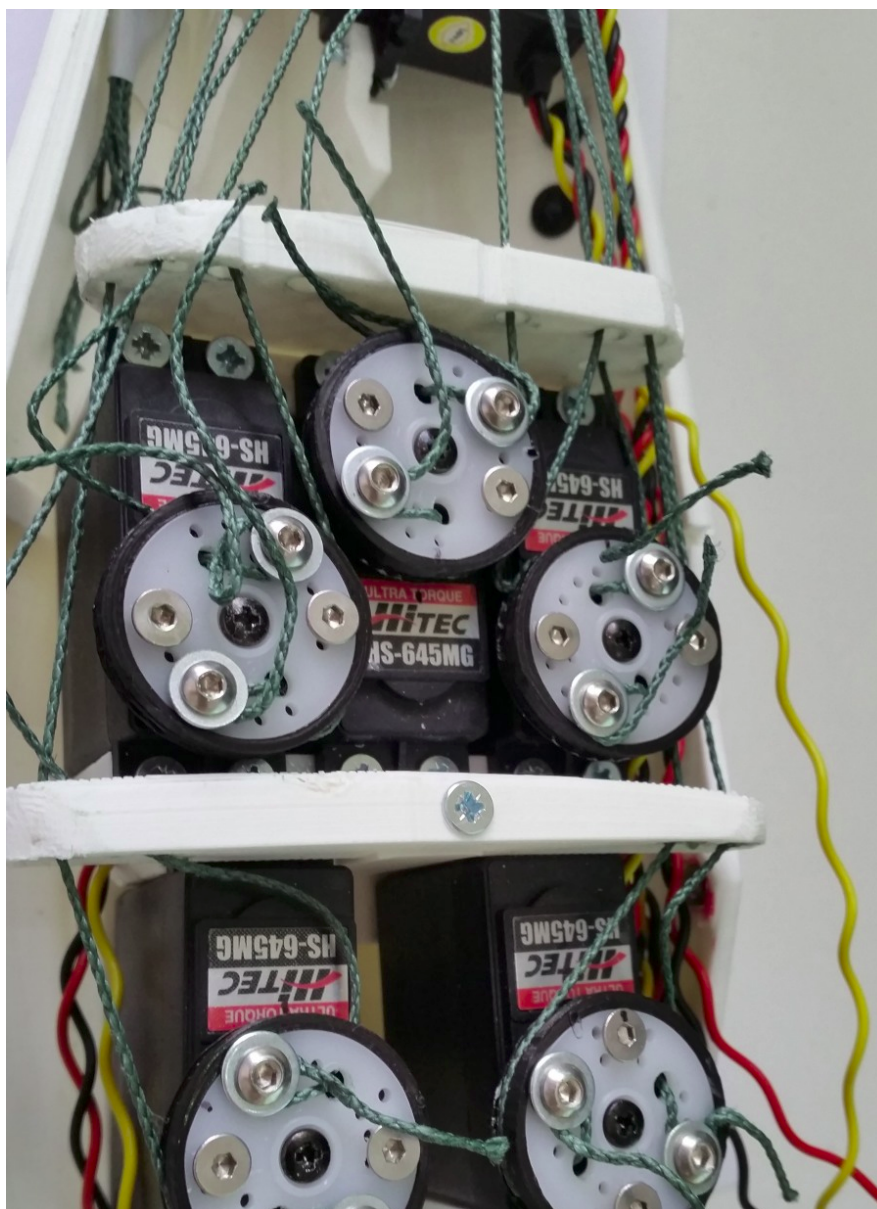
Course: 2 x 45 

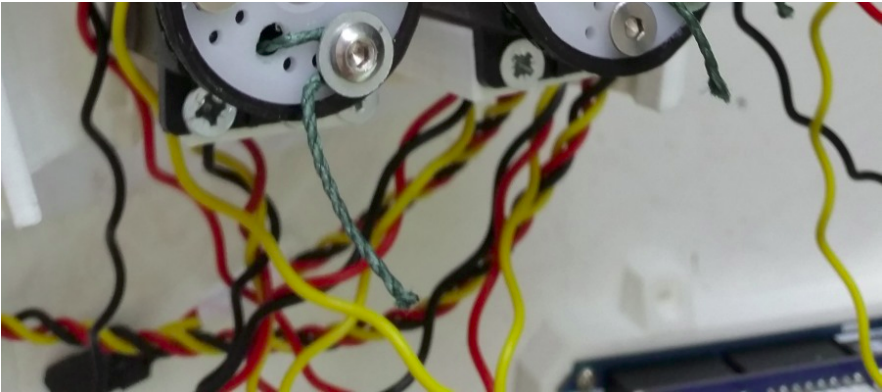
Couple: 9,6 kg.cm

Vitesse: 0,2 s/60 

Dimensions: 41 x 20 x 36 mm

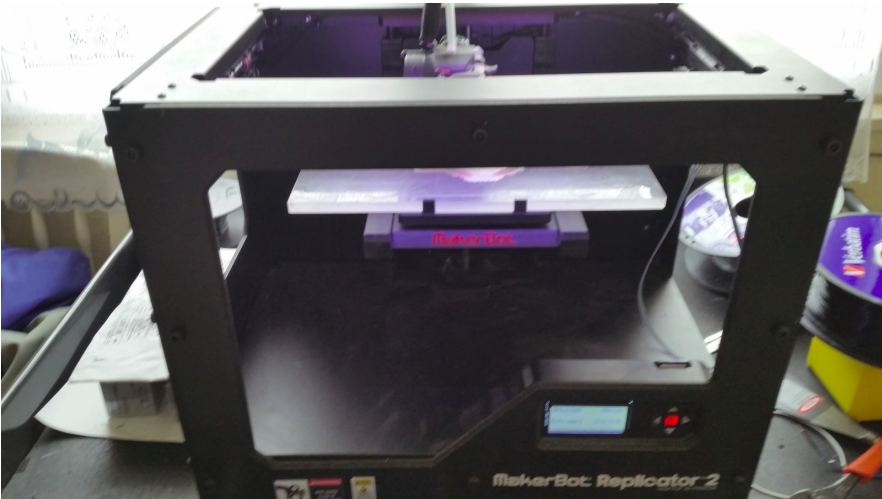
Poids: 54 gr





- 5 pour les tendons
- 1 pour le poignet
- 1 pour l'ajustage du pouce

Pour l'ensemble du projet, l'imprimante 3D utilisée est une Makerbot Replicator 2

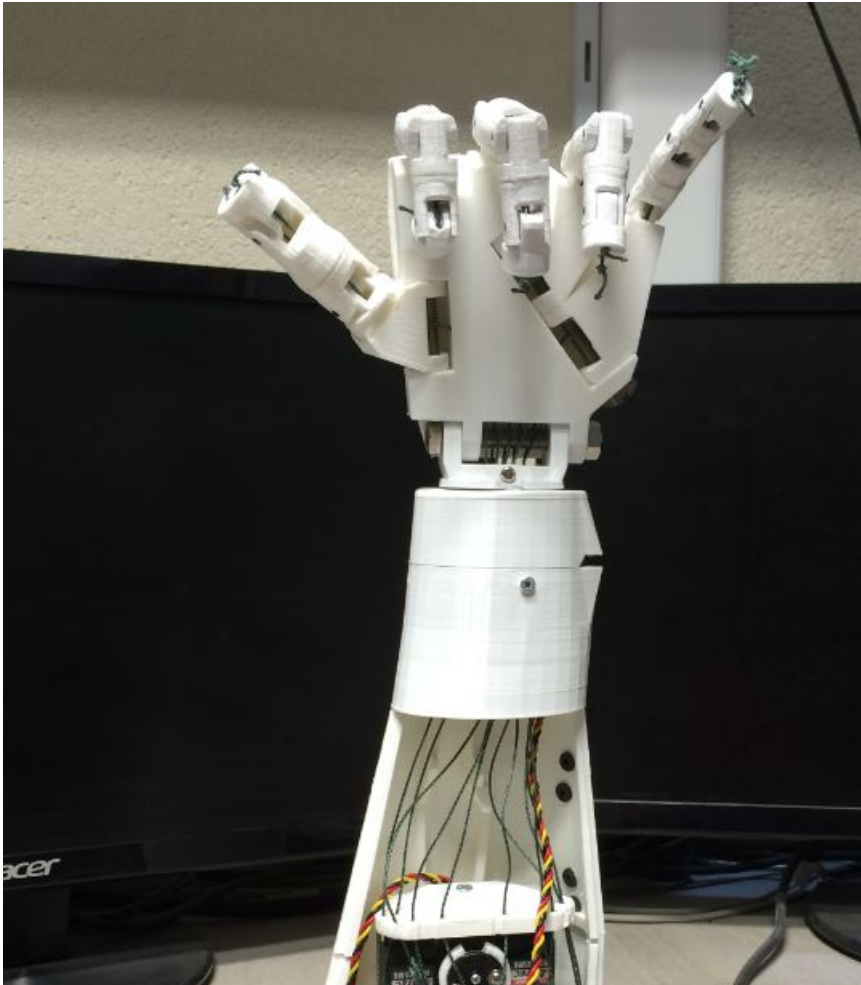


Toutes les pièces sont faites avec les réglages ci-dessous

Densité = 30%  
Température = 215°C  
Nombre de couche = 3  
Épaisseur du trait = 0.15  
Le temps total nécessaire est de 62 h 7 min  
Pour un total de 715.76g de PLA

Fichier initial	Temps de fabrication	poids(g)
Bolt_entretoise6	1h44	15,2
leftcoverfinger1	1h10	16,6
leftrobcap3V1	2h02	29,19
Leftrobp2V3	7h19	77,78
leftrobp3V3	5h39	58,57

leftrobpact4V3	8h17	90,48
Leftrobpact5V3	9h46	105,09
leftthumb5	2h35	29,61
lefttopsurface4	3h09	44,97
LeftWristlargeV4	5h15	63,82
leftWristsmallV3	2h17	27,87
tendeur tendon RedohmV2	1h19	16,78
Leftauriculaire5	1h04	10,97
Leftindex5	1h29	15,78
Leftmajeur3	1h44	18,8
Leftringfinger3	1h19	14,11
LeftRobCableBackV3	0h38	8,52
LeftRobCableFrontV3	1h08	15,49
LeftRobServoBedV5	4h48	56,13
Total ->	62h07mm	715,76 g





Auteur : RedOhm/Sullivan . Hervé

[Retour au menu](#)

Publié le 2 mars 2015 [<http://www.redohm.fr/2015/03/realisation-de-la-main-gauche-de-inmoov/>] par Hervé Mazelin.

## Librairie Arduino Servo

\*\*\*

Mise à jour le 06/04/2015

Cette librairie permet à une carte Arduino de contrôler des servomoteurs , ils intègrent un mécanisme et un axe qui peut-être contrôlé précisément. Les servomoteurs standards permettent de positionner l'axe à différents angles, habituellement entre 0 et 180 degrés

A savoir : un servo ou servomoteur se présente sous un aspect comme ci dessous



*Un des plus petit 2.5g*

La partie électrique d'un servomoteur ne dispose que de 3 fils codés par couleur, pour des servomoteurs type modélisme, et 5 fils pour des servomoteurs de grosse puissance genre Topmodele qui permettent d'alimenter le moteur et de lui transmettre



des ordres de positions sous forme d'un signal codé en largeur d'impulsion plus communément appelés PWM ou RCO. Cela signifie que c'est la durée des impulsions qui détermine l'angle absolu de l'axe de sortie et donc la position du bras de commande du servomoteur. Le signal est répété périodiquement, en général toutes les 20 millisecondes, ce qui permet à l'électronique de contrôler et de corriger continuellement la position angulaire de l'axe de sortie, cette dernière étant mesurée par le potentiomètre.

Pour inclure la librairie Servo dans un programme, on ajoutera au début du programme la ligne suivante : `#include <Servo.h>`

Fonction	Définition de la fonction
<code>servo.attach(broche);</code>	Attache un objet de type Servo à une broche. <ul style="list-style-type: none"><li>• broche : le numéro de la broche à laquelle la variable Servo est attachée.</li></ul>
<code>servo.attach(broche, impuls_min, impuls_max);</code>	Attache un objet de type Servo à une broche <ul style="list-style-type: none"><li>• broche : le numéro de la broche à laquelle la variable Servo est attachée.</li><li>• impuls_min (optionnel): la largeur de l'impulsion, en microsecondes, correspondant à l'angle minimum (0°) (valeur par défaut = 544)</li><li>• impuls_max (optionnel): la largeur de l'impulsion, en microsecondes, correspondant à l'angle maximum (180°) (valeur par défaut 2400)</li></ul>
<code>servo.write(angle)</code>	sur un servomoteur standard, ceci a pour effet de fixer l'angle de l'axe (en degrés)  Pour un servomoteur standard, cette instruction permet de fixer l'angle de l'axe ( en degrés ) . La valeur 0 correspond à la rotation maximal vers la gauche et la valeur 180 correspond à un déplacement vers la droite .  Pour un servomoteur à rotation continue , elle permet de fixer la vitesse du servomoteur : donc 0 correspond à la vitesse maximum dans un sens et 180 correspond à la vitesse maximum dans l'autre sens et enfin 90 correspond a l'arrêt du servomoteur .
<code>servo.writeMicroseconds(uS)</code>	Envoie une valeur en microsecondes (µs) au servomoteur qui contrôle en conséquence la position de l'axe
<code>servo.read()</code>	Lit la valeur de l'angle courant du servomoteur (la valeur renvoyée est la dernière envoyée avec l'instruction write()).
<code>servo.detach()</code>	Détache la variable Servo de sa broche.

[Retour au menu](#)

Publié le 30 décembre 2014 [<http://www.redohm.fr/2014/12/librairie-arduino-servo/>] par Hervé Mazelin.

## Servomoteur

Explication du fonctionnement des servomoteurs

Version du 03/06/2014

[Lire la suite →](#)

Publié le 29 juin 2014 [<http://www.redohm.fr/2014/06/servomoteur/>] par Hervé Mazelin.

---