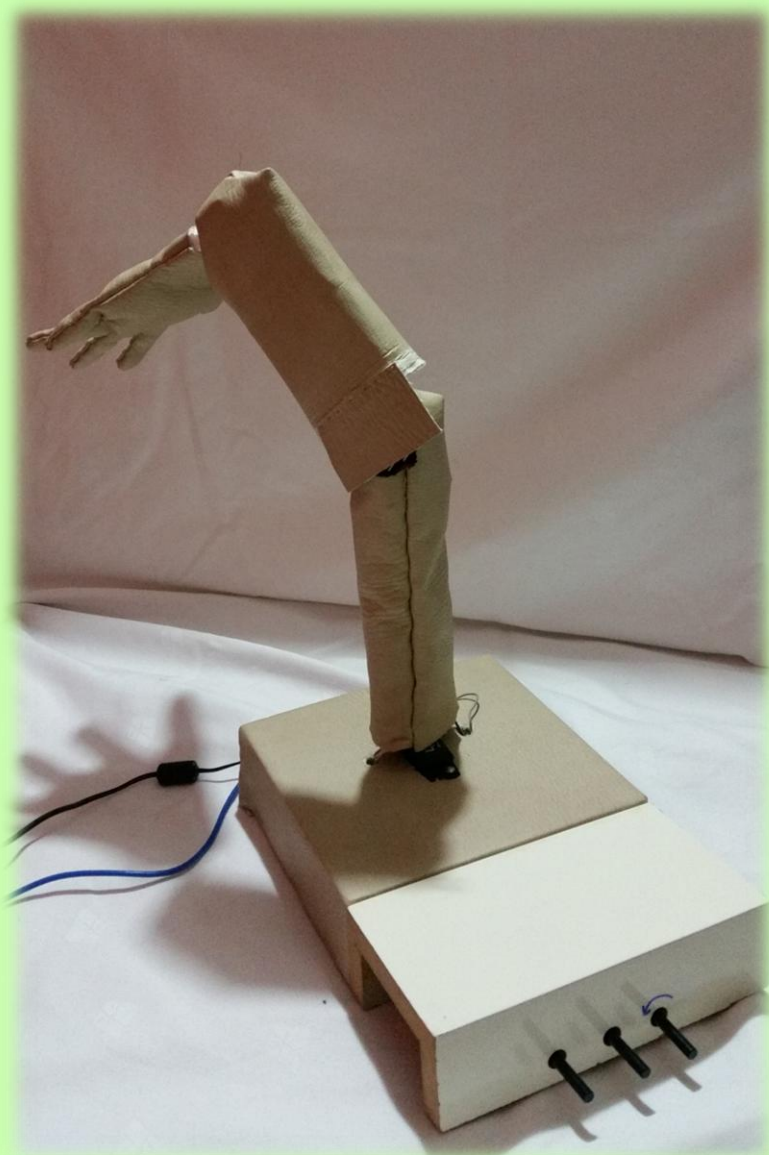


# AUTOMATITZACIÓ D'UN BRAÇ ROBÒTIC

creat amb Arduino i materials reciclats



*Vull dedicar aquest treball a la **meva família**, per treure el millor de mi i donar-me tants ànims quan les coses no anaven gaire bé. En especial als meus tiets, per ajudar-me en el disseny i la construcció del braç, i al **meu pare** per facilitar-me molt material que m'ha servit per treure endavant el projecte. Finalment, donar les gràcies al meu tutor del projecte, per aconsellar-me i recolzar-me en cadascuna de les propostes realitzades i, sobretot, per sacrificar tantes hores lliures en el meu treball.*

*Moltes gràcies!*

## 0 ÍNDEX

1	PRÒLEG.....	1
2	OBJECTIUS .....	2
3	REQUERIMENTS.....	3
4	INTRODUCCIÓ A LA ROBÒTICA.....	4
4.1	QUÈ ÉS LA ROBÒTICA? .....	4
4.2	HISTÒRIA DE LA ROBÒTICA .....	4
4.3	LA ROBÒTICA EN L'ACTUALITAT.....	6
4.3.1	QUÈ ÉS UN ROBOT?.....	7
5	COMPONENTS ELECTRÒNICS BÀSICS.....	7
5.1	LES RESISTÈNCIES .....	7
5.2	EL CONDENSADOR.....	8
5.3	EL DÍODE.....	8
5.4	EL MICROCONTROLADOR.....	9
5.5	ELS MOTORS.....	9
5.6	ELS SENSORS.....	10
5.7	EL POTENCIÒMETRE.....	11
5.8	EL POLÍMETRE .....	12
5.9	SOLDADURA I MUNTATGE DE COMPONENTS .....	12
6	ELECTRÒNICA ANALÒGICA I ELECTRÒNICA DIGITAL.....	13
6.1	ELS SENYALS ELÈCTRICS.....	13
6.2	TIPUS DE SENYALS .....	13
6.2.1	ELS SENYALS ANALÒGICS .....	14
6.2.2	ELS SENYALS DIGITALS.....	14
7	ARDUINO .....	15
7.1	QUÈ ÉS ARDUINO? .....	15
7.2	COMPONENTS QUE FORMEN LA PLACA .....	16
7.3	PROGRAMACIÓ D'ARDUINO .....	17
7.3.1	LES FUNCIONS .....	19
7.3.2	ENTRADES ANALÒGIQUES.....	20
7.3.3	ALTRES FUNCIONS.....	20
7.3.4	LLIBRERIES .....	21
8	AVANTPROJECTE .....	22

8.1	PRIMERES IDEES .....	22
8.2	SOLUCIÓ TRIADA .....	22
9	MEMÒRIA TÈCNICA.....	24
9.1	MEMÒRIA DESCRIPTIVA.....	24
9.1.1	CARACTERÍSTIQUES PRINCIPALS .....	24
9.1.2	COM FUNCIONA? .....	24
9.1.3	JUSTIFICACIÓ DEL DISSENY.....	26
9.1.4	MATERIALS EMPRATS I JUSTIFICACIÓ .....	26
9.1.5	AVANTATGES I INCONVENIENTS .....	27
9.2	LLISTA DE MATERIALS.....	28
9.3	PRESSUPOST DELS MATERIALS.....	30
9.4	EINES NECESSÀRIES PER A LA CONSTRUCCIÓ DEL BRAÇ.....	30
9.5	PROCEDIMENT DE MUNTATGE .....	31
9.6	PLÀNOL DEL CIRCUIT .....	36
10	AVALUACIÓ DEL PROCÉS DE CONSTRUCCIÓ .....	36
10.1	ASSOLIMENT DELS REQUERIMENTS MARCATS.....	36
10.2	OBSTACLES I PROBLEMES.....	37
10.3	VALORACIÓ DELS RESULTATS.....	37
10.4	PROSPECTIVA .....	38
10.5	VALORACIÓ PERSONAL.....	38
11	BIBLIOGRAFIA I WEBGRAFIA .....	40
12	ANNEXOS.....	41

# 1 PRÒLEG

Benvolgut lector,

Sóc una estudiant de 18 anys i actualment estic cursant 2n de Batxillerat a l'INS Antoni Cumella de Granollers. En aquest curs, el sistema educatiu obliga l'alumne a realitzar un treball de recerca sobre un tema a escollir lliurement. Ha estat per aquest motiu que he realitzat aquest treball.

Aquest projecte es classifica dins del món de la robòtica. Espero que, juntament amb els coneixements que es transmeten, li resulti un treball educatiu i interessant.

I recordi, *“La robòtica no tracta de reemplaçar els humans, sinó d'aprendre sobre nosaltres mateixos.”*

Per últim, espero que gaudeixi de la lectura. Moltes gràcies per avançar.

## 2 OBJECTIUS

En primer lloc, he escollit un tema relacionat amb la robòtica per al meu treball de recerca perquè és un àmbit que m'interessa i m'agradaria que formés part del meu futur. Quan finalitzi el batxillerat, m'agradaria poder centrar els meus estudis universitaris en l'enginyeria mecatrònica, i aquest treball m'ajudarà a focalitzar i ampliar els meus coneixements dins d'aquest àmbit. Tenir la capacitat de dur a terme la construcció d'un braç robòtic també em servirà per tenir experiència i preparar-me d'una manera més pràctica.

Per a emprendre aquest projecte, intentaré introduir-me en el món de la robòtica i buscar els diversos tipus de robots; arribat aquest punt, podré dissenyar i saber a quin tipus pertany el meu. També hauré d'investigar el funcionament i la utilitat dels braços robòtics en l'actualitat, quins són més eficients i per què. Aquest mecanisme s'utilitza generalment en la indústria, no obstant, el meu treball enfocarà el disseny d'un braç humà.

D'una banda, hauré d'informar-me sobre les característiques i les funcions dels components elèctrics que formaran la placa. De l'altra, m'hauré de submergir en el món de la programació i conèixer els llenguatges que el formen.

L'objectiu principal que em proposo és arribar a crear un element robòtic amb la majoria dels materials reciclats que, amb unes instruccions específiques, qualsevol estudiant d'uns 15 anys pugui realitzar en un centre escolar.

Els aspectes que més m'interessen d'aquest projecte són adquirir els coneixements necessaris per arribar als meus objectius i apropar-me a un àmbit una mica més professional. Per aconseguir els objectius que m'he proposat, hauré de tenir la capacitat de moure'm i trobar persones que em puguin proporcionar el material necessari, especialitzades en la programació perquè m'ajudin a programar correctament cada moviment i que em puguin auxiliar amb els seus coneixements en el cas de trobar-me amb problemes.

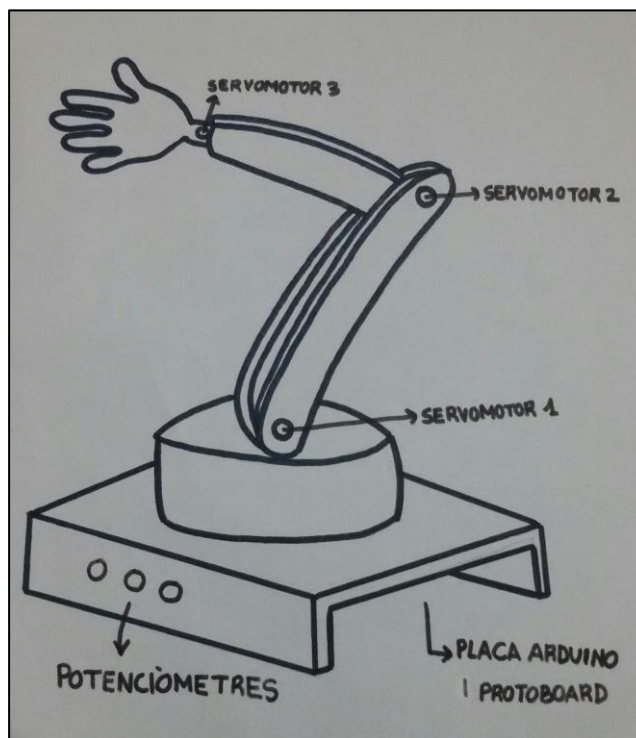
Redactar un marc teòric adequat em guiarà per dur a terme la part pràctica amb uns bons coneixements de base.

### 3 REQUERIMENTS

El funcionament principal que hauria d'emprendre el projecte resultant és tenir la capacitat de reproduir moviments a partir d'un programa informàtic. Finalment, el disseny hauria de ser similar al d'un braç humà.

En principi, aquest cos hauria d'estar format per materials reciclats. Més endavant, quan especifiqui els avantatges i els inconvenients de cada material triaré quin és el més adequat per emprar-lo en el projecte.

En principi, el model esquemàtic proposat, que em servirà com a guia, és el següent:



## 4 INTRODUCCIÓ A LA ROBÒTICA

### 4.1 QUÈ ÉS LA ROBÒTICA?

La paraula robot prové del vocable txec *robota*, que significa 'servitud', 'treball forçat' o 'esclavitud'. Per tant, la **robòtica** és una branca de la tecnologia que estudia el disseny i la construcció de màquines capaces d'exercir tasques repetitives, tasques en les quals es necessita una alta precisió, tasques perilloses per a l'ésser humà o tasques irrealitzables sense intervenció d'una màquina.

Aquest tema és rellevant per als estudis d'enginyeria avui dia gràcies a la capacitat dels robots per realitzar treballs incessants i perillosos. Un robot només té sentit quan la seva intenció és la de rellevar un treballador humà d'una tasca desagradable o massa precisa. Al contrari del que en general se sol creure, en realitat no és més ràpid que els humans, en la majoria de les aplicacions, però és capaç de mantenir una certa velocitat durant un llarg període. A més a més, la intel·ligència dels robots més avançats en l'actualitat no s'apropa a la humana.

### 4.2 HISTÒRIA DE LA ROBÒTICA

La robòtica ha estat present en les nostres vides des del principi dels temps. Fa molts segles, l'ésser humà ja va construir artefactes per facilitar les feines. El primer, ha estat documentat l'any 350 aC, quan el matemàtic Arquitas de Tarento va construir un ocell mecànic de vapor. Posteriorment, els egipcis van fabricar braços mecànics i els van unir a les estàtues dels seus Déus, aquestes eren manejades pels seus sacerdots, els quals interpretaven que aquests moviments eren d'origen diví. També van construir estàtues que funcionaven amb sistemes hidràulics, utilitzades per fascinar els creients.



Més endavant, al llarg dels segles XVII i XVIII, a Europa van ser construïts ninots mecànics molt enginyosos que tenien algunes característiques dels robots. Tot i això, l'inici de la robòtica actual es pot fixar a la indústria tèxtil del segle XVIII, quan Joseph Jacquard, d'origen francès, inventa en el 1801 una màquina tèxtil programable mitjançant targetes perforades.

Encara que la idea dels robots es remunta a temps molt antics, la paraula "robot" es va utilitzar per primera vegada l'any 1921 en l'obra de teatre RUR (Robots Universals de Rossum), escrita per Karel Čapek. En aquesta obra, un fabricant fictici de criatures mecàniques dissenya robots per reemplaçar els treballadors humans. Eficients però completament mancats d'emocions, es pensava que



Representació de l'obra de teatre "RUR"

eren millors que els humans, ja que complien les ordres sense preguntar. Al final, els robots es van girar contra els amos i van acabar amb la raça humana deixant una sola persona perquè pogués crear més robots. Desgraciadament, la fórmula es va perdre juntament amb la destrucció.

Aquest sentiment d'odi cap als robots encara existeix en l'actualitat quan pensem que s'apoderaran del treball de les persones. No obstant això, Isaac Asimov, en les seves històries de ciència-ficció dels anys quaranta, s'imaginava el robot com a ajudant de la humanitat i va postular tres regles bàsiques per als robots. En general, es coneixen com les lleis de la robòtica.

#### ·Les lleis de la robòtica

1. Un robot no pot fer mal a l'ésser humà o, per la seva inacció, deixar que un ésser humà sofreixi mal.
2. Un robot ha d'obeir les ordres que li dona un humà, excepte si aquestes ordres entren en conflicte amb la Primera Llei.
3. Un robot ha de protegir la seva pròpia existència, fins que aquesta protecció no entri en conflicte amb les dues lleis anterior.

·Més tard, Fuller (1999) va introduir una quarta llei que diu:

4. Un robot podrà prendre el treball d'un ésser humà, però no ha de deixar aquesta persona sense ocupació.

Aquestes lleis es van posar de moda especialment a finals del segle XX, a l'hora d'introduir la robòtica a les cases i plantejar-se un problema ètic i de seguretat civil.

Existeixen intents d'adherir-se a aquestes lleis de la robòtica, però no hi ha maneres automàtiques per a la seva implementació. Per exemple, el més probable és que el robot militar, per la seva pròpia naturalesa, estigui dissenyat amb la intenció de trencar aquestes regles. La majoria dels robots industrials de l'actualitat estan dissenyats per treballar en ambients que són perillosos i molt difícils per a treballadors humans.

### 4.3 LA ROBÒTICA EN L'ACTUALITAT

La robòtica és un tema que atreu moltes ments joves, a causa de l'excessiva representació de robots en moltes històries de ciència a ficció i en pel·lícules populars. A partir dels anys seixanta, els robots s'han utilitzat sobretot en aplicacions industrials. No obstant això, avui dia els usuaris més importants de robots són els gegants automobilístics. Els robots també es troben en aplicacions, cada vegada més importants, dins de la cirurgia mèdica i l'exploració de l'espai, i encara en institucions que es preocupen de la cura de persones de la tercera edat.



Si parlem en concret de braços robòtics en l'actualitat, un dels més evolucionats i destacats que podem trobar és l'**URS**, un robot flexible, lleuger i amb un cost més econòmic que la resta dels robots que es troben en el mercat.

Un altre dels robots que sobresurt entre la competència és el **Gern Glas**, que compta amb una automatització intel·ligent. Es tracta d'un robot industrial totalment diferent, també és molt més barat que els que hi ha hagut abans.

Mòbil, flexible i manejable, va muntat sobre un carretó per a una mobilitat molt més fluida. Col·loca peces relativament petites de vidre sobre el transportador en una fila addicional al costat de les altres peces. D'aquesta manera, es pot temperar molt més vidre amb el mateix consum d'electricitat.



### 4.3.1 QUÈ ÉS UN ROBOT?

El **robot** es defineix, de manera formal en l'Organització Internacional per a l'Estandardització (ISO), com un manipulador multifuncional reprogramable, capaç de moure materials, peces, eines o dispositius especials, a través de moviments variables programats, per al desenvolupament de tasques diverses. Existeixen altres definicions, no obstant totes coincideixen en dos punts: la capacitat de reprogramació i la multifuncionalitat dels robots.

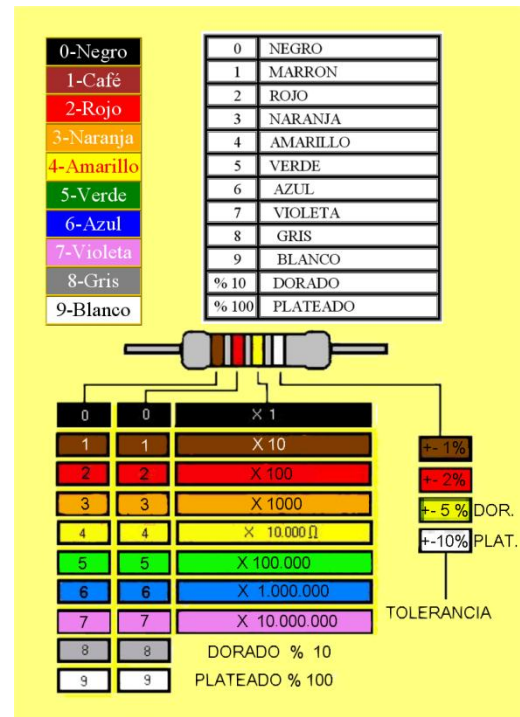
## 5 COMPONENTS ELECTRÒNICS BÀSICS

En aquest apartat coneixerem els components bàsics que es troben en els robots i els que he de conèixer per emprendre el projecte.

### 5.1 LES RESISTÈNCIES

En electricitat, les **resistències** s'oposen al pas del corrent i transformen l'energia elèctrica en calor. En els circuits electrònics, les resistències compleixen un paper molt més especial: permeten distribuir adequadament la tensió i el corrent elèctric en els diferents punts del circuit. Per realitzar aquesta correcta distribució es basen, en tot moment, en la llei d'Ohm.

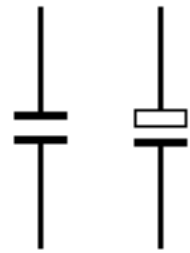
La forma d'identificar fàcilment el valor d'una resistència és mitjançant el codi de colors. La raó d'utilitzar aquest sistema és a causa de la reduïda mida dels components que impedeix poder-hi escriure xifres que es puguin llegir.



## 5.2 EL CONDENSADOR

El **condensador** és un dispositiu molt utilitzat en l'electricitat, sobretot en aplicacions de circuits electrònics. Es pot dir que és un element capaç d'emmagatzemar petites quantitats d'energia elèctrica per tornar-la quan sigui necessari.

Un condensador està format per dues armadures, anomenades elèctrodes, que estan separades per un dielèctric (aïllant elèctric) que evita que les càrregues elèctriques es transmetin d'un elèctrode a l'altre. Les càrregues poden arribar a les armadures per diversos camins: un exemple seria el procedent d'una bateria, si aquesta bateria es treu, les càrregues continuaran a les armadures. Les càrregues, separades pel dielèctric, s'atreuen entre si i per tant es crea un camp elèctric entre les armadures, aquest fet segueix la llei de Coulomb.



Símbol electrònic

## 5.3 EL DÍODE

Un **díode** és un element semiconductor que només permet la circulació del corrent en un sentit únic. Està format per un càtode (part positiva) i un ànode (part negativa), indicat amb una ralla en el component. El símbol del Díode és una fletxa que apunta de l'ànode al càtode, és a dir, de positiu a negatiu. Per tant, aquesta fletxa recorda el recorregut del corrent convencional.



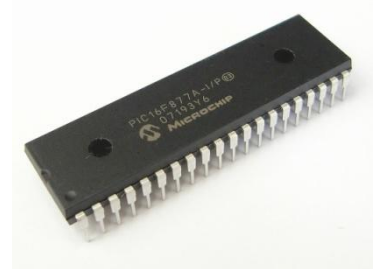
Símbol electrònic

### Característiques:

- Funciona amb tensions molt baixes, aquest fet possibilita el seu ús en circuits alimentats per piles o bateries.
- Té una mida molt reduïda, la qual cosa comporta a la miniaturització dels circuits.
- La quantitat de calor que genera durant el seu funcionament és molt baixa, ja que no necessita l'escalfament de cap filament.

## 5.4 EL MICROCONTROLADOR

Un **microcontrolador** és un dispositiu electrònic capaç de dur a terme processos lògics. Aquests processos són programats en llenguatge per l'usuari, i són introduïts a aquest mitjançant un programador, el qual també es coneix com un circuit integrat que ens ofereix les possibilitats d'un petit ordinador. En el seu interior podem trobar un processador, memòria i alguns perifèrics. La seva missió, igual que la d'un ordinador personal és la mateixa d'una calculadora. Davant les variables d'entrada, segueix un programa, un algorisme\* donat per un programador i canvia el seu estat interior. Com a objectius o dispositius d'entrada o sortida es poden trobar diversos perifèrics, des de simples línies d'entrada digital que poden estar a 0 o 1, fins a complexos ports usats en ordinadors que permeten la comunicació amb altres dispositius externs com microcontroladors o ordinadors.



## 5.5 ELS MOTORS

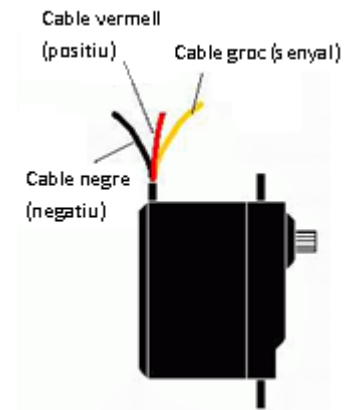
Un **motor** és una màquina capaç de transformar l'energia emmagatzemada en combustibles, bateries o altres fonts en energia mecànica capaç de realitzar un treball. En els automòbils aquest efecte és una força que produeix el moviment del vehicle.

Els motors els podem classificar en diversos tipus:

- Motors tèrmics: el treball que realitzen s'obté gràcies a algunes diferències de temperatura.
- Motors elèctrics: el treball s'obté a partir d'un corrent elèctric.
- Motors de combustió interna: el treball es produeix gràcies a combustibles fòssils, com per exemple el petroli.

\**Algorisme*: conjunt finit d'instruccions o passos que serveixen per executar una tasca o resoldre un problema.

En el meu cas, utilitzaré servomotors elèctrics. Un **servomotor** és un motor que es caracteritza per la seva precisió, ja que pot situar-se en qualsevol posició dins d'un rang de gir, normalment de 0° a 180°. Així doncs, no són motors pensats per fer moure un vehicle que recorri certa distància, sinó per a moviments de precisió com podria ser el d'un braç robot, però sense que el marge de maniobra excedeixi aquest rang de gir. Està format per un motor, una caixa reductora i un circuit de control.



Tenen tres cables de connexió elèctrica: un per proporcionar el corrent continu i es connectarà a la tensió de 5V (el vermell), el segon per a la connexió a terra (el marró/negre) i el tercer que és el que es connectarà al pin de control del 0 al 13 (habitualment taronja).

## 5.6 ELS SENSORS

Un **sensor** és un dispositiu capaç de mesurar magnituds físiques o químiques (variables d'instrumentació) i les converteix en variables elèctriques en forma de senyal que poden ser llegides per un instrument. Uns exemples de variables d'instrumentació són: temperatura, intensitat de la llum, distància, pressió, humitat, pH, etc.

La característica més important dels sensors és que són sensibles a una gran quantitat d'estímul. I per tant, quan aquests són captats i eventualment valorats es transmeten com un senyal a un altre dispositiu o sistema, aquest els utilitza com a informació, per efectuar algun moviment com per exemple dibuixar-ne un gràfic.

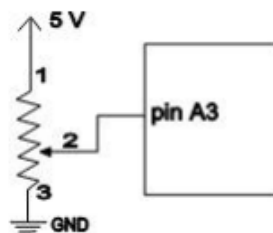
## 5.7 EL POTENCIÒMETRE

El potenciòmetre és un altre sensor d'entrada molt utilitzat. Consta d'una resistència variable, que dependrà de la posició de gir en què es trobi el seu mànec. És molt important connectar el potenciòmetre de manera correcta per evitar que aquest es faci malbé (en cas de deixar passar tot el corrent per una secció del potenciòmetre de molt baixa resistència).

Un potenciòmetre té tres potes:

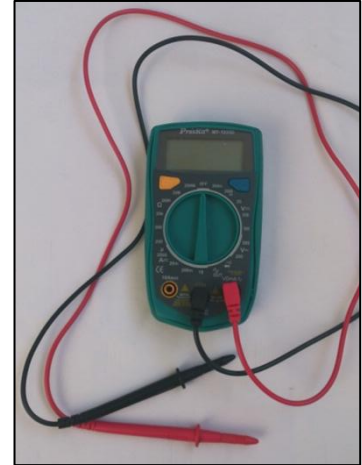


S'ha de connectar l'entrada analògica del potenciòmetre de la següent manera:



## 5.8 EL POLÍMETRE

El **polímetre o multímetre** és un aparell de mesura portàtil que s'utilitza per mesurar diferents magnituds elèctriques, com, per exemple, tensió i corrents en C.C i C.A (corrent continu i corrent altern), resistència, capacitat, prova de continuïtat, prova de díodes i transistors. La mateixa paraula ja indica la seva funció: <<polímetre>>, moltes mesures. El polímetre digital, que és el que utilitzaré durant el projecte, presenta una lectura en forma de xifres numèriques que facilita la interpretació de la mesura. Els analògics funcionen amb una agulla.



## 5.9 SOLDADURA I MUNTATGE DE COMPONENTS

Per unir elèctricament dos o més components s'utilitza la soldadura tova a partir d'estany. El material que s'aporta en la soldadura està format per un fil compost d'un aliatge d'estany-plom. L'interior del fil està omplert d'un nucli d'una substància resinosa que, en fondre's, aconseguix netejar la zona a soldar i facilita que l'estany penetri i es difongui amb facilitat entre les dues parts a soldar. Per elevar la temperatura de la connexió a soldar, s'utilitza el soldador. L'ideal és utilitzar soldadors de temperatura controlada per evitar sobreescalfaments en els components.





## 6 ELECTRÒNICA ANALÒGICA I ELECTRÒNICA DIGITAL

L'**electrònica** és una disciplina que estudia els electrònics des del punt de vista de l'electró (partícula que gira al voltant de l'àtom amb càrrega elèctrica negativa). Mitjançant els components i circuits electrònics (díodes, transistors, condensadors, resistències, circuits integrats, microprocessadors, memòries, etc) és possible manejar com vulguem el moviment de l'electró i aconseguir múltiples aplicacions, com per exemple: la radio, la televisió, els ordinadors, els robots, etc.

### 6.1 ELS SENYALS ELÈCTRICS

En qualsevol sistema electrònic, cal tenir en compte els senyals elèctrics que entren i surten d'un circuit. El **senyal elèctric** pot definir-se de dues maneres:

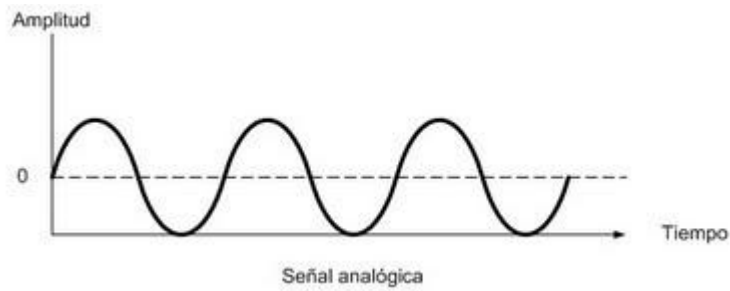
1. La diferència de potencial (o tensió) entre dos punts carregats elèctricament en el transcórrer del temps.
2. La variació del corrent en el transcórrer del temps en analitzar el corrent que passa per un conductor.

### 6.2 TIPUS DE SENYALS

En qualsevol sistema electrònic, cal tenir en compte els senyals elèctrics que entren i surten d'un circuit. Segons la forma d'aquest senyal distingirem dos grans grups: els senyals analògics i els senyals digitals.

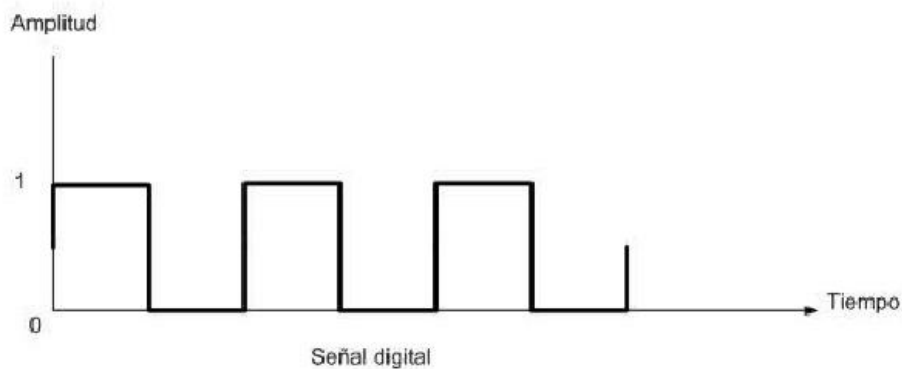
### 6.2.1 ELS SENYALS ANALÒGICS

Són aquells que presenten una gran quantitat de valors de manera continuada al llarg del temps.



### 6.2.2 ELS SENYALS DIGITALS

Són aquells que presenten dos únics valors extrems, perfectament identificables i diferenciats. Quan la magnitud d'entrada passa de cert valor, el senyal salta d'un valor a l'altre bruscament, sense detenir-se en cap valor intermedi.



## 7 ARDUINO

### 7.1 QUÈ ÉS ARDUINO?

**Arduino** és una placa de circuit imprès simple basada en el microcontrolador de codi obert, que té l'objectiu de fer més simple i accessible el disseny de circuits electrònics amb microcontroladors. Disposa d'una sèrie d'entrades i sortides, i es programa a través de l'ordinador mitjançant un llenguatge de programació.

**Alimentació:** Arduino pot estar alimentada per dues vies:

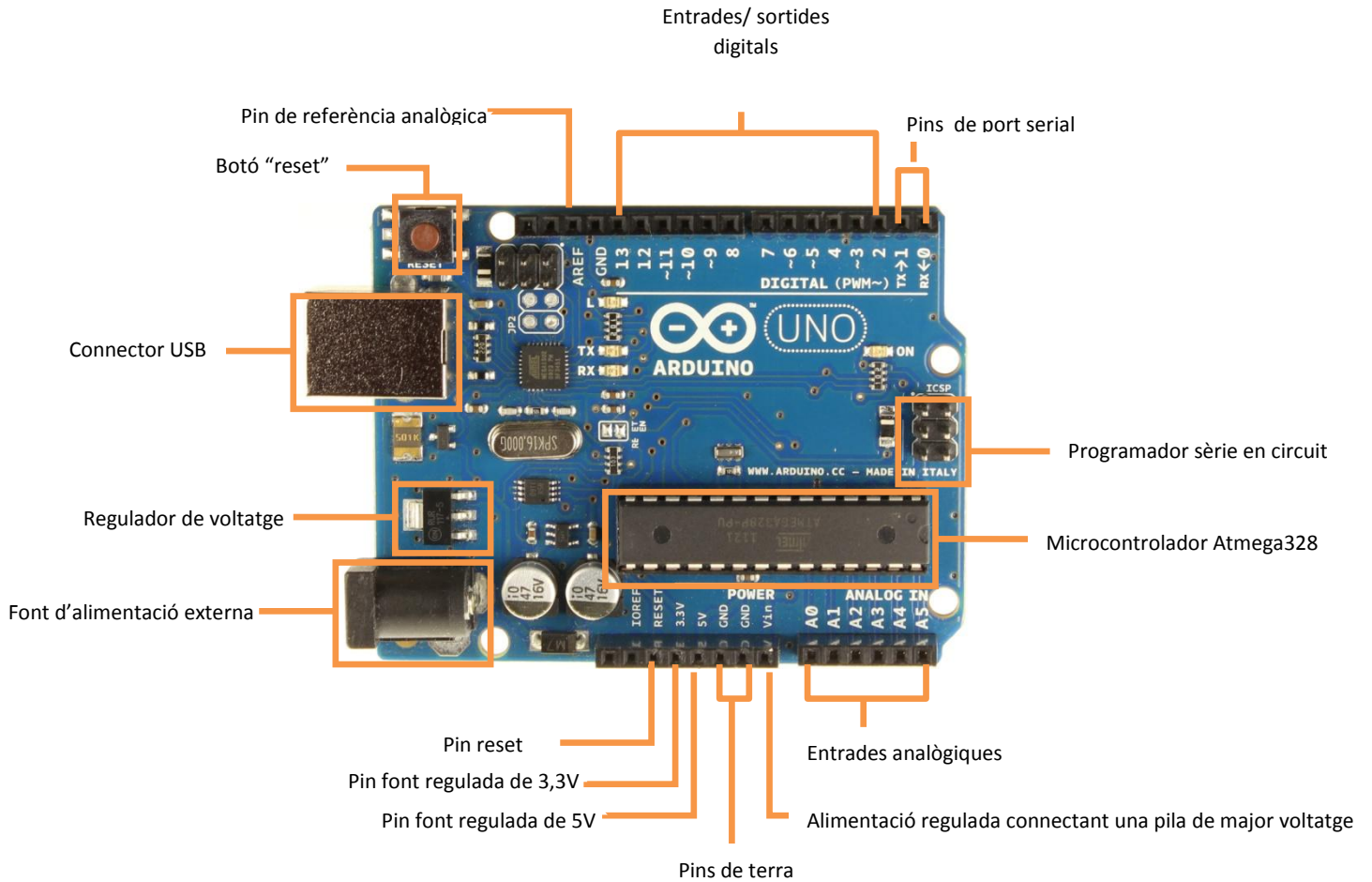
- connexió USB** (que proporciona 5 V).
- jack d'alimentació** (que normalment serà una pila de 9 V o font d'alimentació, que es recomana que estigui entre 7 - 12 V).

**Els pins d'alimentació** són per alimentar els circuits, la placa de prototips o *breadboard* o *protoboard*:

- 3.3 V** proporciona una tensió de 3,3 V, i una intensitat màxima de 50 mA.
- 5 V** proporciona una tensió de 5 V, i una intensitat màxima de 300 mA.
- GND** és la presa de terra, o nivell 0 V de referència.
- Vin** proporciona la tensió màxima amb la qual està alimentat Arduino.

Normalment, tot el circuit electrònic que Arduino controlarà es munta sobre una placa de prototips o *breadboard*, i la connexió es realitza amb cables tipus *jumper*.

## 7.2 COMPONENTS QUE FORMEN LA PLACA



Disposa de 14 pins que es poden configurar com a entrada o sortida i als quals es pot connectar qualsevol dispositiu que sigui capaç de transmetre o rebre senyals digitals de 0 i 5 V. També disposa d'entrades i sortides analògiques. Mitjançant les entrades analògiques podem obtenir dades de sensors en forma de variacions contínues d'un voltatge. Les sortides analògiques se solen utilitzar per enviar senyals de control en forma de senyals PWM.

### Què és el PWM?

Sovint necessitem alguna cosa més que un senyal de 0 o 1 en els nostres projectes, per poder variar la velocitat de gir d'un motor, per transmetre els graus de gir d'un servo, etc. Per a tot això i més, ens servirà el PWM, que emula un senyal analògic a partir d'un senyal digital.

Els límits estan entre els 6 i els 12 V. Com a única restricció cal saber que si la placa s'alimenta amb menys de 7V, la sortida del regulador de tensió a 5V pot donar menys que aquest voltatge i si sobrepassem els 12V, probablement danyarem la placa.

### 7.3 PROGRAMACIÓ D'ARDUINO

Tot programa per Arduino presenta una estructura bàsica:

**1a part** `int x=0;`                    **Declarar les variables.**

**2a part** `void setup () {...}` **Configuració d'Arduino.**

**3a part** `void loop () {...}` **Ordres** que regiran el comportament d'Arduino.

#### 1a part: Declarar les variables

Una **variable** és un valor que Arduino pot emmagatzemar en la seva memòria, i que posteriorment podrà ser utilitzat o modificat.

La variable que utilitzaré en la meva programació serà la *int*.

La variable *int* emmagatzema un número sencer entre -32769 i 32767 (2 bytes).

És important saber que és possible declarar una variable sense assignar-li un valor inicial, i fer-ho posteriorment durant el transcurs del programa:

```
int    x;  
  
...  
  
x=2;
```

**Domini d'una variable:** si declaro una variable al començament del programa, podré emprar aquesta variable en qualsevol moment (dins de qualsevol funció o bloc de programa), però si declaro una variable dins d'una funció, només es podrà utilitzar en aquesta funció.

### 2a part: Configuració d'Arduino

En aquest bloc s'haurà d'especificar:

- Quins **pins** seran emprats com a **entrada** i quins com a **sortida**.

```
pinMode (4, OUTPUT); // utilitzaré el pin 4 com a sortida Digital.
```

```
pinMode (3, OUTPUT); // utilitzaré el pin 3 com sortida Digital o Analògica.
```

```
pinMode (10, INPUT); // utilitzaré el pin 10 com a entrada Digital.
```

Les entrades analògiques no cal incloure-les en el setup, ja que aquests pins (A0, A1, A2, A3, A4, A5) només poden ser entrades analògiques.

- Si volem establir una connexió amb l'ordinador.

```
Serial . begin (9600);    /* cal especificar els bauds (bits per segon) a la qual es  
                          realitzarà aquesta comunicació Arduino-PC */
```

**\*Nota important:** Quan Arduino estableix comunicació amb el PC necessita utilitzar els pins 0 i 1 (RX i TX), per tant no hem d'utilitzar-los com entrades o sortides per al nostre circuit.

### 3a part: Ordres que regiran el comportament d'Arduino

En aquest bloc s'hauran d'escriure totes aquelles instruccions, ordres o funcions necessàries perquè Arduino funcioni segons el nostre desig. Realment, aquest bloc constitueix un bucle infinit, ja que Arduino, mentre estigui alimentada amb energia, funcionarà fent el programa loop contínuament.

Aquestes funcions que s'utilitzen són molt variades i, per tant, només explicaré les més importants:

### 7.3.1 LES FUNCIONS

#### FOR

```
for (inici; condició; increment) {...}
```

L'estructura for repeteix un nombre de vegades les instruccions que estiguin contingudes entre claus, i la lògica que segueix és la següent:

- Empra una variable (per exemple i) que s'inicia (assignant-li un valor inicial, en aquest exemple podria ser i=7).
- Aquesta variable incrementarà cada vegada que es repeteixi el for. L'increment pot expressar-se de diverses maneres.
- El bucle for es repetirà sempre i quan se segueixi complint la condició.

#### IF

```
if (condició) {...}
```

- Entre els parèntesis posarem una condició, i en cas de complir-se, és executar les ordres que estiguin dins de les claus.
- Si només s'escriu un únic comandament, es poden ometre les claus.
- A l'hora de comprovar si una condició es compleix o no, podem utilitzar els següents **operadors de comparació**:

$x==y$ . x és igual a y

$x!=y$ . x no és igual a y

$x<y$ ,  $x>y$ ,  $x<=y$ ,  $x>=y$

Una variant d'aquesta estructura és la formada per: `if (condició) {...} else {...}`

Permet que el programa agafi un dels dos camins: si es compleix la condició (que serà el que acompanyi a l'if), o si no ho compleix (que serà el que acompanyi a else).

### 7.3.2 ENTRADES ANALÒGIQUES

Recordem que les entrades analògiques en Arduino no cal configurar-les al setup. Aquest senyal analògic d'entrada podrà tenir valors compresos entre 0 i 1023, corresponents als valors intermedis d'un rang de 0 a 5 V.

```
x = analogRead (A3); // assigna a x el valor analògic que Arduino llegeix en el pin A3
```

- Com els únics pins vàlids per a una entrada analògica són els A0 ... A5, no hi ha possibilitat de confusió, i pot ometre l'A: `x = analogRead(3);`

Evidentment, per emprar una entrada analògica necessitem un sensor analògic, és a dir, que els seus valors elèctrics variïn en un rang significatiu, no limitant-se a dos possibles valors. Aquests sensors analògics poden ser: LDR (LDR), NTC (termoresistència), potenciòmetre, sensor de so, sensor d'ultrasò, etc.

### 7.3.3 ALTRES FUNCIONS

Una forma de fer un escalat de valors, és a través de la funció **map**, que mapeja un rang inicial de valors a un altre rang final de valors.

Si no es vol utilitzar una nova variable, es pot reassignar la variable `val` al nou valor mapejat:

```
val = map (val, 0,1023,0,255);
```



- **Serial.print (val);**

`Serial.print (val, BASE);` // imprimeix el valor de la variable val, però passant la variable a la base que li especifiquem: DEC, HEX, OCT, BIN, que corresponen a: Decimal, Hexadecimal, Base 8 i Binari respectivament.

- **delay (milisegons);**

Aquesta instrucció permet fer una pausa durant el programa.

`delay(1000);` //es realitza una pausa en el programa de 1000 ms

### 7.3.4 LLIBRERIES

Una llibreria és una col·lecció de funcions que estan especialment creades per facilitar el maneig de certs dispositius, i que no són carregades per defecte a Arduino per estalviar espai en la seva memòria.

S'importa posant:

```
#include <nomdelllibreria.h>
```

## 8 AVANTPROJECTE

### 8.1 PRIMERES IDEES

La idea principal proposada per desenvolupar és una estructura formada per quatre peces. La primera peça és la base, que serà una petita caixa de fusta que servirà com a suport del braç. A continuació s'hi situarà el braç format per dos tubs d'alumini amb petites peces de fusta que s'uniran als servomotors i a la següent peça construïda d'una manera similar, l'avantbraç. Finalment, hi té lloc la mà que estarà formada de plàstic amb una petita peça que l'adjuntarà al servomotor. Els materials més emprats en aquest disseny seran l'alumini i la fusta. La placa Arduino se situarà a sota de la caixa. El recobriment es farà amb xapes d'alumini que després es pintaran.

La segona idea és similar a la primera, però amb una sèrie de canvis. La peça que connecta el braç amb el motor de la base és d'acer inoxidable i no de fusta, exactament igual que la que unirà el servomotor de l'extrem amb l'avantbraç que estarà fet d'una fina placa de fusta. La mà, en aquest cas, serà de pell amb un farcit de cotó, com la resta del braç. En aquest cas hi afegim un material nou, l'acer inoxidable. S'haurà d'utilitzar la placa Arduino i la placa *protoboard*, ja que en aquesta segona solució s'utilitzaran potenciòmetres. Aquestes dues plaques, juntament amb els accessoris, se situaran fora del robot, en una estructura feta a part.

### 8.2 SOLUCIÓ TRIADA

Després d'analitzar les dues opcions exposades, hi trobem una sèrie d'avantatges i inconvenients en cadascuna d'elles.

En la primera solució, podem observar perfectament que el seu aspecte positiu més destacat és que es tracta d'una estructura molt sòlida i per tant resulta més fàcil unir amb fermesa totes les peces. No obstant això, donaria lloc a un braç resistent, però no eficient.

L'inconvenient que hi trobem és que aquesta solidesa ens porta a unes peces excessivament pesades per a la capacitat que es poden permetre els servomotors: amb la utilització i la pràctica contínua d'aquest projecte, els servos es gastarien i anirien perdent força i eficiència. Un altre inconvenient que hi ha és que utilitzar molt alumini no ens surt gens manejable, ja que no és un material que es pugui soldar fàcilment.

En la segona proposta, trobem un avantatge essencial per al bon funcionament del robot: la lleugeresa. A l'hora de substituir dos tubs d'alumini per una fina làmina de fusta en l'avantbraç, els diversos trossos gruixuts de fusta per una petita peça d'acer inoxidable i fer la cobertura de pell, aconseguim que l'estructura es torni molt més lleugera, però no fràgil. Això permetrà que els servomotors puguin funcionar sense cap tipus de pressió que estigui per sobre de la que poden suportar. Treballar amb acer inoxidable també és un dels altres avantatges, ja que es poden tallar peces amb la forma desitjada i soldar-les entre elles sense cap dificultat. L'últim aspecte positiu que trobem respecte a la primera opció és la utilització de potenciòmetres a l'hora de fer funcionar el braç, ja que ens permet fer-lo treballar d'una forma més fluida i lliure. L'aspecte negatiu que comporta afegir aquests components és que haurem d'utilitzar més cables i necessitarem molt més espai.

Finalment, la solució triada és la segona perquè ens surt molt més eficient i manejable. A més a més, el disseny final és molt més realista, ja que el recobriment estarà fet de pell.

## 9 MEMÒRIA TÈCNICA

### 9.1 MEMÒRIA DESCRIPTIVA

#### 9.1.1 CARACTERÍSTIQUES PRINCIPALS

El braç robòtic es pot moure gràcies a la instal·lació i la programació d'Arduino, a través de potenciòmetres. És una estructura una mica pesant tenint el compte la seva mida, pesa uns 1,7Kg. Es pot dividir en quatre parts, cadascuna dirigida per un servomotor: la base, el braç, l'avantbraç i la mà.

#### 9.1.2 COM FUNCIONA?

Com ja he comentat abans, el braç funciona seguint les instruccions d'una programació que he creat i que és possible gràcies a la placa d'Arduino. Aquesta programació, assigna un servomotor a cada potenciòmetre que el mou seguint manualment els moviments que nosaltres indiquem. La programació és la següent:

```
#include <Servo.h>

Servo servoA; // Crear un objecte servo per controlar el primer servomotor
Servo servoB; // Crear un objecte servo per controlar el segon servomotor
Servo servoC; // Crear un objecte servo per controlar el tercer servomotor

int potA = 0; // Pin analògic utilitzat per connectar el primer
              potenciòmetre
int potB = 1; // Pin analògic utilitzat per connectar el segon
              potenciòmetre
```

```
int potC = 2; // Pin analògic utilitzat per connectar el tercer
              potenciòmetre

int valA;    // variable per llegir el valor del primer pin analògic
int valB;    // variable per llegir el valor del segon pin analògic
int valC;    // variable per llegir el valor del tercer pin analògic

void setup()
{
  Serial.begin(9600); // obrir el port sèrie, fixa la velocitat de dades a
                     9600 bps

  servoA.attach(3); // associar el primer servo al pin 3
  servoB.attach(9); // associar el segon servo al pin 9
  servoC.attach(11); // associar el tercer servo al pin 11
}

void loop()
{
  valA = analogRead(potA); // llegeix el valor del primer
                           potenciòmetre (valor entre 0 i 1023)

  valA = map(valA, 0, 1023, 0, 179); // escala el valor per utilitzar-lo
                                     amb el servo corresponent (valor
                                     entre 0 i 180)

  servoA.write(valA); // fixa la posició del primer servo
                     d'acord amb el valor escalat

  valB = analogRead(potB); // llegeix el valor del segon
                           potenciòmetre (valor entre 0 i 1023)

  valB = map(valB, 0, 1023, 89, 179); // escala el valor per utilitzar-lo
                                     amb el servo corresponent (valor
                                     entre 0 i 180)

  servoB.write(valB); // fixa la posició del segon servo
                     d'acord amb el valor escalat
```

```
valC = analogRead(potC);           // llegeix el valor del tercer
                                   // potenciòmetre (valor entre 0 i 1023)

valC = map(valC, 0, 1023, 179, 89); // escala el valor per utilitzar-lo
                                   // amb el servo corresponent (valor
                                   // entre 0 i 180)

servoC.write(valC);                // fixa la posició del tercer servo
                                   // d'acord amb el valor escalat

delay(15);                          // esperar a que el servo es posicioni
}
```

### 9.1.3 JUSTIFICACIÓ DEL DISSENY

El braç està dissenyat de tal manera que la base sigui pesant i estable per poder evitar qualsevol sacsejada que pugui fer malbé l'estructura i provocar la caiguda d'aquesta. El braç està fet d'acer, un material dur amb l'objectiu de poder aguantar amb facilitar l'avantbraç i la mà. Per fer això possible, aquestes últimes peces esmentades són més lleugeres: l'avantbraç està fet de fusta i la mà de cotó. Per una altra banda, el disseny específic de cadascuna de les peces s'ha creat segons la posició i la mida de cada servomotor, de tal manera que puguin encaixar bé amb cada element.

Pel que fa a l'aspecte exterior, el braç robòtic està revestit amb pell pel fet d'estar format per materials reciclats i no donar una parença gaire polida.

### 9.1.4 MATERIALS EMPRATS I JUSTIFICACIÓ

Com ja he comentat, l'acer i la fusta són els materials més emprats. També he utilitzat cotó i pell. L'acer i la fusta pesant s'han utilitzat en les zones que necessitaven estabilitat i fermesa. En canvi, les plaques fines de fusta i el cotó per les zones que haurien de ser més lleugeres. També he utilitzat diferents tipus de cargols i cola especial per aguantar bé l'estructura i poder unir els servomotors a les peces. Finalment, la pell cobreix tot el braç per donar un millor aspecte.

Per dur a terme el seu funcionament, he utilitzat la placa Arduino i uns servomotors compatibles amb aquesta. He decidit utilitzar aquesta placa perquè dóna la possibilitat de crear una gran varietat de projectes i perquè ha sigut molt recomanada.

Finalment, també he utilitzat l'ordinador per crear i executar el programa a la placa.

### 9.1.5 AVANTATGES I INCONVENIENTS





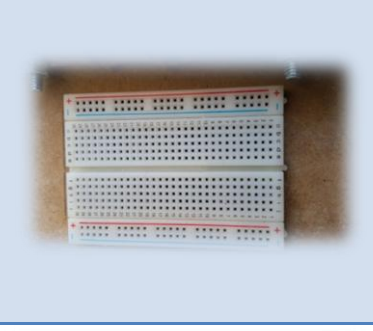

#### Avantatges:

- Els pesos estan ben distribuïts.
- És estructuralment simple.
- Moviments fàcilment controlables
- Gràcies als potenciòmetres es pot moure d'una forma més fluida i lliure.

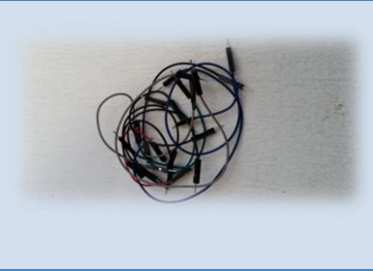




#### Inconvenients:

- Els materials electrònics que requereix tenen un preu elevat.
- Qualsevol error en el cablejat dels elements pot cremar els servomotors o la placa.

## 9.2 LLISTA DE MATERIALS

Material	Descripció	Quantitat	Fotografia
<b>Placa Arduino UNO</b>	Placa programable amb entrades i sortides digitals i analògiques.	1	
<b>Servomotor 3001HB</b>	Funciona amb 6V, una força de 4kg/cm i una velocitat de gir de 0,18seg/60°.	2	
<b>Servo miniatura HD-1160A</b>	Funciona amb 6V, una força de 2,7kg/cm i una velocitat de 0,12seg/60°.	1	
<b>Potenciòmetre</b>	Potenciòmetre rotatori, amb 3 potes.	3	
<b>Placa protoboard</b>	Placa de proves feta de dos materials, un aïllant (plàstic) i un conductor que connecta els diversos orificis entre si.	1	
<b>Cargols i femelles</b>	De diferents mides	6	



<b>Cables "jumper"</b>	De diferents colors i mides, depenent de la connexió que realitzaran.	22	
<b>Portàtil i cable USB</b>	Per transferir el programa a la placa	1	
<b>Font d'alimentació exterior</b>	Per alimentar els servomotors	1	
<b>Polímetre</b>	Aparell per mesurar diferents magnituds elèctriques	1	
<b>Regletes</b>	Per unir cables	2	

**9.3 PRESSUPOST DELS MATERIALS**

Producte	Quantitat	Preu unitari	Preu total
Arduino UNO+ Kit bàsic	1	52,14€	52,14€
Servomotor estàndard 3001HB	2	13,05€	26,10€
Servomotor miniatura HD-1160A	1	11,05€	11,05€
Potenciòmetre	3	2,15€	6,45€
Caixa de cargols	1	2,95€	2,95€
Font d'alimentació externa	1	17,95€	17,95€
Peça de pell	50cm	5€	5€
<b>Costos d'enviament (Total)</b>	-	-	12,41€
<b>TOTAL</b>	-	-	134,07€

A causa d'un problema amb les connexions dels servomotors, es van cremar i vaig haver de tornar-los a comprar. Per tant, al final he gastat un total de 171,22€.

**9.4 EINES NECESSÀRIES PER A LA CONSTRUCCIÓ DEL BRAÇ**

Les eines que he necessitat per a dur a terme el muntatge de braç robòtic han sigut les següents:



- Llapis i cinta mètrica
- Tisores
- Cinta aïllant
- Encenedor
- Soldadora i estany
- Polímetre
- Pistola de cola calent
- Tornavisos
- Alicates

## 9.5 PROCEDIMENT DE MUNTATGE

1. Per començar, s'ha de tallar un tros quadrat de fusta que formarà part de la base i fer un forat on se situarà el primer servomotor.



2. A continuació, s'han de tallar 4 peces rectangulars que s'uniran a la peça anterior per formar el suport de la base.

3. Cobrir la peça amb un tros de pell. Per poder connectar la placa al portàtil i la font d'alimentació externa, i poder passar els cables a dins, s'hauran de fer un parell de forats en un extrem de la base.



4. Crear i unir una petita peça a un dels costats de la base on situarem la *protoboard* i els potenciómetres. Per tant, s'han de fer tres forats.



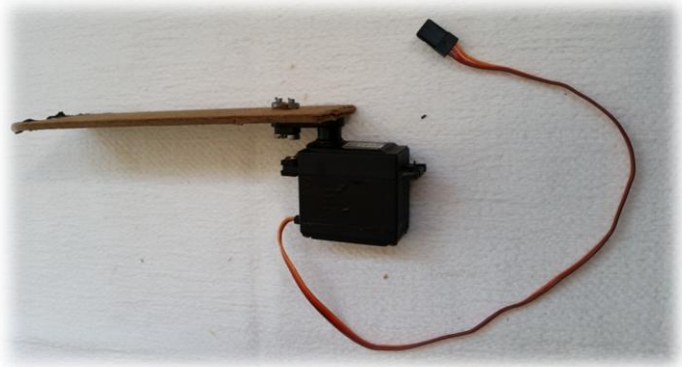
5. Fixar la placa *protoboard* i les regletes necessàries.

6. Crear dues petites peces d'alumini iguals amb dos petits cilindres en cadascun on hi encaixaran dos cilindres llargs. Una d'elles amb forats on hi encaixarà el segon servomotor.



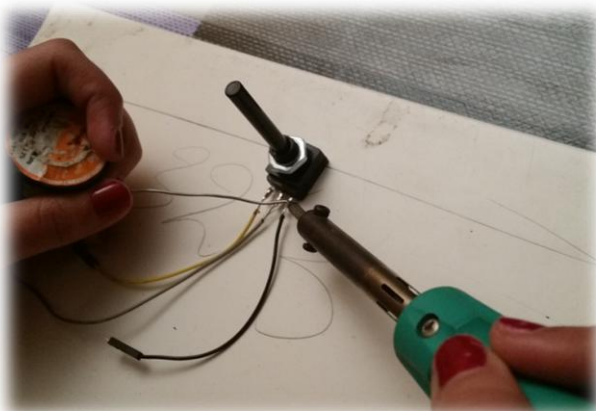
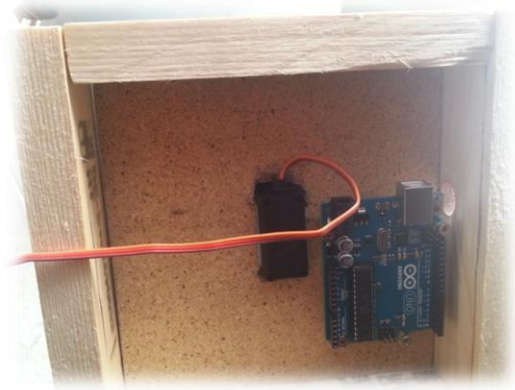
7. Tallar dos cilindres on s'adjuntaran les dues peces anteriors. Aniran units als servomotors.

8. Tallar una làmina de fusta que formarà l'avantbraç. Aquesta peça s'haurà d'unir al segon servomotor amb cargols.



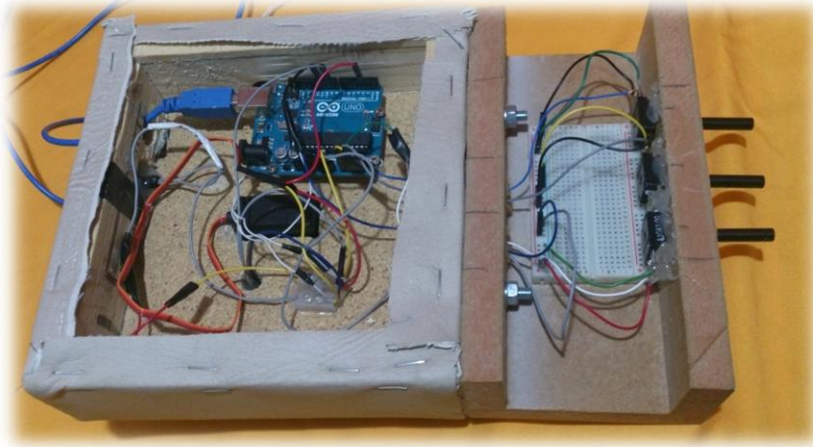
9. Finalment, per fer la mà s'ha de cosir una peça amb la pell en forma de guant i omplir-la de cotó. Després s'ha de posar un tros de polièster en la base per poder unir l'últim servomotor a aquesta.

10. Per realitzar el muntatge del circuit s'ha de col·locar la placa Arduino i el primer servomotor en els seus llocs ja establerts.

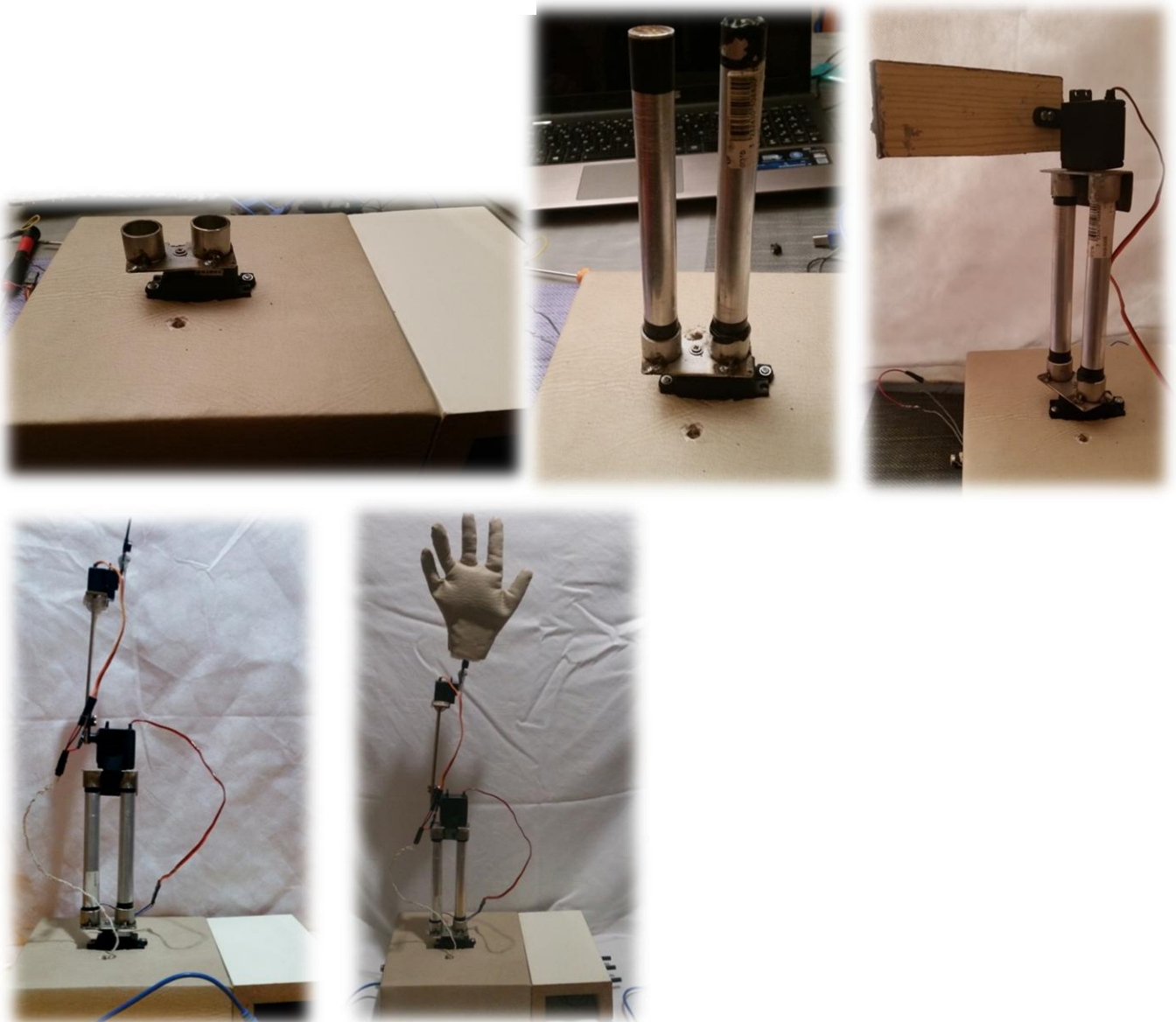


11. A continuació s'han de soldar els cables necessaris per a la connexió i els que aniran juntament amb els potenciòmetres.

12. Ara que ja està tot preparat, s'ha de muntar el circuit.



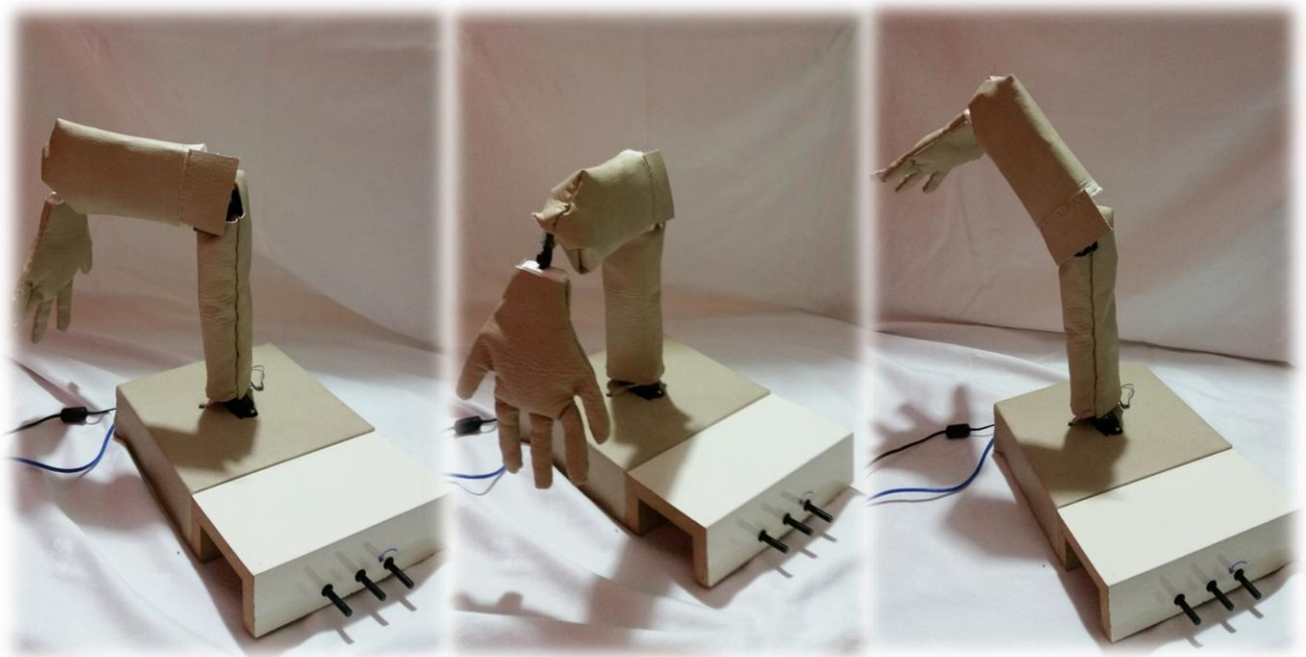
13. Ja es poden unir totes les peces.



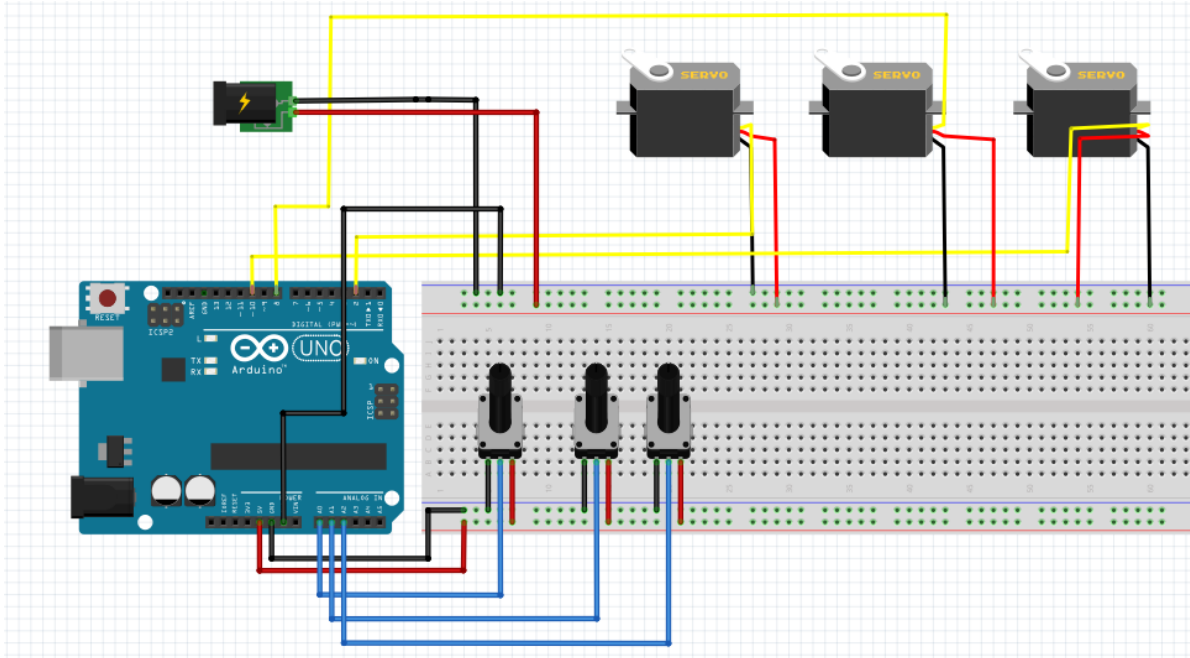
14. Per poder acabar el braç, s'han de tallar i cosir les peces de pell.



15. Finalment, s'ha de revestir el braç i ja estarà acabat.



## 9.6 PLÀNOL DEL CIRCUIT



# 10 AVALUACIÓ DEL PROCÉS DE CONSTRUCCIÓ

## 10.1 ASSOLIMENT DELS REQUERIMENTS MARCATS.

Finalment, després d'haver acabat la pràctica, puc avaluar el resultat obtingut amb relació del que s'esperava inicialment. Aquest resultat ha estat molt positiu perquè, tot i haver-me trobat amb obstacles al llarg del projecte, he aconseguit la majoria dels requeriments marcats inicialment i, sobretot, he après molt.

A l'inici del projecte, em vaig proposar construir un braç robòtic, amb materials reciclats, capaç de reproduir moviments a partir d'una programació i que, a més a més, siguin similars als d'un braç humà. Aquest últim aspecte és l'únic que no he aconseguit completament. Els moviments estan limitats a causa de la utilització de només tres servomotors.



Per aconseguir tots els moviments que un braç humà pot realitzar, el braç hauria de ser molt més complex. Per altra banda, he aconseguit aportar millores al disseny de l'estructura inicialment proposat. Volia que el braç i l'avantbraç estiguessin formats per acer per poder tenir molta més fermesa. En canvi, el material que he utilitzat per a l'avantbraç ha sigut una làmina de fusta, ja que si no l'estructura es desequilibrava a causa del pes.

## **10.2 OBSTACLES I PROBLEMES**

Durant el projecte, m'he trobat amb bastants problemes. Al començament del procés de construcció, com ja he esmentat abans, després d'haver muntat totes les peces hi havia problemes de pes i, per tant, d'equilibri. En relació a aquest problema, vaig decidir canviar de materials i substituir una estructura formada d'acer per una fina làmina de fusta. Vaig haver d'adaptar els dos servomotors a la nova peça utilitzant unes altres estratègies.

Un altre dels problemes que vaig tenir, va ser en relació als servomotors. Una mala connexió de la font d'alimentació externa en un moment inoportú, va causar l'espallament d'aquests aparells. Aquest fet va fer que durant un mes no pogués avançar en la part pràctica, ja que havia de tornar a comprar aquest material i trobar el problema que encara desconeixia. Per tant, també va causar més despeses econòmiques de les que s'esperaven en un principi. En comptes de gastar 134,07€, aquesta xifra va incrementar fins als 171,22€.

## **10.3 VALORACIÓ DELS RESULTATS**

Finalment, després de totes les hores dedicades, els resultats obtinguts han sigut molt satisfactoris, ja que s'apropen molt a l'objectiu que havia establert al començament del projecte. Es podrien haver afegit altres programacions i donar més utilitats al braç. Però la falta de temps i la complicitat del treball ja realitzat, no m'han permès poder crear diverses programacions. Encara així, n'estic molt orgullosa i és un treball que no està limitat, i es podria continuar i desenvolupar molt més.

## **10.4 PROSPECTIVA**

Després de tota aquesta experiència, si pogués refer el projecte hi hauria diverses coses que canviaria. Per començar, intentaria aprendre el funcionament de la programació en C molt abans, per així poder crear moltes més programacions i, per exemple, fer-ne una que em donés la possibilitat de moure el braç automàticament de diverses formes. També hauria tingut molta més cura a l'hora de tractar amb els servomotors i així evitar l'incident que m'ha fet perdre diners i, sobretot, temps. Finalment, el recobriment de pell en comptes de cosir-lo el faria amb velcro i així no tindria tantes dificultats a l'hora de posar-la.

## **10.5 VALORACIÓ PERSONAL**

El marc teòric del meu treball m'ha servit per endinsar-me en el món de la robòtica i també per poder conèixer la funció de cadascun dels components electrònics més importants.

A nivell personal, aquest treball ha estat una experiència molt enriquidora: he après el valor de l'organització i la planificació de les coses i he dedicat moltes hores a l'estudi de la programació en C, cosa que m'ha proporcionat molts coneixements que em seran útils en el futur.

Haver pogut aprendre la programació en C i poder tractar amb nous components electrònics per primera vegada ha estat una experiència increïble.

Personalment, la realització del meu treball de recerca m'ha ajudat en molts aspectes. He après que no sempre les coses surten com les planifiquem i que el fracàs no és el final del camí: he pogut superar tots els obstacles inesperats i he après a rectificar i així no tornar a cometre els mateixos errors. Per tant m'ha ajudat a superar-me i a aprendre dels meus errors. A l'hora d'estudiar el llenguatge de la programació en C, el meu tutor i jo hem dedicat moltes hores i molt esforç perquè mai surt la programació a la primera i s'ha de saber rectificar.

Tot el projecte, en general, m'ha demostrat la satisfacció que s'obté quan s'aconsegueix l'objectiu amb tant d'esforç, el valor que té no rendir-se mai i buscar sempre una solució factible.

He començat el treball amb un pròleg on agraiïa els ànims i la col·laboració de certes persones i vull acabar-lo donant-los les gràcies de nou. Gràcies a vostè també per haver llegit el meu treball, espero que hagi gaudit tant com jo a l'hora de realitzar-ho. En les següents pàgines es mostren les fonts d'informació que he utilitzat i els annexos.

Gràcies per la seva atenció.

## 11 BIBLIOGRAFIA I WEBGRAFIA

He visitat algunes pàgines web i llegit alguns llibres amb la finalitat d'elaborar el marc teòric del treball. També he cercat informació sobre Arduino per obtenir més informació i aprendre a utilitzar d'una manera més correcta la programació. També estan els enllaços web de la botiga on-line on he comprat els materials i el logotip de la universitat que he visitat. Aquí estan totes les **webs** i els **llibres** que he fet servir durant el meu treball.

ca.wikipedia.org

www.arduino.cc

www.universal-robots.es

www.encyclopedia.cat

www.tr3sdland.com

www.youtube.com

www.tienda.bricogeek.com

www.electronicSJoma.com

**BricoGeek**



**UNIVERSAL ROBOTS**



**VIQUIPÈDIA**

*L'enciclopèdia lliure*



**ARDUINO**

**Subministres Electrònics**

**JOMA**

**You Tube**



**Enciclopèdia Catalana**

### Llibres:

· *Introducció a la robòtica*

Autor: Subir Kumar Saha

Editorial: McGraw Hill

· *Arduino práctico*

Autor: Joan Ribas Lequerica

Editorial: Anaya

· *Electrotecnia*

Autor: José María Redondo

Editorial: Cano Pina S.L.

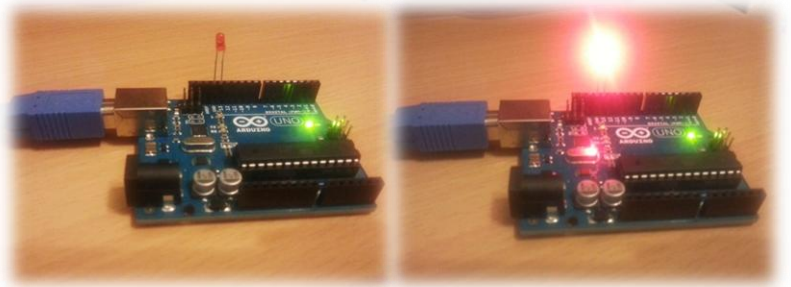
## 12 ANNEXOS

### PRÀCTIQUES AMB ARDUINO

Per poder dur a terme correctament la programació del braç cal obtenir els coneixements bàsics i fer pràctiques. En cadascuna d'aquestes hi he afegit els codis de programació que he creat amb la seva traducció (lletra en gris).

#### PRÀCTICA 1: Parpelleig d'un LED connectat directament a la placa

Aquesta primera pràctica, em servirà per conèixer el funcionament bàsic de la programació que utilitza la placa Arduino. Els materials necessaris són la placa, el cable USB per a connectar-la a l'ordinador i un petit LED que durà a terme les accions programades.



La programació consta d'un LED que s'encén durant un segon i després s'apaga durant un altre segon repetidament.

// Primer indicarem que el LED se situarà en el pin número 13. S'ha d'utilitzar aquest pin quan es connecta directament a la placa, ja que és l'únic que compta amb una petita resistència, si no fos així, el LED es cremaria.//

```
int led = 13;

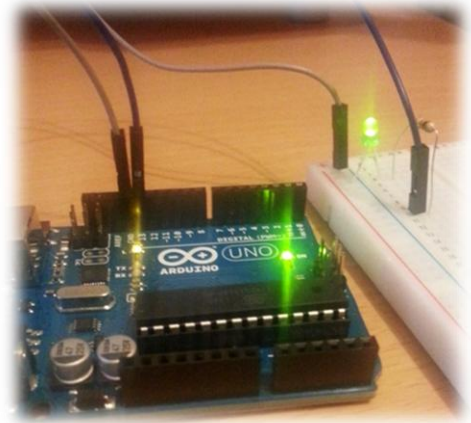
void setup() {
  pinMode(led, OUTPUT); // A continuació inicialitzem el pin digital com a sortida.
}

// Després utilitzem el bucle, que permet repetir l'acció que escriurem //
void loop() {
  digitalWrite(led, HIGH); // encendre el LED (Alt (HIGH) és el nivell de voltatge)
  delay(1000); // esperar un segon
```

```
digitalWrite(led, LOW); // apagar el led, fent que la tensió sigui baixa (LOW)
delay(1000);           // esperar un segon
}
```

## **PRÀCTICA 2: Parpelleig d'un LED connectat a la placa board**

Aquesta pràctica és molt semblant a la primera, no obstant el LED que utilitzaré el connectaré a una placa board. Això em servirà per a conèixer aquesta placa i el seu funcionament i la connexió que estableix amb la placa Arduino. S'utilitza la mateixa programació de la pràctica anterior.



## **PRÀCTICA 3: Programació d'un servomotor**

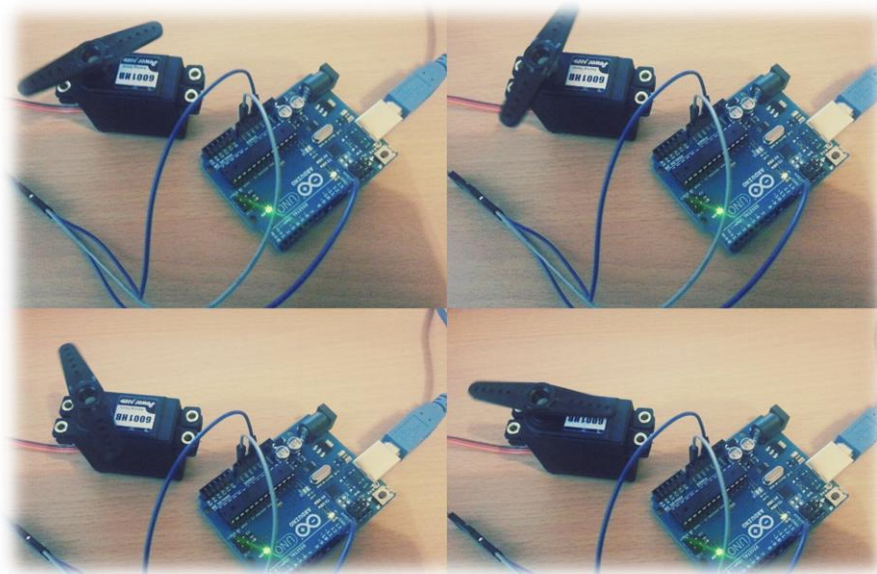
Aquesta pràctica m'ajudarà a introduir-me en el món dels servos i conèixer millor el seu funcionament. Utilitzaré la programació següent:

```
#include <Servo.h> //Carregar la llibreria Servo.h que conté els
mètodes per treballar amb servos.//

Servo myservo; //Crear l'objecte servo per controlar el servomotor.
                // Es poden crear un màxim de 5 objectes
int pos = 0;    //variable per emmagatzemar la seva posició

void setup()
{
  myservo.attach(9); // S'adjunta el servo al pin número 9
}
```

```
void loop()  
{  
  for(pos = 0; pos < 180; pos += 1) //va dels 0 graus als 180  
  {  
    myservo.write(pos);           //en passos d'1 grau //dir-li al servo que vagi a la posició de la variable "pos"  
    delay(15);                    //esperar 15ms per a que el servo assoleixi la posició  
  }  
  for(pos = 180; pos>=1; pos-=1) //anar dels 180 graus als 0  
  {  
    myservo.write(pos);           //dir-li al servo que vagi a la posició de la variable "pos"  
    delay(15);                    //esperar 15ms perquè el servo assoleixi la posició  
  }  
}
```



#### PRÀCTICA 4: Controlar un servomotor amb un potenciòmetre

Aquesta última consisteix en controlar un servomotor amb un potenciòmetre, és a dir, el servo es mourà els mateixos graus que girarà la roda del potenciòmetre (resistència variable) manualment.

```
#include <Servo.h> // Carregar la llibreria Servo.h que conté els
//mètodes per treballar amb servos

Servo myservo; // Crear un objecte servo per controlar el servomotor
int potpin = 0; // S'utilitzarà el pin analògic per connectar el potenciòmetre
int val; // variable per llegir el valor del pin analògic

void setup()
{
myservo.attach(9); // S'adjunta el servo al pin número 9
}

void loop()

{
val = analogRead(potpin); // Llegir el valor del potenciòmetre (valor entre 0 i 1023)
val = map(val, 0, 1023, 0, 179); //escala del valor per utilitzar-lo amb el servo
//(valor entre 0 i 180)

myservo.write(val); // fixar la posició del servo d'acord amb el valor de l'escala
delay(15); // esperar que el servo agafi una posició
}
```

