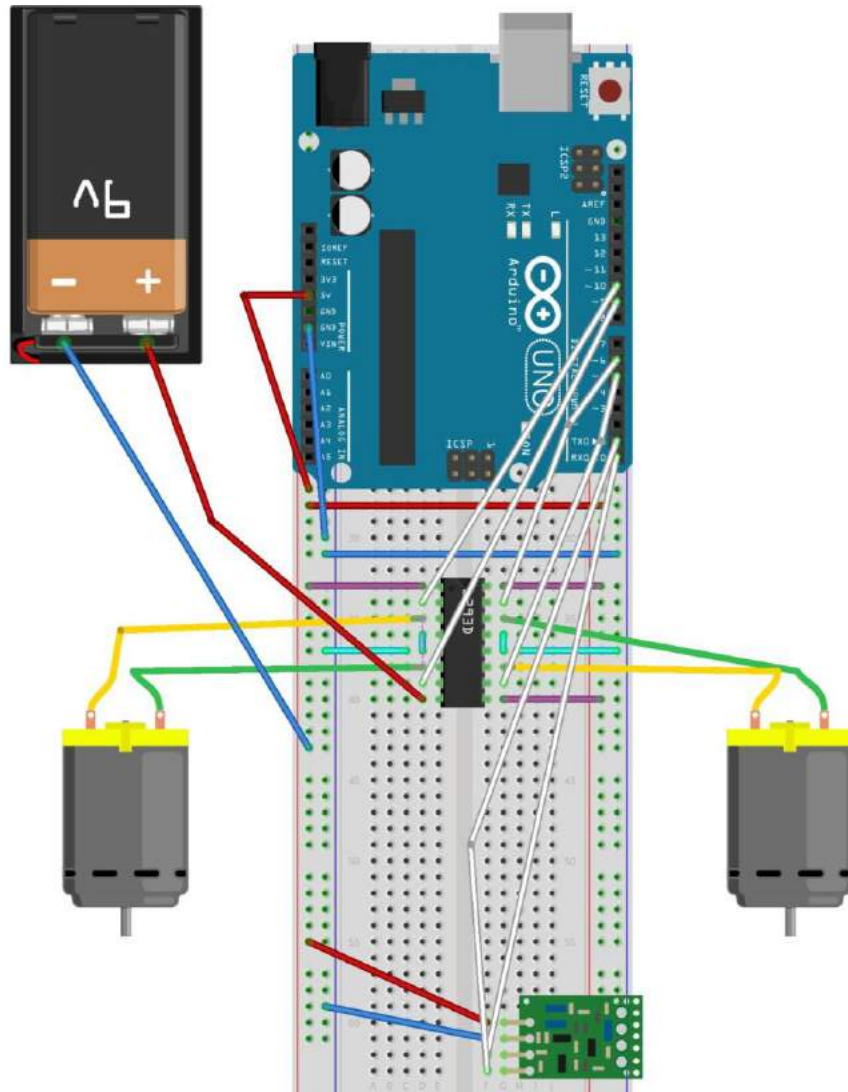


# Disseny i construcció d'un cotxe teledirigit

---



Alumne: Jan Vicens

Tutor: Jeroni Pérez

Curs: 2n Batxillerat A

Data: 14 de gener de 2016

# Índex

1. Introducció.....	3
2. Cotxe mecànic amb cable.....	4
2.1. Construcció.....	4
3. Cotxe digital i inàlambtric.....	7
3.1. Codi arduino i funcionament.....	7
3.2. Protoboard.....	10
3.3. Motors.....	12
3.4. Puente H.....	12
3.5. Mòdul bluetooth.....	14
3.6. Aplicació.....	15
3.7. Construcció.....	17
4. Conclusions.....	23
4.1. Comparació dels dos cotxes.....	23
4.2. Conclusions finals.....	23
5. Webgrafia .....	25
6. Agraïments.....	26
Annex A.....	27

# 1. Introducció

---

Construir un cotxe teledirigit representava un gran repte per a mi, ja que no tenia cap coneixement respecte la matèria. Durant el treball, he anat canviant les idees que tenia des d'un principi per adaptar-me a les noves situacions que s'anaven donant durant la realització d'aquest.

Jo volia fer un treball de recerca d'àmbit tecnològic, el qual tingués un tema relacionat amb vehicles. Des de ben petit m'han agradat molt el cotxes, així que finalment vaig decidir que el meu treball estaria relacionat amb ells. Vaig estar uns dies pensant com podia fer un treball relacionat amb els cotxes i finalment vaig tenir la idea de fer un cotxe teledirigit.

La idea principal era que la font d'energia fos solar, però aquesta possibilitat va quedar anul·lada a causa de la incompatibilitat de la placa arduino amb aquesta font. L'única alternativa possible va ser la utilització d'una bateria de 9V.

També volia fer jo mateix el comandament, però quan vaig veure que podia crear una app per fer la funció de comandament no vaig dubtar a canviar la idea inicial. Però finalment vaig haver de fer un comandament, ja que vaig decidir construir dos cotxes, el cotxe sense cable i digital que ja tenia pensat fer, i un altre que funcionés de forma mecànica i amb cable per fer una comparació entre el funcionament del dos. Per construir el cotxe mecànic vaig haver de fer un comandament.

La hipòtesi de la qual parteixo és que sóc capaç de dissenyar i construir un cotxe teledirigit digital, i que aquest serà més exacte pel que fa al moviment que un cotxe teledirigit que funcioni de forma mecànica.

Durant la realització del treball han anat sorgint diferents problemes. El primer que va sorgir va ser el problema de la font d'energia esmentat anteriorment, el qual va tenir una fàcil i pràctica solució. El segon problema i el més important, va afectar al moviment dels motors del cotxe digital. Dels dos motors només se'n movia un, fet que provocava que el cotxe només es mogués donant voltes sobre si mateix.

## 2. Cotxe mecànic amb cable

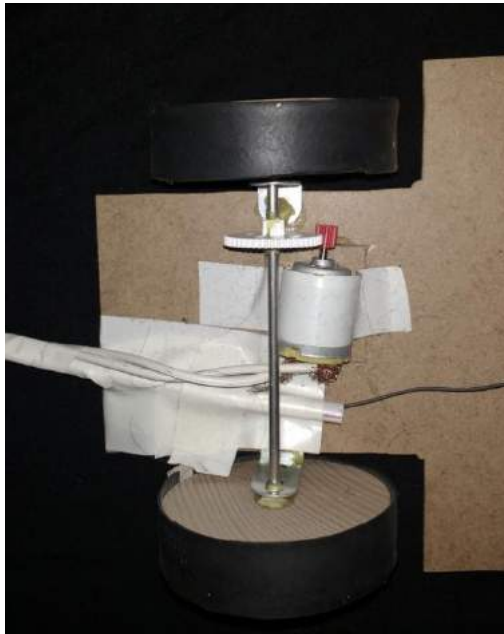
---

Aquest cotxe és molt rudimentari, construït només per comparar el seu funcionament amb un cotxe on tot funciona de forma electrònica. La seva font d'energia és simplement una pila, la qual es connecta al comandament i des del comandament es connecta al motor. Al fer un pont al comandament s'aconsegueix que el motor giri cap endavant i cap endarrere. Aquest gir es transmet al l'eix posterior mitjançant uns engranatges. La direcció funciona de forma totalment mecànica, no té cap complicació. El fet de funcionar de forma mecànica provoca que els girs no siguin tan exactes com ho serien si funcionés de forma electrònica.

A diferència de l'eix posterior, les rodes davanteres tenen dos eixos, no només un, per tal de fer possible el gir d'aquestes. Enganxat a la base d'una de les dues rodes es troba un braç el qual transmet el moviment a tota l'estructura.

### 2.1. Construcció

- Agafant com a base una fusta de 30 cm x 20 cm, vaig tallar quatre forats per poder introduir les rodes. Els forats de la part posterior tenen una forma rectangular, en canvi els forats de la part davantera estan tallats de manera que la roda pugui girar completament sense tocar amb la base.
- El motor el vaig col·locar a l'eix posterior, ja que un cotxe amb la tracció al darrere i la direcció al davant és molt més controlable que no pas a l'inrevés. Mitjançant un engranatge, el motor està en contacte directe amb l'eix que està al mateix temps connectat a les dues rodes. Posant el mínim d'elements possible entre el motor s'aconsegueix una millora del rendiment, ja que cada objecte situat entre el motor i l'eix provoca que el moviment produït pel motor es redueixi a l'eix.

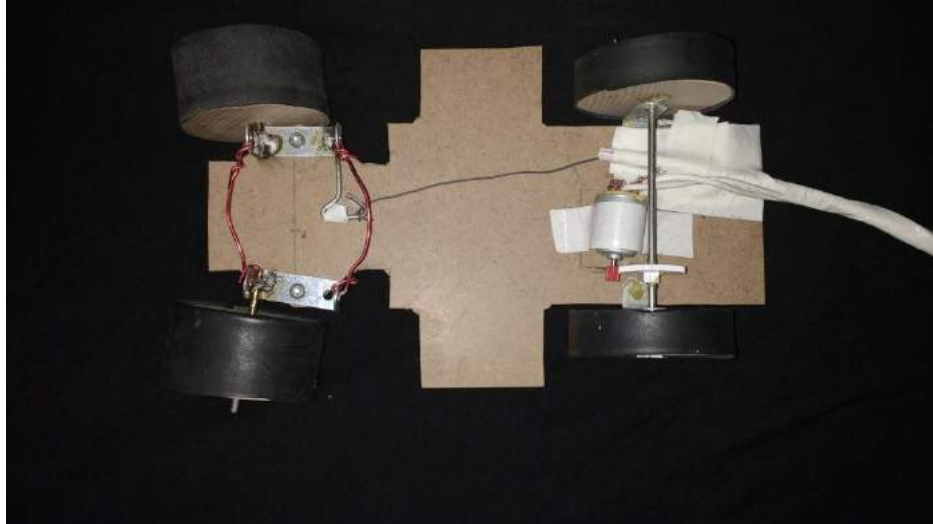


Eix posterior

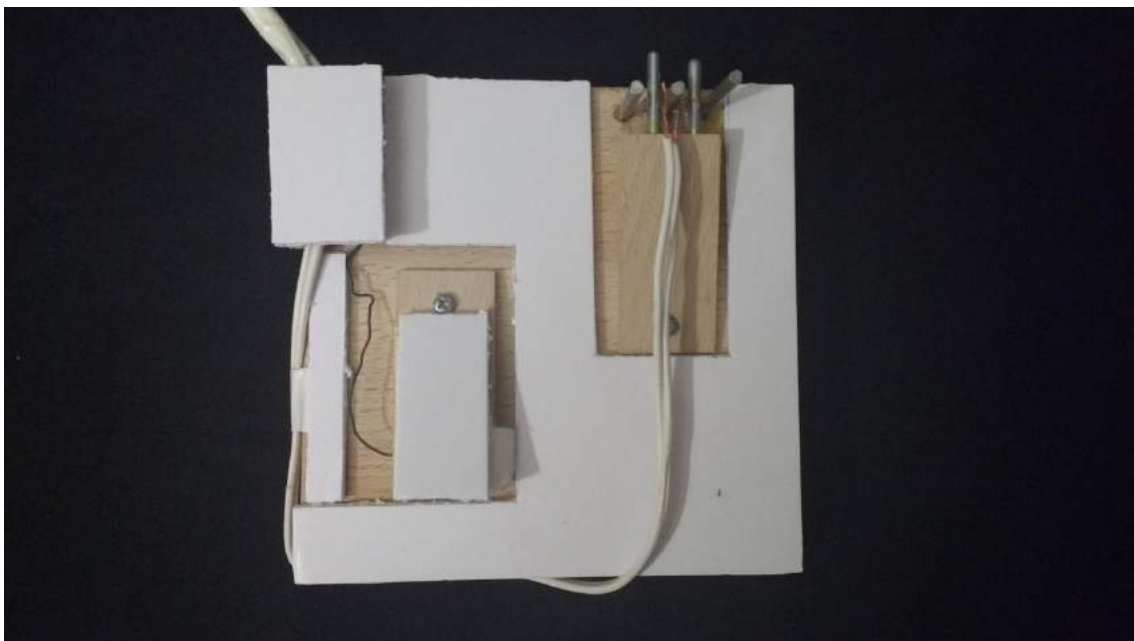
- Pel que fa a les rodes davanteres, aquestes les vaig soldar a dues peces, cada roda a una diferent, les quals poden girar, aproximadament trenta graus en les dues direccions. Aquestes peces les vaig unir mitjançant dos eixos per aconseguir que poguessin girar, ja que amb només un eix era impossible. I, finalment, vaig soldar un braç metàl·lic per tal que el moviment produït es transmetés a la vegada a les dues rodes.



Part davantera



-Per fer el comandament, vaig fer tres forats on vaig col·locar tres barres a les quals vaig connectar tres cables fent un pont a la primera i tercera barra, provocant així que finalment només quedessin dues sortides. Aquestes dues sortides les vaig connectar a la pila. D'altra banda, vaig col·locar una peça, també amb dues barres, les quals encaixen perfectament entre les tres barres, fent possible així que es puguin tocar dos a dos. Aquestes dues barres estan connectades als cables que surten del motor. Al haver fet un pont, permet que depenent de quines barres es toquin, el motor girarà endavant o endarrere, i a la vegada també ho faran les rodes.



Comandament

# 3. Cotxe digital i inàlambric

## 3.1. Codi arduino i funcionament

El codi de l'arduino es basa en dues funcions: *void setup* i *void loop*. La primera serveix per indicar una acció que es produirà en un moment determinat, la segona serveix també per indicar una acció però que es produirà de forma indefinida o durant un temps limitat el qual s'ha d'escriure a l'hora de fer la programació. També ha estat necessari en el meu cas indicar el nom de cadascuna de les sortides del motor i assignar-li un port de sortida per poder escriure tot el codi.

<pre>int esqB = 6; int esqA = 5; int dreA = 9; int dreB = 10; int vel = 255; int estado = 'g';</pre>	<p>Cada sortida dels motors es connecta a les sortides del arduino indicades. Per indicar la velocitat de les rodes s'utilitza "Int vel".</p>
<pre>void setup() {   Serial.begin (9600);   pinMode (dreA, OUTPUT);   pinMode (dreB, OUTPUT);   pinMode (esqA, OUTPUT);   pinMode (esqB, OUTPUT); }</pre>	<p>Denomina les sortides del motor.</p>
<pre>void loop() {   if(Serial.available()&gt;0) {     estado = Serial.read();   } }</pre>	

<pre> if(estado=='a'){      analogWrite(dreB, 0);     analogWrite(esqB, 0);     analogWrite(dreA, vel);     analogWrite(esqA, vel);  } </pre>	<p>Al donar velocitat a la sortida A de la dreta i la sortida A de l'esquerra, el cotxe anirà endavant.</p>
<pre> if(estado=='b'){      analogWrite(dreB, 0);     analogWrite(esqB, 0);     analogWrite(esqA, 0);     analogWrite(dreA, vel);  } </pre>	<p>Al donar velocitat a la sortida A de la dreta, aquesta roda es mourà i el cotxe girarà cap a l'esquerra.</p>
<pre> if(estado=='c'){      analogWrite(dreB, 0);     analogWrite(esqB, 0);     analogWrite(dreA, 0);     analogWrite(esqA, 0);  } </pre>	<p>Totes les sortides amb 0, per tant el cotxe s'aturarà.</p>
<pre> if(estado=='d'){      analogWrite(dreB, 0);     analogWrite(esqB, 0);     analogWrite(dreA, 0);     analogWrite(esqA, vel);  } </pre>	<p>Al donar velocitat a la sortida A de l'esquerra, aquesta roda es mourà i per tant, el cotxe girarà cap a la dreta.</p>

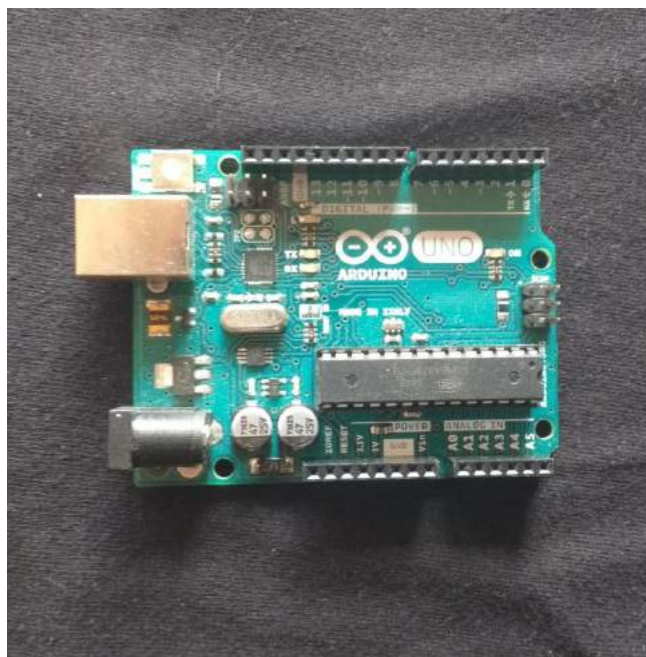


```
if(estado=='e'){  
  
    analogWrite(dreA, 0);  
  
    analogWrite(esqA, 0);  
  
    analogWrite(dreB, vel);  
  
    analogWrite(esqB, vel);  
  
}  
  
}
```

Al donar velocitat a la sortida B de la dreta i a la sortida B de l'esquerra, el cotxe anirà cap enrere.

Els dos motors tenen dues sortides, A i B. Activant una de les dues s'aconsegueix que la roda es mogui, endavant (A) o endarrere (B) depenent de la sortida activada. Al donar-li el valor 'vel', aquesta es mourà amb la velocitat indicada al principi del codi.

Per transmetre la informació des de l'app es denomina cada direcció amb una lletra diferent, per així fer molt més senzilla la introducció de les variables al codi. En el meu cas, la lletra 'a' indica que el cotxe es mourà cap endavant, la 'b' que girarà cap a la dreta, amb la 'c' s'aturarà, amb la 'd' girarà cap a l'esquerra i amb la 'e' anirà marxa enrere.



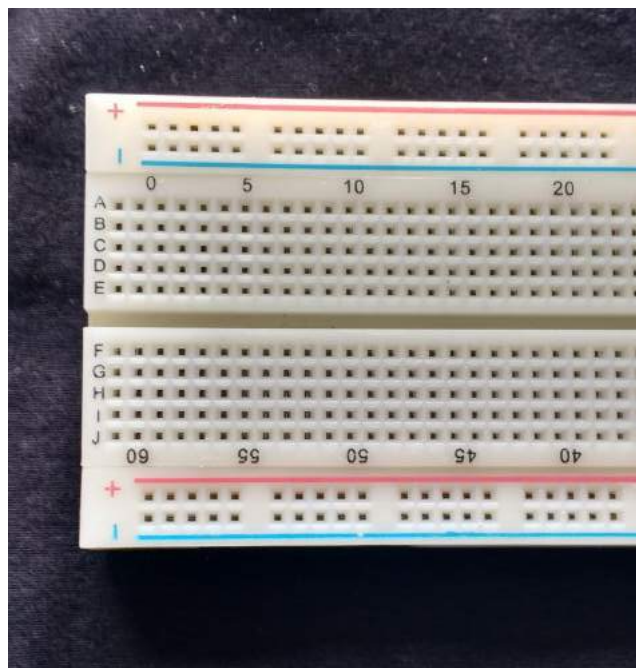
Placa Arduino Uno

## 3.2. Protoboard

Un protoboard és una eina molt útil per fer treballs electrònics que no requereixen una gran quantitat d'elements, ja que evita el fet d'haver de soldar els cables perquè té petits orificis on encaixen perfectament els cables.

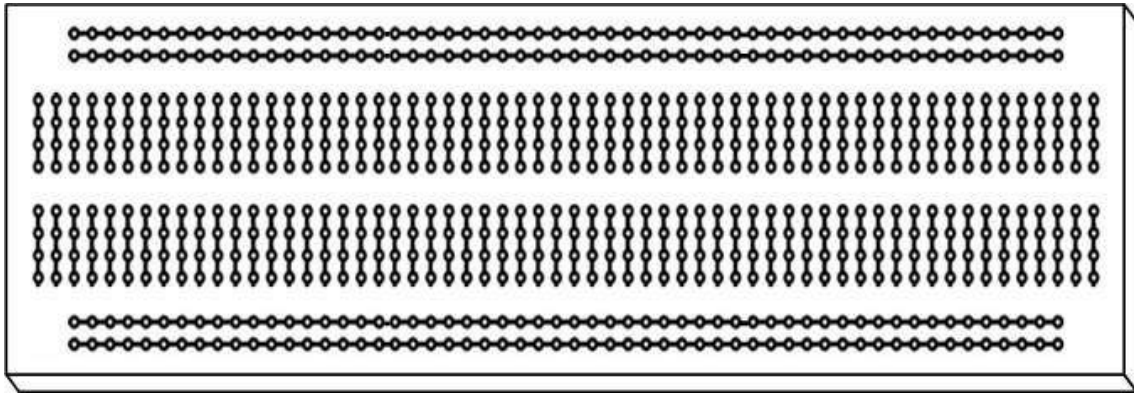
Aquest element en divideix en quatre seccions, dues al mig i una cada banda. Cada una de les seccions té un signe, n'hi ha dues de positives i dues de negatives. Quan es connecta qualsevol cable, immediatament tota la columna amb el mateix signe queda comunicada.

Així doncs, aquest element permet trobar la posició ideal dels cables fent servir el mètode de prova i error, ja que el fet que no sigui necessari soldar provoca que els cables es puguin intercanviar fàcilment.



Protoboard

Si es connectés un cable al orifici A1, els orificis B1, C1, D1 i E1 quedarien automàticament comunicats ja que pertanyen a la mateixa columna. D'altra banda, les seccions exteriors tenen un funcionament diferent, ja que estan connectades en files, és a dir, tota la fila que està immediatament per sota del signe + en la imatge està comunicada. Passa el mateix amb la fila que està immediatament per sobre del signe -.



Esquema del funcionament del protoboard

La disposició de les connexions ve donada per aquest esquema, en el qual les dues seccions centrals estan comunicades a partir de columnes i les seccions exteriors a partir de files.

### 3.3. Motors

Els cotxe funciona amb dos motors, no només amb un com el cotxe mecànic, ja que així cada roda pot girar independentment. Amb això s'aconsegueix que el cotxe pugui canviar de direcció i fer girs. Si només hi hagués un motor connectat a un eix que unís les dues rodes, el cotxe només podria moure's endavant i endarrere, perquè al estar acoblades al mateix eix, el moviment sempre seria el mateix per a les dues rodes, per tant faria falta una altra per poder fer girs.



motor que he utilitzat

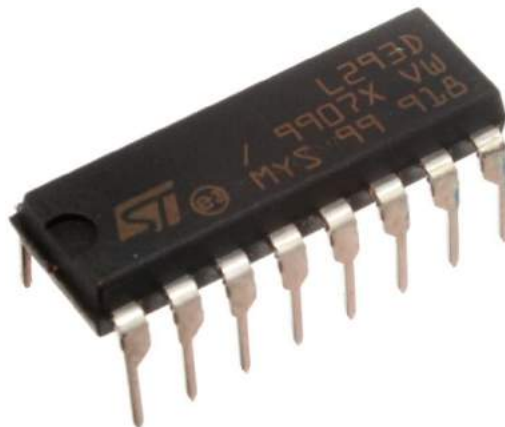
Els motors tenen un funcionament molt bàsic. Tenen dues connexions, una positiva i una altra negativa, i amb l'activació d'una de les dues, la part oposada a les connexions (on està la roda acoblada) es mourà en un sentit o un altre, segons la connexió activada.



motor amb la roda acoblada

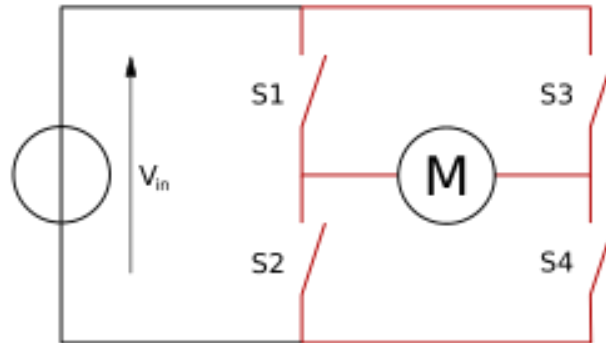
### 3.4. Puente H

Un puente H és un circuit elèctric que permet que un motor elèctric giri en ambdós sentits, avanç i retrocés. El model que he utilitzat és el L293D, un model amb setze potes, tot i que les que afecten al moviment del motor només són quatre, compatible amb protoboard.



puente H que he utilitzat

El funcionament d'aquest circuit es basa en el codi binari. Si a cada porta li assignem un valor de sortida tal i com està al dibuix, la taula de funcionament quedaria de la següent forma:



esquema del funcionament del puente H

S1	S2	S3	S4	F	Acció
0	0	0	0	0	Repòs
0	0	0	1	0	Repòs
0	0	1	0	0	Repòs
0	0	1	1	X	No es possible
0	1	0	0	0	Repòs
0	1	0	1	0	Repòs
0	1	1	0	1	Funciona
0	1	1	1	X	No és possible
1	0	0	0	0	Repòs
1	0	0	1	1	Funciona
1	0	1	0	0	Repòs
1	0	1	1	X	No és possible
1	1	0	0	X	No és possible
1	1	0	1	X	No és possible
1	1	1	0	X	No és possible
1	1	1	1	X	No és possible

I la funció seria:

$$F = \overline{S1}S2S3\overline{S4} + S1\overline{S2}\overline{S3}S4$$

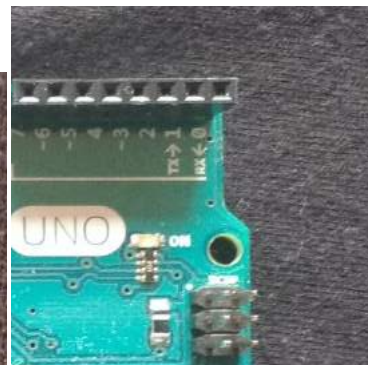
Quan a la taula de veritat s'obté un 0, el puente H es mantindrà en repòs. Quan s'obté un 1, que és en només dos casos, entrarà en funcionament. El sentit d'aquest funcionament variarà segons si estan activades **S1** i **S4** o **S2** i **S3**. I, per últim, quan s'obté una X significa que no és possible. Això és degut a que no es poden activar a la vegada ni **S1** i **S2** ni **S3** i **S4**, ja que provocaria un curtcircuit.

### 3.5. Mòdul bluetooth

Per rebre la informació de l'emissor, un mòbil en aquest cas, traspassada per bluetooth, és necessari un mòdul bluetooth, ja que l'arduino no porta incorporat aquest sistema. El model utilitzat és el HC-06, ja que com el puente H, era compatible amb la protoboard. A més, les connexions també son compatibles amb l'arduino UNO. Tant l'arduino com el mòdul tenen les connexions RXD i TXD, les quals son per rebre (RBX) i transmetre (TCX) les dades del mòdul a l'arduino.



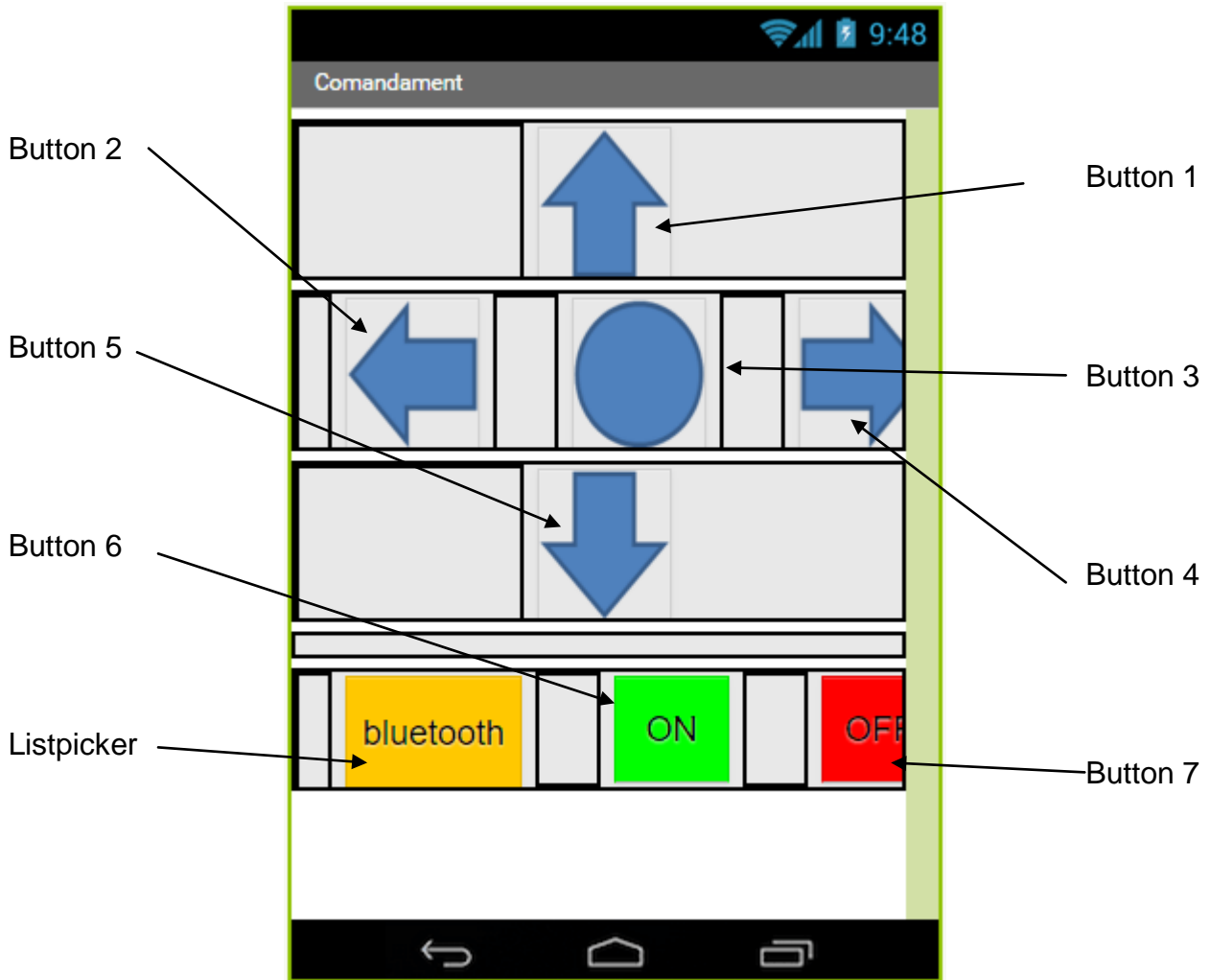
Mòdul bluetooth que he utilitzat



Connexions TX i RX del arduino

### 3.6. Aplicació

El mètode més senzill i eficaç per enviar la informació des del comandament al cotxe era utilitzant un mòbil com a emissor i un mòdul bluetooth com a receptor. I tot i que ja hi ha aplicacions a *Google Play* que fan aquesta funció, vaig considerar que fer-ne una jo mateix la faria més exacte, ja que estaria feta exclusivament per a el meu cotxe. Per fer-la vaig utilitzar la web *app inventor 2*.



disseny de l'app a *app inventor*

Pel que fa a la part del disseny, aquest és simple i funcional, amb una fletxa per a cada direcció, dos botons per apagar i encendre i un últim botó per connectar l'aplicació amb el mòdul bluetooth. Al dissenyar-lo a la web s'ha de tenir en compte que no es veurà de la mateixa manera al mòbil, ja que la mida de la pantalla és diferent a la que està per defecte a la web *app inventor*, per tant, hi haurà botons que, en un principi, no es veuran a la web perquè finalment sí ho faran al mòbil.

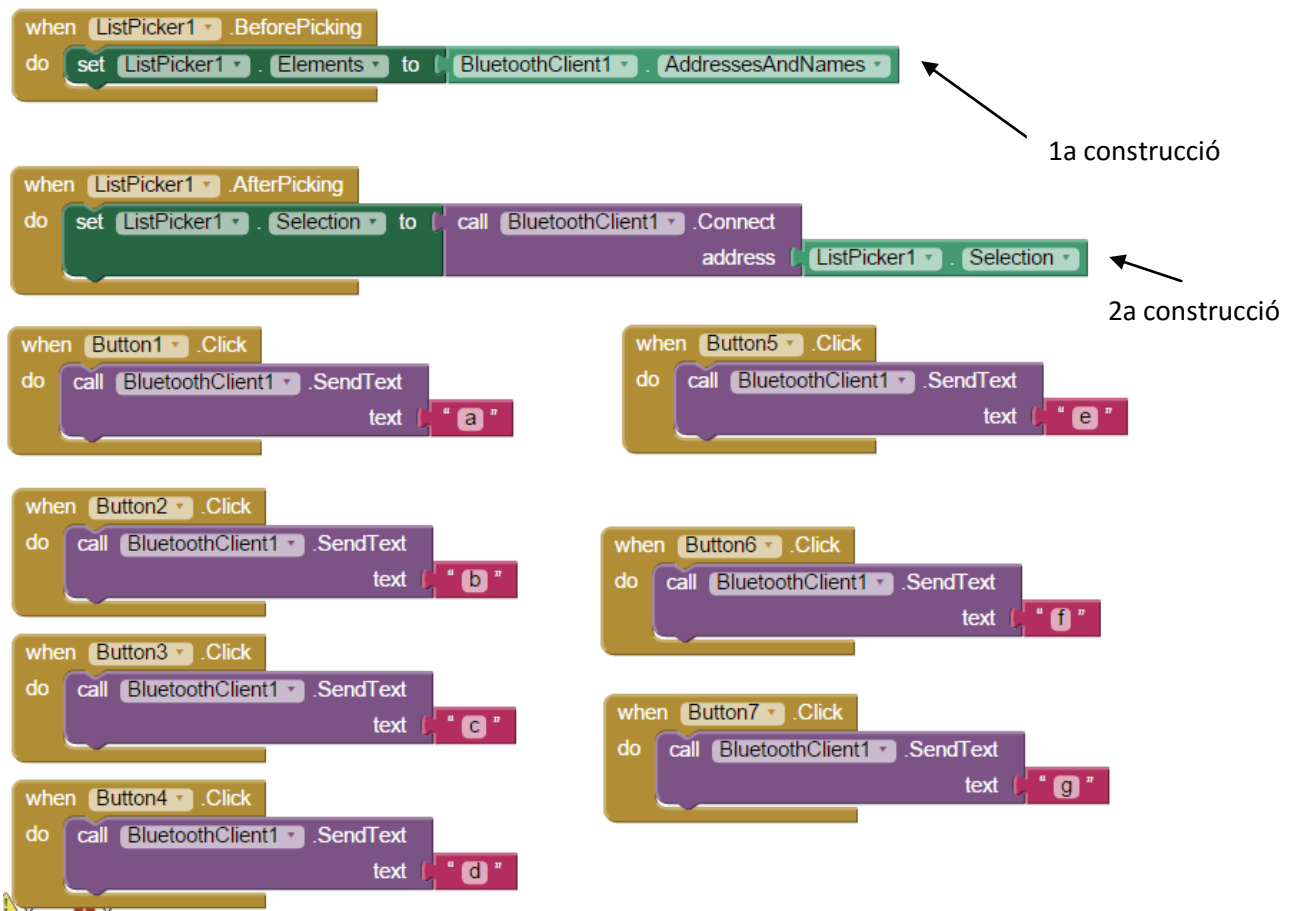
Cada boto té assignat un nom per facilitar la feina a l'hora de fer la part dels blocs: La llista de noms és la següent:

- Fletxa cap endavant: *Button 1*
- Fletxa cap a l'esquerra: *Button 2*
- Botó del mig: *Button 3*
- Fletxa cap a la dreta: *Button 4*
- Fletxa cap a baix: *Button 5*
- Botó d'encesa ON: *Button 6*
- Botó d'apagada OFF: *Button 7*
- Botó Bluetooth: *ListPicker 1*

D'altra banda, està la part de la programació, o dels blocs en *app inventor*. Cada botó té una funció assignada quan es selecciona. Al seleccionar una fletxa, s'envia un caràcter que quan el rep l'arduino, aquest fa la funció assignada a aquest caràcter. Pel que fa al botó del bluetooth, aquest fa que el mòbil busqui tots els dispositius disponibles per connectar-se vïa bluetooth. Quan se selecciona un, aquests dos es vinculen, la informació del mòbil es traspasa al dispositiu seleccionat.

- La funció de la primera construcció de blocs és que el mòbil busqui dispositius bluetooth disponibles per connectar-se.
- La segona construcció indica que aquests dispositius que s'han buscat anteriorment es mostrin en una llista.
- La resta de construccions provoquen que quan es prem el botó indicat s'envii a l'arduino el caràcter corresponent.





Programació amb blocs de l'app

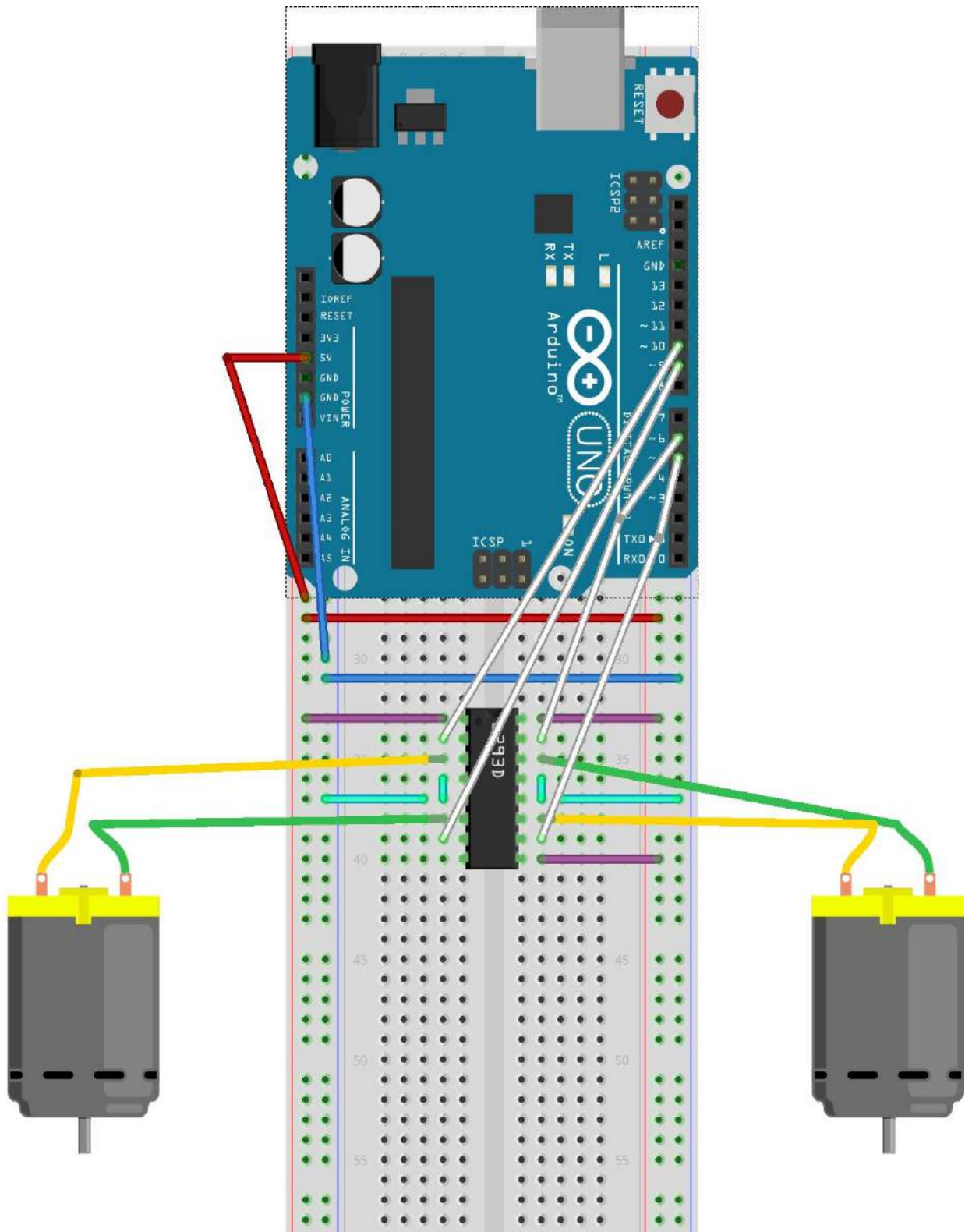
### 3.7. Construcció

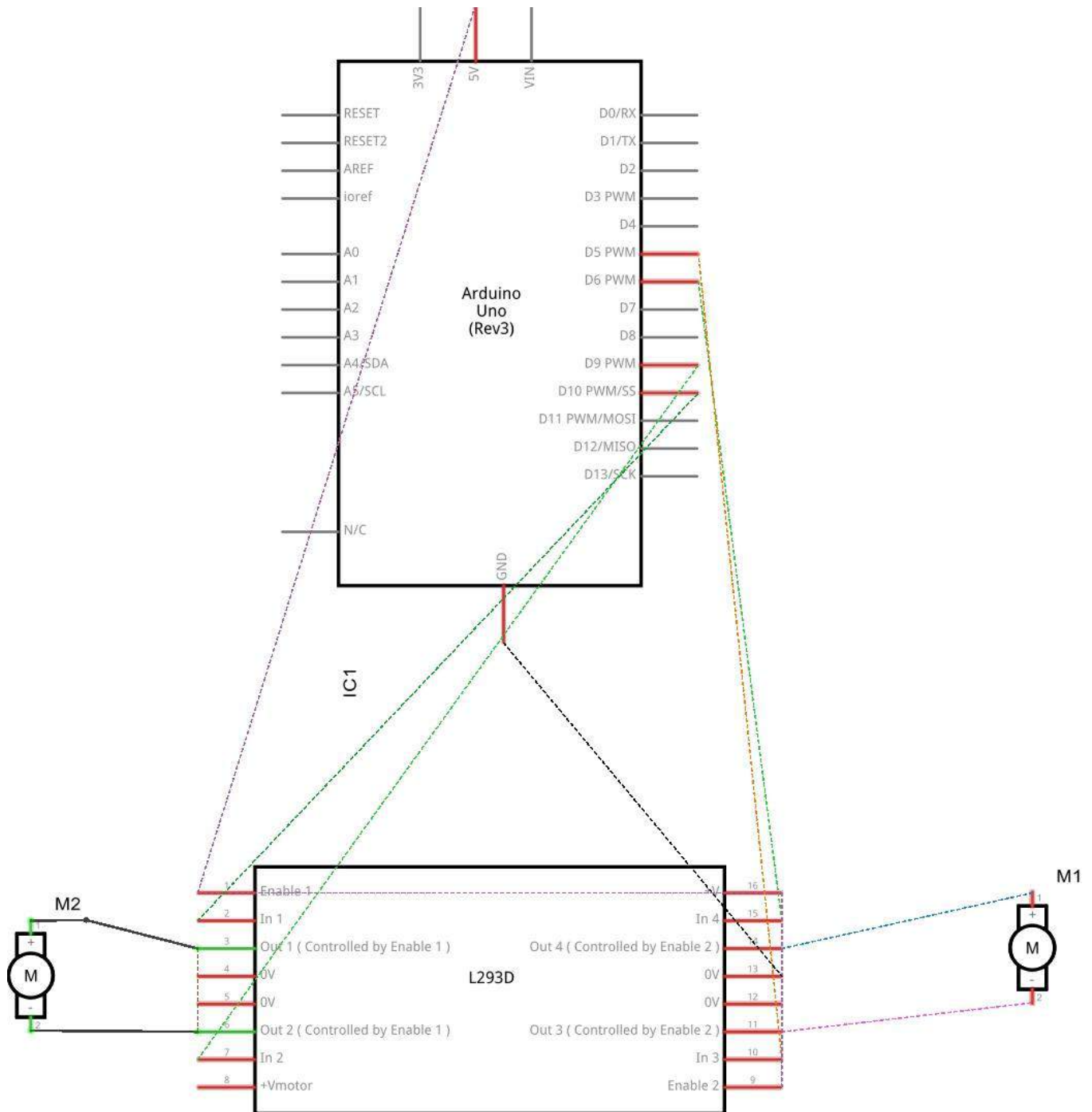
La utilització del protoboard ha facilitat molt aquesta tasca, ja que hagués estat molt difícil soldar tots el cables.

- El primer que vaig fer va ser enganxar els dos motors a una petita fusta per aconseguir que estiguessin totalment alineats i fer més fàcil la seva implementació al protoboard. Aquesta va ser l'única part de la construcció que no va estar totalment relacionat amb el cablejat tot i que també en va tenir, ja que vaig connectar els cables als motors, utilitzant els dos cables de color més viu per a les sortides positives i els dos més apagats per a les sortides negatives.

- El segon pas ja va ser la connexió de l'arduino i el puente H. Aquest va ser el pas més llarg i laboriós perquè tot el circuit es basa en aquests dos elements. A

més la gran quantitat de cables encara va dificultar més la feina. Les connexions realitzades van ser les del següent esquema:





esquema de les connexions del arduino el puente H

- Es connecta la sortida de 5 volts de l'arduino amb la part positiva del protoboard i el GND de l'arduino amb la part negativa del protoboard.
- Es connecten dos cables, un que comuniqui les dues seccions laterals positives i un altre que faci el mateix amb les seccions laterals negatives.

- Es connecten les sortides digitals del arduino, totes amb PWM, que és el que permet donar velocitat a les rodes, amb les potes del puente H indicades a la taula següent:

Sortida arduino	Pota puente H
10	2
9	7
6	15
5	10

- Es fa un pont amb les potes 4 i 5 i es porten a terra, és a dir, a negatiu. Es fa el mateix amb les potes 12 i 13.

- Les potes 1, 9 i 16 es connecten al signe positiu del protoboard.

- Els cables connectats a la sortida positiva del motor es porten a les potes 3 i 14.

- Els cables connectats a la sortida negativa del motor es porten a les potes 6 i 11.

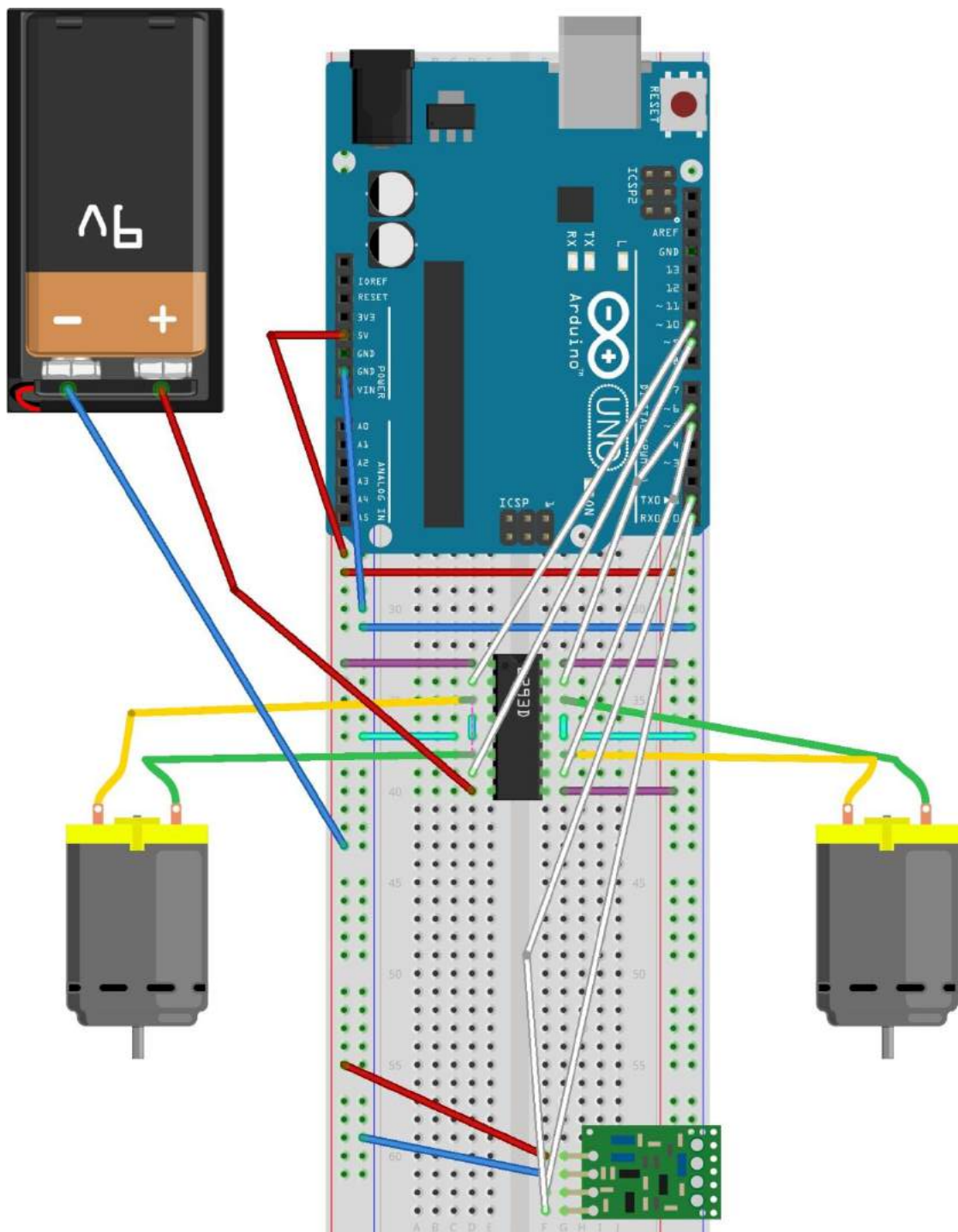
- Després d'aquest llarg pas, vaig connectar la pila. Aquesta va incorporada a una base amb dos cables. El negatiu es porta a terra i el positiu a la única pota que queda lliure del puente H, la pota 8.



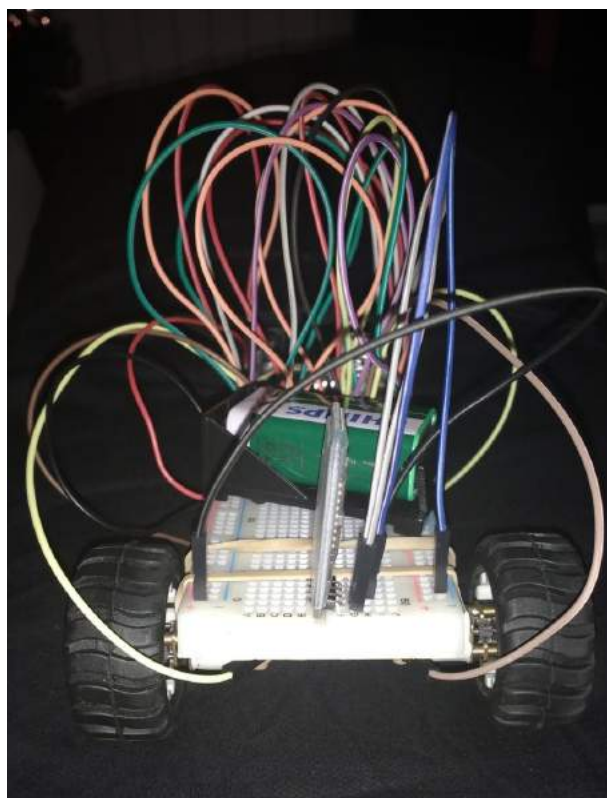
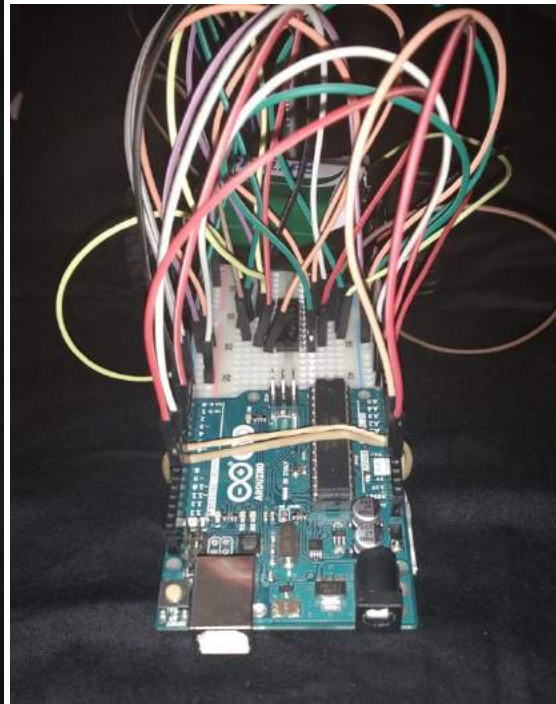
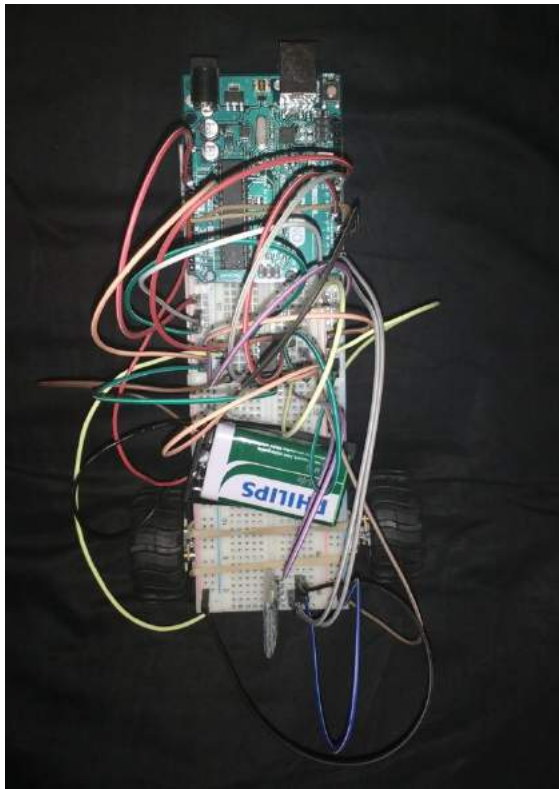
pila de 9V col·locada a la seva base

- I per últim el mòdul bluetooth. La sortida RXD del mòdul es connecta amb la TX de l'arduino i la TXD del mòdul amb la RX del arduino. El mòdul té dues connexions més, la GND que va a terra i la VCC que va al signe positiu del arduino.

Amb totes les connexions fetes, l'esquema quedaria així:



I el cotxe, d'aquesta forma:



cotxe acabat

# 4. Conclusions

---

## 4.1. Comparació dels dos cotxes

Després d'haver provat els dos cotxes, la principal diferència entre aquests és el radi d'acció entre el comandament i el cotxe. Mentre que el cotxe amb cable té un radi d'un metre aproximadament, que correspon a la longitud del cable, el cotxe digital té un radi molt més ampli, ja que funciona a través de la tecnologia bluetooth, la qual arriba a distàncies molt més amplies. Una altra diferència a l'hora de fer-los funcionar és la comoditat. És molt més incòmode portar el cotxe mecànic perquè al funcionar per cable, òbviament s'ha d'acompanyar amb el comandament a la mà, tot al contrari que el cotxe digital.

Pel que fa a l'exactitud de moviment, el cotxe digital és molt més precís, ja que sempre segueix el valor indicat al codi de la programació, per tant el gir sempre serà el mateix. En canvi, el cotxe amb cable, al funcionar de forma mecànica, no té la mateixa precisió, ja que depèn d'altres factors, com per exemple la força amb què s'efectua el moviment o la fricció de les rodes amb la superfície per sobre de la qual s'està circulant.

Un punt a favor del cotxe mecànic és la possibilitat de girar mentre s'avança, perquè la direcció i la tracció estan col·locades en eixos diferents, just al contrari que el cotxe digital, que al només tenir un eix no pot realitzar aquesta acció, per tant els seus girs sempre seran sobre si mateix.

Els dos cotxes, però, són fàcilment manejables.

## 4.2. Conclusions finals

Després d'haver realitzar el treball, es pot dir que la construcció d'un cotxe teledirigit és complicada si no es tenen molts coneixements respecte el tema. A més, es va complicant a mesura que s'avança en la construcció. Van sorgint nous problemes, per exemple d'incompatibilitat entre dos elements, problemes de voltatge o d'algun element trencat que no funciona correctament. He pogut

observar que qualsevol error, per molt petit que sigui, pot fer que tot el circuit deixi de funcionar. Aquí està la dificultat d'aquest treball, que tot ha d'estar perfecte per a que funcioni, tot ben programat, tot ben connectat, tot en la seva posició...

Pel que fa a l'apartat més personal, aquest treball m'ha ajudat a tenir més paciència davant dels problemes que poden anar sorgint i afrontar-los calmadament, analitzant quin és el problema i buscant les possibles solucions. També m'ha ajudat a ser més precís i tenir més cura a l'hora de construir, saber quin era l'element que encaixava millor i col·locar-lo de la forma correcta i precisa, tenint en compte tot el que el rodeja. I per últim, he après a programar amb arduino, que era un dels reptes que em plantejava el treball.

Finalment, la hipòtesi plantejada era certa, he estat capaç de construir un cotxe teledirigit digital i aquest és molt més precís que el que funciona de forma mecànica.



## 5. Webgrafia

---

APP INVENTOR. (13-07-2013) *My projects*. [En línea]. Disponible a Internet: <http://ai2.appinventor.mit.edu/>

ARDUINO. (27-05-2014) *Download*. [En línea]. Disponible a Internet: <https://www.arduino.cc/en/Main/Software>

AUTODESK 123D CIRCUITS. (15-05-2015) *Create*. [En línea]. Disponible a Internet: <https://123d.circuits.io/home/create>

EL PROFE GARCIA. (7-12-2015) *Arduino*. [En línea]. Disponible a Internet: <http://elprofegarcia.com>

FRITZING. (4.01.2014) *Download*. [En línea]. Disponible a Internet: [fritzing.org/download/](http://fritzing.org/download/)

## 6. Agraïments

---

- A en Jeroni Pérez, per la seva ajuda durant tot el desenvolupament del treball.
- A la Bibiana Siscart, per la seva ajuda en la resolució d'un problema en el cotxe digital.

# Annex A

---

## Cost del treball:

<b>Element</b>	<b>Preu</b>
Base per a la bateria	2€
Puente H	1,32€
Protoboard	2,88€
Mòdul Bluetooth	4,28€
2 motorreductors i 2 llantes	21€
Cables	3€
Arduino	20€

**Cost total: 54,48€**