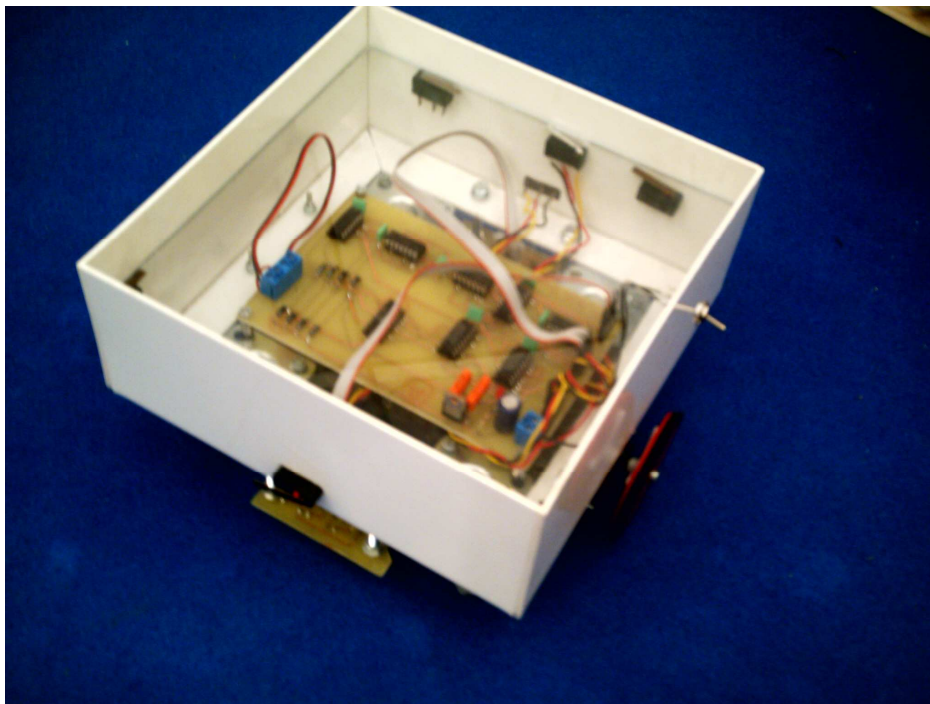


TREBALL DE RECERCA:

El transportador de càrrega automàtic



Marc Coll Padrosa
2BT

INDEX

Índex

APARTAT	PÀGINA
1. Introducció	1
2. Els controladors	4
2.1. Utilitat	5
2.2. Sistemes de control	5
2.3. Descripció dels nostres controladors	7
2.4. El controlador 1	8
2.5. Construcció d'un circuit lògic a partir de la taula de la veritat.....	11
2.5.1. Portes lògiques	11
2.5.2. Construcció d'un circuit sense simplificar	14
2.5.3. Àlgebra de Boole i simplificació de circuits.....	17
2.5.4. Realització del circuit amb portes NAND.....	21
2.6. El controlador 2.....	23
2.7. Connexió dels dos controladors.....	30
3. Sistema d'entrades i sortides	31
3.1. Descripció dels sensors CNY 70 i el seu circuit auxiliar 40106.....	32
3.2. Descripció del preactuadors del motor L293 B.....	34
3.3. Descripció del sistema que permet triar la direcció del robot.....	38
4. Sistema d'alimentació del motor.....	40
4.1. Pas de 9 V a 5 V.....	41

5. Estructura física i mecanismes del robot	45
5.1. Plànols amb autocad del robot.....	46
5.2. Mecanisme del reductor del motor	48
5.3. Procés per realitzar el robot	51
5.3.1. Muntatge dels circuits amb protoboard	51
5.3.2. Muntatge dels circuits amb plaques de circuit imprès.....	52
5.3.3. Muntatge de la carcassa i els motors	59
6. Conclusions	60
7. Bibliografia	62
8. Annex.....	64

1. INTRODUCCIÓ

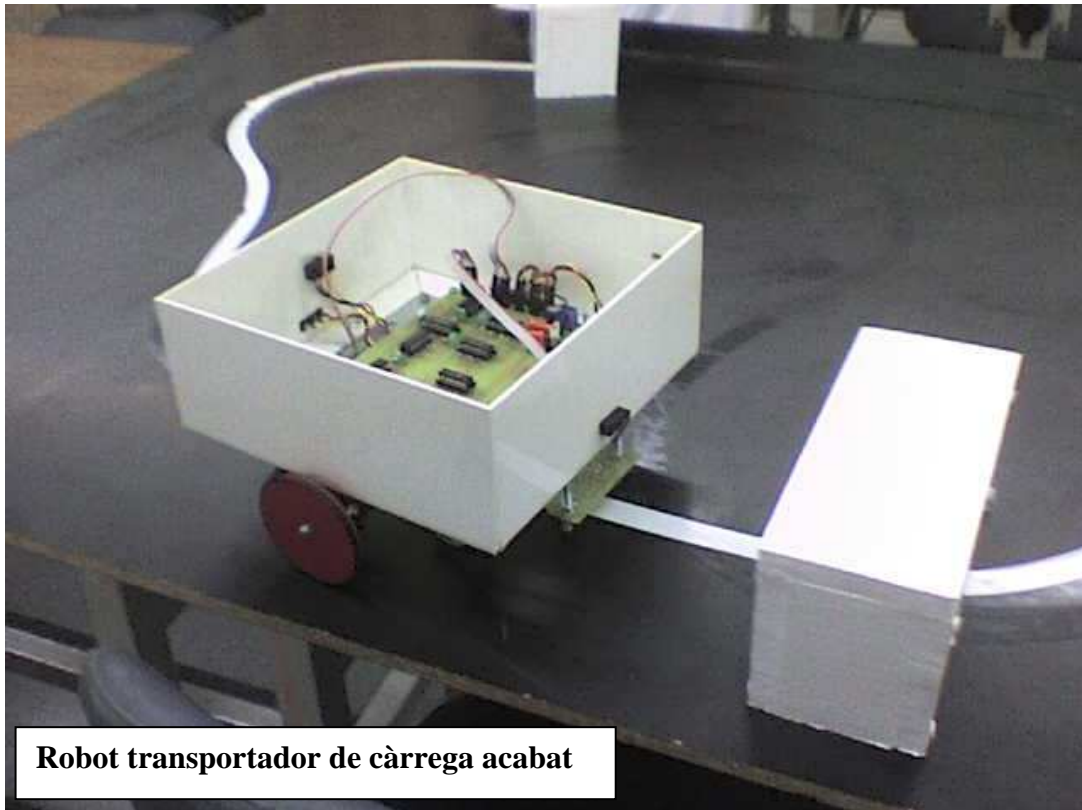
1. Introducció

1.1. Objectiu del treball

L'objectiu del meu treball de recerca és dissenyar i portar a la pràctica un robot transportador de càrrega guiat per mitjà d'una línia blanca marcada damunt d'una pista negra.

El sistema que he dissenyat i construït consta d'un robot mòbil que es desplaça d'un moll de càrrega, on el robot es carrega, fins al moll de descàrrega, on el robot és descarregat, i un cop descarregat el robot torna automàticament cap al moll de càrrega per tal de tornar ser carregat. El camí del moll de càrrega al moll de descàrrega el fa seguint una línia blanca. Aquest robot pot ser de gran utilitat en processos industrials en els quals s'hagi de transportar objectes de forma automàtica d'un lloc a un altre d'una fàbrica.

Per complir aquest objectiu he realitzat una sèrie de recerques (llibres, internet, classes a l'assignatura de electrònica...). Aquestes recerques m'han fet estructurar el treball en els apartats següents.



1.2. Parts del treball

El treball anirà dividit en vuit parts:

1. Introducció: S'exposaran els objectius del treball i s'explicarà en què consisteix.
2. Els controladors: S'explicaran els dos controladors que hi ha i la funció de cadascun.
3. Sistema d'entrades i sortides: S'explicarà d'on treuen la informació els controladors i com la transmeten a l'exterior.
4. Sistema d'alimentació del motor: S'explicarà com alimentarem els sistemes del robot.
5. Estructura física i mecanismes del robot: S'explicarà la construcció pràctica que haurem d'aplicar a l'hora de muntar-lo (Des de la carcassa fins les plaques dels circuits impresos).
6. Conclusions.
7. Bibliografia.
8. Annex.

1.3. Motivacions

La raó principal que m'han portat a fer aquest treball de recerca ha sigut que sempre m'ha agradat remenar mecanismes i en general el món de la tecnologia. El que també em va ajudar a l'hora de decidir el treball que faria va ser el crèdit variable de construcció de robots, que vaig realitzar a 4rt d'ESO, però especialment l'assignatura optativa de electrònica. Aquesta m'ha ajudat molt perquè m'ha proporcionat una gran informació i coneixements sobre el món de l'electrònica.

2. CONTROLADORS

2. Els controladors

Els controladors són la part més important d'un robot. Gràcies a la seva funció es poden dissenyar robots amb diferents finalitats. El nostre robot transportador estarà controlat per dos controladors que explicaré en aquest apartat.

2.1 Utilitat

Els controladors fan de cervell en el sistema electrònic. Segons la informació que se'ls dona fan una funció o altra depenent de la situació en què es troba el sistema (el robot transportador).

En el seu disseny és molt important contemplar totes les situacions en les que es pot trobar el transportador per tal d'evitar moviments imprevistos o errades en el seu recorregut. Per aconseguir-ho es realitzen unes taules de situacions (taules de la veritat) on s'enllacen les respostes dels controladors amb l'estat del sistema.

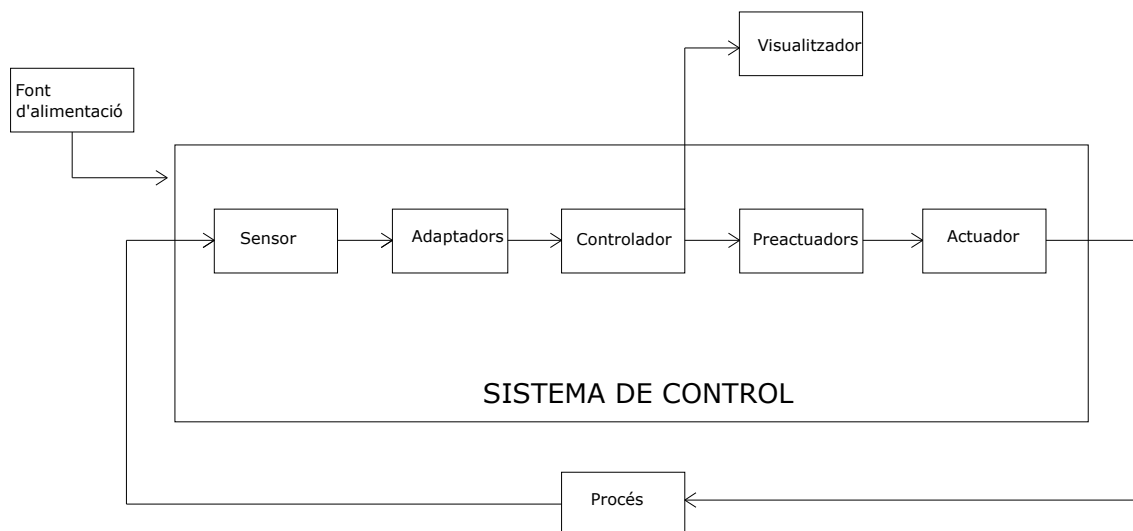
En resum, doncs, podríem dir que la finalitat dels controladors, com el propi nom indica és la de controlar les funcions que realitza el sistema.

2.2. Sistemes de control.

En aquest apartat explicaré com funciona un sistema de control, quines parts té i quins tipus principals de sistemes de control existeixen.

Parts d'un sistema de control.

A continuació podem veure un esquema amb totes les parts d'un sistema de control. Aquest esquema ens ajudarà a entendre la funció de cada part.



Procés: és aquella magnitud o magnituds d'un sistema físic, que pot controlar el sistema de control, en el nostre cas la direcció del robot, la posició respecte la línia blanca i posició i direcció respecte els molls de càrrega i descàrrega.

Sensors: és la part del sistema de control que s'encarrega de recollir informació del procés. Segons la magnitud que es vulgui controlar tindrem un tipus de sensor o un altre. En el nostre cas disposem de 6 sensors que ens permeten detectar si el robot transportador està damunt la línia blanca, 2 que ens indiquen si toca o no els molls de càrrega o de descàrrega i un altre que ens detecta si porta càrrega.

Adaptadors: és la part del sistema de control encarregada d'adaptar o convertir els senyals que donen els sensors per tal que els pugui entendre el controlador. En el nostre cas disposem d'un multiplexor que ens transforma els 6 senyals que venen dels sensors de línia en 3.

Controlador: és la part del sistema de control, que a partir de les ordres que rep de l'usuari i dels senyals que rep dels sensors, elabora els senyals necessaris que aniran cap als actuadors els quals modificaran el procés. En el nostre cas disposem de dos controladors digitals formats per portes lògiques encarregades de gestionar els diversos senyals.

Preactuadors: és la part del sistema de control que s'encarrega d'adaptar els senyals del controlador per tal que els puguin entendre els actuadors. Bàsicament augmenten la potència dels senyals. En el nostre cas disposem d'un circuit integrat que ens augmenta la potència dels senyals que surten del controlador.

Actuadors: és la part del sistema de control que permet modificar les magnituds que interessen del procés. En el nostre cas utilitzem dos motors que converteixen la tensió elèctrica subministrada pel preactuador en moviment.

Font d'alimentació: si el sistema de control és electrònic necessitarà un voltatge i una intensitat determinats. La font d'alimentació s'encarrega de convertir qualsevol tipus de voltatge en l'adequat pel sistema de control. En nostre cas disposem de 4 piles 1.5 V cadascuna, col·locades en sèrie (per tant donen 6 V) i la font d'alimentació converteix aquests 6 V en els 5 V necessaris per alimentar tots els elements del nostre sistema.

Visualitzador: és un conjunt de circuits electrònics que permeten que l'usuari vegi com evoluciona el procés. (LEDs, displays de 7 segments...).

Tipus de sistemes de control.

Segons els senyals que entren i surten del sistema de control podem dir que hi ha tres tipus de sistemes:

- a) **Sistemes de control analògics:** Tots els senyals que entren i surten d'ell són analògics (poden adquirir infinits valors dins d'un marge determinat).
- b) **Sistemes de control digitals:** Tots els senyals que entren i surten d'ell són digitals (els valors que poden prendre són només dos: 1 i 0).
- c) **Sistemes de control híbrids:** Els senyals que entren i surten del sistema tant poden ser analògics com digitals, tot i així, el controlador sol ser digital. Per tant, serà feina dels adaptadors i dels preactuadors passar els senyals analògics a digitals i a la inversa.

Per tant, segons el sistema de control que tinguem hi haurà un controlador analògic o un controlador digital. Com que el nostre sistema és un sistema de control digital tindrà un controlador digital.

Dins els controladors digitals en trobem de dos tipus:

- a) **Controladors combinacionals:** L'estat de les sortides (actuadors) només depèn dels estats de les entrades (senyors).
- b) **Controladors seqüencials:** L'estat de les sortides depèn de l'estat de les entrades i del temps.

- A partir d'ara dissenyarem controladors digitals combinacionals.

2.3. Descripció dels nostres controladors

Controlador 1- El controlador 1 determinarà la direcció del robot, de manera que permetrà al robot transportador seguir el recorregut marcat per la línia de forma que no perdi. Aquest rebrà informació de sis sensors que detectaran la línia blanca sobre la pista negra i donarà senyal als dos motors.

Els sensors aniran agrupats de tres en tres, de tal manera que uns els anomenarem X,Y,Z i als altres R,S,T.

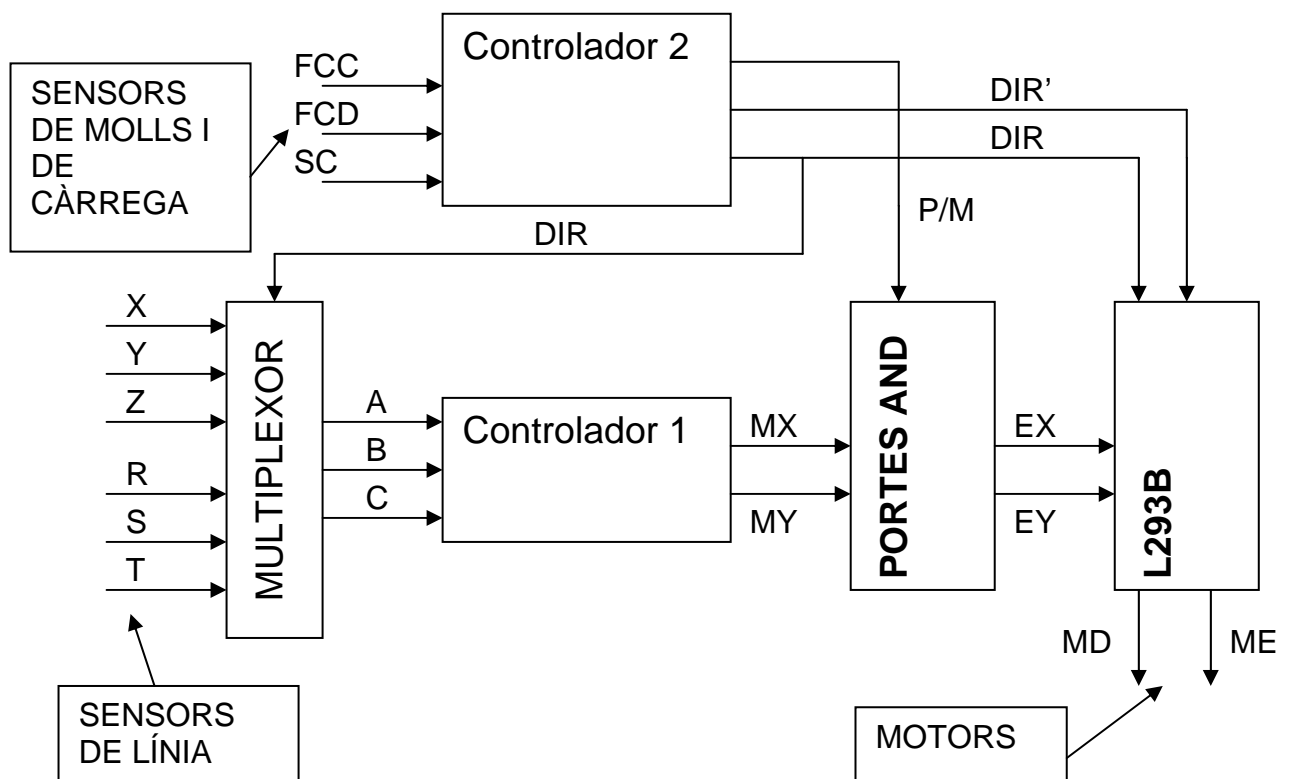
X,Y,Z aniran col·locats a la part davantera del robot i permetran a aquest seguir la línia en el recorregut des de moll de càrrega fins al moll de descàrrega.

R,S,T aniran col·locats a la part posterior del robot i permetran seguir a aquest la línia en el recorregut des de moll de descàrrega fins moll de càrrega.

Controlador 2- El controlador 2 decidirà el sentit en el qual s'ha de desplaçar el robot, per tal d'anar al lloc de càrrega (moll A) o de descàrrega (moll B). Aquest rep informació de tres sensors:

- **SC-** Aquest sensor és el que indica si el contenidor del transportador porta càrrega o bé va buit. Si aquest detecta una càrrega ens donarà 1 i si no detecta cap pes ens marcarà 0.
- **FCC-** La utilitat d'aquest sensor és que quan el transportador estigui estacionat al moll A (el moll de càrrega) ens marqui 1 i el temps en què no hi estigui ens marqui 0.
- **FCD-** La utilitat d'aquest sensor és que quan el transportador estigui estacionat al moll B (el moll de descàrrega) ens marqui 1 i el temps en què no hi estigui marqui 0.

A continuació podem veure un esquema on es distingeixen gràficament els controladors i els diferents elements que interactuen amb ells. Els explicarem detalladament en aquesta part del treball.



2.4. El controlador 1.

En aquest apartat dissenyarem el controlador 1 que en el nostre cas serà un controlador d'un sistema digital combinacional (entrades i sortides digitals). El procés per dissenyar el controlador comença per la seva taula de la veritat que representa el funcionament del sistema.

Podem dir que el disseny d'una taula de la veritat no és res més que l'elaboració d'una combinació de números on es contemplen els estats de les sortides envers els estats de les entrades del controlador. Dit d'una altra manera és el full d'instruccions que utilitza el nostre robot transportador per donar resposta a les diferents situacions en què es pot trobar.

El controlador 1 rep senyal de tres entrades corresponents als sis sensors anteriorment esmentats, que rebran el nom de:

- X/R → sensors anterior i posterior del cantó esquerra.
- Y/S → sensors anterior i posterior centrals.
- Z/T → sensors anterior i posterior del cantó dret.

Per altra banda tenim dues sortides que aniran als motors esquerra i dret, que anomenarem:

- Mx → motor esquerra.
- My → motor dret.

Un cop analitzades aquestes dades ja estem a punt per elaborar la taula de la veritat. En una banda anotem les tres entrades amb totes les possibles combinacions i en l'altra les sortides les quals anem analitzant en funció de cada combinació.

Totes les combinacions es fan amb els díigits 0 i 1 corresponent a desactivat i activat respectivament.

A la taula següent observem el resultat de tota aquesta elaboració.

	X/R	Y/S	Z/T	Mx	My
Situació 1	0	0	0	0	0
Situació 2	0	0	1	1	0
Situació 3	0	1	0	1	1
Situació 4	0	1	1	1	0
Situació 5	1	0	0	0	1
Situació 6	1	0	1	0	0
Situació 7	1	1	0	0	1
Situació 8	1	1	1	0	0

Ara explicaré cada situació en què es pot trobar el robot i la resposta que hi dóna:

Situació 1- Cap dels tres sensors està activat. Això indica que el robot no està sobre la línia i per tant està en un lloc desconegut. En aquest cas els motors es pararan a l'espera d'una nova col·locació sobre la línia.

Situació 2- El sensor dret (Z/T) està activat això vol dir que el robot està lleugerament desviat del recorregut i per tant hem d'activar el motor esquerra (Mx) per recuperar la línia blanca i al mateix temps la trajectòria.

Situació 3- En aquest cas està activat el sensor del mig (Y/S). Ens indica que estem en la bona trajectòria i per continuar sobre la mateixa línia hem d'activar els dos motors (Mx i My).

Situació 4- El sensor del mig (Y/S) i el sensor dret (X/R) estan activats això vol dir que la línia blanca fa una lleugera corba cap a la dreta i per tant hem d'activar el motor esquerra per poder-la seguir.

Situació 5- Igual que la situació 2 però a la inversa. Detecta el sensor esquerre (X/R): s'activarà el motor dret (My) per girar a l'esquerra.

Situació 6- Detecta el sensor dret (Z/T) i esquerre(X/R), aquesta situació no és lògica i ens indica un mal funcionament. Per tant parem els dos motors per tal que ens permeti analitzar què passa.

Situació 7- Igual que la situació 4 però a la inversa. Detecta el sensor esquerre (X/R) i el del mig (Y/S): el motor dret (My) estarà engegat per tal que el robot giri.

Situació 8- Detecta tots el sensors (X/R, Y/S i Z/T): deixarem els motors parats ja que és una altra situació impossible durant el trajecte.

Un cop vista la taula de la veritat procedirem a la construcció d'un circuit lògic a partir de la taula de la veritat.

2.5. Construcció d'un circuit lògic a partir de la taula de la veritat.

En aquest apartat del treball procediré a explicar i a portar a la pràctica la construcció d'un circuit lògic a partir de la taula de la veritat de l'apartat anterior.

També explicaré les funcions dels operadors lògics, la implementació del controlador amb aquests operadors, l'aplicació de l'àlgebra de Boole a l'hora de simplificar circuits i el resultat (els diferents circuits lògics, tant amb portes lògiques com amb xips).

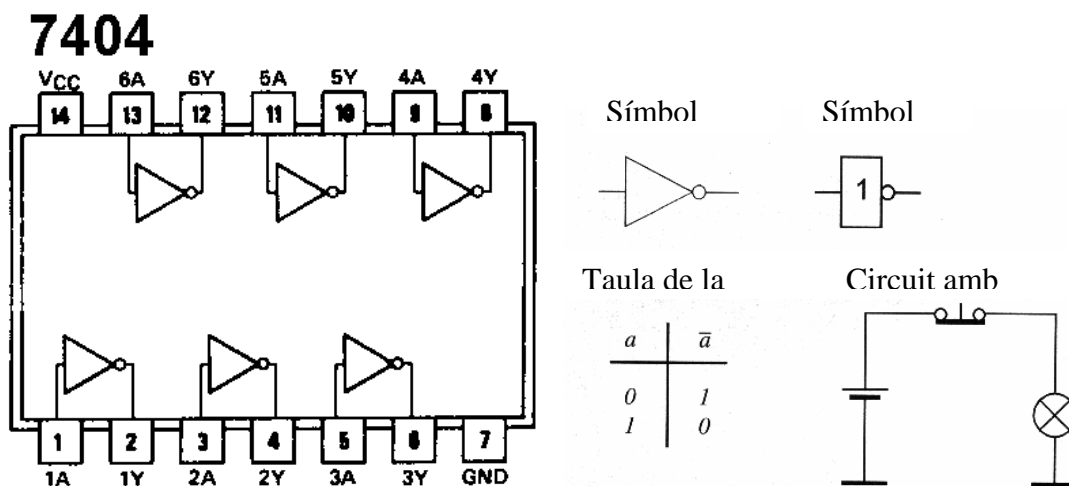
2.5.1. Portes lògiques (funcionament, xips, etc.)

Per construir un controlador a partir d'una taula de la veritat, necessitem uns xips que connectats d'una determinada manera formaran el controlador. Aquests xips s'anomenen portes lògiques o operadors lògics.

Aquests operadors tenen dins seu uns quants transistors treballant en tall i saturació, col·locats de tal forma que els permeten fer les diverses operacions.

En tenim de molts tipus, però els més habituals són:

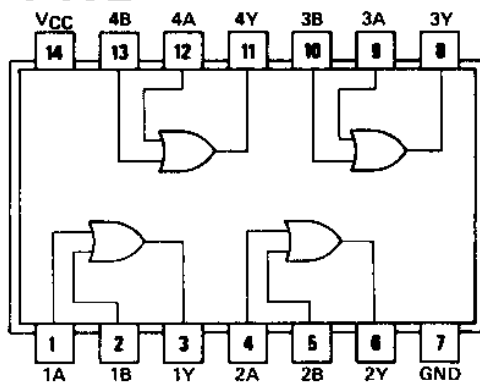
Portes NOT:



Els circuits (xips) que realitzen aquesta funció inverteixen l'estat de la variable d'entrada a la seva sortida. Per tant, si rep un senyal d'entrada 1, és a dir 5 V, el transforma i el mostra a la sortida com un senyal 0, és a dir, 0 V, i viceversa. És per això que s'anomena funció o circuit inversor, perquè inverteix l'estat del senyal que rep. Com podem veure el xip 7404 té 6 inversors dins seu.

Portes OR:

7432



Símbol



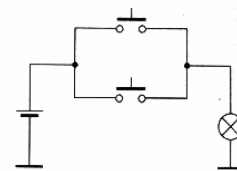
Símbol



Taula de la veritat

a	b	$a+b$
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

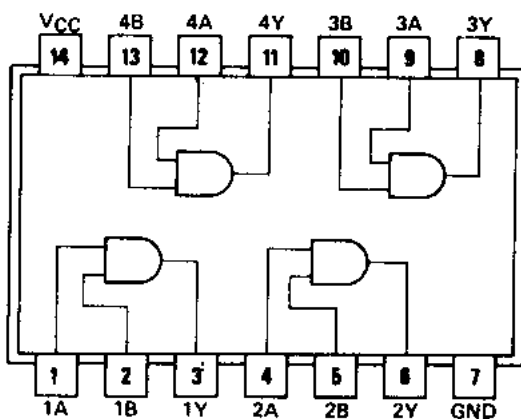
Circuit amb



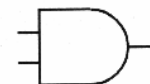
En la porta lògica OR n'hi ha prou que un sol dels senyals d'entrada estigui activat per oferir un senyal de sortida també activat. En la taula de la veritat, la sortida serà 1 quan la combinació de variables d'entrada presenti, almenys, una variable també en estat 1. És a dir, la sortida està activada quan un o altre senyal d'entrada estigui activat. Com podem veure el xip 7432 té 4 operadors OR dins seu.

Portes AND:

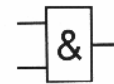
7408



Símbol



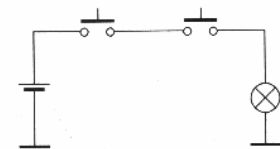
Símbol



Taula de la veritat

a	b	$a \cdot b$
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

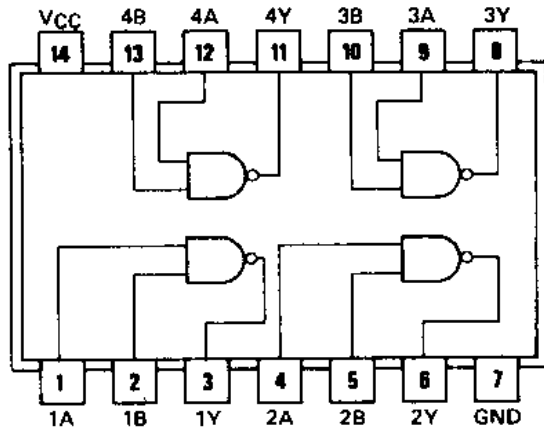
Circuit amb



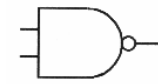
La porta lògica AND està construïda de manera que només mostra activada la seva sortida quan tots els senyals d'entrada també estan activats (en la seva taula de la veritat només hi ha un cas en què la sortida sigui 1: correspon al cas en què les variables d'entrada són simultàniament 1). Una altra manera fàcil de recordar-ho és pensar que la sortida està activada quan una entrada i l'altra entrada estan activades. Dins el xip 7408 trobem també 4 operadors AND.

Portes NAND:

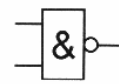
7400



Simbol



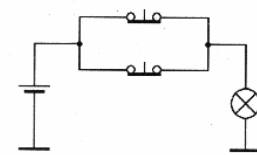
Símbol



Taula de la veritat

a	b	$\overline{a \cdot b}$
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

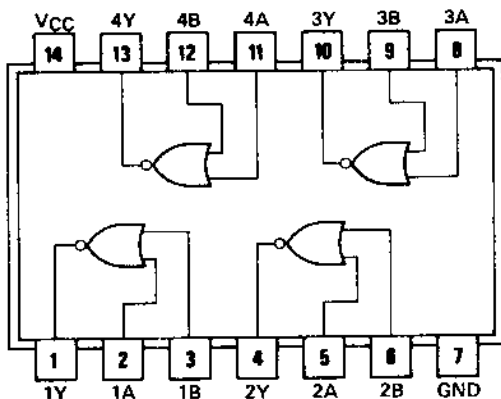
Circuit amb



Una variant de la porta AND és la porta NAND, en què la lletra N inicial significa "negada", i equival a dir que es tracta d'una porta lògica AND, en la qual el senyal de sortida es nega o inverteix. És per això que presenta una taula de la veritat inversa a la porta AND. Podem veure que dins el xip 7400 hi ha 4 operadors NAND.

Portes NOR:

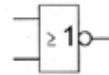
7402



Símbol



Símbol



Taula de la veritat

Taula de la veritat

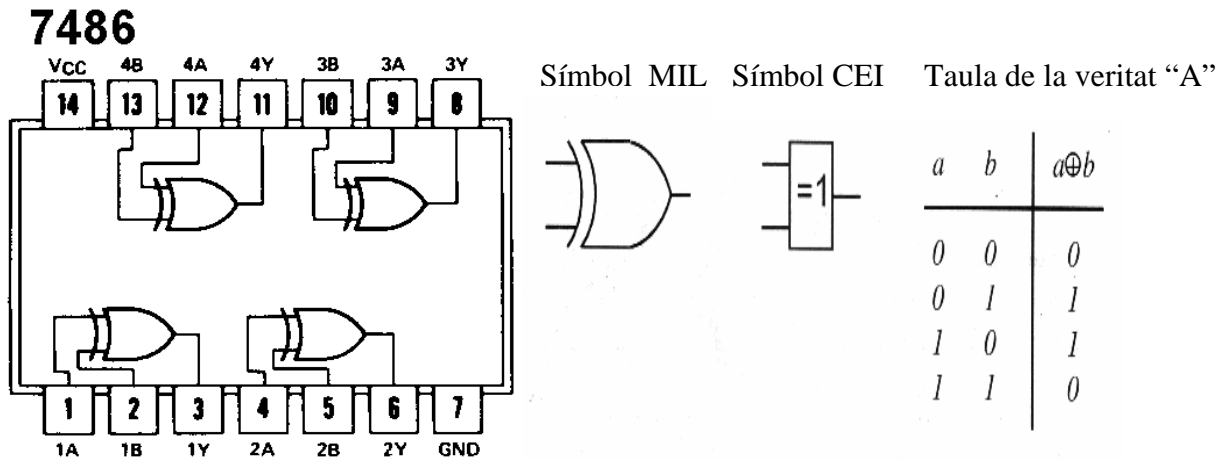
a	b	$\overline{a + b}$
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

Circuit amb



És el mateix cas que la porta anterior (NAND), però en aquest cas aplicada a la porta OR. En aquest cas la lletra N inicial també significa "negada", i equival a dir que es tracta d'una porta lògica OR, en la qual el senyal de sortida es nega o inverteix. Podem veure que dins el xip 7402 hi ha 4 operadors NOR.

Portes O-Exclusiva (EXOR):



Com indica el seu nom, aquesta porta lògica és una modificació de la ja estudiada porta O. En aquest cas, la porta dona una sortida activa exclusivament quan una sola de les entrades està activa (si les dues entrades estan actives, la sortida no ho està); dit d'una altra manera, la sortida és activa només quan el nombre d'entrades actives és senar. Així, la seva taula de la veritat mostra com la sortida és 1 en només dos dels quatre casos possibles. Són portes que es presenten comercialment amb dues entrades. Podem veure que dins el xip 7486 hi ha 4 operadors EXOR.

2.5.2 Construcció d'un circuit sense simplificar.

Per a la construcció d'un circuit sense simplificar es necessita partir d'una taula de la veritat, en el nostre cas utilitzarem la del controlador 1.

D'aquí en podem treure les equacions que ens fan falta per construir el circuit.

X/R	Y/S	Z/T	Mx	My
0	0	0	0	0
0	0	1	1	0
0	1	0	1	1
0	1	1	1	0
1	0	0	0	1
1	0	1	0	0
1	1	0	0	1
1	1	1	0	0

A partir de la taula procedirem a elaborar les equacions de cada motor. Aquestes equacions ens ajudaran a l'hora de construir el circuit, ja que a partir d'elles sabrem quins xips haurem d'utilitzar i de quina manera els haurem de connectar.

Les equacions les podem obtenir de la següent manera:

1. En primer lloc analitzarem el valor que té cadascuna de les sortides. Per exemple, la sortida Mx (motor esquerre) podem veure té tres combinacions que donen 1. Això significa que en aquests casos el motor s'engegarà ja que li arribarà tensió. En la resta romandrà parat donat que hi ha 0 i per tant no li arribarà tensió.
2. Les úniques sortides que ens valen són les positives, és a dir les que ens donen 1. Per tant a partir d'ara per crear les equacions només agafarem aquestes. No ens fixarem en les negatives ja que en aquests casos la tensió ha d' ésser 0.

Si seguim aquest criteri per obtenir l'equació del motor esquerre (Mx). Procedirem de la següent forma.

1. En primer lloc anotarem en una banda de la igualtat la variable de sortida (en el nostre cas Mx) la qual equivaldrà als "1" (5 V) que abans comentàvem.
2. En segon lloc, a l'altra banda de la igualtat hi col·locarem aquelles combinacions d'entrades que fan que la sortida sigui positiva, i que per tant fan que l'equació es compleixi. En el nostre cas les entrades corresponen als sensors que hem anomenat X/R, Y/S i Z/T. En l'equació quan el seu valor sigui positiu anotarem el nom de l'entrada, però quan el seu valor sigui negatiu ho indicarem acompanyant-lo del signe de negació " $\overline{X/R}$ ".
3. Per simplificar-ho substituïrem el nom de les entrades per lletres A, B i C de la següent manera:

$$\begin{aligned} X/R &= A \\ Y/S &= B \\ Z/T &= C \end{aligned}$$

Una vegada fet això obtenim la següent equació:

$$M_x = \overline{A} \cdot \overline{B} \cdot C + \overline{A} \cdot B \cdot \overline{C} + A \cdot B \cdot C$$



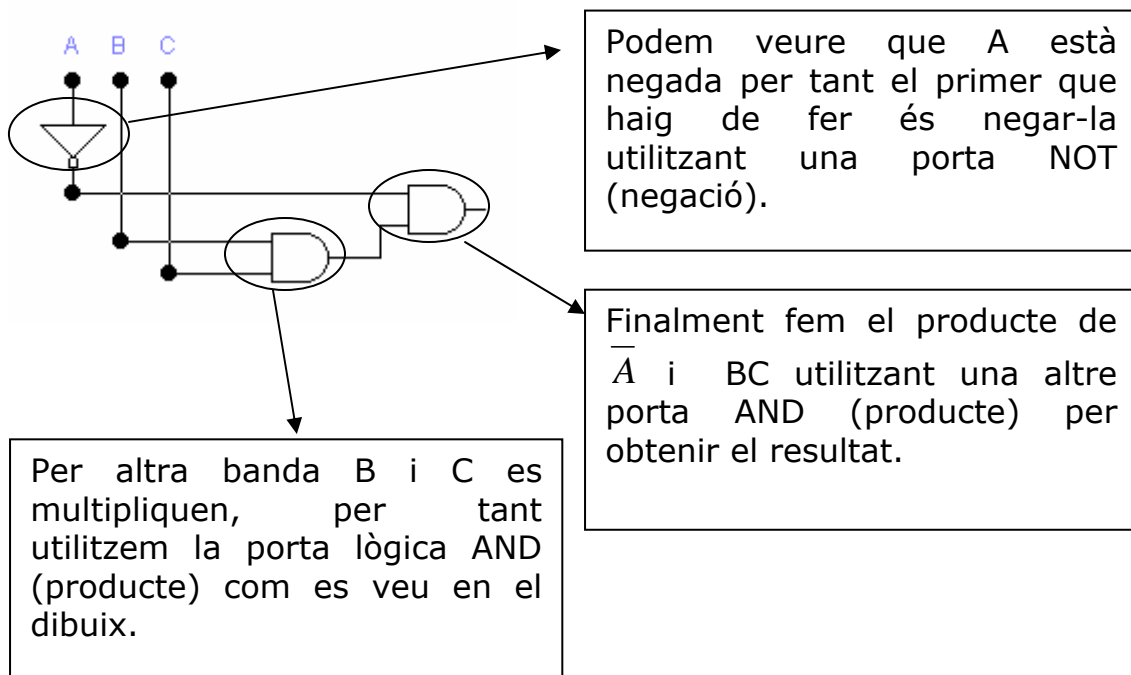
Equival a la combinació "0 0 1" de la taula de la veritat.

Repetint els passos anteriors per la sortida My (motor dret) i obtenim:

$$M_y = \bar{A} \cdot B \cdot \bar{C} + A \cdot \bar{B} \cdot \bar{C} + A \cdot B \cdot \bar{C}$$

4. Un cop obtingudes les equacions dels dos motors, procedirem a obtenir els circuits. Per això hem d'utilitzar una equació que ens permeti veure quines operacions hem de fer. Aquestes operacions les realitzarem mitjançant les portes lògiques explicades a l'apartat anterior. A continuació utilitzarem un exemple senzill per veure el procediment que s'utilitza.

Prenc el darrer terme de la primera equació $X = \bar{A}BC$ i faig els passos següents:

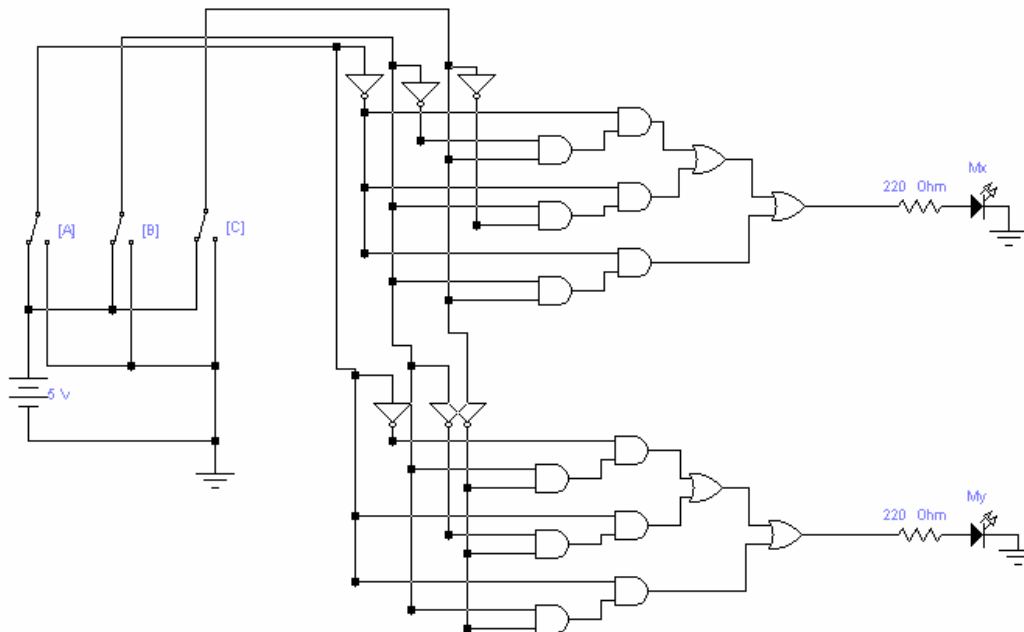


Ara tenim un circuit que dóna 1 **només** quan a les seves entrades tenim 0 1 1. Per tant, si fem el mateix per tots els termes de l'equació i després ajuntem les seves sortides amb portes OR, obtindrem un circuit que donarà 1 quan qualsevol dels termes de l'equació sigui 1. Podem veure l'esquema resultant a l'apartat següent.

Circuit sense simplificar en portes lògiques:

$$Mx = \overline{A} \cdot \overline{B} \cdot C + \overline{A} \cdot B \cdot \overline{C} + A \cdot B \cdot C$$

$$My = \overline{A} \cdot B \cdot \overline{C} + A \cdot \overline{B} \cdot \overline{C} + A \cdot B \cdot C$$



2.5.3. Àlgebra de Boole i simplificació de circuits

A l'apartat anterior hem vist que el circuits surten molt grans. Si volem reduir el cost i el treball, ho podem fer reduint els nombres de d'operadors que s'ha d'utilitzar.

Podem reduir el nombre de portes aplicant els teoremes de l'àlgebra de Boole, que és una part de l'àlgebra que s'aplica a sistemes en què els elements només poden prendre dos valors: el 0 i l'1. Amb l'aplicació d'aquesta àlgebra modificarem les equacions lògiques, les quals passaran a ser molt més senzilles.

Aquesta àlgebra té les següents operacions:

SUMA: $S=A+B$	PRODUCTE: $S=A \cdot B$	INVERSIÓ: $S=\overline{A}$
$A+0=A$	$A \cdot 0=0$	$\overline{\overline{A}}=A$
$A+1=1$	$A \cdot 1=A$	$\overline{0}=1$
$A+A=A$	$A \cdot A=A$	$\overline{1}=0$
$A+\overline{A}=1$	$A \cdot \overline{A}=0$	

La següent taula ens indica totes les lleis de l'àlgebra de Boole:

Lleis	Forma bàsica	Forma dual
Commutativa	$a+b=b+a$	$ab=ba$
Associativa	$a+(bc)=(a+b)+c=a+b+c$	$a(bc)=(ab)c=abc$
Distributiva	$a+(bc)=(a+b)(a+c)$	$a(b+c)=(ab)+(ac)$
Element neutre	$a+0=a$	$a \cdot 1=a$
D'absorció	$a+ab=a$	$a(a+b)a$
Teorema de Morgan	$\overline{a+b+c+\dots}=\overline{a} \cdot \overline{b} \cdot \overline{c}$	$\overline{abc\dots}=\overline{a}+\overline{b}+\overline{c}+\dots$
De transposició	$ab+\overline{a}c=(a+c)\overline{(a+b)}$ $\overline{ab}+ab=(\overline{a}+b)(a+\overline{b})$	$(a+b)\overline{(a+c)}=ac+\overline{a}b$ $(\overline{a}+b)(a+b)=\overline{a}b+a\overline{b}$
Altres lleis	$a+\overline{a}b=a+b$ $\overline{a}+ab=\overline{a}+b$ $ab+\overline{a}bc=ab+ac$ $ab+\overline{a}c+bc=ab+\overline{a}c$ $ab+\overline{a}b=a$ $ab+ac=a(bc)$ $a+\overline{a}=1; a+a=a$	$a(\overline{a}+b)=ab$ $\overline{a}(a+b)=\overline{a}b$ $(a+b)(a+\overline{b}+c)=(a+b)(a+c)$ $(a+b)(\overline{a}+c)(b+c)=(a+b)(\overline{a}+c)$ $(a+b)(a+\overline{b})=a$ $(a+b)(a+c)=a+(bc)$ $a \cdot \overline{a}=0; a = a$

Un cop sabem totes les operacions i les propietats de l'àlgebra de Boole podem observar que les equacions de l'apartat anterior es poden simplificar.

Torno agafar d'exemple $Mx = \overline{A} \cdot \overline{B} \cdot C + \overline{A} \cdot B \cdot \overline{C} + \overline{A} \cdot B \cdot C$.

Comparem $\overline{A} \cdot \overline{B} \cdot C + \overline{A} \cdot B \cdot C$:

Dins aquesta operació podem observar que \bar{A} i C es repeteixen. En aquest cas traurem factor comú i ens quedarà: $\bar{A}C \cdot (B + \bar{B})$.

Si ens fixem amb les lleis de Boole, dins l'apartat de "Altres lleis" hi trobem la llei: $a + \bar{a} = 1$. A partir d'aquí podem obtenir:

$$\bar{A} \cdot C \cdot (B + \bar{B}) = \bar{A}C \cdot 1 = \bar{A} \cdot C$$

Aquests procediment es repeteix amb totes les combinacions possibles que hi ha entre els tres elements de l'equació:

$$\bar{A} \cdot \bar{B} \cdot C + \bar{A} \cdot B \cdot C \rightarrow \bar{A} \cdot C \cdot (B + \bar{B}) = \bar{A} \cdot C \cdot 1 = \bar{A} \cdot C$$

$$\bar{A} \cdot B \cdot \bar{C} + \bar{A} \cdot B \cdot C \rightarrow \bar{A} \cdot B \cdot (\bar{C} + C) = \bar{A} \cdot B \cdot 1 = \bar{A} \cdot B$$

Ajuntant els resultats obtinguts ens queda:

$$M_x = \bar{A} \cdot C + \bar{A} \cdot B$$

En el moment que hem obtingut això ja podem utilitzar una de les propietats de l'àlgebra de Boole, la distributiva [$A(B+C) = AB+AC$]. L'equació final del motor M_x serà la següent:

$$M_x = \bar{A} \cdot (B + C)$$

Repetint tots els passos que hem fet en M_x i aplicant-los al motor M_y hem obtingut que:

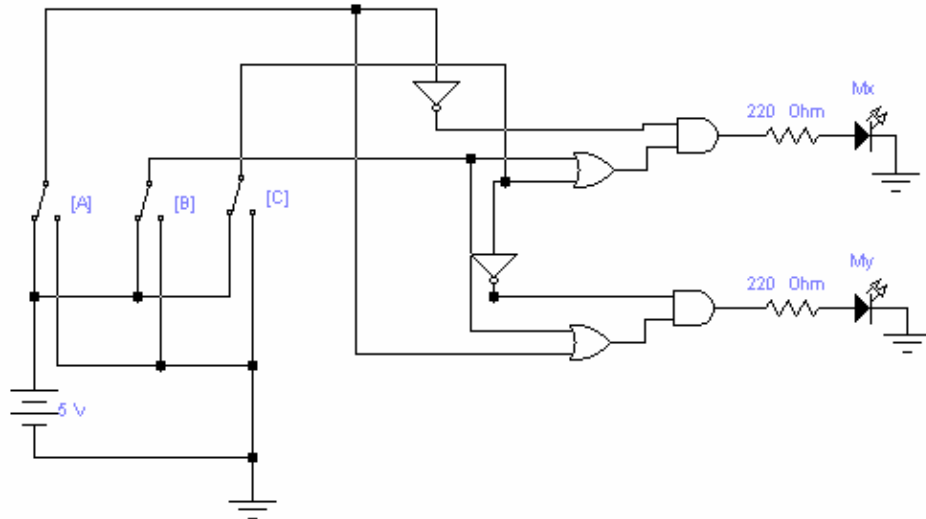
$$M_y = \bar{C} \cdot (B + A)$$

Circuit amb portes lògiques simplificat:

$$M_x = \overline{A} \cdot (B + C)$$

$$M_y = \overline{C} \cdot (B + A)$$

Es segueix el mateix procediment que en el circuit sense simplificar, únicament que ara és molt més senzill.

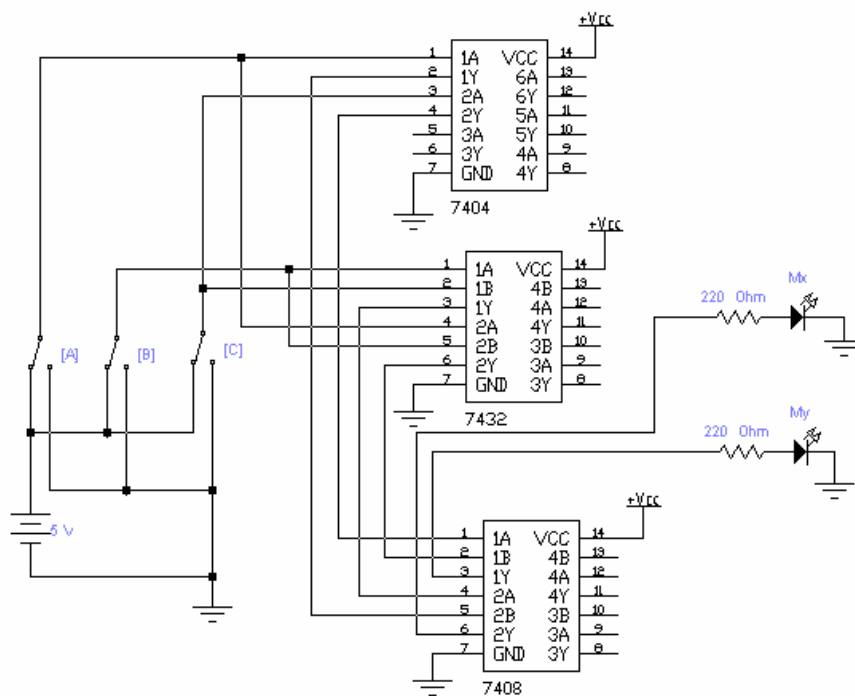


Circuit simplificat amb xips:

$$M_x = \overline{A} \cdot (B + C)$$

$$M_y = \overline{C} \cdot (B + A)$$

Per dibuixar el circuit amb xips, cal tornar a dibuixar una altre cop el circuit però aplicar-hi els xips corresponents a cada porta i es segueix el mateix procediment.



2.5.4. Realització del circuit amb portes NAND

A banda dels circuits simplificats amb portes lògiques, també podem fer la construcció dels circuits utilitzant només les portes NAND. Amb aquest procés obtenim els següents avantatges:

- Es reduirà el cost econòmic ja que reduïrem el nombre de xips tant com sigui possible i al mateix moment disminuirà el consum de potència i les piles duraran més. Això és degut a què s'aprofitaran tots els xips el màxim possible.
- En el moment que es produeixi un error en el controlador serà més fàcil de reparar perquè només haurem de tenir un sol tipus de recanvi.

Tots aquests avantatges els obtindrem aplicant el Teorema de Morgan, que ens diu el següent:

$$\overline{a \cdot b \cdot c \cdot \dots} = \bar{a} + \bar{b} + \bar{c} + \dots$$

$$\overline{a + b + c + \dots} = \bar{a} \cdot \bar{b} \cdot \bar{c} \cdot \dots$$

Si ho apliquem a les nostres equacions dels motors quedarien així:

$$Mx = \bar{A}B + \bar{A}C$$

$$My = \bar{C}B + \bar{C}A$$

$$Mx = \overline{\overline{A}B + \overline{A}C}$$

$$My = \overline{\overline{C}B + \overline{C}A}$$

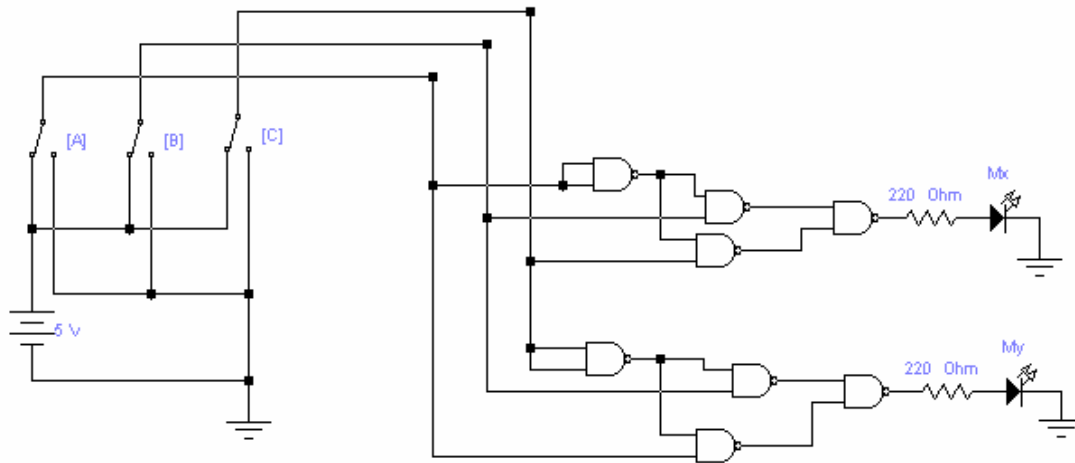
$$Mx = \overline{(\overline{A}B) \cdot (\overline{A}C)}$$

$$My = \overline{(\overline{C}B) \cdot (\overline{C}A)}$$

La construcció d'un circuit amb portes NAND és el mateix procediment que amb portes lògiques, però en aquest cas tenim una equació diferent on només hi ha negacions i multiplicacions negades.

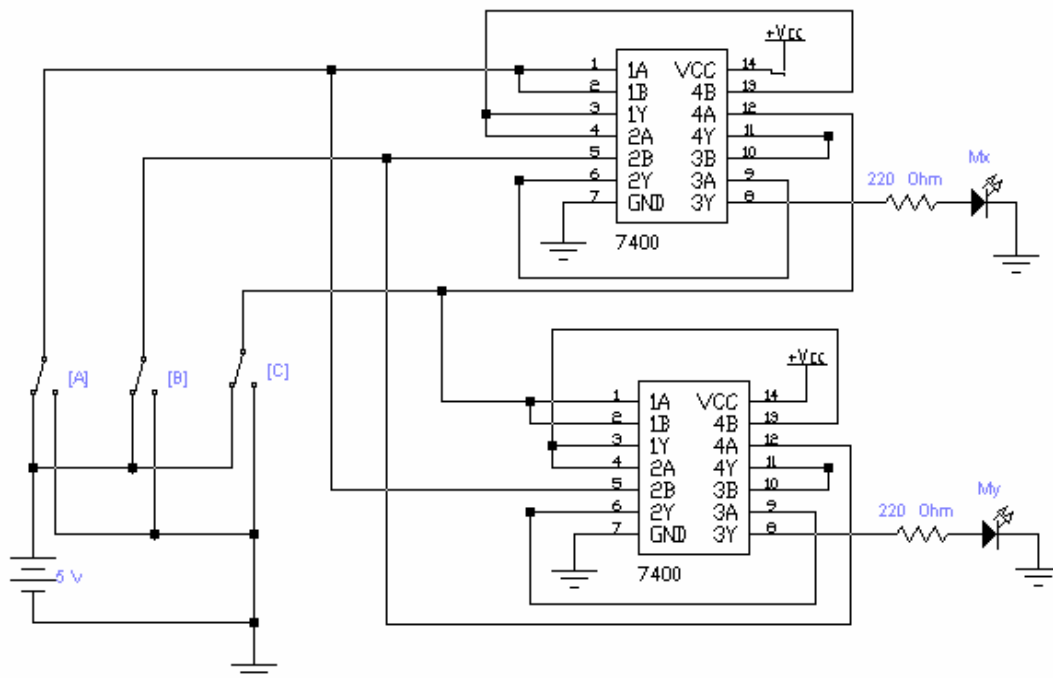
Circuit amb portes NAND:

$$Mx = \overline{\overline{AB}} \cdot \overline{\overline{AC}} \quad My = \overline{\overline{CB}} \cdot \overline{\overline{CA}}$$



Circuit amb xips NAND:

$$Mx = \overline{\overline{AB}} \cdot \overline{\overline{AC}} \quad My = \overline{\overline{CB}} \cdot \overline{\overline{CA}}$$



2.6. El controlador 2

En aquest cas la funció del controlador 2 serà la d'analitzar el senyal del sensor de carrega i dels finals de cursa dret i esquerra i en funció d'aquests, donar sortides positives o negatives per activar o desactivar els motors i seleccionar els sensors de detecció de línia adients.

Utilitzant el mateix criteri que hem utilitzat per crear la taula de la veritat del controlador 1 obtenim la següent taula pel controlador 2, on FCC és el final de cursa que detecta el moll de càrrega, FCD és el final de cursa que detecta el moll de descàrrega i SC és el sensor que detecta si el robot porta càrrega. Com a sortides tenim DIR que ens activa els sensors RST quan és "1" i els sensors XYZ quan és "0" i M/P que significa marxa i parada quan és "1" i "0" respectivament. La sortida DIR farà girar els motors en un o altre sentit i la sortida P/M els pararà o els engegarà.

Taula de la veritat del controlador 2:

	FCC	FCD	SC	DIR	M/P
Situació 1	0	0	0	1	1
Situació 2	0	0	1	0	1
Situació 3	0	1	0	1	1
Situació 4	0	1	1	1	0
Situació 5	1	0	0	0	0
Situació 6	1	0	1	0	1
Situació 7	1	1	0	0	0
Situació 8	1	1	1	0	0

Ara explicaré cada situació en què es pot trobar el robot i la resposta que hi dona:

Situació 1- Com que FCC, FCD i SC no estan activats el robot està pel mig del recorregut i no té cap càrrega damunt d'ell, per això haurà d'anar a carregar. Per tant hem d'activar els sensors davanters (RST) ,activar els motors en el sentit d'avanç i engegar els motors per seguir la línia fins al moll de càrrega.

Situació 2- FCC i FCD no estan activats però SC si, això vol dir que té una carrega que l'ha d'anar a descarregar al moll de descàrrega. Per això haurem d'activar els sensors posteriors (XYZ) i engegar els motors per seguir la línia fins al moll de descàrrega.

Situació 3- FCD es troba activat i els altres no, per tant el transportador estarà estacionat al moll de descàrrega sense fer res. En aquest moment haurà d'engegar els motors i activar els sensors davanters (RST) i engegar els motors per seguir la línia fins al moll de càrrega.

Situació 4- FCD i SC estan activats de manera que el robot està esperant que el descarreguin al moll de descàrrega. Per tant hem d'activar els sensors davanters (RST) i els motors els deixarem parats a l'espera de la descàrrega.

Situació 5- FCC està activat i els altres no, per tant el robot ha d'esperar al moll de càrrega fins que el carreguin per marxar. Per tant hem d'activar els sensors posteriors (XYZ) i els motors els deixarem parats a l'espera de la càrrega.

Situació 6- FCC i SC estan activats, això vol dir que el robot està al moll de càrrega carregat. Per això haurem d'activar els sensors posteriors (XYZ) i engegar els motors per seguir la línia fins al moll de descàrrega.

Situació 7 i 8- FCC i FCD estan tots dos activats, això és irreal perquè el robot mai podrà estar als dos molls al mateix moment. Deixarem els motors parats i a la direcció posarem 0, perquè alhora de simplificar les equacions sigui més senzill.

Per arribar a construir els circuits dels controladors de DIR i M/P utilitzarem el mateix procediment aplicat en l'apartat anterior. Aquest cop utilitzarem la taula de la veritat del controlador 2 explicada anteriorment, per tal d'aconseguir un altre resultat que ens determini en cada moment la direcció (DIR) indicant els sensors que han d'actuar, XYZ o RST, i si els motors han de funcionar o estar parats(M/P).

Equacions lògiques:

Equacions lògiques simplificades:

$$DIR = \bar{A} \cdot \bar{B} \cdot \bar{C} + \bar{A} \cdot B \cdot \bar{C} + \bar{A} \cdot B \cdot C$$

$$DIR = \bar{A} \cdot (B + C)$$

$$M / P = \bar{A} \cdot \bar{B} \cdot \bar{C} + \bar{A} \cdot \bar{B} \cdot C + \bar{A} \cdot B \cdot \bar{C} + \bar{A} \cdot B \cdot C$$

$$M / P = \bar{A} \cdot \bar{B} + \bar{B} \cdot C$$

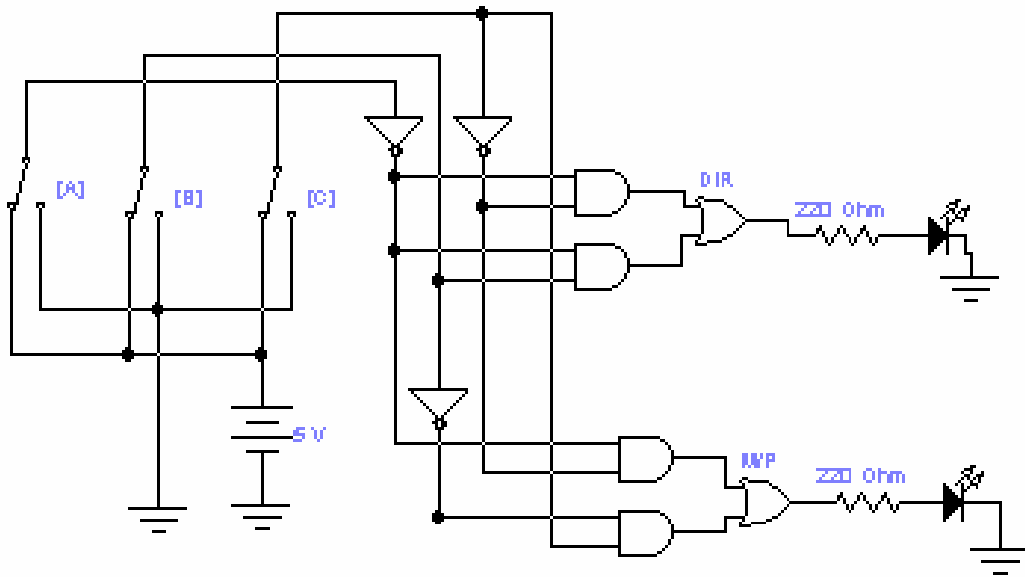
Les equacions lògiques per circuits NAND:

$$DIR = \overline{\bar{A} \cdot B + \bar{A} \cdot C} \quad M / P = \overline{\bar{A} \cdot \bar{C} + \bar{B} \cdot C}$$

Un cop obtingudes les equacions construiré els circuits amb el programa Electrònics Workbench, ja que em facilita molt la feina, i alhora em permet anar molt més ràpid elaborant circuits.

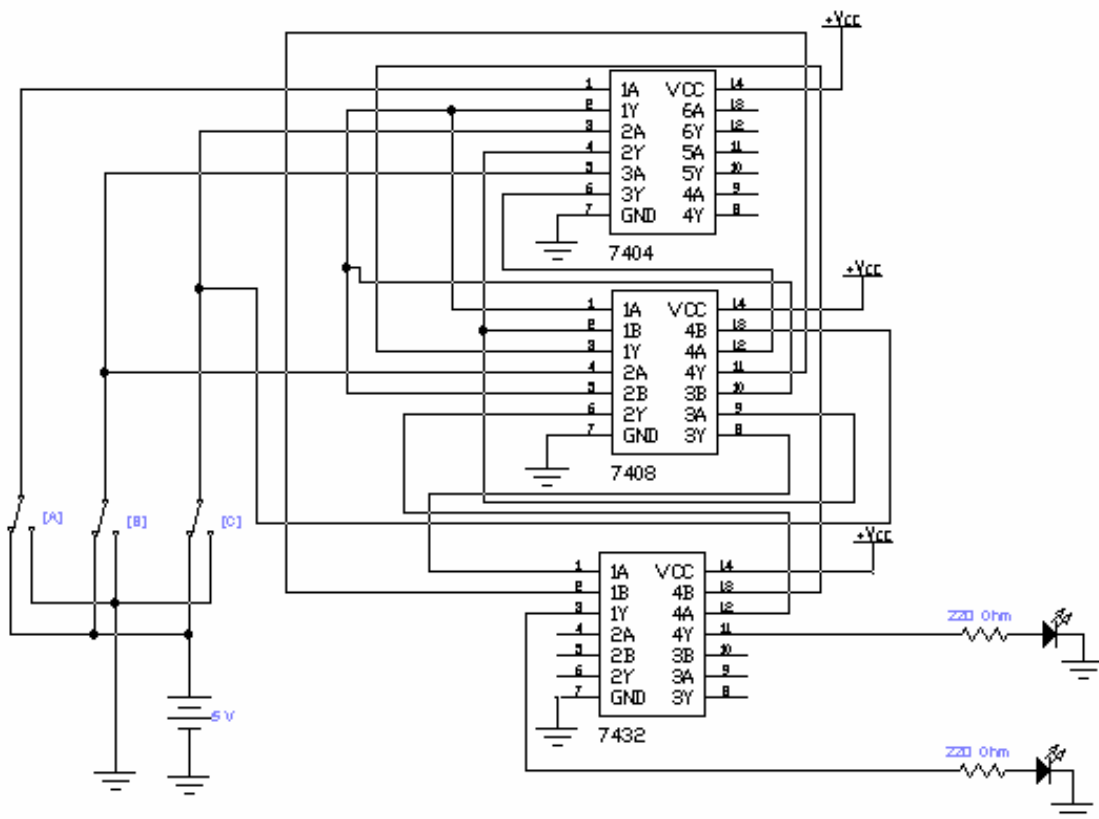
Circuit del controlador 2 amb portes lògiques:

$$DIR = \overline{A}(B + C) \quad M/P = \overline{AC} + \overline{BC}$$



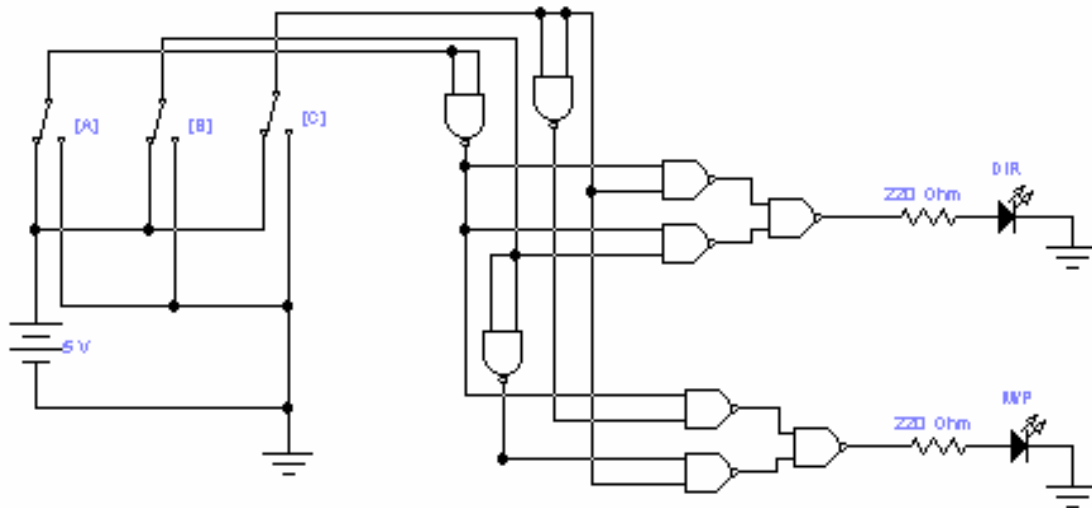
Circuit simplificat amb xips:

$$DIR = \overline{A}(B + C) \quad M/P = \overline{AC} + \overline{BC}$$



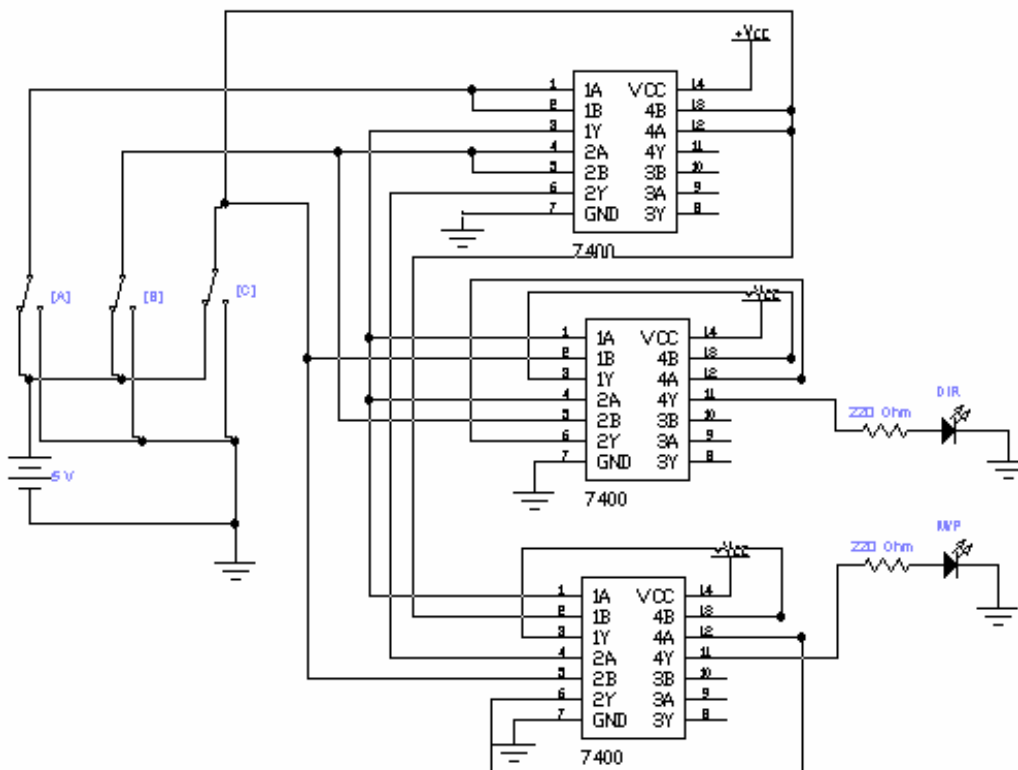
Circuit amb portes NAND:

$$DIR = \overline{\overline{A \cdot B} + \overline{A \cdot C}} \quad M/P = \overline{\overline{A \cdot C} + \overline{BC}}$$



Circuit amb xips NAND:

$$DIR = \overline{\overline{A \cdot B} + \overline{A \cdot C}} \quad M/P = \overline{\overline{AC} + \overline{BC}}$$

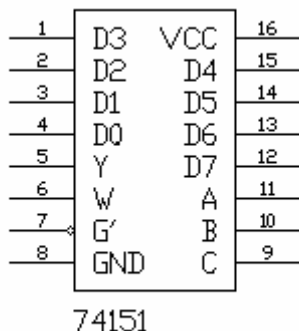


L'aplicació de xips NAND al segon controlador resulta força avantatjosa pel fet d'utilitzar xips d'un sol tipus. Malgrat això encara tenim el mateix nombre de xips que a l'apartat anterior.

Una altra forma molt pràctica de fer controladors és utilitzar multiplexors, concretament hi ha el 74151 que s'adapta perfectament a la nostra situació. En aquest apartat s'explicarà com funciona el 74151, i com podem aprofitar aquest funcionament per fer que segueixi una taula de la veritat.

Els multiplexors són uns xips que ens seran molt útils per realitzar el controlador ja que ens permetran reduir el nombre xips. Com em vist a l'apartat anterior, necessitem com a mínim 3 xips si volem utilitzar portes NAND. La utilització de multiplexors reduirà el nombre de xips a 2.

Els xips de les portes lògiques vists anteriorment no funcionen igual que els multiplexors, per això, a continuació s'explicarà el seu funcionament.



L'entrada VCC va connectada la font d'alimentació.

L'entrada GND va connectada a la massa (al pol negatiu.)

La Y és la sortida del xip, i la W és la sortida negada (el resultat serà negat dins al xip).

Les entrades A, B i C són les entrades de selecció

Les entrades de D0 fins a la D7 són les entrades normals.

G' és l'entrada d'habilitació, cal connectar-la a 0 V per tal que el xip funcioni.

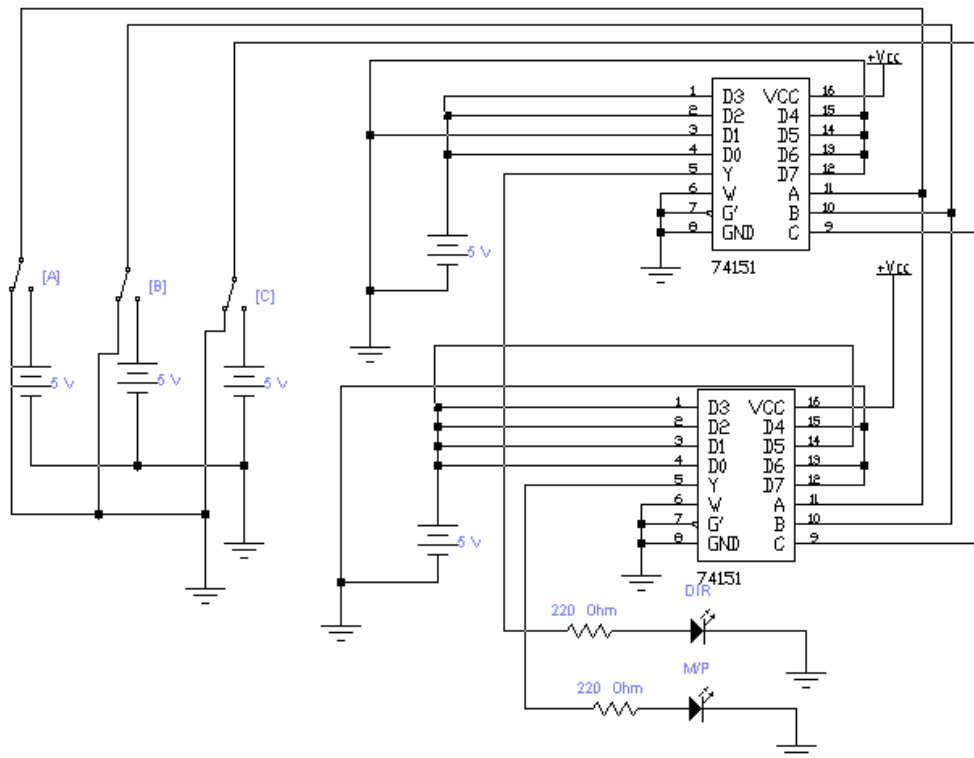
L'estat de l'entrada (D0...D7) que nosaltres seleccionem mitjançant les entrades de selecció (A,B,C), passa a la sortida Y. És a dir, que un multiplexor es comporta com un commutador governat per les entrades de selecció. Si nosaltres posem a les entrades de selecció (A=0, B = 0 i C=1) llavors passa l'estat de l'entrada D1 (0 o 1) a la sortida Y, en canvi si nosaltres posem a les entrades de selecció (A=0, B = 1 i C=1) llavors passa l'estat de l'entrada D3 a la sortida.

Aquest funcionament es pot aprofitat per implementar una taula de la veritat de 3 entrades i 2 sortides amb dos xips. Només cal connectar un zero o un u a cada entrada en funció de com estigui la combinació corresponent a l'entrada a la taula de la veritat. Les entrades de selecció les connectem als sensors i a la sortida obtindrem el funcionament definit per la taula de la veritat.

	FCC	FCD	SC	DIR	M/P
Situació 1	0	0	0	1	1
Situació 2	0	0	1	0	1
Situació 3	0	1	0	1	1
Situació 4	0	1	1	1	0
Situació 5	1	0	0	0	0
Situació 6	1	0	1	0	1
Situació 7	1	1	0	0	0
Situació 8	1	1	1	0	0

Si observem la sortida DIR de la taula de la veritat veurem que haurem de connectar D0 a 1, D1 a 0, D2 a 1, D3 a 1 i de D4 a D7 a zero. Fem el mateix per la sortida M/P. Podem observar el resultat al següent circuit.

Circuit amb multiplexors:



La utilització del multiplexor 74151 té un avantatge força important i és que disposa d'una sortida negada. Això el fa molt recomanable de cares a connectar-lo al driver-preactuador L293B que dona la direcció als motors del transportador. En aquest driver li hem de donar dos senyals per fer que el motor giri a dretes (senyal C = 1 i senyal D = 0) i dos senyals per tal que giri a esquerres (senyal C = 0 i senyal D = 1). Per tant connectarem la sortida del multiplexor que compleix la taula del controlador de direcció (senyal DIR) a l'entrada C del driver i la sortida negada d'aquest multiplexor a l'entrada D del driver.

En resum, per implementar el controlador 1 utilitzem portes NAND (2 xips) i per implementar el controlador 2 utilitzem 2 multiplexors 74151 ja que faciliten molt la connexió amb el driver dels motors.

Evidentment aquests 2 controladors han d'actuar alhora, anem a veure al següent apartat com els connectem entre ells per tal que funcionin conjuntament.

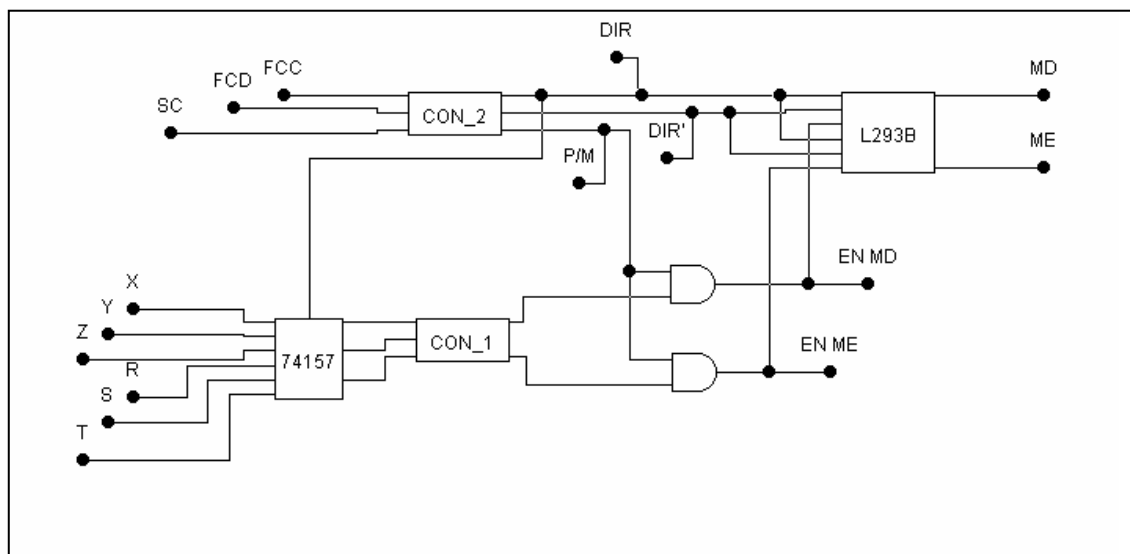
2.7. Connexió dels dos controladors

Recordem que el controlador 1 controla el funcionament dels motors per tal que el transportador segueixi una línia blanca sobre fons negre. Evidentment, això ho ha de fer sempre que no arribi al moll de càrrega o de descàrrega, on ha d'estar parat per tal que els operaris els carreguin o el descarreguin. És per això, que el controlador 2 ha de dir al controlador 1 que només funcioni quan el transportador estigui en una posició intermitja, és a dir, quan el senyal P/M del controlador 2 estigui a 1. En cas contrari el transportador ha de romandre parat.

Per fer això que acabem de dir, cal utilitzar una porta AND per a cada senyal que surt del controlador 1. A banda d'aquest senyal a cada porta també hi portarem el senyal P/M del controlador 2 de forma que a la sortida de la porta només arribarà un 1 (motor en marxa) quan P/M estigui a 1 i el senyal de sortida del controlador 1 també ho estigui.

Portarem aquests senyals a les potes d'habilitació del driver L293B. Ja que aquest driver només activa el motor quan està habilitat.

Podem veure tot això a l'esquema següent:



S'observa que quan el controlador 2 dóna $DIR = 1$ i $P/M = 1$, s'activen els motors corresponents (el motor dret, l'esquerra, tots dos o cap, depenent del controlador 1). A més, com que $DIR = 1$ s'activen a la dreta. A més, com que el senyal DIR també arriba al multiplexor 74157 que selecciona els sensors XYZ que són els de la part del davant del transportador (la part dreta).

Per contra si el controlador 2 dóna $DIR = 1$ i $P/M = 0$ els dos motors romanen parats ja que el senyal $P/M = 0$ i el xip L293B resta deshabilitat.

Tot aquest funcionament s'entendrà molt millor un cop el lector s'hagi llegit l'apartat 3 on es descriuen tant el multiplexor 74157 com el driver L293B.

3. SISTEMA D'ENTRADES I SORTIDES

3. Sistema d'entrades i sortides

En el nostre sistema disposem d'un total de 9 entrades i 2 sortides ja esmentades en els apartats anteriors. En aquest punt explicarem detalladament els components d'aquestes entrades i sortides i les seves característiques.

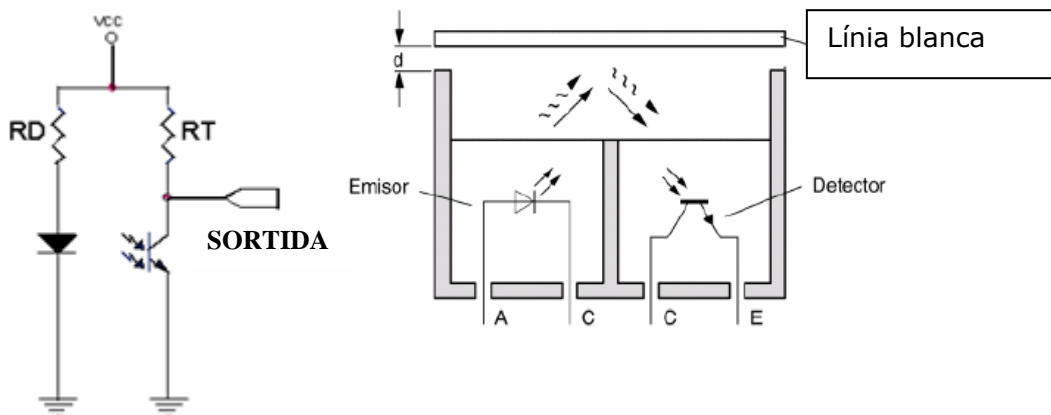
3.1. Descripció dels sensors CNY 70 i el seu circuit auxiliar 40106.

CNY 70

Per implementar les entrades que llegeixen la línia blanca sobre la pista negra, hem escollit el sensor CNY70. Es tracta d'un component que incorpora dins seu un fotodíode i un fototransistor. Recordem que un fotodíode és un díode que quan fem passar corrent per ell emet llum (en aquest cas llum infraroja) i un fototransistor és un transistor que quan rep llum a la seva base, deixa conduir el corrent entre el seu col·lector i el seu emissor. A continuació podem veure una imatge del sensor (el cercle blau és el fotodíode i el negre és la base del fototransistor).



Aquest sensor és del tipus òptic reflexiu, i l'equivalència a nivell de circuit i esquema de funcionament és la següent:



$$RD=220\Omega \quad RT=47k \Omega$$

Com podem veure, quan hi ha un cos que pot reflexar la llum (per exemple una línia blanca) sota el sensor, la llum que emet el fotodíode rebota a la línia i es captada per la base del fototransistor, el qual deixa passar corrent entre el seu col·lector i el seu emissor i per tant dóna 0 a la seva sortida. Si no hi ha cap cos que pugui reflexar la llum (pista negra) llavors no arriba llum a la base del transistor, aquest roman en tall i per tant això fa que hi hagin 5 V a la sortida del circuit.

Hem dit abans que el nostre controlador necessita que se li doni 1 quan hi hagi llum i 0 quan no n'hi ha i això es justament el contrari del que tenim.

Per solucionar aquest entrebanc només necessitarem col·locar un adaptador entre el controlador i els sensors, l'adaptador HEF40106B.

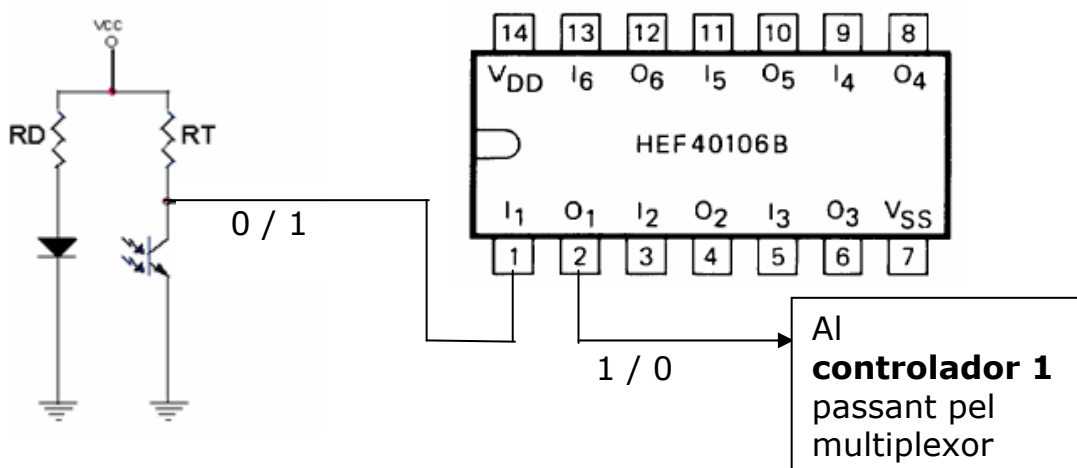
L'adaptador HEF40106B

El xip HEF40106B és un adaptador que té la funció d'invertir el senyal que rep dels sensors de manera que el controlador rebi el senyal amb la polaritat correcta.

Aquest adaptador té dues utilitats:

- S'encarrega d'ajustar les variacions que poden provocar les entrades dels sensors al temps de procés del controlador.
- S'encarrega d'invertir el senyal que ve dels sensors.

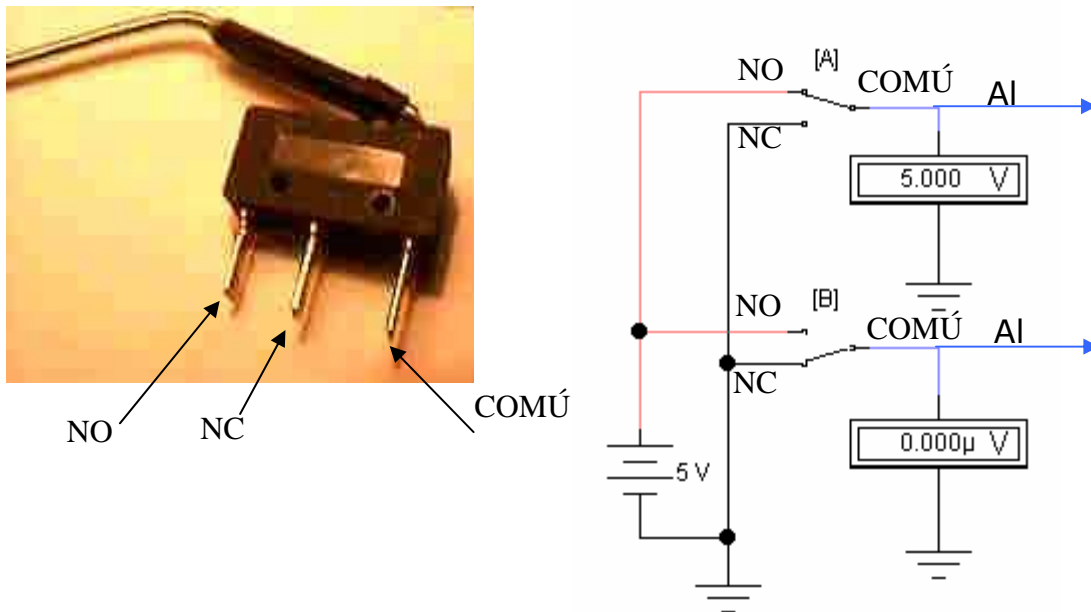
A nivell de terminals de connexió l'esquema de l'adaptador és el següent:



Per tant, caldrà situar el xip de la forma anterior (col·loco només un sensor, però l'esquema es repeteix pels 6 sensors)

Uns altres sensors que també utilitzo en el meu treball són els finals de cursa. Aquests sensors contenen un contacte commutat de forma que si en el contacte NO (normalment obert) li connectem 5 V, en el normalment tancat (NC) li connectem 0 V, ell ens donarà pel seu comú 0 V quan res toqui el sensor i 5 V quan alguna cosa premi el sensor. Aquests tipus de sensor no necessiten adaptador de senyal i per tant els connectarem directament al controlador 2.

A continuació podem veure una foto d'un final de cursa junt amb un esquema on es pot veure el funcionament anteriorment descrit.



Observem que el sensor A està premut i per tant, dona 5 V mentre que el sensor B no ho està i per tant dona 0 V. Recordem que són d'aquest tipus els sensors FCC, FCD i SC.

En el següent apartat explicaré el preactuador que utilitzarem en el nostre transportador. Aquest ens permetrà augmentar el voltatge que ens surt del controlador i fer girar els motors amb el sentit oportú.

3.2. Descripció del preactuador del motor L293 B

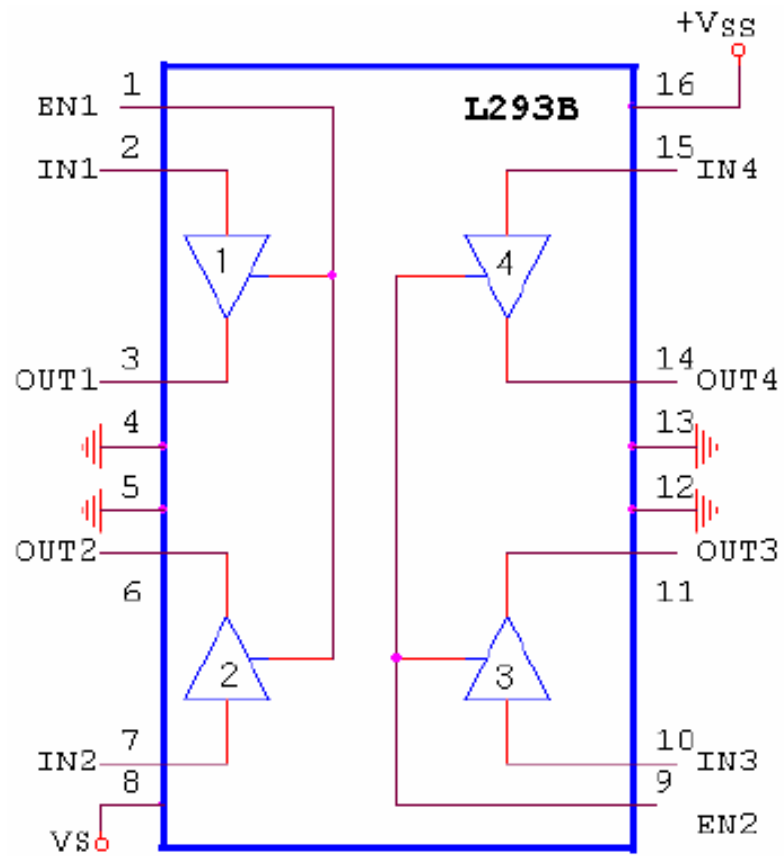
Existeixen circuits integrats com L293B que ens permeten accionar un motor de CC amb les màximes garanties de bon funcionament.

Aquest ens servirà per augmentar el voltatge d'una manera considerable ja que el voltatge que tenim en els controladors és petit (5 V) i per fer funcionar els motors en necessitem un de més alt (9 V). A més també volem que els motors puguin funcionar en els dos sentits (horari i antihorari).

El L293B és un xip de 16 potes a dins del qual trobem 4 amplificadors formats per varis transistors que funcionen en tall i saturació. Cada amplificador pot arribar a donar una sortida de 1 A de CC a una tensió màxima de 36 V.

A continuació podem veure el patillatge del xip junt amb la seva constitució interna:

Pin	Nom	Descripció	Patillatge
1	Chip enable 1	Habilitació dels canals 1 i 2	
2	Input 1	Entrada del Canal 1	
3	Output 1	Sortida del Canal 1	
4	GND	Terra d'alimentació	
5	GND	Terra d'alimentació	
6	Output 2	Sortida del Canal 2	
7	Input 2	Entrada del Canal 2	
8	Vs	Alimentació de les càrregues	
9	Chip enable 2	Habilitació dels canals 3 i 4	
10	Input 3	Entrada del Canal 3	
11	Output 3	Sortida del Canal 3	
12	GND	Terra d'alimentació	
13	GND	Terra d'alimentació	
14	Output 4	Sortida del Canal 4	
15	Input 4	Entrada del Canal 4	



Un cop vist com és aquest xip per dins en la imatge anterior procediré a fer l'explicació del seu funcionament.

El senyal EN1 habilita els amplificadors 1 i 2, el senyal EN2 habilita els amplificadors 3 i 4. Perquè els amplificadors tinguin sortida aquestes dues potes han d'estar a nivell alt (en el nostre cas 5 V).

En quan la pota Vs s'hi ha de connectar el voltatge que necessita el motor per treballar (per exemple, pot ser 9 V, 12 V, etc.).

A la pota Vss hi posarem el mateix voltatge que utilitzem per alimentar el sistema de control, en el nostre cas 5V.

Les entrades INX les acciona el sistema de control i les sortides OUTX van a parar a l'actuador que vulguem governar (els nostres motors).

Tot el que he explicat fins ara ho puc resumir amb la taula de la veritat següent:

$V_{IN(n)}$	$V_{EN(n)}$	$V_{OUT(n)}$
L (" 0 ")	L (" 0 ")	Z
L (" 0 ")	H (" 1 ")	L (" 0 ")
H (" 1 ")	L (" 0 ")	Z
H (" 1 ")	H (" 1 ")	H (" 1 ")

Z: estat d'alta impedància, vol dir que està desconnectat de l'actuador.

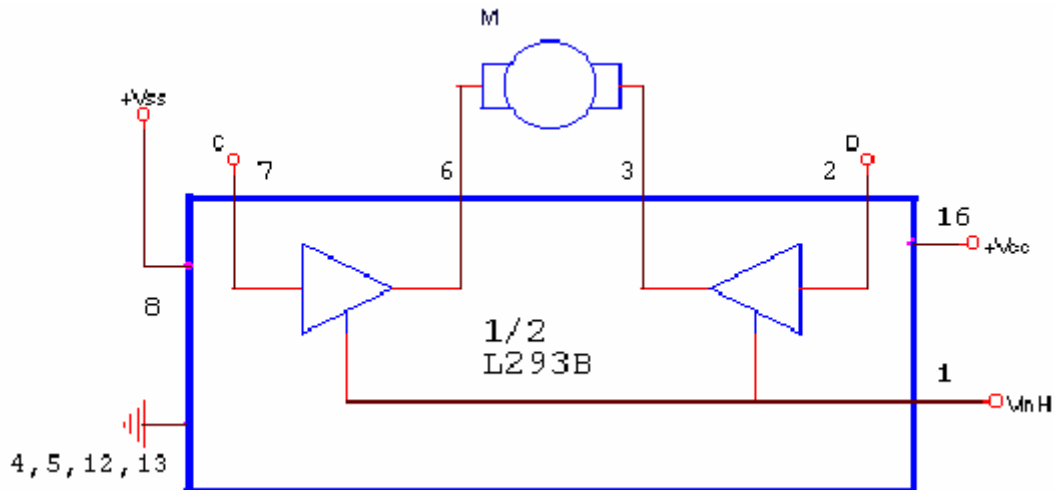
Segons l'aplicació que tinguem, haurem de fer girar el motor de continua només en un sentit (el cas d'un robot rastrejador normal) o en doble sentit (en el nostre cas). El L293B és capaç de governar 4 motors amb sentit únic o 2 motors amb doble sentit. Ara procedirem a veure la utilització d'aquest xip en els dos casos.

b) Utilització en un motor que volem que giri en doble sentit.

El nostre transportador de càrrega ha de funcionar en doble sentit ja que quan detecta un càrrega es dirigirà cap al moll de descàrrega, un cop estigui allà i hagi estat descarregat, retornarà al moll de càrrega recorrent el mateix camí que a l'anada, però en sentit contrari. Aquest xip ens facilitarà aquesta acció ja que depenent de la informació que rep ell emetrà una ordre o una altra als actuadors.

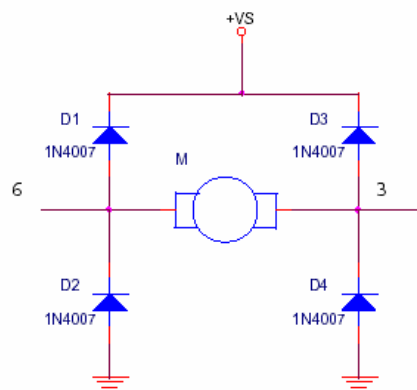
A l'hora de fer girar el motor en doble sentit donarem la senyal a les dues entrades C i D seguint la taula que veiem a continuació:

V_{EN}	C	D	M
H	L	L	Parada ràpida del motor
H	H	H	Parada ràpida del motor
H	L	H	Gir a l'esquerra
H	H	L	Gir a la dreta
L	X	X	Motor desconnectat



Tal com veiem si donem $C = 0$ i $D = 1$ el motor gira a l'esquerra mentre que si connectem $C = 1$ i $D = 0$ el motor gira a la dreta, en cas que $C=D$, el motor para.

Una altre cosa a destacar és que s'ha de protegir el xip contra pics de voltatge invers perquè el motor està format per bobines això ho fem utilitzant el muntatge següent (amb 4 díodes)



3.3. Descripció del sistema que permet triar la direcció del robot (74LS157)

Dins d'aquest apartat em dedicaré a explicar el sistema que permet escollir els sensors del davant o del darrera del robot segons si aquest ha d'anar del moll de càrrega al de descàrrega o a la inversa.

L'adaptador que farem servir és el 74LS157. En les següents imatges podem observar-lo com és:

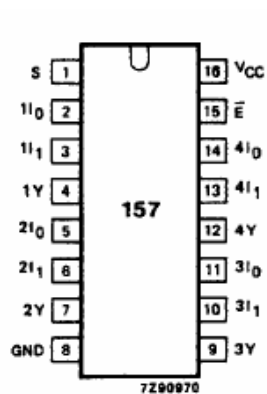


Fig.1 Pin configuration.

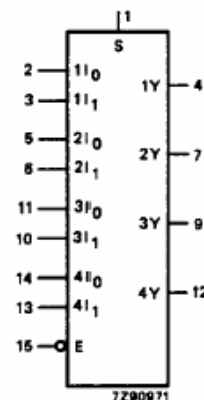


Fig.2 Logic symbol.

A les dues imatges anteriors podem observar l'aspecte i el diagrama lògic del xip que descriu el seu funcionament. Aquest xip consta de 8 entrades agrupades 2 a 2 ($1I_0, 1I_1, \dots, 2I_0, 2I_1, \dots$) i 4 sortides. A més, també disposa de les entrades E (habilitar el xip) i S (seleccionar quina de les dues entrades volem a la sortida corresponent). A partir de la següents taula de la veritat podem observar el seu funcionament.

FUNCTION TABLE

INPUTS				OUTPUT
\bar{E}	S	nI_0	nI_1	nY
H	X	X	X	L
L	L	L	X	L
L	L	H	X	H
L	H	X	L	L
L	H	X	H	H

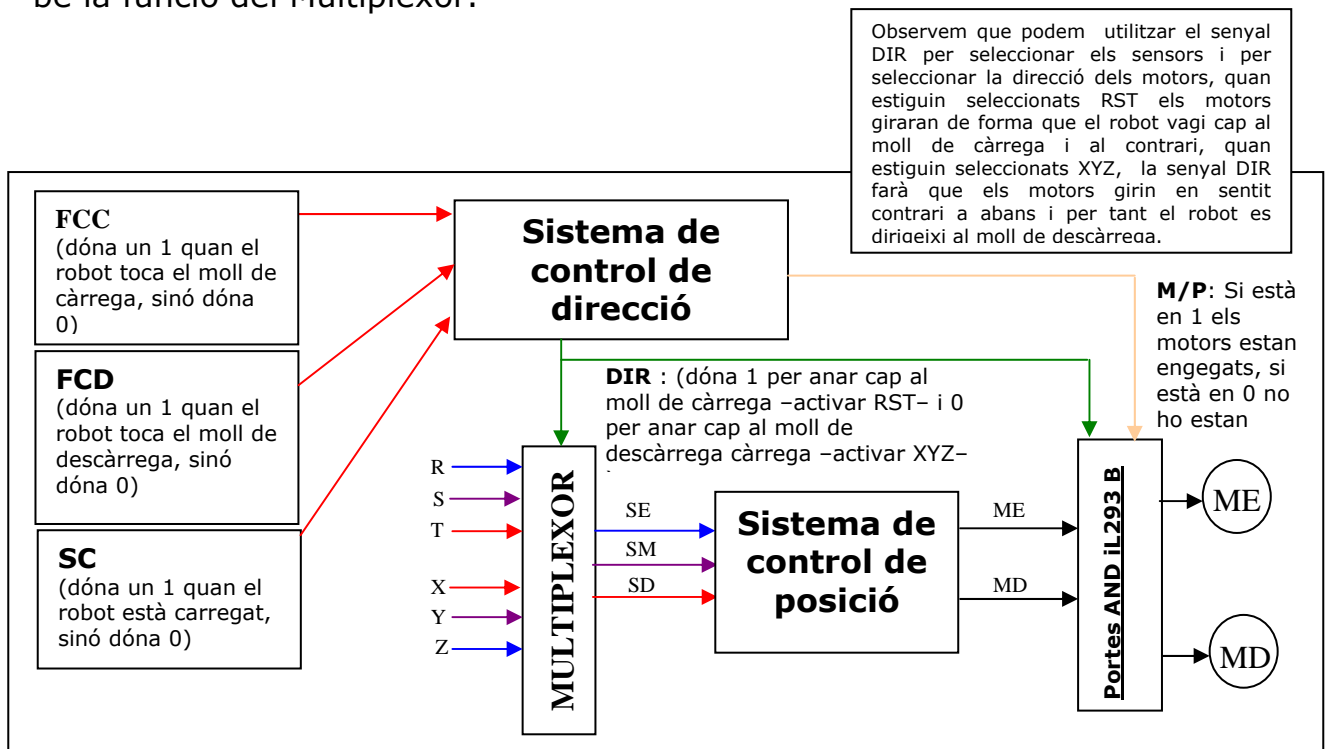
Notes

1. H = HIGH voltage level
L = LOW voltage level
X = don't care

Quan aquest xip està habilitat $E = L$ (Low = 0V) i la Selecció (S) es manté a L, el que fa després és connectar les entrades $1I_0, 2I_0, 3I_0$ i $4I_0$ a les sortides $1Y, 2Y, 3Y$ i $4Y$. Però quan ens trobem que la $S = 1$ llavors connecta $1I_1, 2I_1, 3I_1$ i $4I_1$ a les sortides $1Y, 2Y, 3Y$ i $4Y$.

A l'hora de construir el robot connectarem el senyal DIR a la pota S, després posarem sempre a massa (0 V) la pota E i col·locarem ZYX a $1I_0, 2I_0, 3I_0$ i RST a $1I_1, 2I_1, 3I_1$ mentre que de $1Y, 2Y, 3Y$ sortiran els senyals (SE, SM i SD) que arribaran al controlador de posició.

A continuació podem veure l'esquema de conjunt on es pot apreciar bé la funció del Multiplexor.



*4. SISTEMA
D'ALIMENTACIÓ DEL
MOTOR*

4. Sistema d'alimentació del motor

En tot sistema electrònic és vital i imprescindible un sistema d'alimentació que ens permeti transformar l'energia d'un estat a un altre, en el nostre cas transformarem energia elèctrica de 9 V de tensió en energia elèctrica de 5 V de tensió

4.1. Pas de 9 V a 5 V

Com que el nostre controlador necessita 5 V per poder treballar, com que tenim piles de 9 V, necessitem passar els 9 V als 5 V. Per fer això hem de combinar els elements següents:

1. Regulador 7805.
2. Condensador electrolític.
3. Un LED.

A continuació veure al detall cadascun d'aquests components.

El regulador

La funció del nostre regulador consisteix en donar una tensió constant de 5 V al sistema.

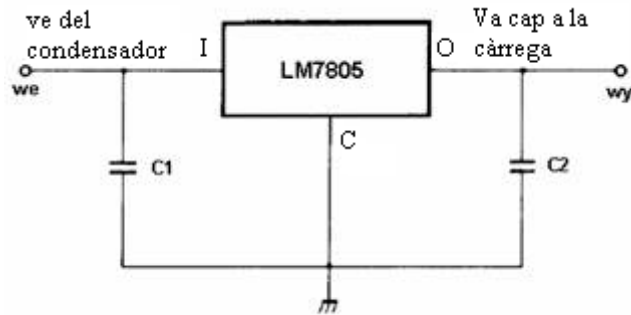
En el nostre cas transformarà de 9V a 5 V per alimentar els xips.

Alhora de seleccionar un regulador hem de tenir en compte el següent:

- La intensitat màxima que pot passar per ell: normalment només hi pot passar una intensitat màxima de 0,5 A.
- El voltatge de sortida: segons l'aplicació que volem fer necessitem un voltatge o un altre.



Acompanyant al regulador s'han de col·locar dos condensadors ceràmics tal com es veu a la representació esquemàtica és la següent:



El condensador

L'objectiu d'un condensador és reduir qualsevol pertorbació que hi hagi en el sistema d'alimentació.

Té la capacitat d'absorbir energia quan hi ha pics de tensió i donar-ne quan hi ha baixades amb la finalitat d'anivellar la sortida a una constant.

Alhora de triar un condensador tindrem en compte el següent:

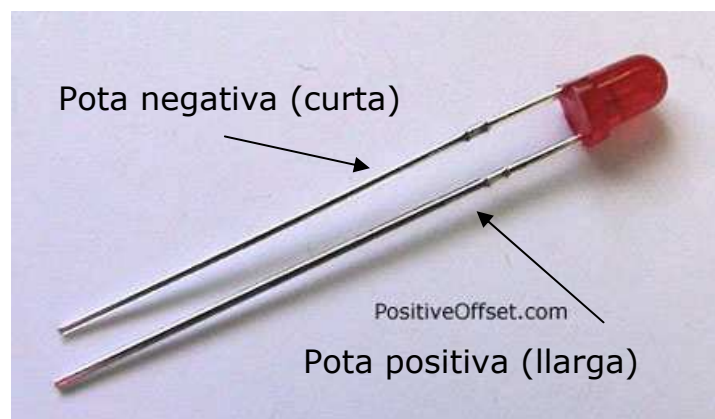
- La seva capacitat: com més gran, més plana quedarà l'ona de sortida i així serà més continua.
- El seu voltatge màxim: si superem el voltatge podem malmetre el condensador.
- La seva polaritat: hem d'assegurar-nos que els connectem bé.

En el nostre cas farem servir els de tipus electrolític de 1000 μ F/16V amb polaritat.

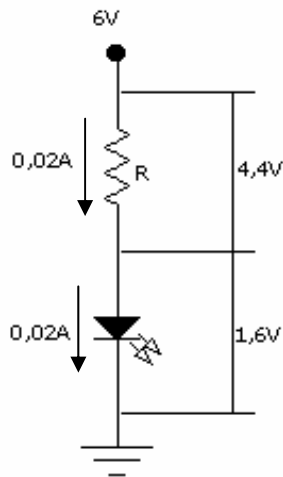
El visualitzador

El visualitzador ens indicarà quan tenim corrent a la sortida, i en certa manera si el regulador està funcionant correctament.

El visualitzador està constituït per un LED (díode emissor de llum) i una resistència col·locada en sèrie. Cal recordar que alhora de connectar-lo hem de tenir en compte que la pota positiva del LED és la més llarga.



Per calcular la resistència necessitem saber la intensitat que passa pel LED. Si sabem que tenim una intensitat de 20 mA apliquem la llei d'Ohm tenint el valor de la resistència com es veu a continuació:



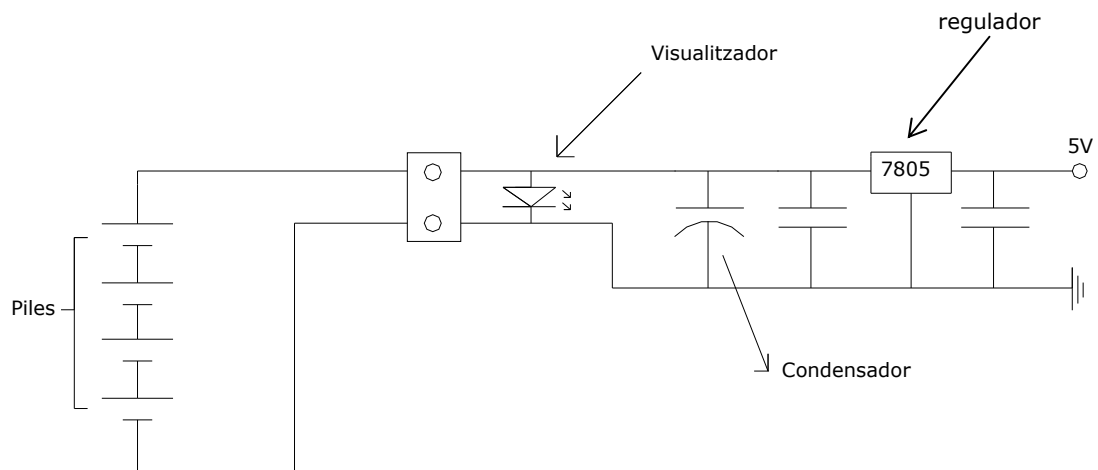
$$V = I \cdot R$$

$$4,4 = 0,02 \cdot R$$

$$R = 220\Omega$$

Sistema d'alimentació complet

El següent esquema és el del sistema d'alimentació complet del nostre robot.



5. ESTRUCTURA FÍSICA I MECANISMES DEL ROBOT

5. Estructura física i mecanismes del robot

La següent part del treball està referida a la estructura que presentarà el nostre robot un cop acabat i el procés que es realitzarà per el muntatge dels circuits amb protoboard i amb plaques.

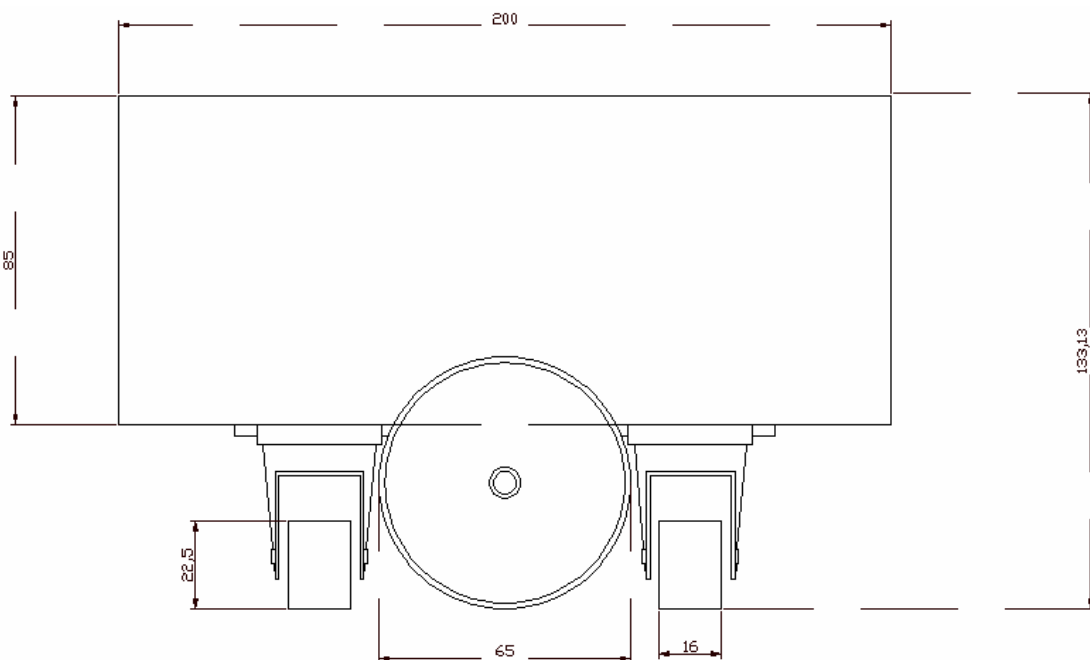
En l'apartat del reductor del motor s'explicarà el mecanisme: la seva utilitat, l'esquema i la seva relació de transmissió.

5.1. Plànols amb autocad del robot

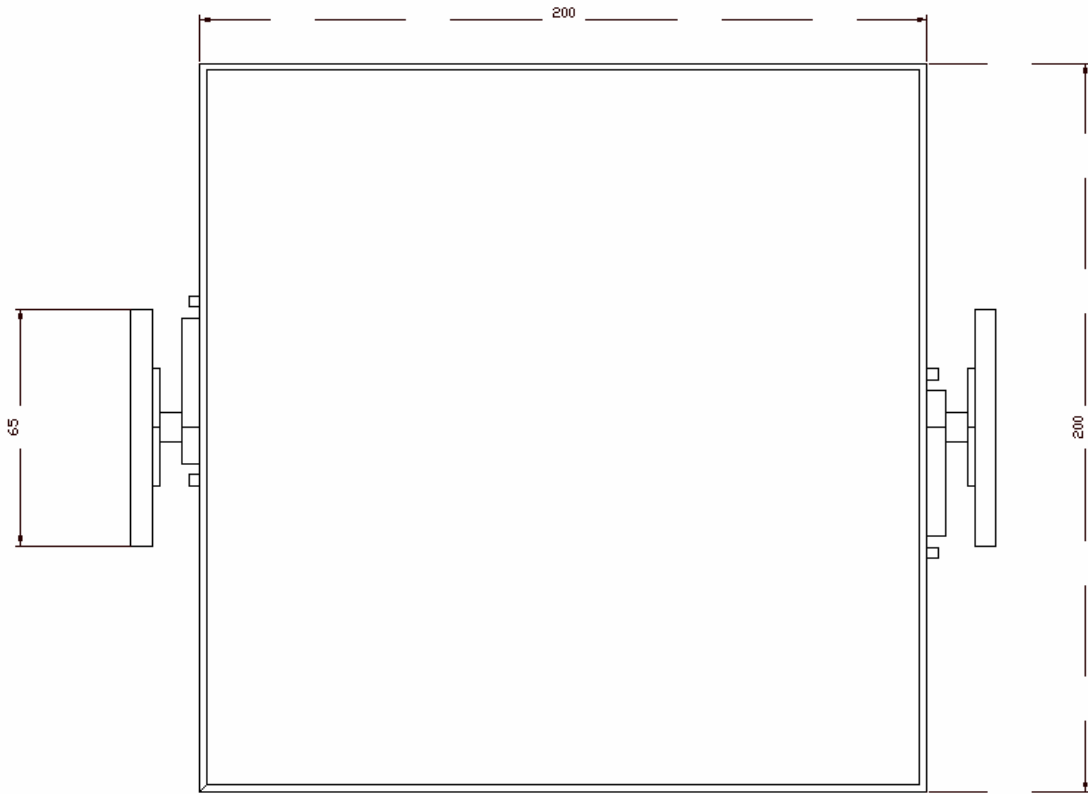
En aquest apartat es mostren els plànols de l'estructura física que presenta el robot. Es poden observar tres vistes: la planta, l'alçat i el perfil.

Els plànols han estat elaborats amb el programa de dibuix lineal AUTOCAD el qual he practicat durant tot el curs a l'assignatura de dibuix tècnic.

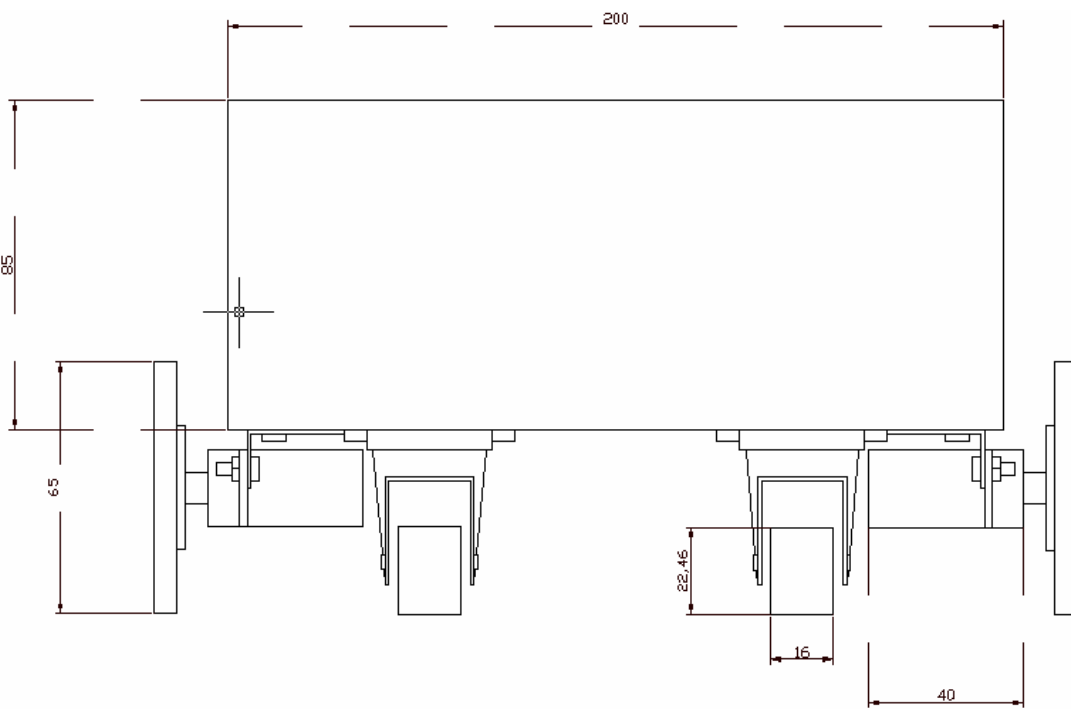
PERFIL



PLANTA



ALÇAT



5.2. Mecanisme del reductor del motor.

Dins aquest apartat explicaré el reductor mecànic instal·lat junt amb el motor elèctric, la seva utilitat, l'esquema i la seva relació de transmissió i a continuació aplicaré els càlculs necessaris per obtenir les velocitats angulars.

Explicació del funcionament d'un motor reductor

Un motor reductor és un mecanisme de transmissió de moviment. Transmet el moviment d'un lloc a un altre i en modifica la seva força i la seva velocitat. Així podem disminuir la velocitat fins a obtenir la que nosaltres desitgem.

Aquestes són les magnituds que hem de tenir en compte:

Velocitat angular d'entrada (ω_i): és la velocitat angular que hi ha a l'entrada del mecanisme. La unitat de mesura en SI són els rad/s. També es pot mesurar en voltes/minut o rpm.

Velocitat angular de sortida (ω_s): és la velocitat angular que hi ha a la sortida del mecanisme. Com en l'entrada es mesura en rad/s. També es pot mesurar en voltes/minut o rpm.

Relació de transmissió (i): és un coeficient que ens diu les voltes donades a l'eix de sortida quan l'eix d'entrada dóna una volta. Per tant $i = \omega_s / \omega_i$.

Moment d'entrada (M_i): podem saber quina força s'està aplicant a l'eix d'entrada del mecanisme. Es mesura en N·m.

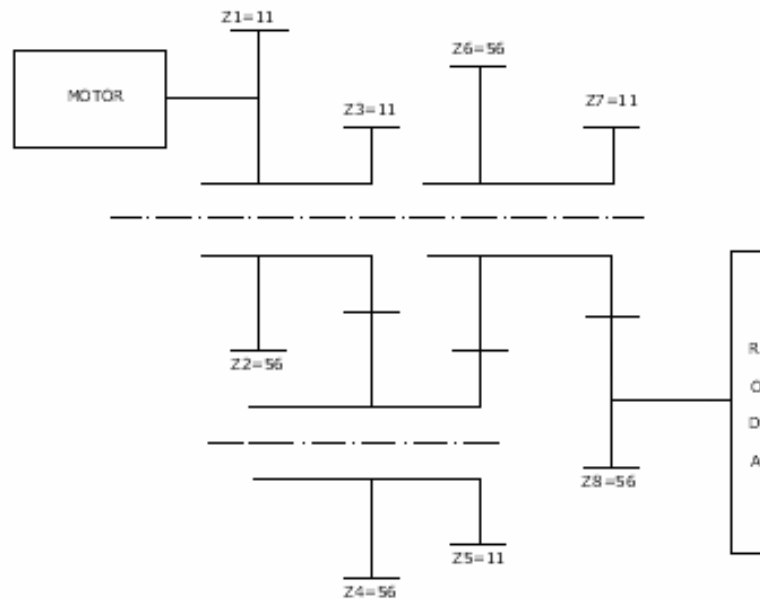
Moment de sortida (M_s): podem saber quina força s'està aplicant a l'eix de sortida del mecanisme. Es mesura en N·m.

Potència del mecanisme: es compleix que la potència és el treball realitzat per el treball de temps, per tant:

$$P = W / t \quad p = \text{potència} \quad W = \text{treball} \quad t = \text{temps}$$

Es mesura en Watts (W).

A la imatge següent podem observar l'esquema del motor reductor que utilitzarem nosaltres.



Un cop vist anem a calcular la relació de transmissió i les velocitats angulars en cada un dels engranatges.

Càlculs de la relació de transmissió.

$$\frac{\omega_8}{\omega_1} = \frac{Z_1}{Z_2} \cdot \frac{Z_3}{Z_4} \cdot \frac{Z_5}{Z_6} \cdot \frac{Z_7}{Z_8} \quad ; \quad \frac{\omega_8}{\omega_1} = \frac{11}{56} \cdot \frac{11}{56} \cdot \frac{11}{56} \cdot \frac{11}{56} \quad ;$$

$$i = \frac{\omega_8}{\omega_1} = 0'00148 \quad \text{Relació de transmissió} = \mathbf{0'00148}$$

Càlculs de les velocitats angulars suposant que ω_8 (la de la roda) és 45 rpm quan tenim el motor elèctric connectat a 6 V.

$$\begin{aligned} \omega_8 \cdot Z_8 &= \omega_7 \cdot Z_7 \\ 45 \cdot 56 &= \omega_7 \cdot 11 \\ \omega_7 &= \mathbf{229.09rpm} \end{aligned}$$

$$\omega_3 = \mathbf{5937,43rpm}$$

$$\omega_3 = \omega_2$$

$$\begin{aligned} \omega_7 &= \omega_6 \\ \omega_6 \cdot Z_6 &= \omega_5 \cdot Z_5 \\ 229,09 \cdot 56 &= \omega_5 \cdot 11 \\ \omega_5 &= \mathbf{1166,28rpm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \omega_2 \cdot Z_2 &= \omega_1 \cdot Z_1 \\ 5937,43 \cdot 56 &= \omega_1 \cdot 11 \\ \omega_1 &= \mathbf{30226,91rpm} \end{aligned}$$

$$i = \omega_8/\omega_1 \quad i = 45/30226,91$$

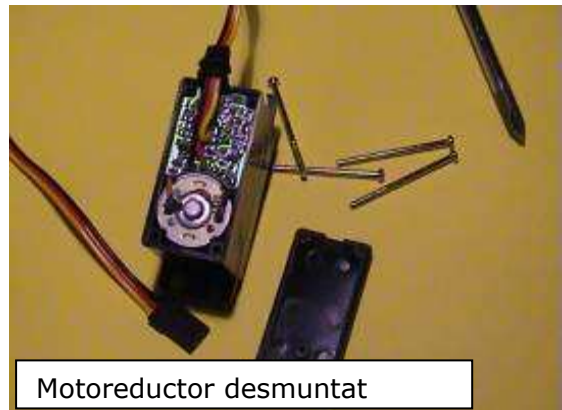
$$\mathbf{i = 0.00148}$$

$$\begin{aligned} \omega_5 &= \omega_4 \\ \omega_4 \cdot Z_4 &= \omega_3 \cdot Z_3 \\ 1166,28 \cdot 56 &= \omega_3 \cdot 11 \end{aligned}$$

Modificació del motor reductor

Els motors que hem triat per posar al nostre robot són utilitzats en radiocontrol. Aquests motors tenen un inconvenient perquè només giren 180° i nosaltres necessitem que girin 360° i varies voltes, per tant a continuació procediré a fer l'explicació de la modificació dels motors.

- El primer pas que hem de fer és treure una peça de plàstic blanca que es troba a la roda.
- Tot seguit traiem els quatre cargols del robot i en retirem la tapa.
- Un cop desmuntat traiem a pressió la placa electrònica que hi ha.
- A continuació s'extrauran les dues resistències petites que es troben al costat del motor dessoldan l'estany. Tallem els tres cables connectors i soldem el negre i el vermell al lloc de les resistències i el cable blau l'invalidem perquè no fa cap servei.
- Amb l'ajut d'un tornavís tallem rasant les pistes que no tenen utilitat ja que farà disminuir la intensitat.
- Desmuntem els engranatges que es troben al motor. Per aconseguir que el nostre motor giri els 360° extraurem una ranura que hi ha en un dels engranatges, la qual impedeix que el motor doni la volta sencera.
- Tornem a col·locar els engranatges tal i com estaven abans de desmuntar el motor.
- Finalment tapem el motor i el collem amb els quatre cargols.



Motoreductor desmuntat



Peca que hem de tallar



Tornem a muntar el reductor

5.3. Procés per realitzar el robot.

Dins el següent apartat explicaré tots els passos que s'han de seguir per realitzar la construcció del transportador de càrrega, des de el disseny de les plaques fins al muntatge de la carcassa.

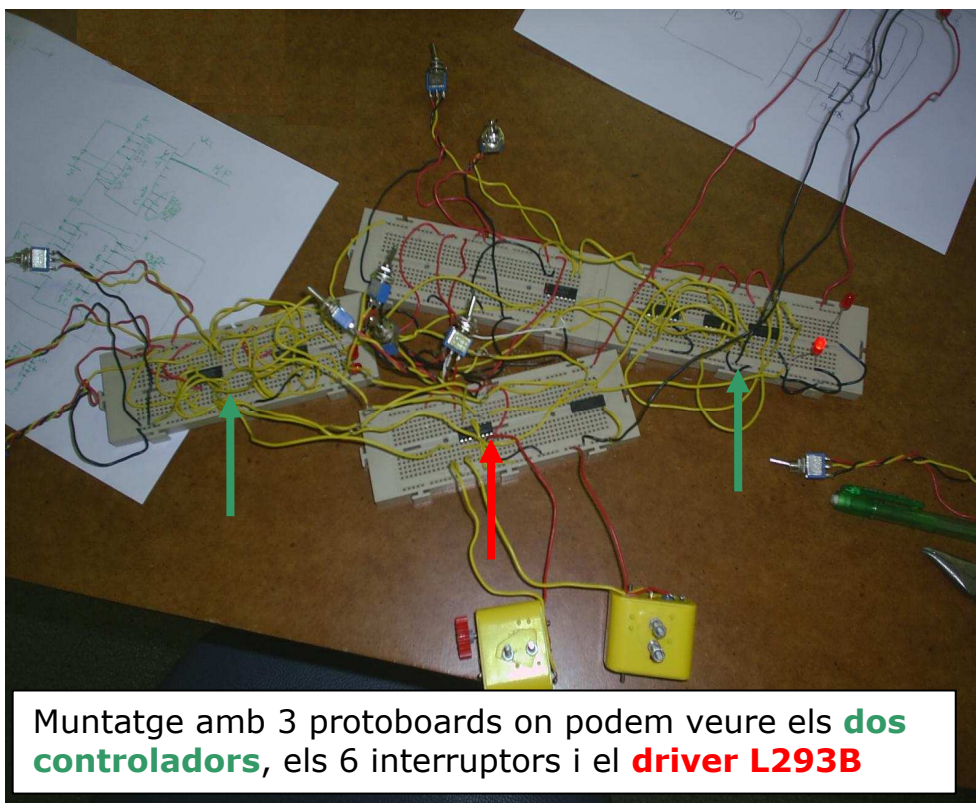
5.3.1. Muntatge dels circuits amb protoboard.

Per provar si els circuits dissenyats funcionen correctament, els muntarem en protoboards i així veurem si els podem fer les plaques de circuit imprès, que seran les definitives que aniran al Transportador final.

Muntar el circuits dissenyats a la protoboard no té cap secret. Es col·loquen els xips necessaris a les plaques i seguidament es connecten de manera que es compleixin els esquemes dissenyats. Amb l'ajuda de varis cables elèctrics es faran les diferents connexions entre les potes dels xips.

Per realitzar la protoboard no utilitzarem els sensors CNY 70 que muntarem al nostre robot, sinó que els substituïrem per sis interruptors que exerciran la mateixa funció. Quant l'interruptor està obert representa la situació en què del sensor no detecta línia blanca, en canvi, quan l'interruptor està tancat representarà que el sensor detecta la línia blanca.

A partir d'aquesta explicació s'ha procedit al muntatge de la protoboard que es pot observar a la foto següent:



Per comprovar si ha tingut èxit el resultat, es provaran les diferents opcions que ens dóna la taula de la veritat. En aquest cas, el motor dret és el que actua, com ens indica el Led de la placa de la dreta. Provant les diferents opcions, veiem que el circuit també respon com esperàvem, així que podem procedir a fer les plaques de circuit imprès.

5.3.2. Muntatge dels circuits amb plaques de circuit imprès.

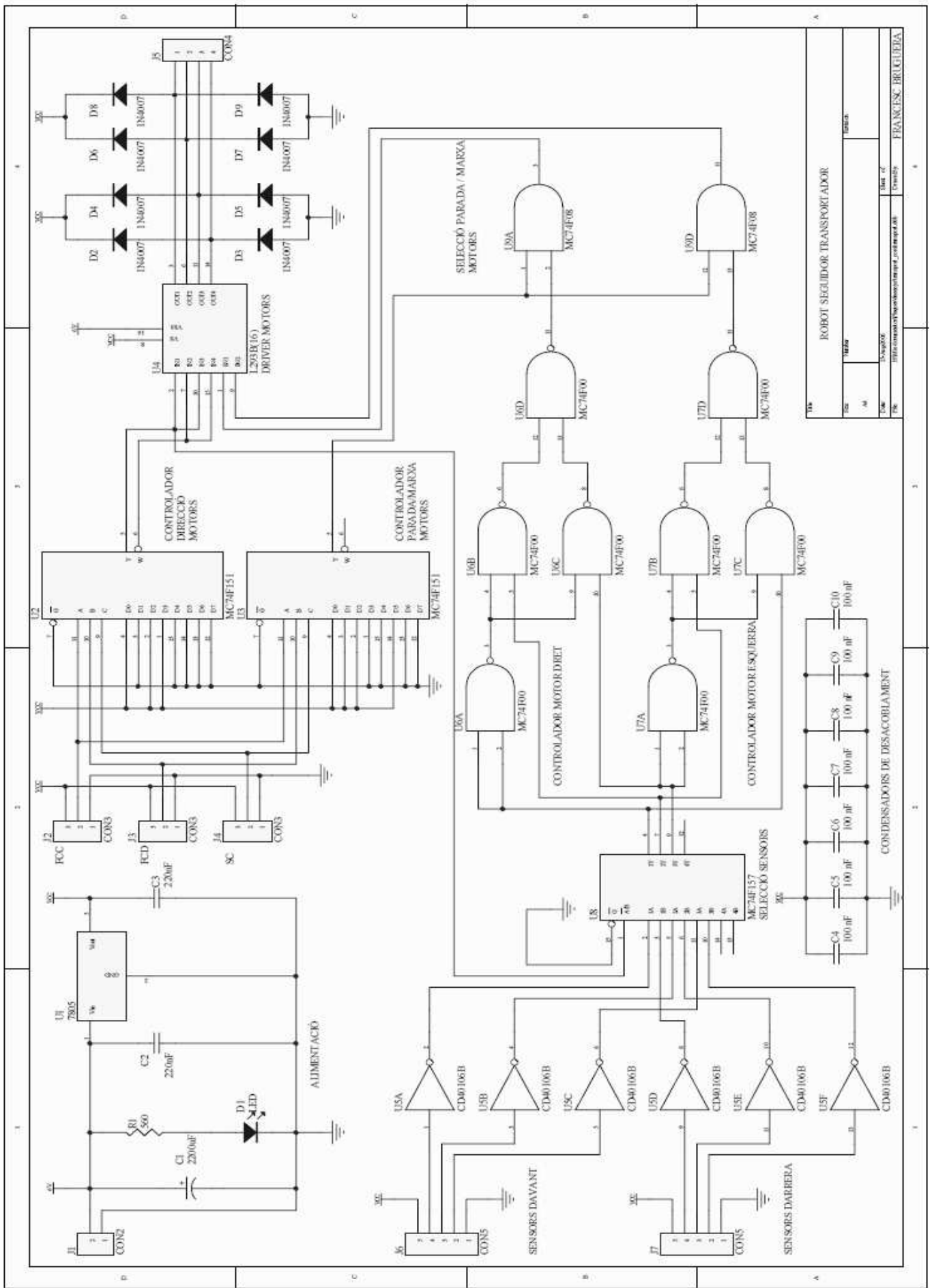
Disseny de la placa base

En aquest apartat podem veure el disseny i el fotolític de la placa del sistema de control i de la placa dels sensors.

El primer que fem és anar al programa Protel 99 i dissenyar la placa principal completa, en aquesta placa podem veure:

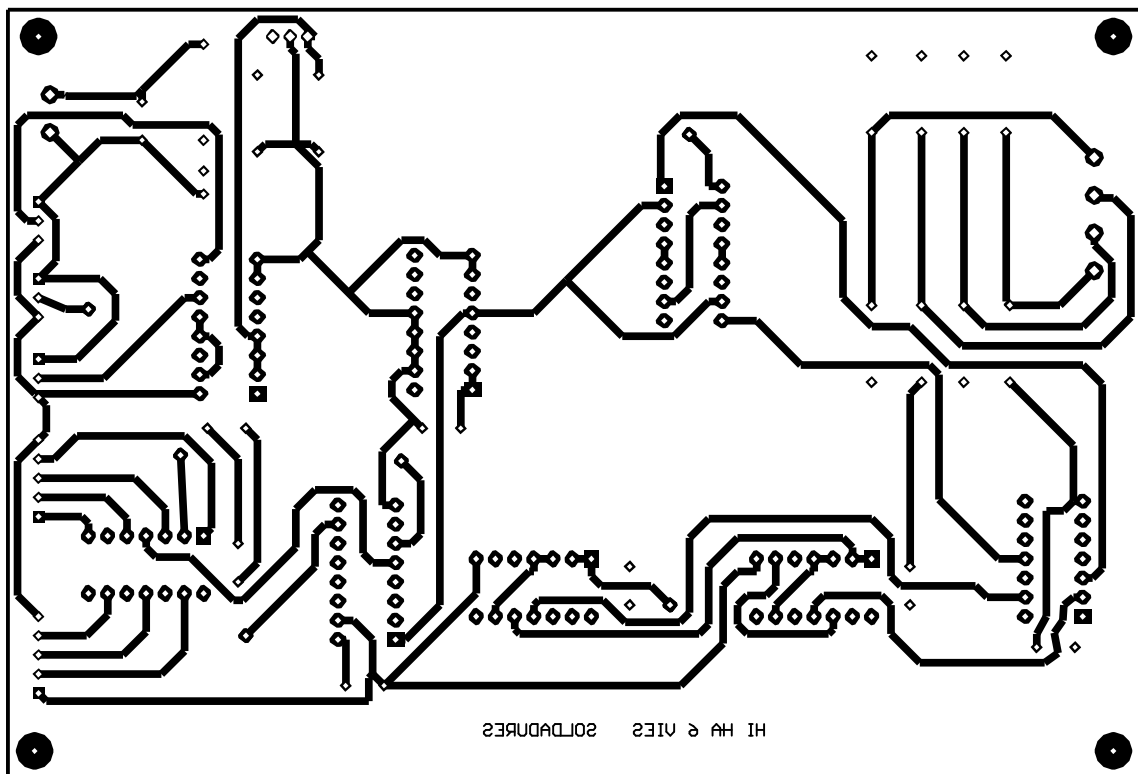
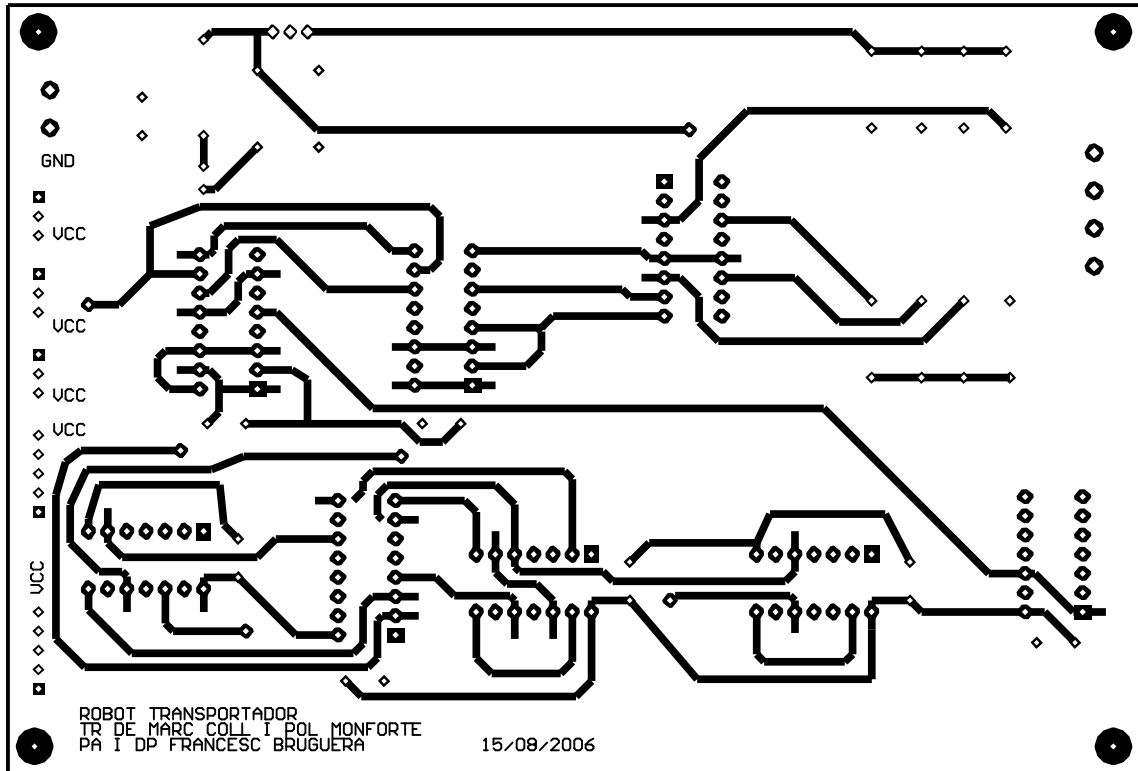
- a) **Els dos connectors pels 6 sensors a la banda de baix de la làmina.** En aquests dos connectors connectaríem les plaques dels sensors que guiaran al robot quan aquest vagi endavant o endarrera. Observem que cada connector té 5 pins: per 3 d'ells arriben els senyals que venen dels sensors, pels altres dos es fa arribar alimentació a les plaques dels sensors.
- b) **Els tres connectors pels sensors de pes, i de posició del molla de càrrega i de descàrrega.** Observem que hi ha 3 pins a cada connector, 2 per l'alimentació del sensor i 1 pel senyal lògic del sensor.
- c) **El sistema d'alimentació per passar de 9 V a 5 V per alimentar els circuits lògics.**
- d) **Els dos controladors i el mutiplexor** que selecciona els 3 sensors del davant o els 3 del darrera.
- e) **Les portes OR que uneixen les accions dels 2 controladors.**
- f) **Els driver de potència L293B** que adapta el senyal que donen els controladors per tal que puguin arribar amb la potència suficient als actuadors (motors).

A continuació podem veure l'esquema del sistema de control ja acabat:

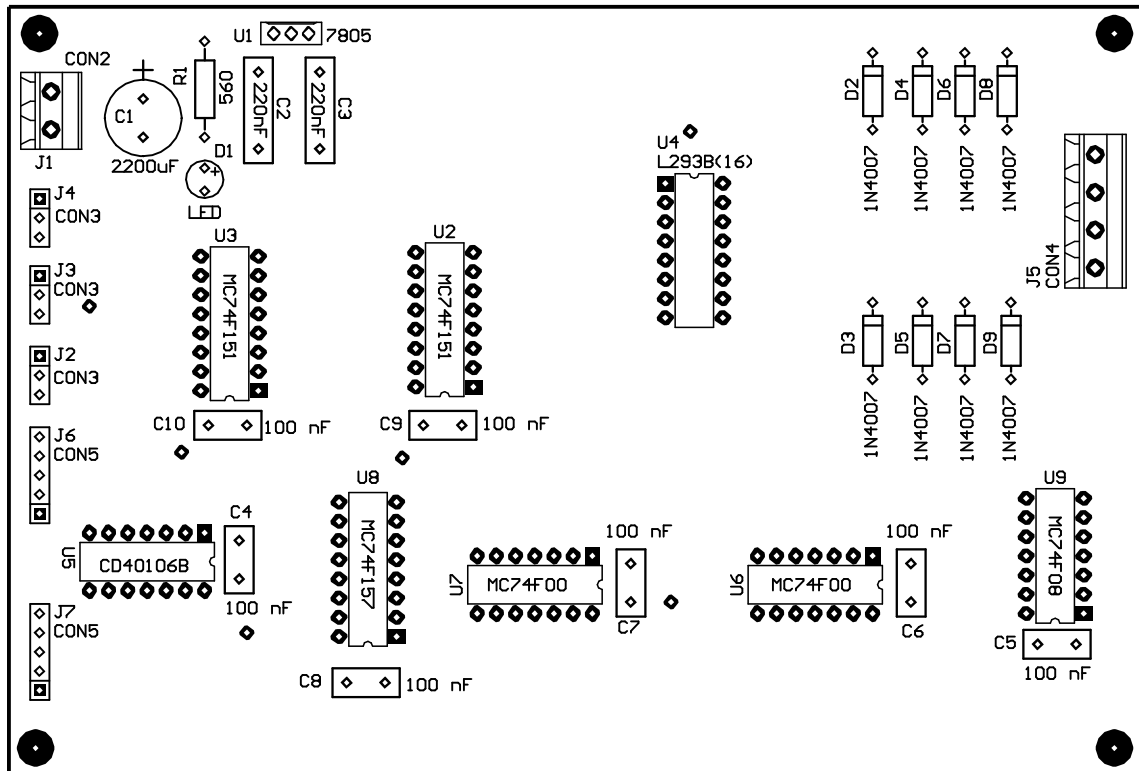


ROBOT SEGUIDOR TRANSPORTADOR	
Titular	FRANCESC BRUGUEJA
Director	
Assessor	
Realitzador	

A partir de l'esquema anterior el programa Protel 99 obté els fotolits que utilitzarem per fer la placa de circuit imprès, en primer lloc podem veure la cara de sobre (components) i en segon lloc la cara de soldadures.



En la següent imatge podem veure com van col·locats els diferents elements damunt la placa.

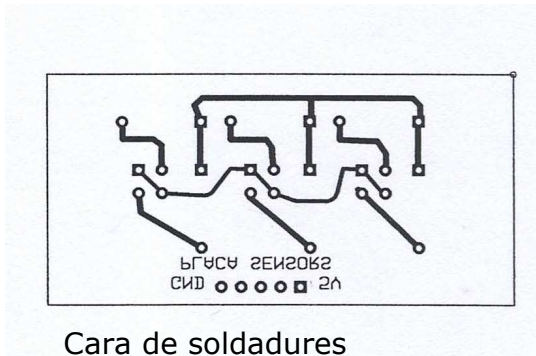
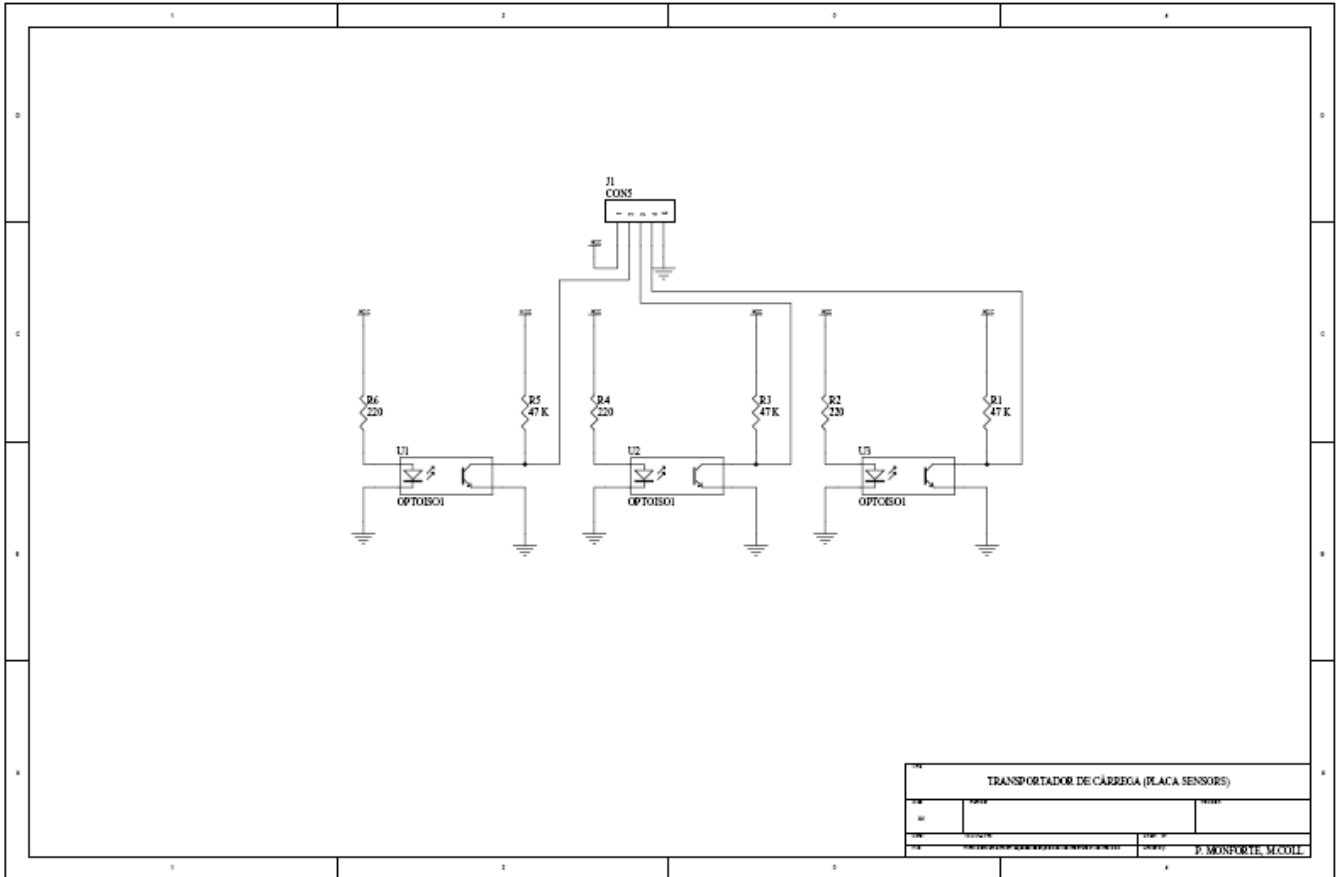


Utilitzem el mateix procés per dissenyar la placa dels sensors, en primer lloc dibuixem l'esquema que podem veure a la pàgina següent i a partir d'aquest esquema, deixem que el Protel 99 obtingui els fotolits.

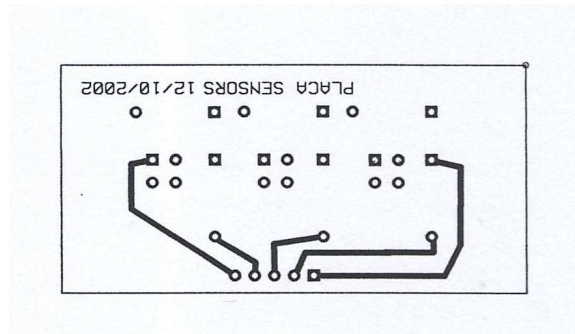
A l'esquema podem veure:

- a) Els **3 sensors CNY 70** amb les seves resistències associades, **220 Ω** a l'ànode el díode emissor d'infrarojos i **47 kΩ** al col·lector del fototransistor.
- b) El connector de 5 pins que mitjançant un cables pla de 5 fils s'unirà a les plaques anteriors.

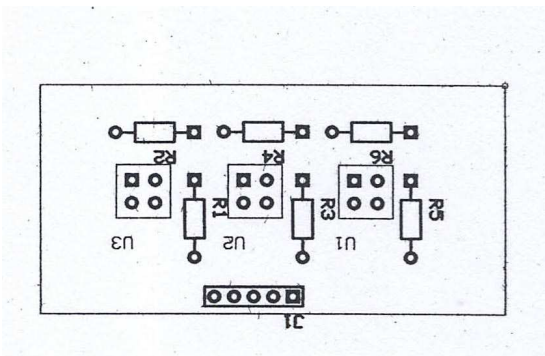
Recordem que d'aquests plaques de sensors en tenim 2, ja que necessitem 2 sensors al davant i 3 al darrera.



Cara de soldadures



Cara de components



Posició dels components

Fabricació de la placa de circuit imprès

Per realitzar la construcció de les plaques del circuit amb els diferents fotolits impresos s'hauran de realitzar varis passos els quals explicaré a continuació:

- 1- Obrim l'envàs amb cura de manera que no toqui directament la llum solar o artificial a la placa.
- 2- Col·loquem el fotolit al damunt de la placa i tot el conjunt a la isoladora durant uns 3 minuts per tal que el circuit quedi ven imprès.

- 3- Traiem la placa i la posem dins el líquid revelador que tenim preparat en una palangana perquè es tregui la capa fotosensible (dels lloc on hi ha tocat la llum). Deixem la placa uns 2 minuts.



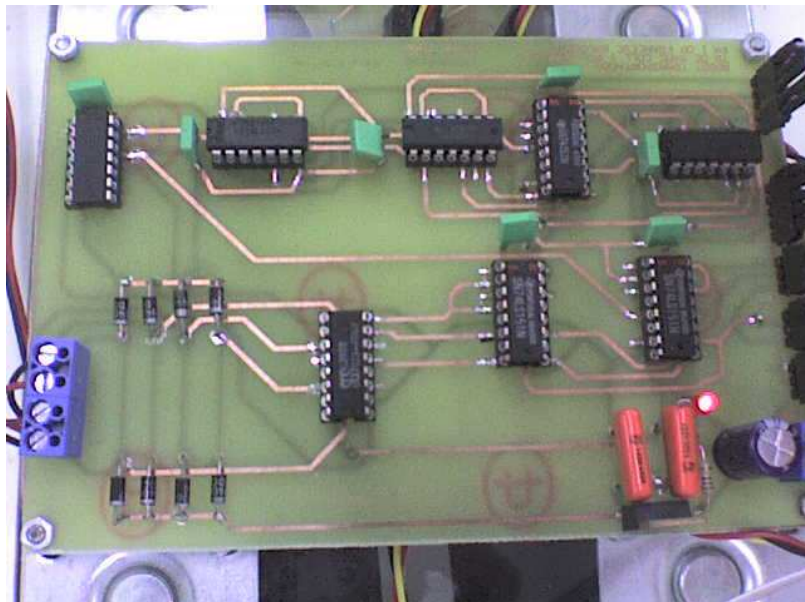
- 4- Seguidament posem la placa revelada dins d'una dissolució de 33% d'aigua, 33% d'aigua oxigenada 110 volums i 33% de sulfamat. S'hem d'anar controlant que no es donés el cas que tota la placa quedés sense coure. Aquest procés caldria que es fes a l'aire lliure ja que la inhalació dels gasos que emet aquesta reacció pot ser perjudicial per la salut. Aquest procés aconseguix treure el coure que no té capa fotosensible a sobre.

- 5- Un cop seca, li traiem totes les impureses amb l'ajuda d'alcohol.

- 6- Tot seguit serem la placa a la mida que ens convingui.

- 7- I finalment la foradarem i li soldarem tots els elements.

Aquest és el resultat final de la fabricació de les plaques un cop instal·lats tots els elements:



Placa base



Placa dels sensors

5.3.3. Muntatge de la carcassa i els motors.

El muntatge de la carcassa i dels motors s'ha realitzat a partir del següent material:

- 1 placa de metacrilat transparent de 0,5 mm de gruix i de 20x20 cm.
- 1 placa de metacrilat transparent de 0,2 mm de gruix i de 20x20 cm.
- 4 rodes boges.
- 2 motors.
- fulles de plàstic blanc de 0,2 mm de gruix.
- cargols, femelles i arandelles de mètric 3 i 5.

A partir de tot aquests materials s'ha iniciat la construcció de la carcassa del transportador de càrregues.

Per fer la construcció em començat per fabricar un recipient quadrat que té com a base la placa de metacrilat de 0,5 mm de gruix i 4 tapes blanques que cobreixen els laterals. Aquest recipient estarà cobert per la placa de metacrilat de 0,2 mm de gruix on s'hi col·locaran els objectes que es volen transportar.

El robot estarà format per dues rodes motrius les quals aniran col·locades de forma alineada amb eix imaginari que passa per el punt mig dels costats. Per altra banda, es muntaran 4 rodes boges ja que vàrem comprovar que si en muntàvem 2 l'estabilitat del transportador no era gaire bona. Les collarem de manera que formin un quadrat i deixin traccionar bé les dues rodes motrius.

Tota la construcció del robot s'ha realitzat al taller de tecnologia de l'institut, on hem disposat de tot el material necessari.

6. CONCLUSIONS

6. Conclusions

El robot construït durant el treball de recerca està relacionat en món de la indústria i els AGV. Els AGV són vehicles autoguiats que s'utilitzen per millorar el transport, la seguretat i l'eficàcia en les fàbriques. Bàsicament fan el mateix que el que he construït, és a dir, transporten objectes, per exemple, un bloc motor d'un cotxe, des del lloc on ha estat muntat fins a la cadena de muntatge de la carrosseria on l'operari agafarà el bloc motor i el posarà dins de la carrosseria del cotxe. Pel camí aquests AGV segueixen una línia pintada el terra i són suficientment intel·ligents per detectar i evitar els obstacles. En un futur es podria ampliar aquest treball per aquí.

La realització d'aquest treball de recerca m'ha ajudat molt a aprofundir en el coneixement de l'electrònica, la qual cosa pot ser molt important pel meu futur com estudiant universitari. A part dels coneixements teòrics també he adquirit molts coneixements pràctics que difícilment hagués pogut adquirir a les classes normals.

A banda de tots els coneixements que he après en aquest treball, puc recalcar que m'ha ajudat a administrar tota la feina durant un any de manera ordenada i sense problemes de temps, ja que aquest treball s'ha de realitzar de mica en mica i no durant la setmana abans de la presentació.

Una part molt positiva del treball ha sigut la participació al "Robolot 2006", el concurs de robots rastrejadors que es va fer per la passada Fira de Sant Lluç. El transportador de càrregues va participar a la categoria "Altres" on es podia presentar qualsevol robot dissenyat electrònicament i va ser molt ben valorat pel jurat.

Per tancar aquest treball, voldria agrair tot l'esforç realitzat per part del meu professor, Francesc Bruguera, ja que ha mostrat molt d'interès a portar a terme aquest treball, sempre m'ha ajudat a millorar-ho tot. Cal dir que sense ell no hauria sigut possible fer el transportador de càrrega automàtic.

7. BIBLIOGRAFIA

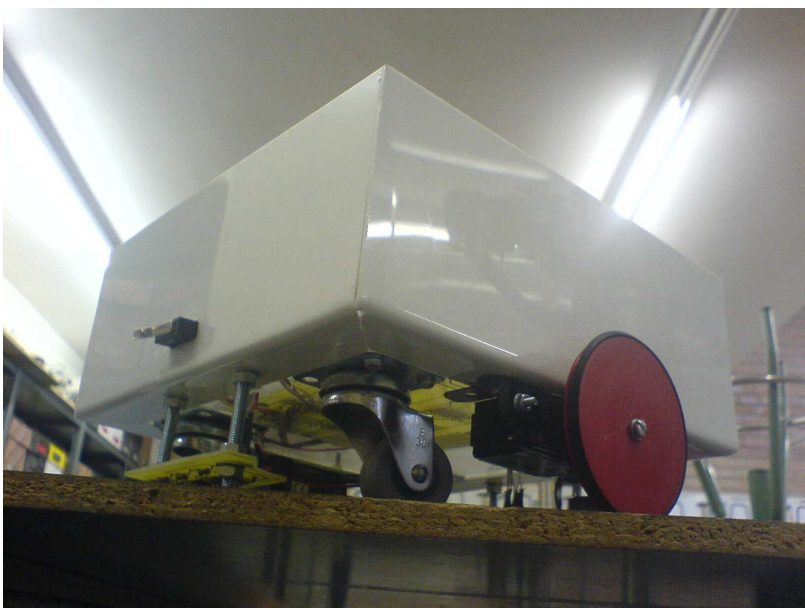
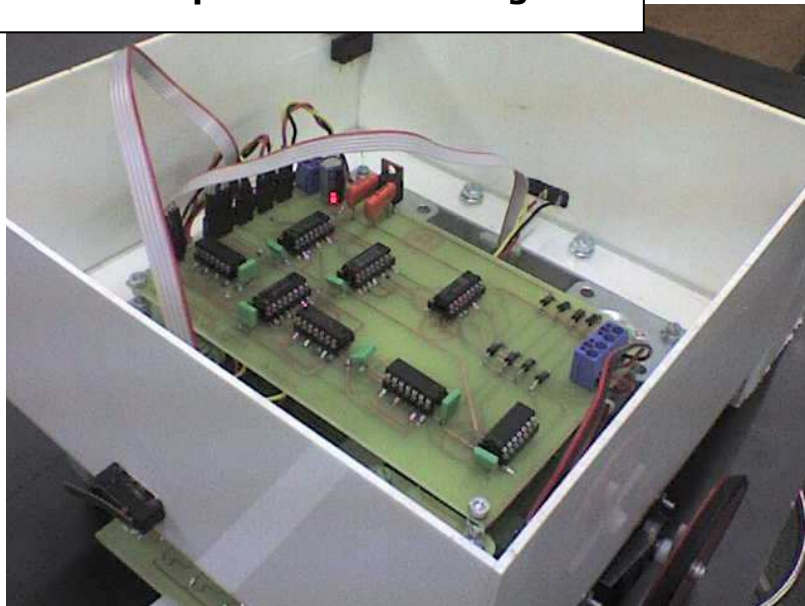
7. Bibliografia

- <http://www.micropik.com>
- <http://www.x-robotics.com>
- <http://www.autric.com>
- <http://iesbosccoma.xtec.net>
- <http://iesgarrotxa.net/robotot/pagina>
- Conjunt de dossiers i pràctiques de la matèria optativa d'electrònica realitzada a 1er de batxillerat.

8. ANNEX

*(Fotos del transportador i
característiques dels xips més
importants utilitzats en el
treball)*

Altres fotos del transportador de càrregues



Informació inicial del L293B

El L293B es un *driver* de 4 canales capaz de proporcionar una corriente de salida de hasta 1A por canal. Cada canal es controlado por señales de entrada compatibles TTL y cada pareja de canales dispone de una señal de habilitación que desconecta las salidas de los mismos.

Dispone de una patilla para la alimentación de las cargas que se están controlando, de manera que dicha alimentación es independiente de la lógica de control.

La Tabla 1 se muestra su encapsulado de 16 pines, la distribución de patillas y la descripción de las mismas.

Pin	Nombre	Descripción	Patillaje
1	Chip Enable 1	Habilitación de los canales 1 y 2	
2	Input 1	Entrada del canal 1	
3	Output 1	Salida del canal 1	
4	GND	Tierra de alimentación	
5	GND	Tierra de alimentación	
6	Output 2	Salida del canal 2	
7	Input 2	Entrada del Canal 2	
8	V _s	Alimentación de ls cargas	
9	Chip Enable 2	Habilitación de los canales 3 y 4	
10	Input 3	Entrada del canal 3	
11	Output 3	Salida del canal 3	
12	GND	Tierra de alimentación	
13	GND	Tierra de alimentación	
14	Output 4	Salida del Canal 4	
15	Input 4	Entrada del canal 4	
16	V _{SS}	Alimentación del C.I.	

Figura 1

Tabla 1

En la Figura 2, se muestra el diagrama de bloques del L293B. La señal de control **EN1** activa la pareja de canales formada por los *drivers* 1 y 2. La señal **EN2** activa la pareja de *drivers* 3 y 4. Las salidas **OUT_n** se asocian con las correspondientes **IN_n**. Las señales de salida son amplificadas respecto a las de entrada tanto en tensión, como en corriente (máx. 1 A) y la Tabla 2 es la de funcionamiento para cada uno de los *drivers*.

CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS

Para cada canal para los siguiente parámetros: $V_S = 24V$, $V_{SS} = 5V$, $T_{amb} = 25^{\circ}C$

Símbolo	Parámetro	Condiciones de Test	Min	Típica	Max	Unidades
V_S	Tensión de alimentación de las cargas		V_{SS}		36	V
V_{SS}	Tensión de alimentación de la lógica		4.5		36	V
I_S	Corriente total de reposo	$V_i = L \quad I_O = 0 \quad V_{inh} = H$ $V_i = H \quad I_O = 0$ $V_{inh} = H$ $V_{inh} = L$		2 16	6 24 4	mA
I_{SS}	Corriente de reposo con señal de control	$V_i = L \quad I_O = 0 \quad V_{inh} = H$ $V_i = H \quad I_O = 0$ $V_{inh} = H$ $V_{inh} = L$		44 16 16	60 22 24	mA
V_{IL}	Tensión de entrada a nivel bajo		-0.3		1.5	V
V_{IH}	Tensión de entrada a nivel alto	$V_{SS} \leq 7V$ $V_{SS} > 7V$	2.3 2.3		V_{SS} 7	V
I_{IL}	Corriente de entrada a nivel bajo	$V_{iL} = 1.5V$			-10	μA
I_{IH}	Corriente de entrada a nivel alto	$2.3V \leq V_{IH} \leq V_{SS} - 0.6$		30	100	μA
V_{inhL}	Tensión de habilitación a nivel bajo		-0.3		1.5	V
V_{inhH}	Tensión de habilitación a nivel alto	$V_{SS} \leq 7V$ $V_{SS} > 7V$	2.3 2.3		V_{SS} 7	V
I_{inhL}	Corriente de habilitación a nivel bajo	$V_{inhL} = 1.5V$		-30V	-100	μA
I_{inhH}	Corriente de habilitación a nivel alto	$2.3V \leq V_{IH} \leq V_{SS} - 0.6$			± 10	μA
V_{CesatH}	Tensión de salida con fuente saturada	$I_O = 1 A$		1.4	1.8	V
V_{CesatL}	Tensión de salida con el sumidero saturado	$I_O = 1 A$		1.2	1.8	V

Tabla 4.- Características Eléctricas del driver L293B

Veamos seguidamente algunas forma de conectar los motores de corriente continua al driver.

Giro de dos motores en un único sentido:

En la Figura 3 se muestra el modo de funcionamiento de dos motores de corriente continua que giran en un único sentido.

- El motor M1 se activa al poner a nivel bajo la entrada de control A.
- El motor M2 se activa al poner a nivel alto la entrada de control B

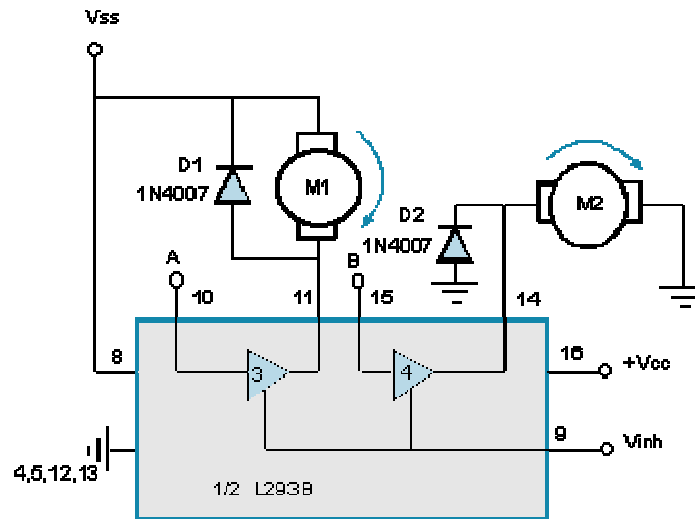


Figura 3.- Conexión de dos motores de continua, M1 activo por “0” y M2 por “1”

V_{inh}	A	Motor M1	B	Motor M2
H	H	Parada rápida del motor	H	Giro
H	L	Giro	L	Parada Rápida del motor
L	X	Motor desconectado, giro libre	X	Motor desconectado, giro libre

Tabla 5.- Modo de funcionamiento del circuito de la Figura 3

Los diodos D1 y D2, están conectados para proteger el circuito cuando se generan los picos de arranque de los motores. Si no se trabaja a máxima potencia de trabajo, pueden eliminarse del circuito.

Giro de un motor en los dos sentidos:

El circuito de la Figura 4 permite controlar el doble sentido de giro del motor. Cuando la entrada C está a nivel bajo y la D a nivel alto, el motor gira hacia la izquierda.

Cambiando la entrada C a nivel alto y la D a nivel Bajo, se cambia el sentido de giro del motor hacia la derecha.

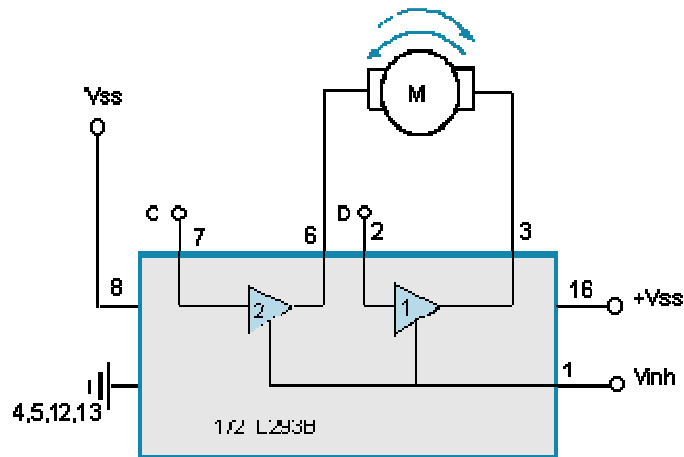


Figura 4.- Circuito de control para el doble giro de un motor de corriente continua

Si se quiere proteger el circuito contra posibles picos de corriente inversa en el momento de arranque del motor, se recomienda conectar unos diodos tal y como se muestra en la Figura 5.

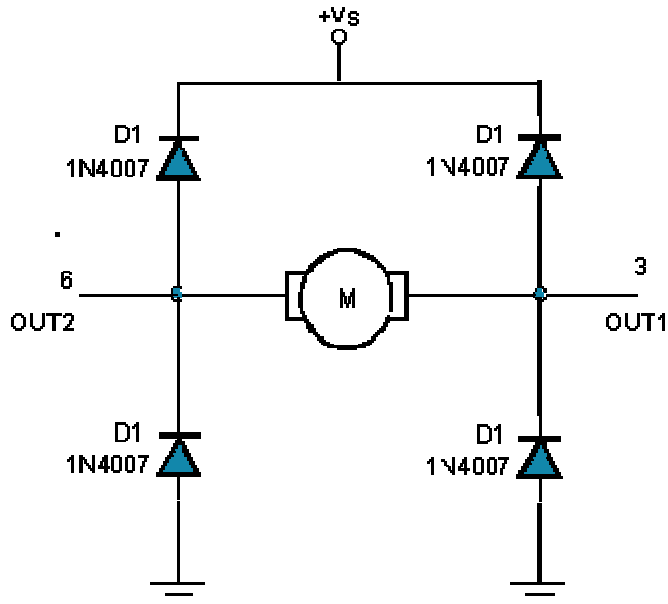


Figura 5.- Conexión de diodos de protección al circuito de la Figura 4.

En este caso la tabla 6 nos muestra el modo de funcionamiento:

V_{inh}	A	B	Motor
H	L	L	Parada rápida del motor
H	H	H	Parada rápida del motor
H	L	H	Giro a la Izquierda
H	H	L	Giro a la derecha
L	X	X	Motor desconectado, giro libre

Tabla 6.- Modo de funcionamiento del circuito de la Figura 4

Multiplexor 74LS151

54150/DM54150/DM74150, 54151A/DM54151A/DM74151A Data Selectors/Multiplexers

54150/DM54150/DM74150,
54151A/DM54151A/DM74151A

Data Selectors/Multiplexers

General Description

These data selectors/multiplexers contain full on-chip decoding to select the desired data source. The 150 selects one-of-sixteen data sources; the 151A selects one-of-eight data sources. The 150 and 151A have a strobe input which must be at a low logic level to enable these devices. A high level at the strobe forces the W output high and the Y output (as applicable) low.

The 151A features complementary W and Y outputs, whereas the 150 has an inverted (W) output only.

The 151A incorporates address buffers which have symmetrical propagation delay times through the complementary paths. This reduces the possibility of transients occurring at the output(s) due to changes made at the select inputs, even when the 151A outputs are enabled (i.e., strobe low).

Features

Y 150 selects one-of-sixteen data lines

Y 151A selects one-of-eight data lines

Y Performs parallel-to-serial conversion

Y Permits multiplexing from N lines to one line

Y Also for use as Boolean function generator

Y Typical average propagation delay time, data input to W output

150 11 ns

151A 9 ns

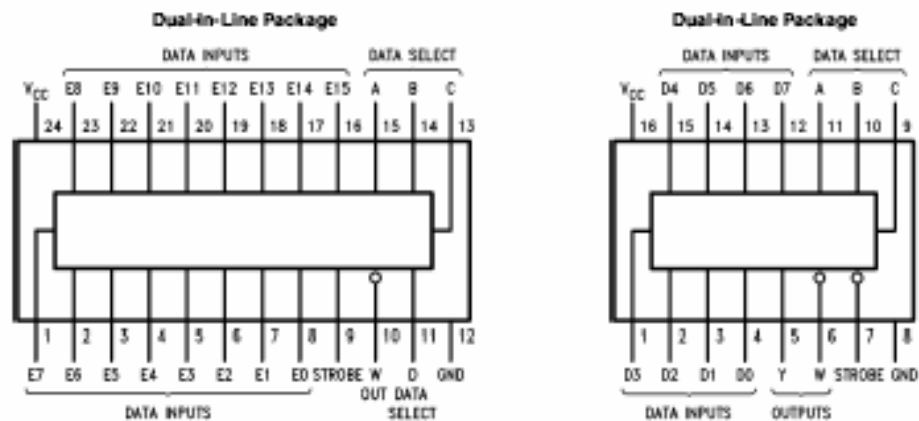
Y Typical power dissipation

150 200 mW

151A 135 mW

Y Alternate Military/Aerospace device (54150, 54151A) is available. Contact a National Semiconductor Sales Office/Distributor for specifications.

Connection Diagrams



Recommended Operating Conditions

Symbol	Parameter	DM54150			DM74150			Units
		Min	Nom	Max	Min	Nom	Max	
V _{CC}	Supply Voltage	4.5	5	5.5	4.75	5	5.25	V
V _{IH}	High Level Input Voltage	2			2			V
V _{IL}	Low Level Input Voltage			0.8			0.8	V
I _{OH}	High Level Output Current			-0.8			-0.8	mA
I _{OL}	Low Level Output Current			16			16	mA
T _A	Free Air Operating Temperature	-55		125	0		70	°C

'150 Electrical Characteristics

over recommended operating free air temperature range (unless otherwise noted)

Symbol	Parameter	Conditions	Min	Typ (Note 1)	Max	Units
V _I	Input Clamp Voltage	V _{CC} = Min, I _I = -12 mA			-1.5	V
V _{OH}	High Level Output Voltage	V _{CC} = Min, I _{OH} = Max V _L = Max, V _{IH} = Min	2.4			V
V _{OL}	Low Level Output Voltage	V _{CC} = Min, I _{OL} = Max V _{IH} = Min, V _{IL} = Max			0.4	V
I _I	Input Current @ Max Input Voltage	V _{CC} = Max, V _I = 5.5V			1	mA
I _{IH}	High Level Input Current	V _{CC} = Max, V _I = 2.4V			40	μA
I _{IL}	Low Level Input Current	V _{CC} = Max, V _I = 0.4V			-1.6	mA
I _{OS}	Short Circuit Output Current	V _{CC} = Max (Note 2)	DM54 -20		-55	mA
			DM74 -18		-55	mA
I _{CC}	Supply Current	V _{CC} = Max, (Note 3)		40	68	mA

Note 1: All typicals are at V_{CC} = 5V, T_A = 25°C.

Note 2: Not more than one output should be shorted at a time.

Note 3: I_{CC} is measured with the strobe and data select inputs at 4.5V, all other inputs and outputs open.

'150 Switching Characteristics

at V_{CC} = 5V and T_A = 25°C (See Section 1 for Test Waveforms and Output Load)

Symbol	Parameter	From (Input) To (Output)	R _L = 400Ω, C _L = 15 pF		Units
			Min	Max	
t _{PLH}	Propagation Delay Time Low to High Level Output	Select to W		35	ns
t _{PHL}	Propagation Delay Time High to Low Level Output	Select to W		33	ns
t _{PLH}	Propagation Delay Time Low to High Level Output	Strobe to W		24	ns
t _{PHL}	Propagation Delay Time High to Low Level Output	Strobe to W		30	ns
t _{PLH}	Propagation Delay Time Low to High Level Output	E0-E15 to W		20	ns
t _{PHL}	Propagation Delay Time High to Low Level Output	E0-E15 to W		14	ns

Recommended Operating Conditions

Symbol	Parameter	DM54151A			DM74151A			Units
		Min	Nom	Max	Min	Nom	Max	
V _{CC}	Supply Voltage	4.5	5	5.5	4.75	5	5.25	V
V _{IH}	High Level Input Voltage	2			2			V
V _{IL}	Low Level Input Voltage			0.8			0.8	V
I _{OH}	High Level Output Current			-0.8			-0.8	mA
I _{OL}	Low Level Output Current			16			16	mA
T _A	Free Air Operating Temperature	-55		125	0		70	°C

'151A Electrical Characteristics

over recommended operating free air temperature range (unless otherwise noted)

Symbol	Parameter	Conditions	Min	Typ (Note 1)	Max	Units
V_I	Input Clamp Voltage	$V_{CC} = \text{Min}, I_I = -12 \text{ mA}$			-1.5	V
V_{OH}	High Level Output Voltage	$V_{CC} = \text{Min}, I_{OH} = \text{Max}$ $V_{IL} = \text{Max}, V_{IH} = \text{Min}$	2.4			V
V_{OL}	Low Level Output Voltage	$V_{CC} = \text{Min}, I_{OL} = \text{Max}$ $V_{IH} = \text{Min}, V_{IL} = \text{Max}$			0.4	V
I_I	Input Current @ Max Input Voltage	$V_{CC} = \text{Max}, V_I = 5.5\text{V}$			1	mA
I_{IH}	High Level Input Current	$V_{CC} = \text{Max}, V_I = 2.4\text{V}$			40	μA
I_{IL}	Low Level Input Current	$V_{CC} = \text{Max}, V_I = 0.4\text{V}$			-1.6	mA
I_{OS}	Short Circuit Output Current	$V_{CC} = \text{Max}$ (Note 2)	DM54	-20	-55	mA
			DM74	-18	-55	
I_{CC}	Supply Current	$V_{CC} = \text{Max}$, (Note 3)		27	48	mA

Note 1: All typicals are at $V_{CC} = 5\text{V}$, $T_A = 25^\circ\text{C}$.

Note 2: Not more than one output should be shorted at a time.

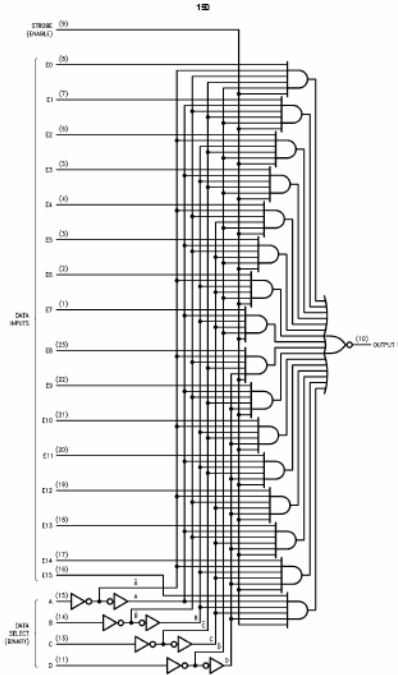
Note 3: I_{CC} is measured with the strobe and data select inputs at 4.5V, all other inputs and outputs open.

'151A Switching Characteristics

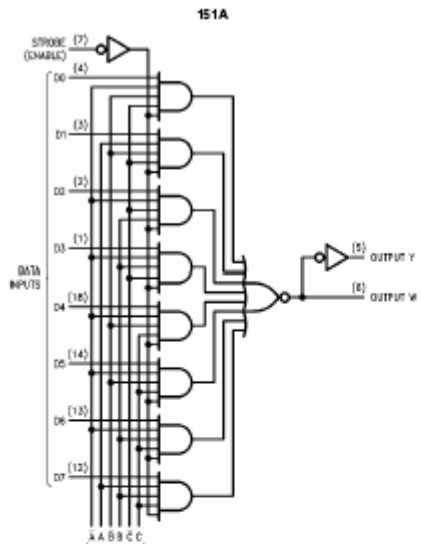
at $V_{CC} = 5\text{V}$ and $T_A = 25^\circ\text{C}$ (See Section 1 for Test Waveforms and Output Load)

Symbol	Parameter	From (Input) To (Output)	$R_L = 400\Omega, C_L = 15 \text{ pF}$		Units
			Min	Max	
t_{PLH}	Propagation Delay Time Low to High Level Output	Select (4 Levels) to Y		38	ns
t_{PHL}	Propagation Delay Time High to Low Level Output	Select (4 Levels) to Y		30	ns
t_{PLH}	Propagation Delay Time Low to High Level Output	Select (3 Levels) to W		28	ns
t_{PHL}	Propagation Delay Time High to Low Level Output	Select (3 Levels) to W		30	ns
t_{PLH}	Propagation Delay Time Low to High Level Output	Strobe to Y		33	ns
t_{PHL}	Propagation Delay Time High to Low Level Output	Strobe to Y		30	ns
t_{PLH}	Propagation Delay Time Low to High Level Output	Strobe to W		21	ns
t_{PHL}	Propagation Delay Time High to Low Level Output	Strobe to W		25	ns
t_{PLH}	Propagation Delay Time Low to High Level Output	D0-D7 to Y		24	ns
t_{PHL}	Propagation Delay Time High to Low Level Output	D0-D7 to Y		24	ns
t_{PLH}	Propagation Delay Time Low to High Level Output	D0-D7 to W		14	ns
t_{PHL}	Propagation Delay Time High to Low Level Output	D0-D7 to W		14	ns

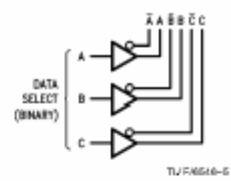
Logic Diagrams



Logic Diagrams



Address Buffers for 54151A/74151A



See Address Buffers Below

TU-F/6540-4

Function Tables

Inputs					Strobe S	Outputs W
Select						
D	C	B	A			
X	X	X	X	H	H	
L	L	L	L	L	E0	
L	L	L	H	L	E1	
L	L	H	L	L	E2	
L	L	H	H	L	E3	
L	H	L	L	L	E4	
L	H	L	H	L	E5	
L	H	H	L	L	E6	
L	H	H	H	L	E7	
H	L	L	L	L	E8	
H	L	L	H	L	E9	
H	L	H	L	L	E10	
H	L	H	H	L	E11	
H	H	L	L	L	E12	
H	H	L	H	L	E13	
H	H	H	L	L	E14	
H	H	H	H	L	E15	

Inputs				Outputs	
Select			Strobe S	Y	W
C	B	A			
X	X	X	H	L	H
L	L	L	L	D0	D0
L	L	H	L	D1	D1
L	H	L	L	D2	D2
L	H	H	L	D3	D3
H	L	L	L	D4	D4
H	L	H	L	D5	D5
H	H	L	L	D6	D6
H	H	H	L	D7	D7

H = High Level, L = Low Level, X = Don't Care
E0, E1, ..., E15 = the complement of the level of the respective E input.

H = High Level, L = Low Level, X = Don't Care
D0, D1, ..., D7 = the level of the respective D input.

Sensor CNY70

LIFE SUPPORT POLICY

NATIONAL'S PRODUCTS ARE NOT AUTHORIZED FOR USE AS CRITICAL COMPONENTS IN LIFE SUPPORT DEVICES OR SYSTEMS WITHOUT THE EXPRESS WRITTEN APPROVAL OF THE PRESIDENT OF NATIONAL SEMICONDUCTOR CORPORATION. As used herein:

1. Life support devices or systems are devices or systems which, (a) are intended for surgical implant support device or system whose failure to perform can enter the body, or (b) support or sustain life, and whose failure to perform, when properly used in accordance with instructions for use provided in the labeling, can be reasonably expected to result in a significant injury to the user.

Description

The CNY70 has a compact construction where the emitting light source and the detector are arranged in the same direction to sense the presence of an object by using the reflective IR beam from the object. The operating wavelength is 950 nm. The detector consists of a phototransistor.

Applications

Optoelectronic scanning and switching devices
i.e., index sensing, coded disk scanning etc.
(optoelectronic encoder assemblies for transmission sensing).

94 9320

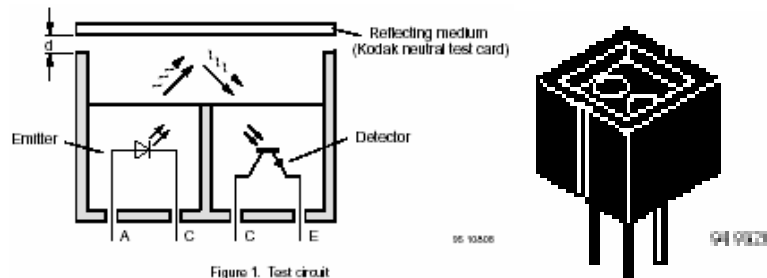


Figure 1. Test circuit

It is the policy of **Vishay Semiconductor GmbH** to

1. Meet all present and future national and international statutory requirements.
2. Regularly and continuously improve the performance of our products, processes, distribution and operating systems with respect to their impact on the health and safety of our employees and the public, as well as their impact on the environment.

It is particular concern to control or eliminate releases of those substances into the atmosphere which are known as

ozone depleting substances (ODSs).

The Montreal Protocol (1987) and its London Amendments (1990) intend to severely restrict the use of ODSs and

forbid their use within the next ten years. Various national and international initiatives are pressing for an earlier ban on these substances.

Vishay Semiconductor GmbH has been able to use its policy of continuous improvements to eliminate the use of ODSs listed in the following documents.

1. Annex A, B and list of transitional substances of the Montreal Protocol and the London Amendments respectively
2. Class I and II ozone depleting substances in the Clean Air Act Amendments of 1990 by the Environmental Protection Agency (EPA) in the USA
3. Council Decision 88/540/EEC and 91/690/EEC Annex A, B and C (transitional substances) respectively.

Vishay Semiconductor GmbH can certify that our semiconductors are not manufactured with ozone depleting substances and do not contain such substances.

Absolute Maximum Ratings

Input (Emitter)

Parameter	Test Conditions	Symbol	Value	Unit
Reverse voltage		V_R	5	V
Forward current		I_F	50	mA
Forward surge current	$t_n \leq 10 \mu s$	I_{FSM}	3	A
Power dissipation	$T_{amb} \leq 25^\circ C$	P_V	100	mW
Junction temperature		T_J	100	$^\circ C$

Output (Detector)

Parameter	Test Conditions	Symbol	Value	Unit
Collector emitter voltage		V_{CEO}	32	V
Emitter collector voltage		V_{ECO}	7	V
Collector current		I_C	50	mA
Power dissipation	$T_{amb} \leq 25^\circ C$	P_V	100	mW
Junction temperature		T_J	100	$^\circ C$

Coupler

Parameter	Test Conditions	Symbol	Value	Unit
Total power dissipation	$T_{amb} \leq 25^\circ C$	P_{tot}	200	mW
Ambient temperature range		T_{amb}	-55 to +85	$^\circ C$
Storage temperature range		T_{stg}	-55 to +100	$^\circ C$
Soldering temperature	2 mm from case, $t \leq 5 s$	T_{sd}	260	$^\circ C$

Electrical Characteristics ($T_{amb} = 25^\circ C$)

Input (Emitter)

Parameter	Test Conditions	Symbol	Min.	Typ.	Max.	Unit
Forward voltage	$I_F = 50 mA$	V_F		1.25	1.6	V

Output (Detector)

Parameter	Test Conditions	Symbol	Min.	Typ.	Max.	Unit
Collector emitter voltage	$I_C = 1 mA$	V_{CEO}	32			V
Emitter collector voltage	$I_E = 100 \mu A$	V_{ECO}	5			V
Collector dark current	$V_{CE} = 20 V, I_F = 0, E = 0$	I_{CED}			200	nA

Coupler

Parameter	Test Conditions	Symbol	Min.	Typ.	Max.	Unit
Collector current	$V_{CE} = 5 V, I_F = 20 mA, d = 0.3 mm$ (figure 1)	$I_C^{(1)}$	0.3	1.0		mA
Cross talk current	$V_{CE} = 5 V, I_F = 20 mA$ (figure 1)	$I_{CX}^{(2)}$			600	nA
Collector emitter saturation voltage	$I_F = 20 mA, I_C = 0.1 mA, d = 0.3 mm$ (figure 1)	$V_{CEsat}^{(1)}$			0.3	V

⁽¹⁾ Measured with the 'Kodak neutral test card', white side with 90% diffuse reflectance

⁽²⁾ Measured without reflecting medium