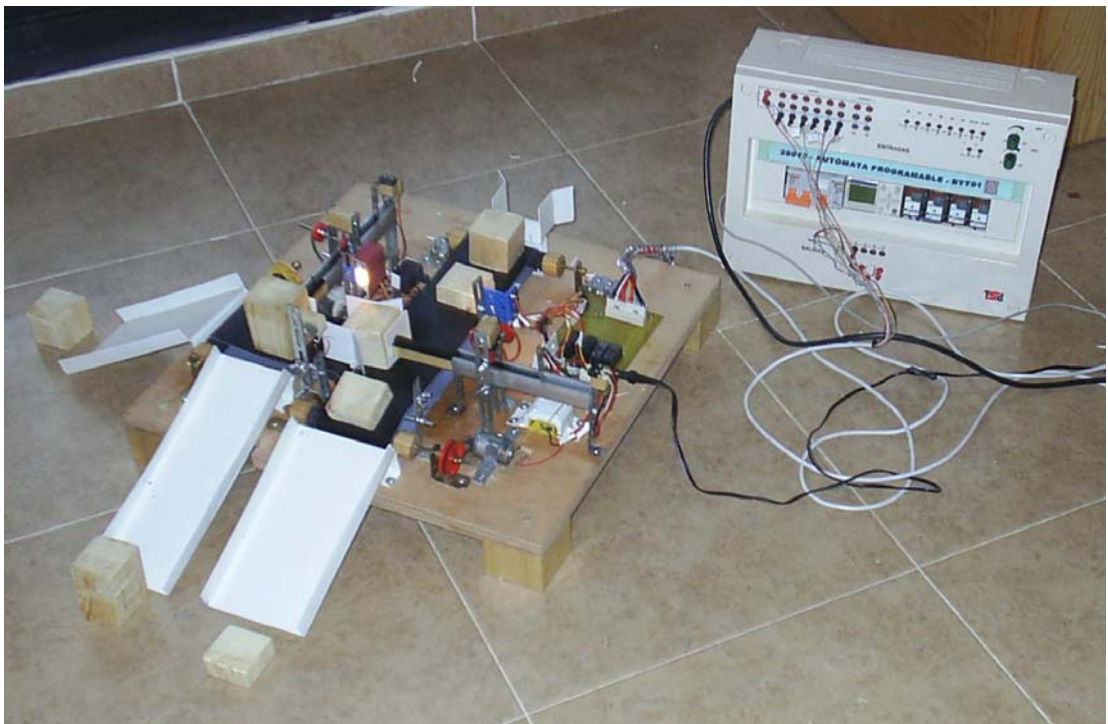


# SELECTOR LAIKA

(Planta automatitzada classificadora d'objectes segons la seva grandària)



Alumna: Laura Icart Fitó

Tutor: Marcel Jorba Jorba

IES: Pere Vives Vich (Igualada)

Curs: 2004-2005

Nivell: 2n Batxillerat

Departament: Tecnologia

## RESUM

Partint de l'admiració de l'autora per la tecnologia i la seva influència i importància en tots els aspectes de la societat, especialment els industrials, aquest treball intenta acostar-se a aquest món a través del disseny i creació d'una planta automatitzada de classificació d'objectes segons la seva grandària, en la qual es combina tot un seguit d'elements mecànics, elèctrics, electrònics i informàtics, i per tant es treballa en diversos camps que són bàsics en les tecnologies d'automatització.

## ABSTRACT

As a result from the author's admiration for technology and its influence and importance in all aspects of society, specially in industrial applications, this work tries to approach this world through the design and creation of an automated system for classifying objects depending on their sizes, in which several electric, mechanic, electronic and computing devices are combined, and so, we work on several fields that are considered the basis of automation technologies.

### RESUMEN

Partiendo de la admiración de la autora por la tecnología y su influencia e importancia en todos los aspectos de la sociedad, especialmente, los industriales, este trabajo intenta acercarse a este mundo a través del diseño y la creación de una planta automatizada de clasificación de objetos según su tamaño, en la que se combinan una serie de elementos mecánicos, eléctricos, electrónicos e informáticos, y por lo tanto se trabaja en diversos campos que son básicos en las tecnologías de automatización.

## ÍNDEX

	<u>Pàg.</u>
<b><u>AGRAÏMENTS</u></b> .....	6
<b><u>PRESENTACIÓ</u></b> .....	7
<b><u>0.- INTRODUCCIÓ</u></b> .....	9
<b><u>1.- ESPECIFICACIONS DEL PROJECTE</u></b> .....	10
<b>1.1.- ESPECIFICACIONS MECÀNIQUES</b> .....	11
<b>1.2.- ESPECIFICACIONS ELÈCTRIQUES/ELECTRÒNIQUES</b> .....	12
<b>1.3.- ESPECIFICACIONS DE L'AUTÒMAT</b> .....	13
<b><u>2.- EL SISTEMA MECÀNIC</u></b> .....	15
<b>2.1.- LES CINTES TRANSPORTADORES</b> .....	16
2.1.1.- LES BANDES DE LES CINTES.....	17
2.1.2.- ELS CORRONS.....	17
2.1.3.- ELS SUPORTS DELS CORRONS.....	19
2.1.4.- L'ARROSSEGAMENT DELS CORRONS.....	20
2.1.5.- SUBJECCIÓ DELS DETECTORS ÒPTICS DE POSICIÓ.....	21
2.1.6.- ELS ELEMENTS AUXILIARS.....	23
2.1.6.1.- Els topalls dels corrons.....	23
2.1.6.2.- Sistema de tensatge de la cinta 1.....	24
2.1.6.3.- Sistema d'aixecament de la cinta 1.....	24
2.1.6.4.- Sistema d'ajustament de la cinta 2.....	25
<b>2.2.- ELS ACTUADORS</b> .....	26
2.2.1.- LES GUIES.....	26
2.2.2.- SISTEMA DE SUPORT DE LES GUIES.....	27
2.2.3.- LES TIGES.....	28
2.2.4.- SISTEMA D'ARROSSEGAMENT DE LES TIGES.....	28
2.2.5.- SISTEMA DE DETECCIÓ DE POSICIÓ DE LES TIGES.....	29
2.2.6.- LA CANALITZACIÓ DE LES PECES.....	30

<b><u>3.- EL SISTEMA ELÈCTRIC/ELECTRÒNIC</u></b> .....	32
<b>3.1.- CARACTERÍSTIQUES ELÈCTRIQUES DELS ELEMENTS</b> .....	33
3.1.1.- SENSORS I MOTORS.....	33
3.1.2.- L'AUTÒMAT PROGRAMABLE (PLC).....	34
<b>3.2.- DISSENY DE LA INTERFÍCIE</b> .....	34
3.2.1.- EL CIRCUIT DELS ACTUADORS.....	34
3.2.2.- EL CIRCUIT DE LES CINTES.....	36
3.2.3.- EL CIRCUIT DELS SENSORS LLUMINOSOS.....	37
3.2.4.- DISPOSICIÓ DE COMPONENTS A LA PLACA (Layout).....	38
3.2.5.- CÀLCULS.....	40
3.2.6.- ESQUEMA GLOBAL DE LA INTERFÍCIE.....	42
<b><u>4.- PROGRAMACIÓ DE L'AUTÒMAT (PLC)</u></b> .....	45
<b>4.1.- ESPECIFICACIONS DEL PROGRAMA</b> .....	45
<b>4.2.- DIAGRAMES DE SEQÜÈNCIA</b> .....	47
<b>4.3.- LLISTAT DEL PROGRAMA</b> .....	52
<b>4.4.- EXPLICACIÓ DETALLADA DEL PROGRAMA</b> .....	54
<b><u>5.-POSSIBLES APLICACIONS INDUSTRIALS</u></b> .....	56
<b><u>6.-CONCLUSIONS</u></b> .....	57

## **AGRAÏMENTS**

Per aconseguir coses importants una persona necessita ajuda dels altres.

Aquest projecte, per a mi, s'ha convertit en alguna cosa més que un treball, potser per les hores gastades, potser per les dificultats que m'ha suposat i he anat superant, pels objectius aconseguits... Per aconseguir batre tots els inconvenients, i poder tirar el projecte endavant he necessitat la col·laboració de diverses persones.

Primer de tot, he de donar gràcies a l'institut Pere Vives Vich, especialment al seu director el senyor Carlos Montes, per deixar-me l'aula de tecnologia durant tot l'estiu i moltes altres tardes, i per la confiança a l'hora de deixar-me eines i material, si no, no hagués pogut desenvolupar la part pràctica del projecte. Gràcies per obrir-me l'institut fins i tot algunes tardes de festa.

En segon lloc, voldria mostrar el meu agraïment a la Deixalleria d'Igualada, per permetre'm obtenir peces de desguàs d'aparells electrònics. Això m'ha permès reduir bastant el cost de la maqueta. De la mateixa manera,. Gràcies a Radio Sala, per la seva ràpida disposició a cedir-me aparells de forma gratuïta per aprofitar-ne diferents elements.

Gràcies també al meu tutor, Marcel Jorba. Les seves classes ràpides d'electricitat i electrònica i les hores que ha estat amb mi per resoldre els dubtes, han permès fer possible el funcionament del selector. Gràcies per ensenyar-me a trobar solucions fàcils i eficaces.

Dono gràcies a la meva família pels viatges que han fet per tot Igualada per trobar algunes peces, per aguantar els meus nervis i per ajudar-me a qualsevol hora.

Són petits detalls de diverses persones que han fet possible que el "selector Laika" estigui finalment acabat. A tots ells, gràcies.

## **PRESENTACIÓ**

El primer problema del treball de recerca és saber el tema sobre el qual tractarà. Des del meu punt de vista, un treball d'aquestes característiques, amb un termini de presentació llarg, amb exposició oral, i rellevant per a les notes finals, s'ha de convertir en alguna cosa més que un dossier. Per això aquest treball de recerca és més aviat pràctic. Es basa en la construcció d'una màquina capaç de realitzar una funció predeterminada, aplicable a diferents processos industrials reals.

La creació d'una maqueta, ja implicava un sobreesforç en el treball, fer alguna cosa diferent, comprovar fins on arriben els coneixements adquirits des dels inicis del meu aprenentatge i fins on podia aprendre realitzant un treball d'aquestes característiques.

Aquest projecte des del començament ha estat com un repte. Tot i els grans treballs de recerca, més aviat teòrics, que es poden realitzar, necessitava demostrar que hi ha unes altres opcions que s'adapten més als meus objectius. Objectius relacionats amb la informàtica, la mecànica, sistemes elèctrics i, en general, temes que envolten la tecnologia.

Un cop decidit el tema, l'objectiu que m'ha mogut a treballar dia rere dia en aquest projecte ha estat l'afany de veure'l acabat, de veure com tot l'esforç realitzat durant un llarg període de temps es transformava en recompensa a l'observar que, en aquest cas, la màquina, finalment, funciona de la manera esperada.

Com tots els treballs de recerca, l'elaboració d'aquest és molt complexa. En el meu cas, era un treball marcat per vèries limitacions. Des de l'elaboració de cada peça partint només del material i el treball manual, la necessitat d'obtenir un autòmat, etc., fins a les limitacions per manca d'alguns coneixements (que no són a la programació dels cursos de batxillerat),

com, per exemple, la utilització d'elements diversos per controlar mecanismes amb un programa d'ordinador.

Aquest treball ha estat tutoritzat temporalment de forma telemàtica ja que el meu tutor es trobava a l'estranger realitzant una investigació. Tot i això aquest fet no ha estat cap impediment ja que hem estat en contacte via e-mail i SMS més d'un cop per setmana i així he pogut resoldre tots els dubtes que se m'han anat presentant.

Durant el treball han sorgit molts inconvenients, des d'haver de canviar la tensió subministrada per la font d'alimentació, canviar les cintes transportadores, canviar peces fetes malbé a l'últim moment, fins haver de repetir la placa de circuit imprès.

Podem dir doncs, que és un treball basat en la pràctica, en l'aprenentatge i en la intenció de superar els propis coneixements per adquirir-ne de nous.

És de remarcar el fet que el resultat d'aquest treball es podria aplicar a diferents processos com, per exemple, una planta de reciclatge, un control de qualitat, o bé, fins i tot, amb modificacions, una planta separadora de materials, aplicable, per exemple, a la indústria alimentària.



## **0.- INTRODUCCIÓ.**

Aquest treball de recerca consisteix en el disseny i construcció d'una planta automatitzada classificadora de peces segons la grandària. La funció del projecte és aconseguir separar les peces en tres mides diferents, petites, mitjanes i grans, utilitzant sensors òptics i actuadors (tiges) que desplaçaran la peça. Per això, aquest treball es pot dividir en dos grans blocs, una part pràctica i una part escrita en forma d'aquesta memòria.

La part pràctica és la construcció d'una maqueta, construïda peça per peça i utilitzant diferents materials i recursos. Partirem d'unes especificacions inicials (capítol 1) i, a partir d'aquestes, anirem dissenyant i desenvolupant totes les parts d'un prototip en forma de maqueta. Ho farem per diferents fases.

La primera serà tota la part mecànica (capítol 2), en la qual distribuïrem, construïrem, muntarem i explicarem detalladament cada una de les parts del prototip, i la funció i importància que tenen, utilitzant esquemes i dibuixos per fer més fàcil la seva comprensió.

En la part elèctrica/electrònica (capítol 3) dissenyarem i construïrem els circuits elèctrics i electrònics i totes les connexions per relacionar els elements mecànics amb l'autòmat, a través d'una interfície (placa de circuit imprès). Aquesta ha estat una de les parts més complicades del projecte, per la dificultat a l'hora de concebre un circuit adequat que s'adaptés a les característiques del sistema.

Finalment, un cop acoblats els elements mecànics a l'autòmat programable (PLC), tenim la part de programació (capítol 4), que consistirà en la creació d'un programa instal·lat dins l'autòmat, que tindrà la funció de rebre senyals digitals i enviar-ne d'altres per moure els mecanismes adequats.

## **1.- ESPECIFICACIONS DEL PROJECTE.**

La idea inicial va estar dissenyar i crear un prototip d'una planta automatitzada. La funció que volem que faci aquesta màquina és separar peces segons la seva grandària, ja siguin petites, mitjanes i grans. Perquè això es pugui dur a terme correctament és necessari fer un plantejament previ sobre els elements dels quals haurà de disposar la maqueta:

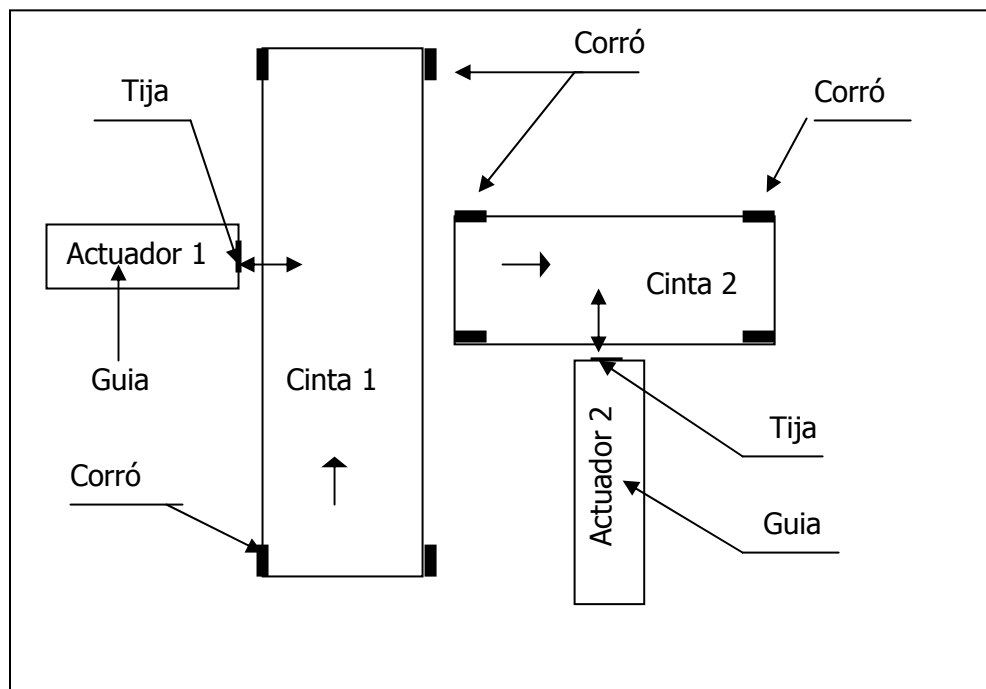


Figura 1

Les peces que haurem de separar seran prismes quadrangulars, la base dels quals serà de 5 cm de costat, i les seves alçades, de 2 cm (petites), 5 cm (mitjanes) i 8 cm (grans).

El projecte conté 4 elements mecànics essencials, que són les dues cintes transportadores, les quals ens desplaçaran les peces i els dos actuadors (tiges), els quals ens impulsaran les peces per treure-les de les cintes.

Les peces es col·locaran a la cinta transportadora llarga (cinta 1). Les peces mitjanes i grans seran detectades per un sensor lluminós i seran impulsades cap a l'altre cinta transportadora més curta (cinta 2) gràcies a la tija de l'actuador 1. Les peces petites pel contrari, no seran detectades i seguiran el curs de la cinta 1, fins a ser dipositades en una rampa situada al final de la cinta. Sobre la cinta 2, les peces detectades només seran les peces grans, les quals seran apartes per la tija de l'actuador 2 cap a la rampa corresponent, mentre que les peces mitjanes no seran detectades i seguiran el curs de la cinta transportadora 2 fins a caure a la tercera rampa, al final d'aquesta segona cinta.

### **1.1.- ESPECIFICACIONS MECÀNIQUES**

Per poder incloure tots aquests elements mecànics hem dibuixat, primerament, un petit croquis (vegeu Figura 1) per escollir les dimensions del prototip, i, a la vegada, les dimensions dels elements que hi haurem de col·locar.

Així doncs, la plataforma que farà de base serà una fusta de contraplacat de 50x50 cm. El contraplacat ens permetrà una millor subjecció dels visos que el conglomerat o el DM, encara que resulti una mica més car. Les cintes tindran una amplada de 10 cm. La cinta 1 tindrà una llargada de 38 cm. i la cinta 2 una llargada de 16 cm (mesures aproximades). Els actuadors tindran una llargada de 16 cm (suficient per apartar les peces i no sortir de la seva guia). A més, també reservarem l'espai que ocuparan els corrons, escaires, barres metàl·liques i altres elements de suport per tal de garantir l'espai suficient per a la correcta distribució de tots els elements del prototip.

Tant les cintes com les tiges hauran de ser arrossegades per motors elèctrics de corrent continu (DC). Per tant necessitarem quatre motors amb

una reducció mecànica suficient perquè la velocitat sigui prou baixa i el parell prou alt. A simple vista podem apreciar que necessitarem un parell més elevat per a les cintes que per a les tiges.

Hem considerat molt important establir que tots els elements mecànics hagin de ser desmuntables i ajustables. Desmuntables perquè sigui fàcil substituir qualsevol peça defectuosa o avariada, i ajustables perquè en cas de qualsevol petit desplaçament o desgast, sigui possible corregir-ne l'efecte derivat.

## **1.2.- ESPECIFICACIONS ELÈCTRIQUES/ ELECTRÒNIQUES**

Un cop definida la part mecànica del projecte, ens caldrà establir unes especificacions elèctriques per a la interfície entre la part mecànica i l'autòmat programable.

La majoria de components per a ús didàctic tenen una tensió nominal màxima de 12 V, és per això que s'ha escollit aquest voltatge per alimentar tots els components. L'element idoni per proporcionar aquesta alimentació serà un transformador amb rectificador i estabilitzador, de 220V en corrent altern (AC) a 12 V en corrent continu (DC).

Els elements elèctrics que necessitarem alimentar a aquesta tensió són:

- Els quatre motors elèctrics
- Les dues bombetes que donaran senyal als sensors lluminosos
- Els dos sensors lluminosos

Tal com veurem al següent apartat, les entrades i sortides de l'autòmat treballen a 24 V en corrent continu. Per tant, cal preveure una separació entre els dos circuits elèctrics: el dels components anteriors i el de l'autòmat. Això ho aconseguirem utilitzant relés de 24 V. Concretament, un

per a cada motor: l'autòmat accionarà els relés i aquests comandaran els circuits dels motors, que portaran la seva pròpia alimentació a 12 V subministrada pel transformador.

També cal tenir en compte que necessitarem tenir sensors de posició per a les dues tiges, per tal de saber quan han arribat al final del seu recorregut. El component adequat per a aquesta funció és l'interruptor de fi de cursa. N'utilitzarem quatre: dos per a cada tija. Un, ens indicarà que la tija es troba retreta, i l'altre, que es troba sortida.

Donada la complexitat de tot aquest sistema elèctric/electrònic, caldrà buscar-li el suport adequat. S'ha cregut que la millor solució és fer una placa de circuit imprès, la qual, no solament permetrà concentrar tots aquests elements, sinó també allotjar tota la sèrie de connectors per a poder connectar tots els elements del sistema, i així serà molt fàcil de desmuntar.

### **1.3.- ESPECIFICACIONS DE L'AUTÒMAT**

En aquest cas no s'ha pogut triar. Hem utilitzat un dels autòmats dels quals disposava el departament de tecnologia: El model SIEMENS BTT01. Per tant, ens haurem de cenyir a les seves característiques.

L'autòmat té sis entrades digitals i dues d'analògiques i també quatre sortides digitals. Per a les característiques del projecte, podem oblidar-nos de les entrades analògiques. La raó és que no hem de treballar amb mesures, sinó amb alarmes: o sigui estats de SI/NO (0 o 1). Les sis entrades les podem utilitzar per als quatre fins de cursa i els dos sensors òptics (en total, 6 alarmes o senyals digitals).

Les quatre sortides les utilitzarem per als quatre relés de la interfície que comandaran els quatre motors del prototip: dos per les cintes i dos per a les tiges dels actuadors.

El paràmetre que ens interessa més de l'autòmat és el valor a partir del qual discrimina un 0 d'un 1. Segons al manual, per sota de 6 V, llegeix un 0, i, per sobre d'aquesta tensió, llegeix un 1. Com que 6 V està per sota de 12 V (l'alimentació del circuit), podem enviar senyals d'1 i 0 a l'autòmat, simplement connectant les dues masses (0 V) per tal que les dues tensions (24 V i 12 V) estiguin referenciades al mateix potencial.

Cal remarcar que l'autòmat, internament, té temporitzadors, variables i molts altres elements que ens poden ser útils en la nostra tasca de programació. Malauradament, el manual no ens dona informació sobre moltes de les característiques de les sortides (tipus de sortida, intensitat màxima que pot subministrar, etc.), per tant, haurem d'operar de forma empírica, pel procediment d'assaig-error.

## **2.- EL SISTEMA MECÀNIC.**

Segons les especificacions mecàniques, una de les característiques del nostre prototip havia de ser la facilitat per a poder desmuntar qualsevol peça i la possibilitat de realitzar ajustaments mecànics en cas de necessitat. Per tant, ens basarem en aquesta especificació en tot el disseny mecànic.

El sistema consta bàsicament de dues cintes transportadores i dos actuadors rectilinis (tija dins de guia) que movem mitjançant un mecanisme de cremallera. A més, ens cal tot un conjunt d'elements auxiliars per complementar a aquestes parts principals. Les seves mides són les següents:

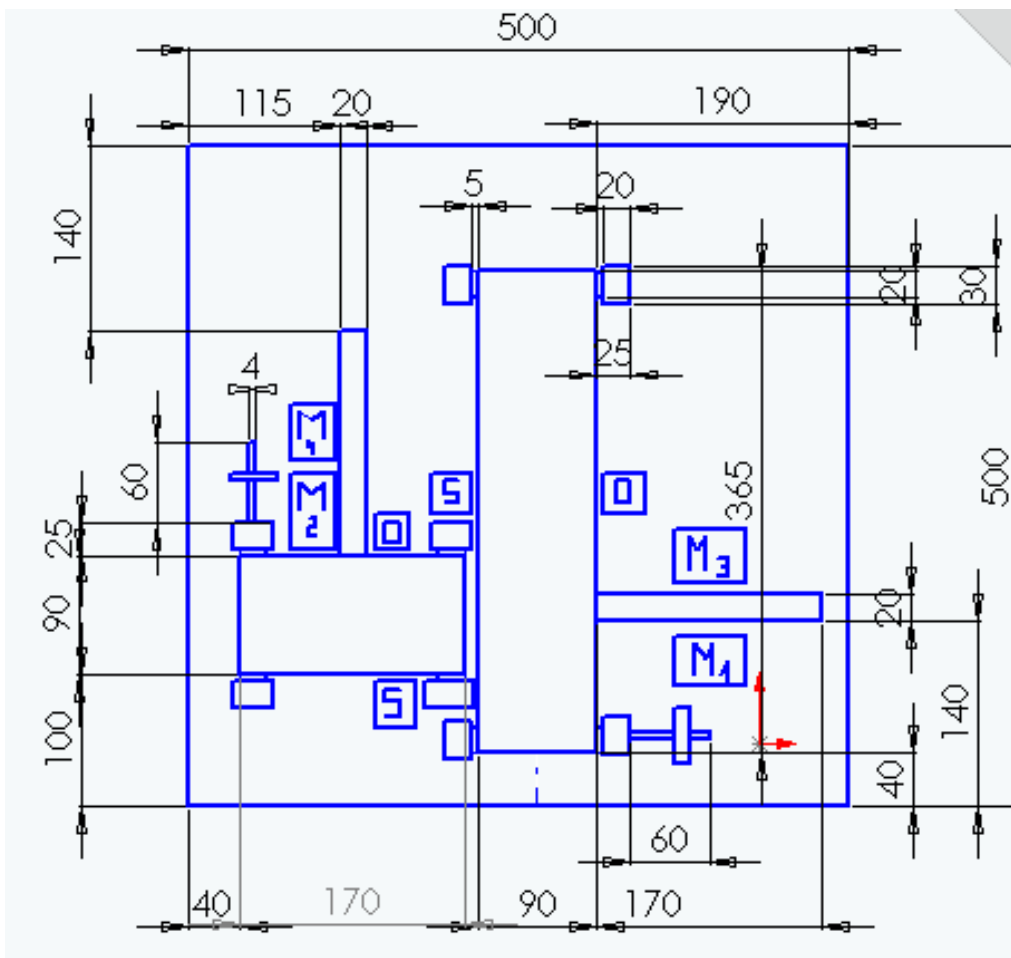


Figura 2

La figura 2 és el plànol amb les dimensions definitives dels elements principals, les cintes, els actuadors, i elements elèctrics. M1, M2, M3, M4, representen els 4 motors. El símbol S i O, són els dos sensors lluminosos, i les dues bombetes respectivament (vegeu capítol 3: sistema elèctric electrònic).

## 2.1.- LES CINTES TRANSPORTADORES.

Les cintes són els elements principals de transport dels objectes que volem classificar. Són arrossegades (només en un sentit) per dos corròns, un dels quals és el motriu, que és mogut per un motor elèctric, i l'altre és el conduït. Aquests corròns es recolzen sobre uns suports en forma d'L, per als quals hem utilitzat angles per a prestatges adquirits a la ferreteria.

El nostre disseny requereix que la cinta 1 sigui més llarga que la cinta 2 (vegeu figura 1).

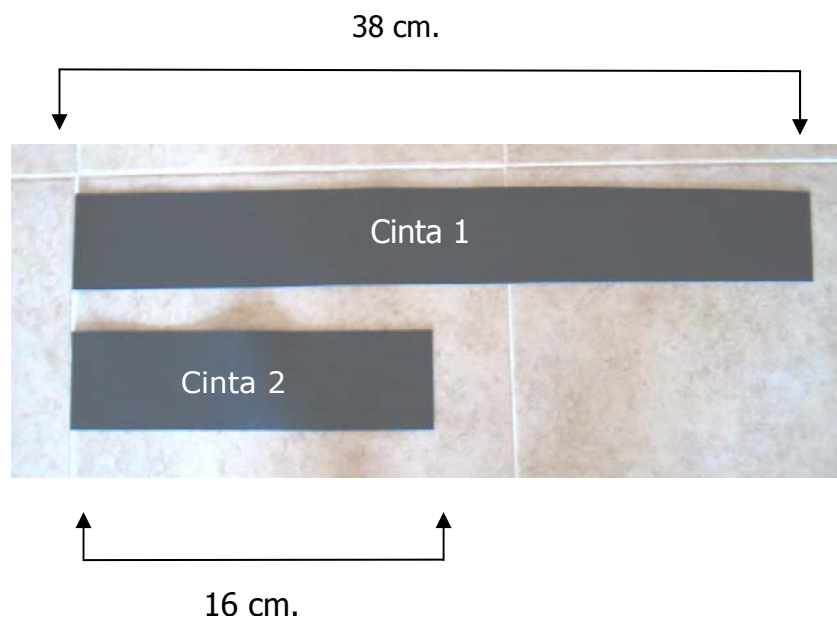


Figura 3: Cintes transportadores



### 2.1.1.- LES BANDES DE LES CINTES.

Estan fetes de pell de vacú amb la flor per la part exterior, per tal de millorar el lliscament de les peces en cas de canvi de cinta i amb el serratge per la part interior per tal de millorar l'adherència amb els corrons.

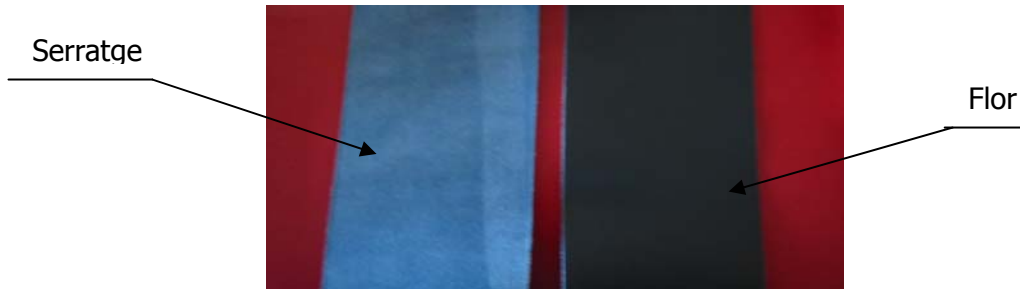


Figura 4: bandes de les cintes

### 2.1.2.- ELS CORRONS.

Estan fets de fusta i estan recoberts per paper de vidre per tal d'augmentar el fregament que tindrà amb el serratge de les cintes transportadores. Els corrons estan fets a partir de tres peces diferents: Per una banda, el cilindre central de fusta de 12 cm de llargada, que, a l'introduir-se a l'interior dels extrems foradats amb un torn perd 1 cm per banda deixant útil una llargada de 10 cm i un diàmetre de 2cm. Els extrems, els quals tenen un diàmetre exterior de 3 cm fan de topalls per tal d'evitar que la cinta transportadora es desplaci. Aquests extrems tenen una llargada de 2 cm. L'últim element són unes barres metàl·liques de 4mm. de secció, clavades al centre del cilindre dels extrems, que s'acoblaran als suports exactament pel mig.

Vegem-ne el resultat a la següent fotografia:

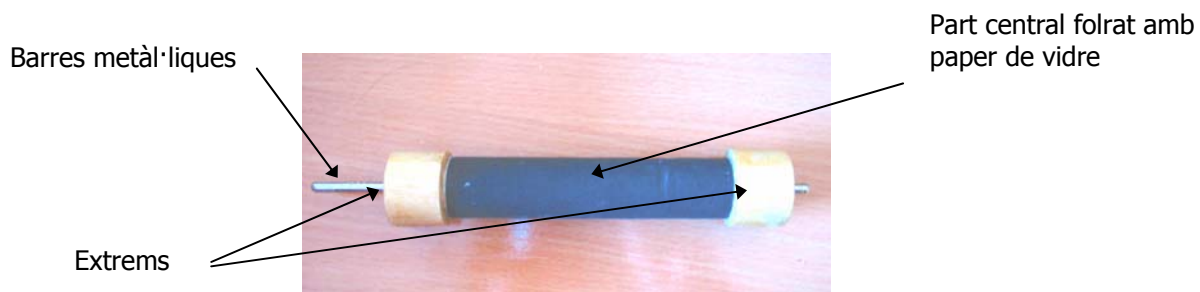


Figura 5

Les mides exactes es troben reflectides en el següent plànol:

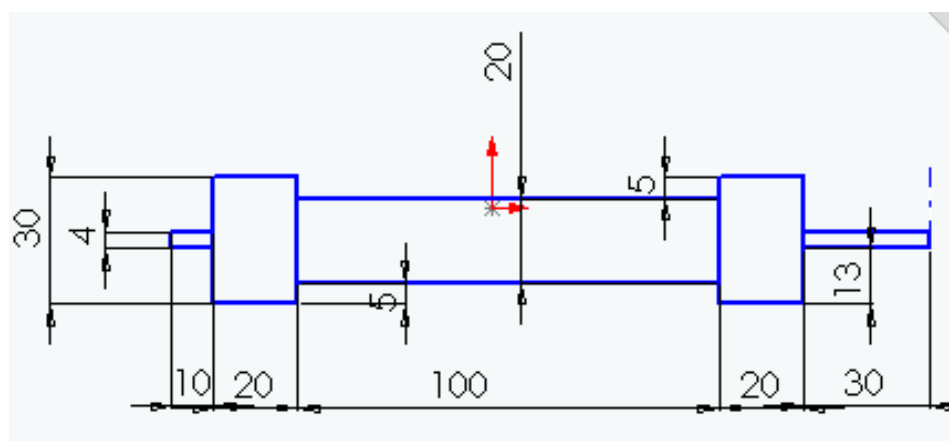
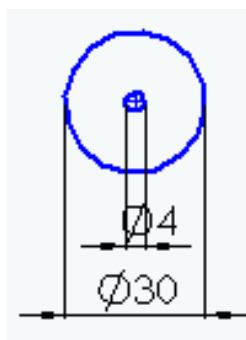


Figura 6

### 2.1.3.- ELS SUPORTS DELS CORRONS.

Com s'ha esmentat en el punt anterior, als mig dels extrems dels corrns hi ha clavades unes barres d'acer inoxidable que faran d'eix. Aquestes barres passen pels forats de l'escaire, que serà l'element principal de suport, ja que va enganxat a la superfície de fusta a través de dos visos. Les barres van fixades als escaires a través dels topalls. Aquests escaires eleven la cinta a una alçada de 4cm.

Com que una de les característiques més importants del projecte és la facilitat per desmuntar cada una de les peces, els corrns també tenen un sistema en aquest sentit. Aquest sistema es basa en la llargada de les barres. El fet que una sigui més llarga que l'altra, permet que, al treure els topalls, no haguem de treure els escaires i que puguem treure el corró únicament.

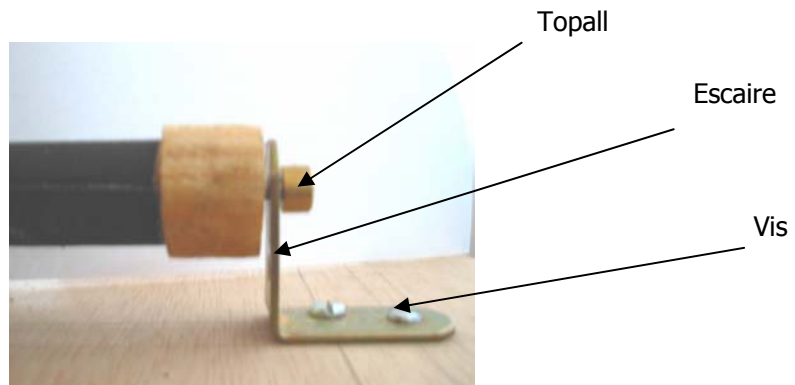


Figura 7: Suport dels corrns (escaire)

#### 2.1.4.- L'ARROSSEGAMENT DELS CORRONS.

Per moure les cintes, situem un motor al costat del corró motriu de cada cinta. Els motors porten un reductor mecànic per tal de disminuir la velocitat del gir i augmentar el parell, de manera que s'adeqüin a les característiques de la cinta transportadora. Per adaptar el motor al corró utilitzem un sistema de politges. Una politja petita (2 cm. de diàmetre) encaixada al motor i una altra politja situada a l'eix metàl·lic llarg subjectat per un topall. En aquest cas la politja és més gran (4 cm. de diàmetre), per tal d'abaixar encara més la velocitat, que va en la mateixa direcció de la politja del motor. Les politges es connecten amb una goma que fa de corretja.

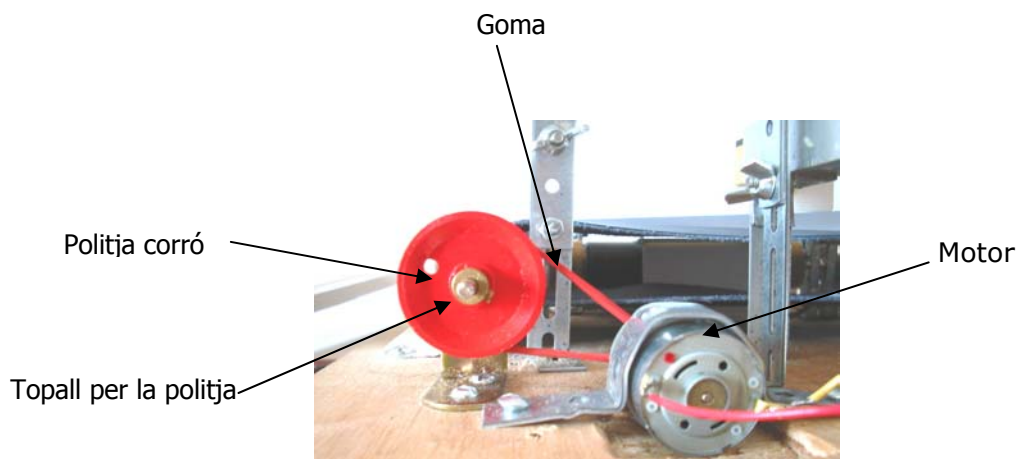


Figura 8: arrossegament del corró de la cinta llarga

Els motors ocupen un elevat volum, per evitar que els motors quedessin molt per sobre de la fusta, amb una gúbia, vam extreure una capa de fusta de manera que el motor quedés encaixat. Per tal de subjectar els motors a la base de fusta vam utilitzar la termocomformadora per crear uns motlles de plàstic adequats perfectament a la forma del motor, i a partir de quatre forats i quatre visos queden perfectament clavats a la fusta. A més, per assegurar que el plàstic no es fes malbé, apart dels visos hi col·locàrem volanderes (Vegeu figura 9).

Aquest sistema l'hem utilitzat en els dos motors que mouen les tiges. Per subjectar el motor de la cinta 1, hem utilitzat una làmina metàl·lica amb la forma rodona del motor (vegeu figura 8). En canvi, el motor de la cinta transportadora 2, com que està col·locat dintre d'una peça de plàstic només l'hem hagut de subjectar amb una de les torres metàl·liques que del costat de l'actuador.

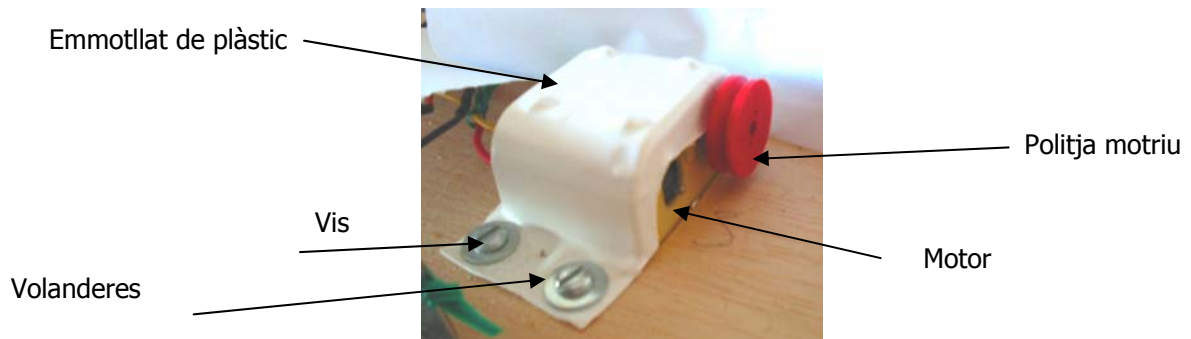


Figura 9: Arrossegament de les tiges

### 2.1.5.- SUBJECCIÓ DELS DETECTORS ÒPTICS DE POSICIÓ.

Als costats de les cintes transportadores hi ha dues torres metàl·liques que tenen la funció de subjectar el sensor i l'emissor de llum (bombeta), i mantenir-los a la mateixa alçada.

La bombeta es troba en un portabombetes subjectat amb cargols a la torre, gràcies a una peça de plàstic realitzada amb la plegadora de plàstics. El sensor, en canvi, està introduït dins d'una peça de fusta, la qual va clavada directament a la torre, col·locada frontalment a la bombeta. El sensor està enfonsat dintre de la fusta per evitar que rebi llum exterior. Pel mateix motiu (protecció d'interferències de llum externa), hi ha una petita peça de cartolina a sobre del forat on està col·locat el sensor.

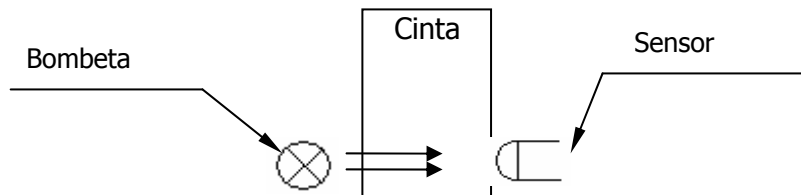


Figura 10

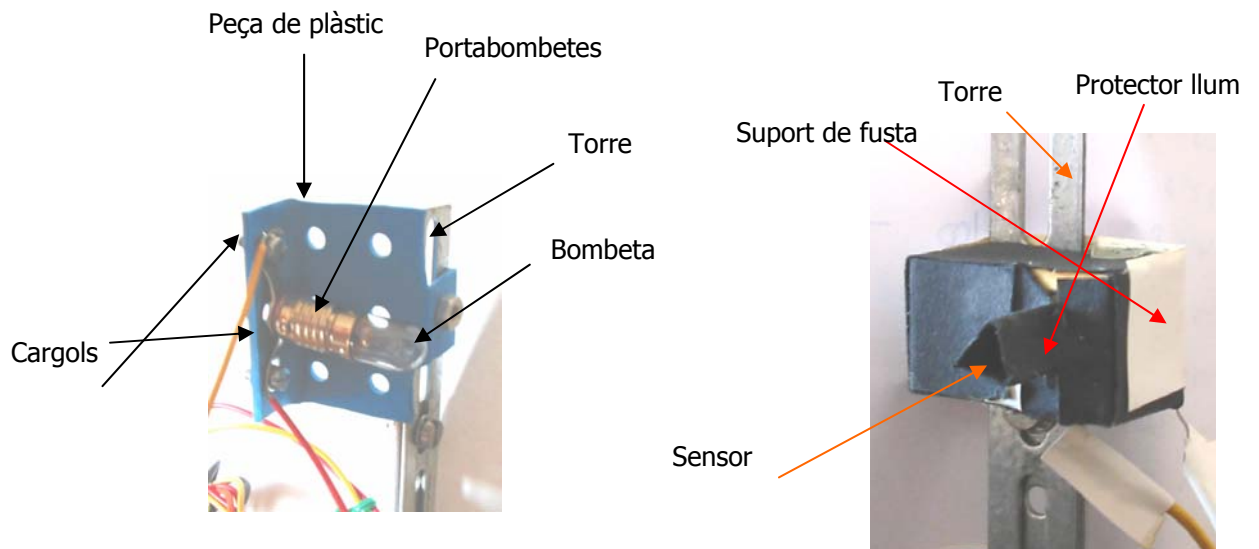


Figura 11: Suports de la bombeta i el sensor de llum

En el suport de la bombeta de la cinta 2, hi hem col·locat una protecció de cartró opac per evitar que la llum d'aquesta bombeta pugui interferir en el sensor de la cinta 1.

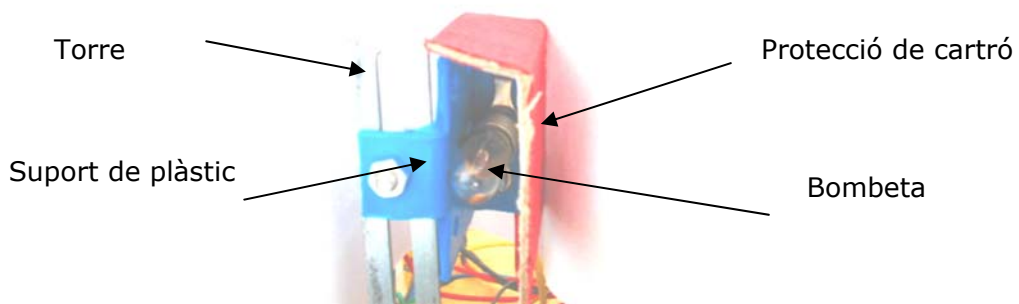


Figura 12: Protecció de cartró opac

### 2.1.6.- ELS ELEMENTS AUXILIARS.

A part d'aquests elements principals, les cintes transportadores també consten d'elements auxiliars que són: els topalls, els sistemes d'ajustament, sistemes d'aixecament, etc.

#### 2.1.6.1.- Els topalls dels corròs.

Els topalls són unes peces metàl·liques rodones que tenen un forat central que és una mica més gran que el diàmetre de l'eix (en el nostre cas, 4 mm de diàmetre), i, a més, tenen un petit cargol per fixar-los a aquest eix. La funció del topall es subjectar una peça que està col·locada en una barra. S'introdueix el topall i s'ajusta el cargol, de manera que queda totalment fixat a la barra i no permet el desplaçament de la peça.

En aquest cas l'utilitzem per no permetre que es desplaci lateralment el corró, però, a la vegada, deixa una distància respecte l'escaire per permetre el moviment de gir del corró. També és necessària la utilització dels topalls per subjectar les politges, que van connectades a l'eix llarg del corró, en la seva posició adequada.

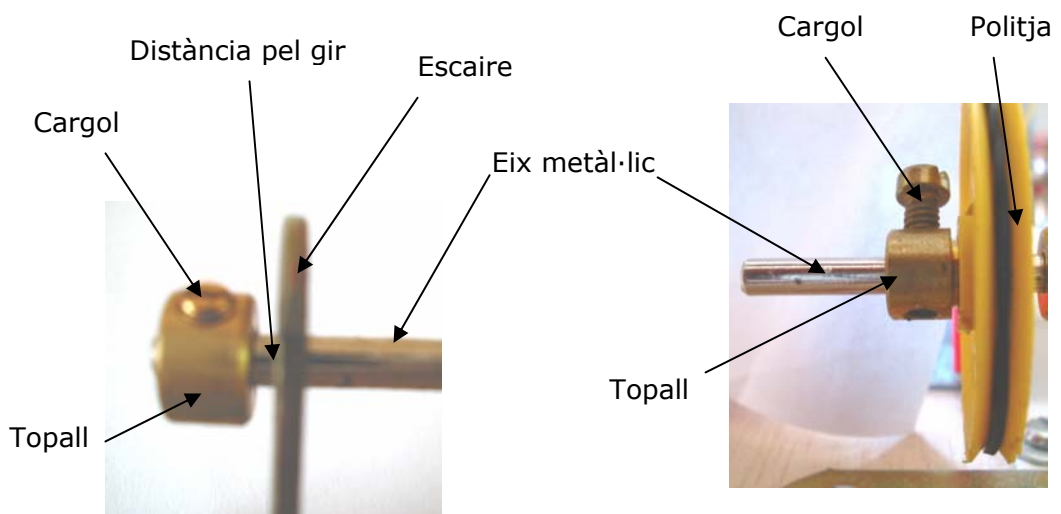


Figura 13: Topalls

### 2.1.6.2.- Sistema de tensatge de la cinta 1.

La cinta transportadora sempre ha d'estar tensada. Per això al començament de la cinta 1 hi ha un sistema de tensatge pel cas que la pell es donés.

Aquest sistema es basa en unes peces metàl·liques, clavades sobre la base de fusta, i sobre aquestes peces metàl·liques, hi hem col·locat els escaires que fan de suport dels corrons. Les peces metàl·liques tenen uns forats allargats, els quals coincideixen amb els forats de l'escaire. Utilitzant un sistema de cargol-femella, podem moure el corró endarrere per allargar la cinta i tensar-la, simplement descargolant les femelles.

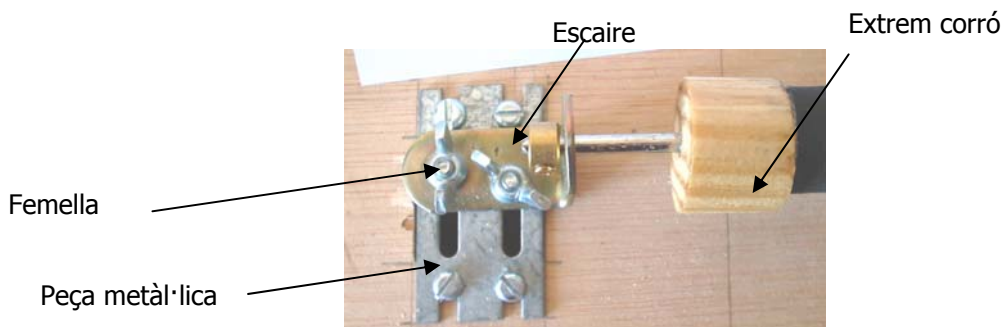


Figura 14: Sistema de tensatge de la cinta 1 (llarga)

### 2.1.6.3.- Sistema d'aixecament de la cinta 1.

Per tal de poder ajustar l'alçada de la cinta llarga, s'ha dissenyat un sistema d'aixecament que consisteix, bàsicament, en una barra roscada folrada de tub de plàstic per no malmetre la pell. Aquesta barra roscada es subjecta amb dues columnes en forma d'escaire fetes a mida. Però per poder ajustar l'alçada no s'hi han acoblat directament, sinó a través d'unes barres més curtes que es poden apujar i abaixar a voluntat amb un sistema de cargol-femella.



La funció d'aquest sistema és poder regular l'alçada de les cintes i així provocar que al passar les peces, aquestes s'elevin a l'alçada adequada perquè la tija les premi pel centre. Per apujar i abaixar la barra només cal descargolar les femelles, i moure la làmina curta que és la que subjecta directament la barra. Hi ha dues barres, perquè quedi pla al pas de les peces.

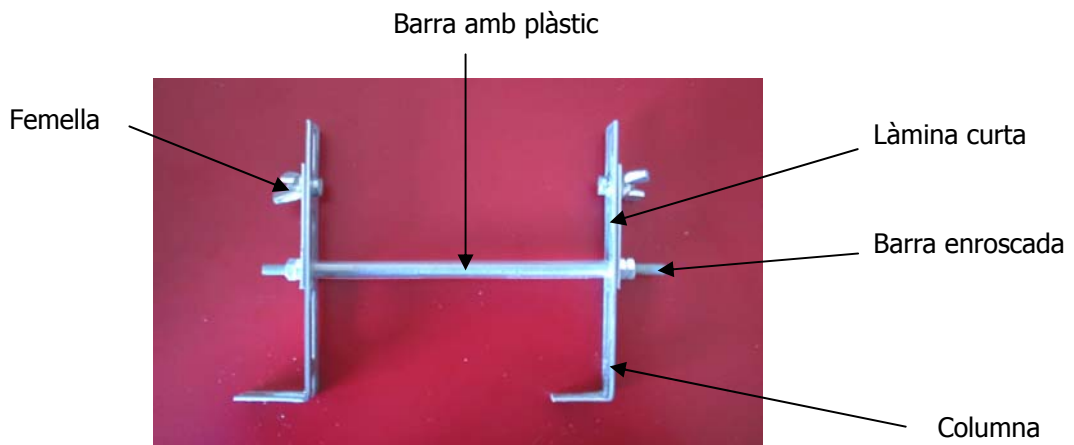


Figura 15: Sistema d'aixecament

#### 2.1.6.4.- Sistema d'ajustament de la cinta 2.

En la cinta 2 també trobem un sistema d'ajustament que és pràcticament idèntic al que s'acaba de descriure en el subapartat anterior. En aquest cas, però, la funció és molt diferent. Davant la manca d'espai per fer un sistema de tensatge com el de la cinta llarga (Vegeu figura 14) i el fet que la cinta 2 és més curta i no necessitarà tant marge d'ajustament, s'ha optat per aquest sistema.

La diferència amb el cas anterior és que situem la barra roscada no entremig de les dues bandes de la cinta, sinó per sota de tot. Això ens permet ajustar la tensió d'aquesta cinta, especialment en el cas que la pell es doni. No s'ha cregut necessari il·lustrar-ho, ja que la figura és idèntica a la figura 15.

## **2.2.- ELS ACTUADORS.**

Tal com hem vist en la figura 1, el sistema té dos actuadors. Aquests consten d'una guia que conté una tija en el seu interior, moguda per un sistema de cremallera. Aquesta tija, en sortir de la guia, empeny els objectes a classificar cap endavant i els retira de la cinta corresponent.

### **2.2.1.- LES GUIES.**

Les guies són peces fetes a partir de perfil quadrat d'alumini de 20 mm. Aquestes peces tenen forma de prisma rectangular i tenen en una de les cares un tall vertical perquè hi pugui passar la cremallera.

La guia té la funció de subjectar la tija (de fusta), la qual està col·locada en el seu interior, i marcar la direcció d'aquesta, ja que la tija al sortir passarà ser una prolongació de la guia.



Figura 16: Guia d'una tija

Les mides exactes de qualsevol de les dues guies responen als plànols següents:

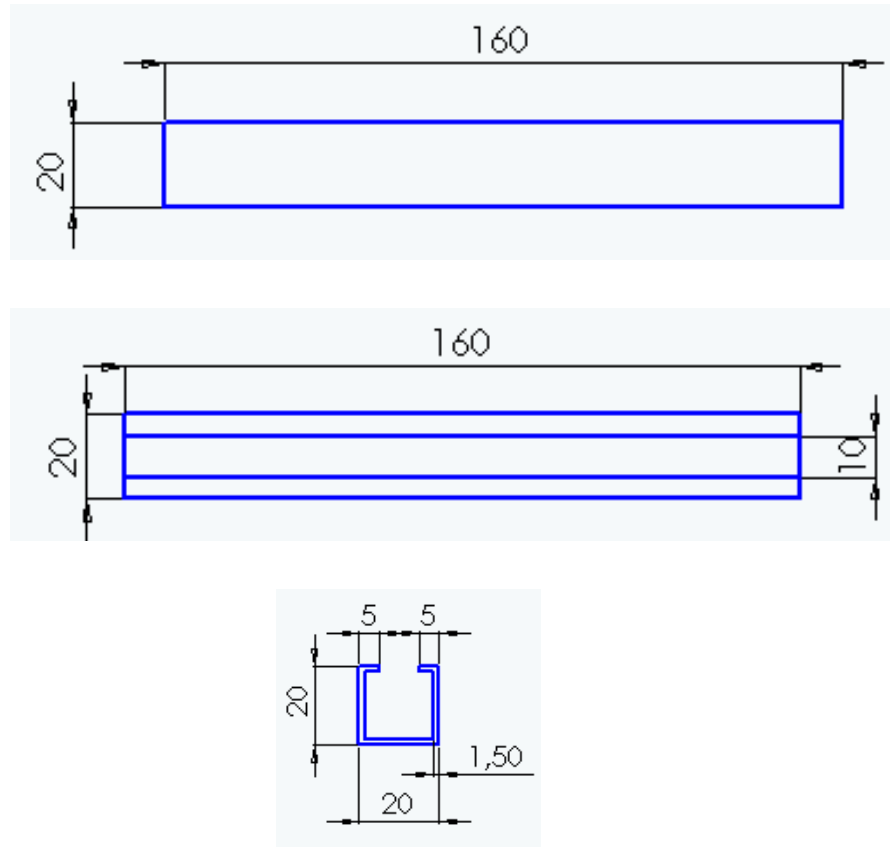


Figura 17: Plànols de les guies

### 2.2.2.- SISTEMA DE SUPORT DE LES GUIES.

Cal que les guies estiguin a una alçada de 8 cm perquè puguin desplaçar correctament les peces. El sistema de suport consta de dues columnes metàl·liques, una al principi i una al final, que l'aguanten. Per tal d'aprofitar aquestes columnes, hem fet més alta la posterior, de manera que surti per sobre de la guia i pugui suportar l'interruptor de fi de cursa necessari per detectar quan la tija es troba amagada.

Unirem les columnes a la guia amb cargols, femelles i volanderes.

### 2.2.3- LES TIGES.

Les tiges estan fetes de fusta i encaixen perfectament dins les guies, o sigui que tenen forma de prisma quadrangular però s'han fet 1 cm més largues perquè surtin una mica d'aquestes guies. A sobre de cada tija hi ha enganxada una cremallera de plàstic, la funció de la qual serà fer sortir i entrar la tija a partir de la rotació d'una roda dentada acoblada a ella. Al final de la tija hi afegim un element molt important, que és una làmina metàl·lica que té la funció d'accionar els fins de cursa: un de col·locat a la part posterior de la guia (tija amagada), i l'altre en dues columnes col·locades a la part anterior de la guia (tija sortida).



Figura 18: Una tija

### 2.2.4.- SISTEMA D'ARROSSEGAMENT DE LES TIGES.

Les tiges, igual que les cintes, es mouen gràcies a un motor amb reductor i un sistema de politges.

Al centre de la tija hi ha col·locades dues columnes metàl·liques, les quals s'uneixen per un tros de fusta en la seva part superior el qual subjecta un interruptor de fi de cursa. Apart d'això, aquestes columnes també estan unides per una barra roscada la qual passa just per sobre de la tija. En el centre de les dues columnes, i acoblada a la barra roscada hi ha una roda dentada. La qual girarà i provocarà el moviment gràcies a una politja

situada a un extrem de la barra, allunyat de la tija. Aquesta politja serà la que s'acoblarà mitjançant una goma que farà de corretja a la politja de sortida del motor:

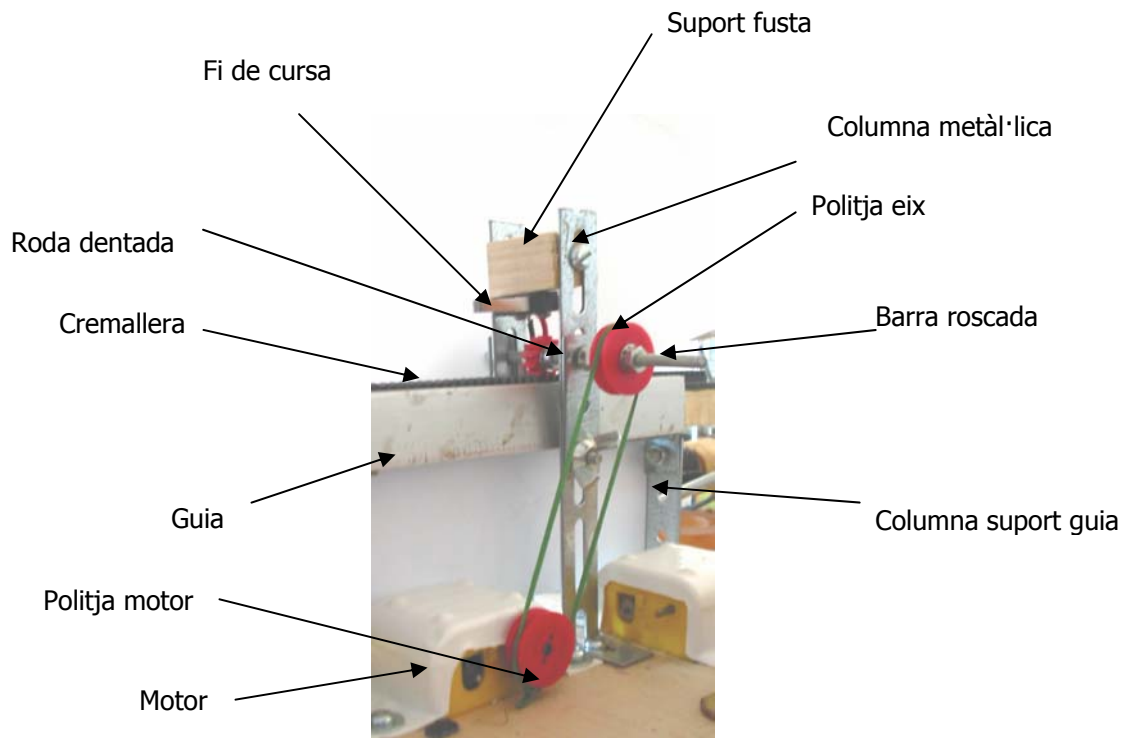


Figura 19: Sistema d'arrossegament de les tiges i fi de cursa anterior

### 2.2.5.- SISTEMA DE DETECCIÓ DE POSICIÓ DE LES TIGES.

Tal com hem dit, per a cada tija hi ha dos interruptors de fi de cursa encarats. Un a la part anterior, i un altra a la part posterior, separats 10 cm, que és l'amplada de la cinta transportadora. Recordem que la seva funció és la de desplaçar les peces fora de la cinta. Aquests fins de cursa ens serveixen per saber on és la tija, és a dir, si està totalment retreta o totalment sortida, a partir del contacte físic de la làmina unida a la part posterior de la tija.

Aquests fins de cursa s'han clavats a dues peces de fusta que, a la seva vegada estan units a les columnes: un a la columna de suport de la guia, i l'altre a les dues columnes centrals de la part anterior de la guia.

Finalment, l'extrem, de la tija hi hem col·locat una làmina de plàstic per tal d'assegurar el contacte de la tija amb les peces a classificar.

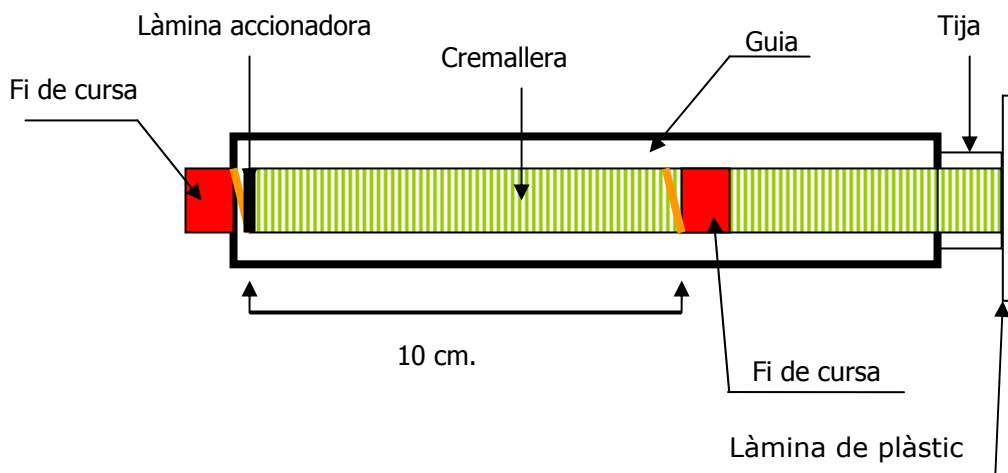


Figura 20

### 2.2.6.- LA CANALITZACIÓ DE LES PECES.

Preveient que les peces no s'aturin exactament al punt previst i per tal que segueixin de la manera més fidel possible el camí previst, s'ha dissenyat un sistema de canalització d'aquestes peces per a cada cinta. Aquests canalitzadors de peces són dues peces fetes de plàstic amb la plegadora de plàstics. Es troben col·locades a l'inici de cada cinta transportadora.

El que s'ha col·locat davant la cinta 1 (alimentador), fa que les peces entrin pel lloc correcte i així evitem que la peça caigui o que xoqui amb algun dels elements col·locats al costat de la cinta, com la bombeta o el sensor.

El de davant de la cinta 2. té la funció de recollir la peça impulsada per la

tija 1 de manera que entri correctament a la cinta 2, sense col·lisionar amb el sensor o la bombeta de la cinta 2:



Figura 21: Canalitzadors de plàstic

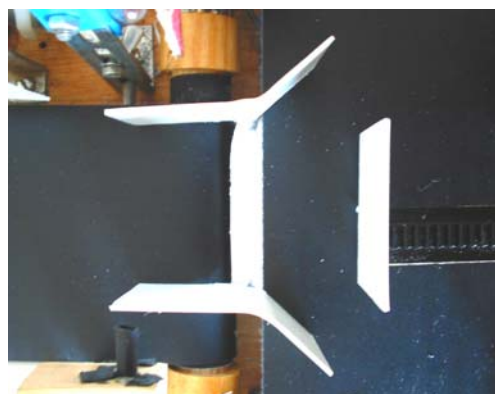
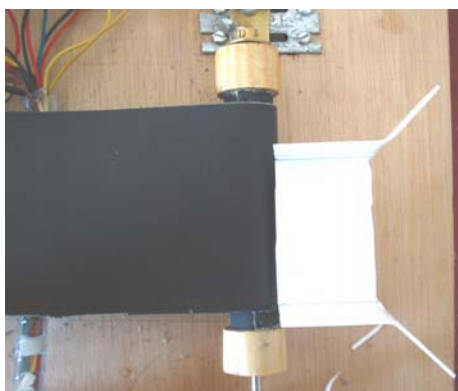


Figura 22: Disposicions dels canalitzadors per a la cinta 1 i la cinta 2

### **3. EL SISTEMA ELÈCTRIC/ELECTRÒNIC.**

La màquina ha de ser controlada per un autòmat programable (PLC). Tots els elements elèctrics, necessiten un sistema per adaptar-los a les característiques de l'autòmat. Aquests elements són els següents:

- Dos sensors lluminosos de posició dels objectes a classificar.
- Quatre fins de cursa que indiquen la posició de les tiges (dos per a cada tija)
- Quatre motors elèctrics de corrent continu (dos per a les cintes i dos per a les tiges).

A més, caldrà alimentar les dues bombetes que envien llum als dos sensors. El sistema elèctric/electrònic que farà aquesta funció, l'anomenarem **interfície** El muntarem sobre una placa de circuit imprès i el seu esquema bàsic de connexió serà el següent:

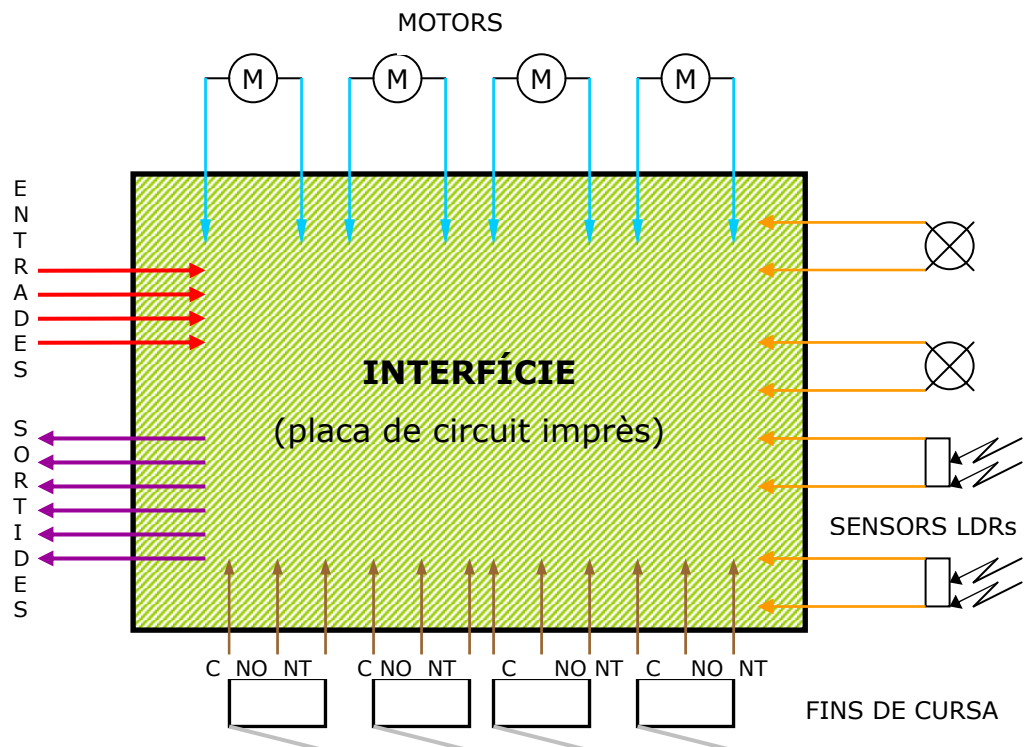


Figura 23



### **3.1.- CARACTERÍSTIQUES ELÈCTRIQUES DELS ELEMENTS.**

#### **3.1.1.- SENSORS I MOTORS.**

Els sensors LDRs reben una tensió de 24 V que els dóna l'autòmat. Quan el sensor no rep llum de la bombeta, té una resistència de 4200  $\Omega$ , la intensitat és de 4mA, la potència de 67mW i el voltatge que envia a l'autòmat és de 9.69 V (superior a 6 V, la qual cosa fa que l'autòmat detecti un senyal digital "1"). Pel contrari, quan el sensor rep directament la llum de la bombeta, la tensió que rep segueix sent la mateixa, 24V, la resistència baixa a 700 $\Omega$ , la intensitat puja a 10mA, la potència arriba als 70mW i el voltatge que envia a l'autòmat per donar senyal és de 2.43 V (inferior a 6 V, per tant, l'autòmat detecta un senyal digital "0").

Les bombetes són de 12 V. Aquest voltatge el reben del transformador/rectificador.

Els 4 motors, són motors que funcionen amb una tensió de 12V proporcionada pel transformador. Els dos motors que impulsen les tiges són motors amb reductor, adquirits especialment a una empresa de components didàctics. El reductor incorporat serveix per reduir la velocitat de les tiges i augmentar el parell per moure-les. El motor que arrossega la cinta 1 (la més llarga), és un motor que es caracteritza per una elevada força, necessària per arrossegar el pes de la cinta i a més, dóna una velocitat elevada perquè el recorregut de la cinta 1 és molt llarg. L'hem desmuntat d'un aparell de vídeo de desguàs.

El motor de la cinta 2, en canvi, porta incorporat un cargol sense fi de manera que la seva velocitat queda reduïda ja que la cinta 2 és més curta. Aquest motor també l'hem desmuntat d'un altre reproductor de vídeo de desguàs.

### 3.1.2.- L'AUTÒMAT PROGRAMABLE (PLC).

Tal com hem vist a les especificacions (vegeu apartat 1.3), les sortides de l'autòmat proporcionen una tensió de 24 V.

Les entrades són les que reben la informació que transmet la placa en forma de tensió, ja que l'autòmat en fa dues interpretacions; si el senyal que entra és menor de 6 V, l'autòmat interpreta un "0" (desactivat), pel contrari si la tensió és major de 6V interpreta un "1" (activat). Segons la senyal que rebi (1 o 0), l'autòmat actuarà d'una manera o d'una altra.

### 3.2.- DISSENY DE LA INTERFÍCIE.

#### 3.2.1.- EL CIRCUIT DELS ACTUADORS.

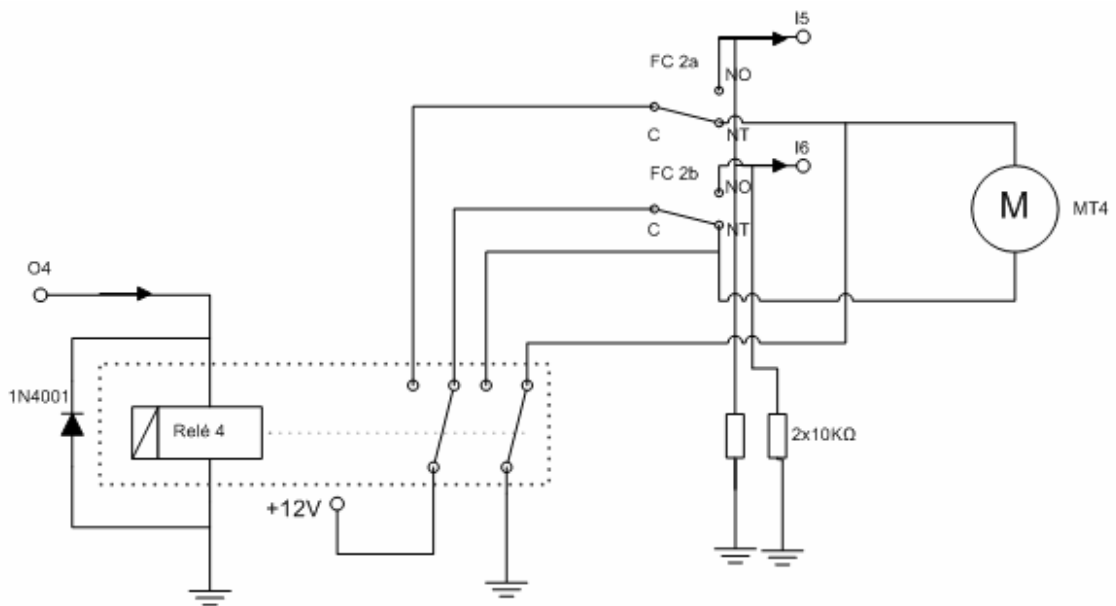


Figura 24

Observem que quan el relé està enclavat el motor té una polaritat, i quan es troba desenclavat, té la contrària. Això vol dir que posant el relé en una posició o en una altra canviarem el sentit de gir del motor. Els interruptors de fi de cursa s'encarregaran, en cada cas, d'obrir el circuit per aturar al

motor quan la tija arribi al final del seu recorregut, apart d'informar l'autòmat d'aquesta posició a través de l'entrada corresponent.

Vegem que cada cop que s'activa un dels dos fins de cursa, aquest dóna un senyal (un "1") a l'autòmat per informar-lo que la tija ja ha arribat al final del seu recorregut i d'aquesta manera pugui emprendre les accions pertinents prèviament programades.

Concretament, quan estigui completament sortida, el senyal farà que l'autòmat la faci retornar immediatament, ja que ja ha realitzat la seva tasca de moure l'objecte. En canvi, quan estigui completament amagada, caldrà que posi el motor de la cinta en marxa de nou.

El díode 1N4001 és un element de protecció, ja que, si s'interromp bruscament el corrent d'una bobina (la del relé, en aquest cas), es genera un pic de tensió inversa que podria malmetre els circuits de sortida de l'autòmat. Amb aquest element aconseguim que segueixi circulant el corrent fins que la bobina es trobi totalment desmagnetitzada.

Les dues resistències de  $10k\Omega$  són per donar referència les entrades I5 i I6 a massa, de manera que quan estiguin desconnectades, l'autòmat rebi 0 V (un "0" lògic), ja que molts equips, si tenen les entrades "a l'aire", o sigui, desconnectades del tot, interpreten aquestes entrades com un 1, justament al contrari del que ens interessa.

Aquest mateix circuit ens serveix també pel motor de la tija 1 (MT3) ja que ha de realitzar el mateix procés:

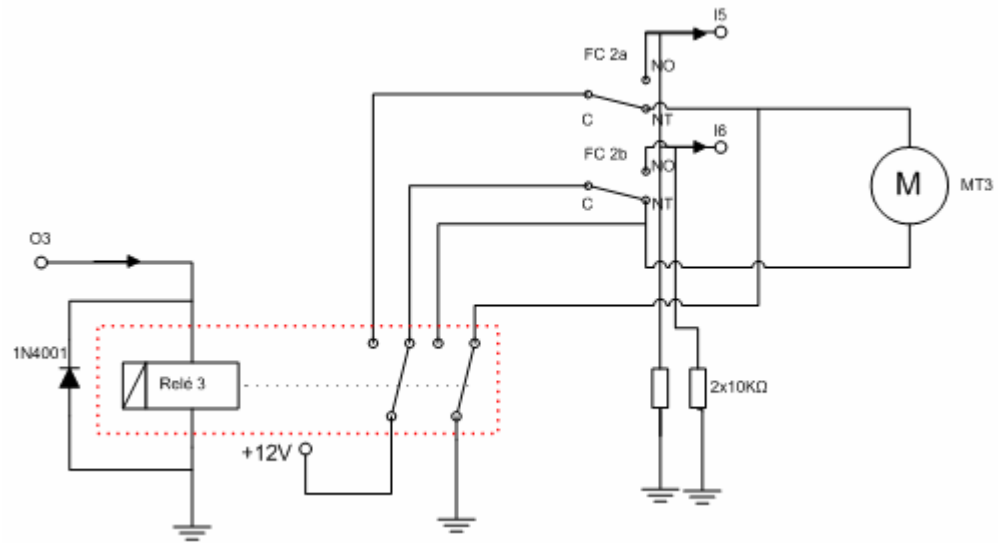


Figura 25

### 3.2.2.- EL CIRCUIT DE LES CINTES.

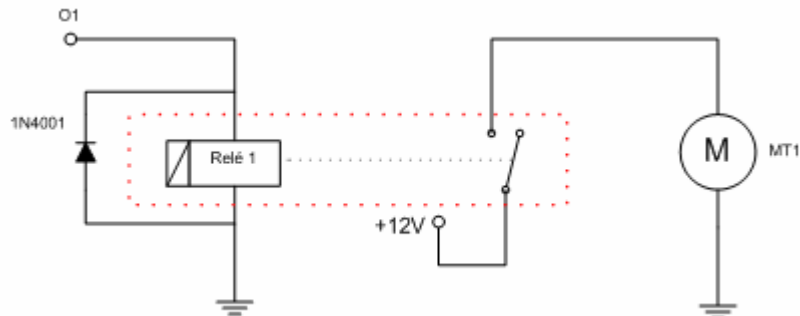


Figura 26

Aquest circuit és més simple que l'anterior, ja que, en aquest cas, el motor només s'ha de parar i engegar sense cap canvi de direcció.

Al contrari que es veu en la Figura 26, el programa de l'autòmat farà que els motors de la cinta comencen engegats, és a dir, la sortida O1 activa el relé 1 i aquest permet que els 12 V del transformador arribin al motor MT1 i l'enguin.

Quan un dels objectes talli la llum, i el sensor envii un senyal a l'autòmat, aquest, al cap d'uns segons (gràcies als temporitzadors) deixarà de donar senyal al Relé 1 i el motor MT1 es parará.

La tija, després d'haver impulsat la peça, torna a la seva posició inicial i activa un fi de cursa, el qual envia una senyal a l'autòmat i aquest activa la sortida O1, per tant, a través del Relé 1 el motor MT1 es torna a engegar i la cinta 1 es torna a moure.

Aquest procés es repeteix cada vegada després que alguna peça hagi interromput la llum, i és el mateix procés que en el motor de la cinta 2 (MT2).

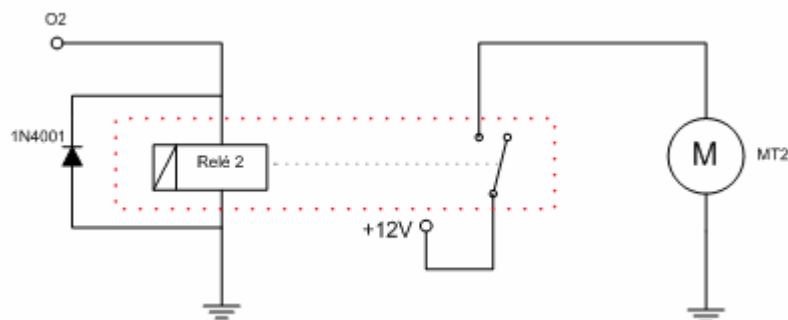


Figura 27

### 3.2.3.- EL CIRCUIT DELS SENSORS LLUMINOSOS

Quan es connecta el transformador que proporciona els 12V a la placa, les bombetes 1 s'encenen automàticament i no s'apaguen fins que no es desconnecta el transformador. Els sensors situats davant de les bombetes, capten la llum proporcionada per aquestes i la resistència del sensors baixa, deixant passar el corrent cap a l'autòmat a través d'una entrada. Aquesta resistència del sensor és de 700Ω. Això fa que la tensió que s'envia a l'entrada de l'autòmat, sigui inferior a 6 V, per tant, interpretada com un "0" lògic = "no presència d'objecte":

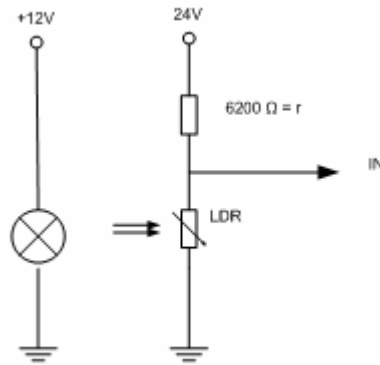


Figura 28

Si la llum es obstruïda per un dels objectes, la resistència del sensor puja a  $4.200\Omega$ , la qual cosa farà que la tensió pugi per sobre dels 6 V, i així l'autòmat llegirà un "1" lògic: "presència d'un objecte".

### 3.2.4. DISPOSICIÓ DE COMPONENTS A LA PLACA D'INTERFÍCIE (LAYOUT).

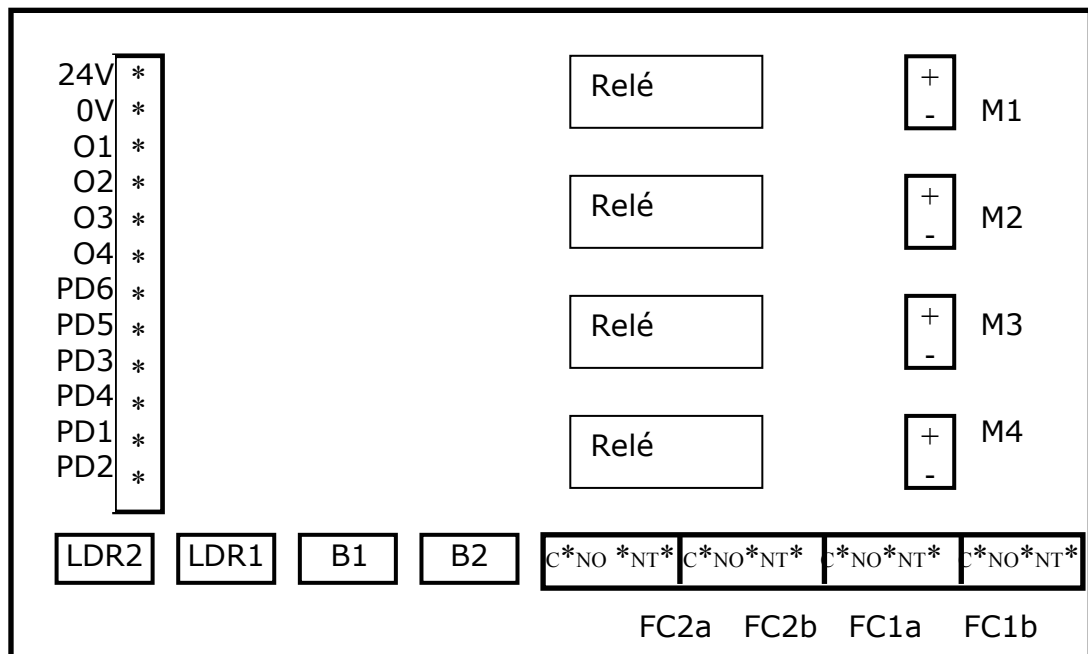


Figura 29: Aspecte de la placa de circuit imprès

Els elements de la placa, segons el dibuix (figura 29), són els següents:

M1-> Motor cinta transportadora 1.

M2-> Motor cinta transportadora 2.

M3-> Motor tija 1.

M4-> motor tija 2.

LDR1-> sensor lluminós cinta 1.

LDR2-> sensor lluminós cinta 2.

B1-> Bombeta cinta 1

B2-> Bombeta cinta 2.

FC1a-> Fi de cursa intern tija 1.

FC1b-> Fi de cursa extern tija 1º.

FC2a-> Fi de cursa intern tija 2.

FC2b-> Fi de cursa extern tija 2.

O1-> Entrada autòmat (motor 1).

O2-> Entrada autòmat (motor 2).

O3-> Entrada autòmat (motor 3).

O4-> Entrada autòmat (motor 4).

PD1-> Sortida autòmat (sensor 1).

PD2-> Sortida autòmat (sensor 2).

PD3-> Sortida autòmat (FC1a).

PD4-> Sortida autòmat (FC1b).

PD5-> Sortida autòmat (FC2a).

PD6-> Sortida autòmat (FC2b).

24V i 0V-> Connexions a alimentació i massa de l'autòmat.

### 3.2.5.- CÀLCULS.

Aquests són els càlculs necessaris per saber la resistència necessària per mantenir la tensió per sota de 6 V quan el sensor rep llum i fer-la baixar per sota dels 6 V quan rep llum (o sigui, quan la llum és interrompuda per algun objecte). També s'ha calculat la potència de tot el circuit.

$$\text{LDR} \begin{cases} R_{on} = 700\Omega \text{ (resistència del sensor quan rep llum)} \\ R_{off} = 4.200\Omega \text{ (resistència del sensor quan no rep llum)} \end{cases}$$

$$I = \frac{V}{R_{LDR} + r} \quad V_{in} = \frac{V \cdot R_{LDR}}{r + R_{LDR}} = V \cdot \frac{R_{LDR}}{r + R_{LDR}}$$

$$V_{in} = V_{LDR} = I \cdot R_{LDR}$$

$$V_r = V - V_{LDR}$$

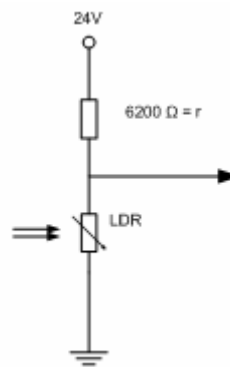
$$V_{in\ on} = 2.43\text{ V}$$

$$V_{in\ off} = 9.7\text{ V}$$

$$P = V \cdot I$$

$$I_{on} = 3\text{ mA} \\ I_{off} = 2\text{ mA}$$

$$P_{on} = 7\text{ mW} \\ P_{off} = 20\text{ mW}$$



$$V_r\ on = 21.9\text{ V}$$

$$V_r\ off = 4.4\text{ V}$$

Els càlculs mecànics de relacions de transmissió i velocitats són els següents:



$$rt = \frac{n_2}{n_1} = \frac{\theta_1}{\theta_i} \quad rt(\text{cinta 1}) = \frac{\theta B}{\theta A} = \frac{1}{3.5} = 0.28 \quad rt(\text{tija 1}) = \frac{\theta D}{\theta C} = \frac{1}{2} = 0.5$$

$$rt(\text{cinta 2}) = rt(\text{cinta 1}) = 0.28 \quad rt(\text{tija 2}) = rt(\text{tija 1}) = 0.5$$

Rt= relació de transmissió

ØA= politges cintes = 3.5 cm.

ØB= politges motor cintes = 1cm.

ØC = politges tiges = 2cm.

ØD= politges motors tiges = 1cm.

$$v = \frac{\Delta x}{t} \quad v_1 = \frac{0.73m}{4.8s} = 0.15m/s \quad v_3 = \frac{0.1m}{3.9s} = 0.025m/s$$

$$v_2 = \frac{0.34m}{18.8s} = 0.018m/s \quad v_4 = \frac{0.1m}{2.17s} = 0.046m/s$$

V1 = velocitat cinta 1

V2 = velocitat cinta 2

V3= velocitat tija 1

V4= velocitat tija 2.

0.73m = llargada cinta 1. 4.8s = temps d'una volta.

0.34m = llargada cinta 2. 18.8s = temps d'una volta

0.1m= recorregut tiges.

3.9s = temps recorregut tija 1.

2.17s= temps recorregut tija 2.

$$w' = \frac{v}{r} \quad w_1 = \frac{0.15m/s}{0.0175m} = 8.5rad/s = 81.8rpm \quad w_3 = \frac{0.025m/s}{0.01m} = 2.5rad/s = 23.8rpm$$

$$w_2 = \frac{0.018m/s}{0.0175m} = 1.03rad/s = 9.82rpm \quad w_4 = \frac{0.046m/s}{0.01m} = 4.6rad/s = 43.93rpm$$

W1 = velocitat angular cinta 1.

W2 = velocitat angular cinta 2.

W3 = velocitat angular tija 1.

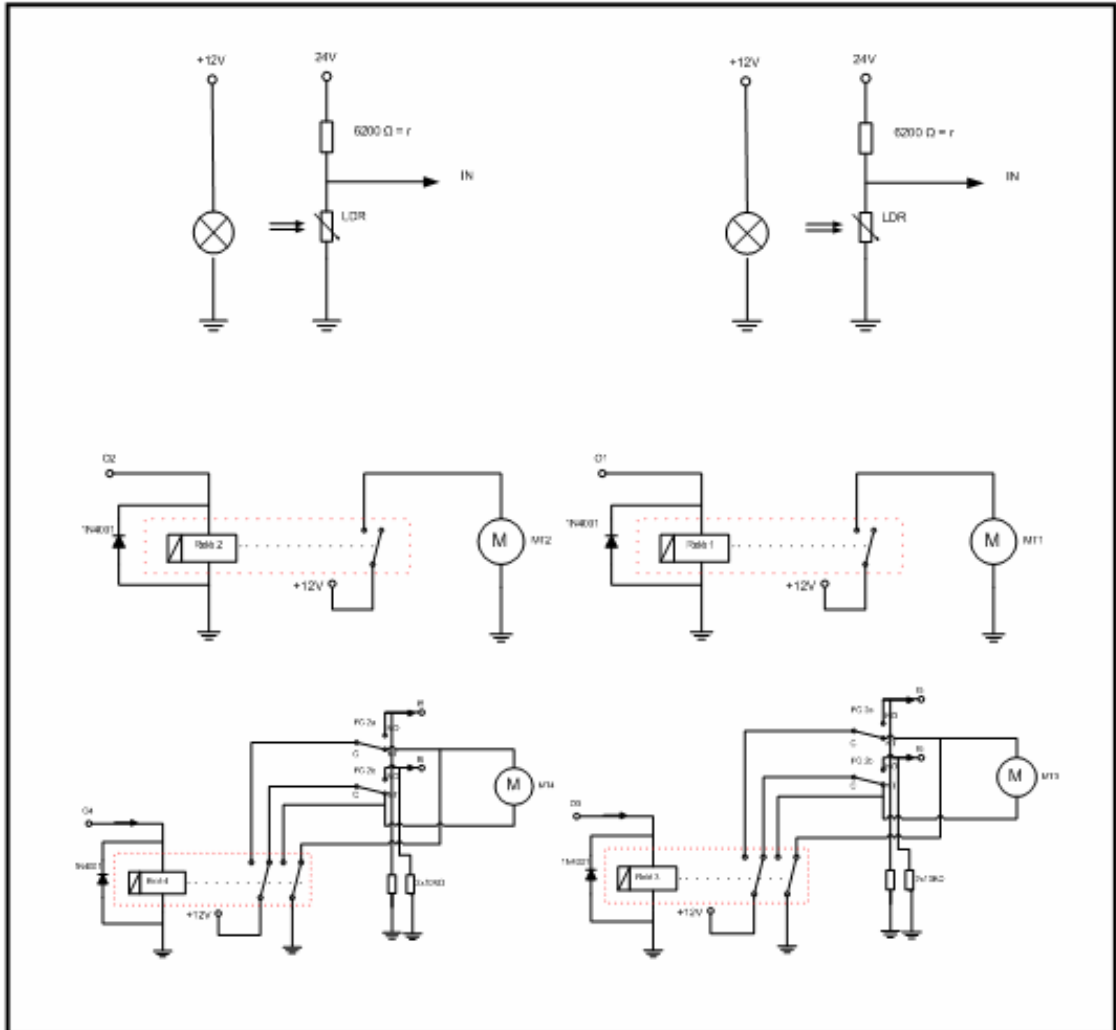
W4 = velocitat angular tija 2.

0.0175 m = radi politja cintes.

0.01m = radi politja tiges.

### 3.2.6.- ESQUEMA GLOBAL DE LA INTERFÍCIE.

L'esquema complet de la interfície que implementarem en una placa de circuit imprès és el següent:



El circuit dibuixat a la placa és a combinació del circuit de les cintes, dels sensors i dels actuadors.

La placa de circuit imprès és una peça rectangular (10x16cm) de fibra de vidre la qual té una cara recoberta de coure que ens servirà per traçar les pistes del circuit.

El primer pas per fer la placa és dibuixar tot els circuits sobre la banda de coure, calculant on anirà cada un dels elements, ja que s'han de marcar a la placa tots els forats de les potes dels diferents components. Això es fa amb cinta i una espècie de "letraset" que protegirà el coure que cal conservar.

Quan ja tenim, totes les pistes dibuixades i els forats marcats, es posa la placa en una dissolució aquosa molt concentrada de clorur fèrric ( $\text{FeCl}_3$ ). Això provoca que el coure de la placa que no ha estat tapat, reaccionï amb el clor (clorur de coure) i deixant el ferro dipositat:

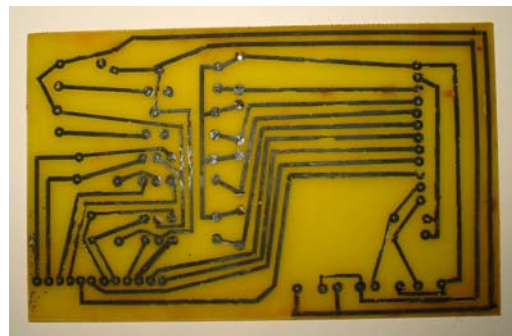
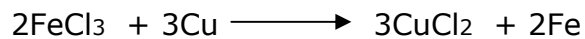


Figura 30

Quan ja s'ha dissolt tot el coure sobrant, es treu la placa de la dissolució, es neteja amb aigua i es retira la cinta aïllant negra i es neteja el "letraset", de manera que queden a aire totes les pistes de coure. És llavors que es fan els forats per poder soldar els components.

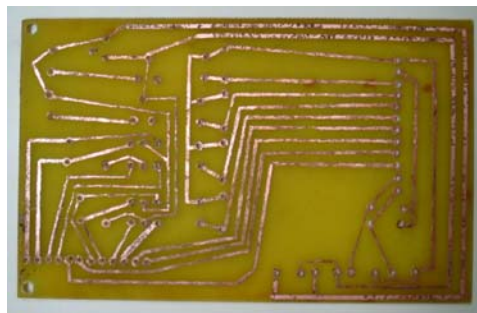
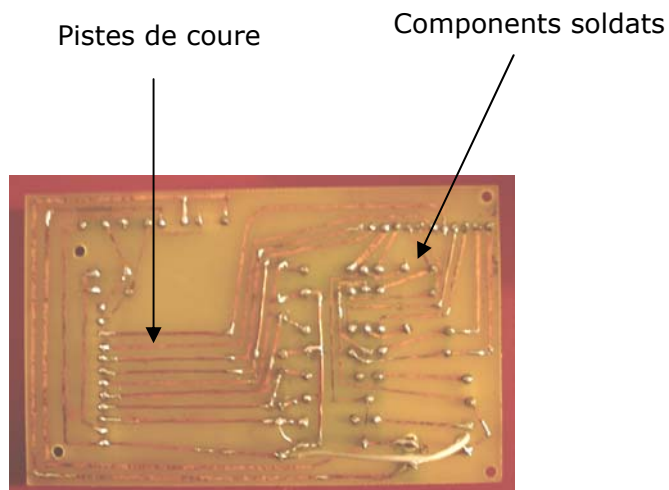
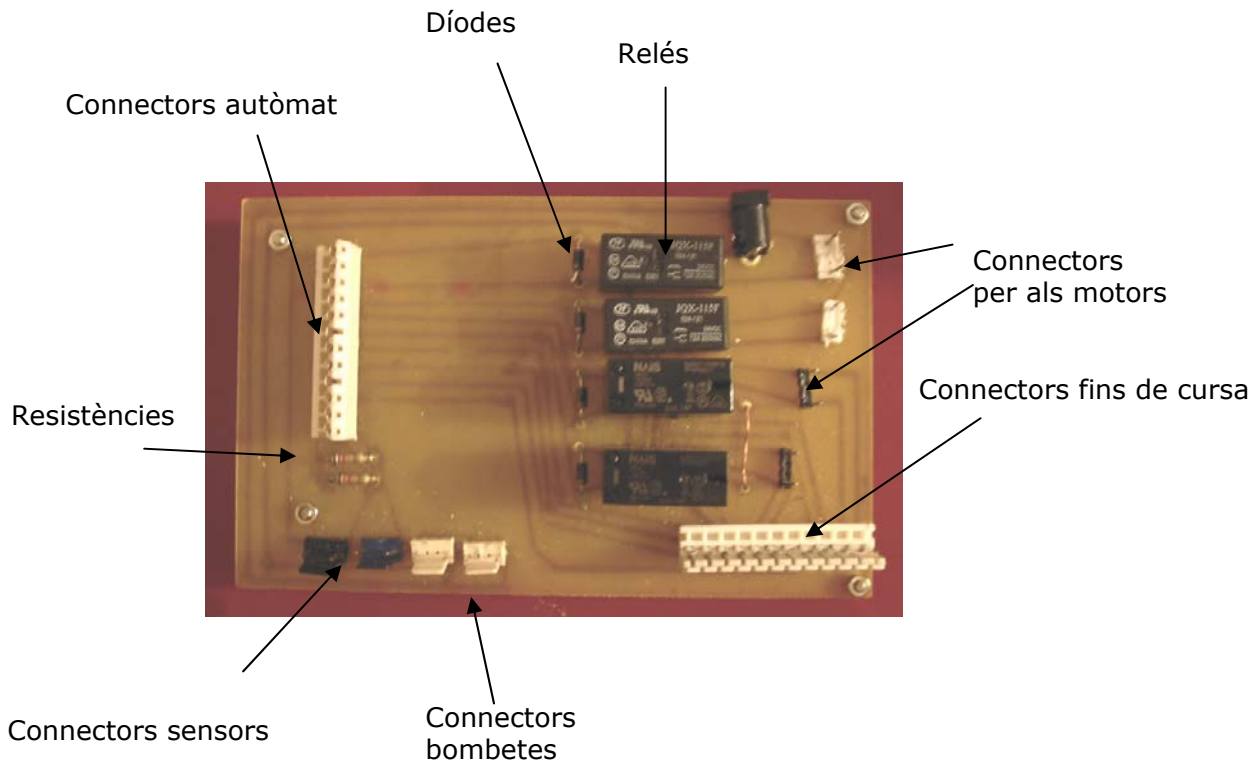


Figura 31

Un cop confeccionada la placa de circuit imprès, soldem tots els components, col·loquem la placa sobre la base del projecte hi connectem tots els elements externs: els motors, fins de cursa, bombetes, sensors i entrades i sortides de l'autòmat.



## **4.- PROGRAMACIÓ DE L'AUTÒMAT (PLC).**

### **4.1.- ESPECIFICACIONS DEL PROGRAMA.**

El programa té la funció de rebre senyals i enviar-ne d'altres per tal que tots els elements facin la seva funció i en el moment adequat.

El funcionament bàsic del programa consisteix en tot un seguit de passos encadenats, que varien segons la peça.

En un principi, hi ha dos fins de cursa activats (els fins de cursa de la part posterior de les tiges), de tal manera que els motors de les cintes també estan activats i les cintes transportadores estan rodant.

Quan col·loquem una peça gran sobre la cinta 1, aquesta passa entre el sensor i la bombeta, i provoca que el sensor no pugui rebre la llum. Aleshores, aquest envia un senyal a l'autòmat. L'autòmat, al rebre aquest senyal, n'envia una altra que consisteix en parar la cinta al cap d'un temps, just quan la peça està col·locada davant de la tija 1, és llavors que l'autòmat engega el motor de la tija 1 perquè impulsi la peça cap a l'altre cinta transportadora més curta. Al arribar al final del seu trajecte, la tija acciona el seu fi de cursa anterior, el qual provocarà que l'autòmat li doni l'ordre de tornada a la seva posició inicial. En la cinta 2 es segueix exactament el mateix procediment, quan la peça tapa la llum que emet la bombeta i no deixa que li arribi al sensor, aquest envia un senyal a l'autòmat, i l'autòmat, (igual que en la cinta 1), quan la peça està just davant de la tija 2, fa que es pari el motor de la cinta i engega la tija de manera que la peça és expulsada de la cinta i enviada a la seva rampa corresponent.

Quan la peça que passa per la cinta 1, és una peça de grandària mitjana, igual que l'objecte gran, tapa la bombeta, i impedeix que el sensor 1 rebi

llum. Això provoca que l'autòmat aturi la cinta 1 quan la peça està col·locada just davant de la tija 1 (a l'igual que en el cas de la peça gran), la qual s'engega i impulsa l'objecte a la cinta 2. (Igual que en el cas anterior, la tija 1, al accionar el fi de cursa del principi de la tija 1, torna a la seva posició inicial). Quan la peça mitjana es desplaça a través de la cinta 2, a diferència de l'objecte gran, no tapa la bombeta ni impedeix que el sensor 2 rebi la llum ja que tant el sensor com la bombeta estan col·locats a una alçada superior de l'alçada de l'objecte. Per tant, l'autòmat no rep cap senyal: la cinta segueix en moviment i la peça cau a la rampa pensada per a peces mitjanes.

Finalment, en el cas de la peça petita, quan es desplaça per la cinta 1, no té suficient alçada per tapar el sensor, de manera que la cinta 1 no es para i l'objecte segueix el recorregut de la cinta fins que cau a la seva pròpia rampa.

Per il·lustrar aquest sistema de funcionament, ho farem mitjançant els corresponents diagrames de seqüència, en els quals es troba reflectit el funcionament de tots els elements del sistema, tant elèctrics com mecànics:

## 4.2.- DIAGRAMES DE SEQÜÈNCIA

### DIAGRAMA DE SEQÜÈNCIA 1: OBJECTE PETIT

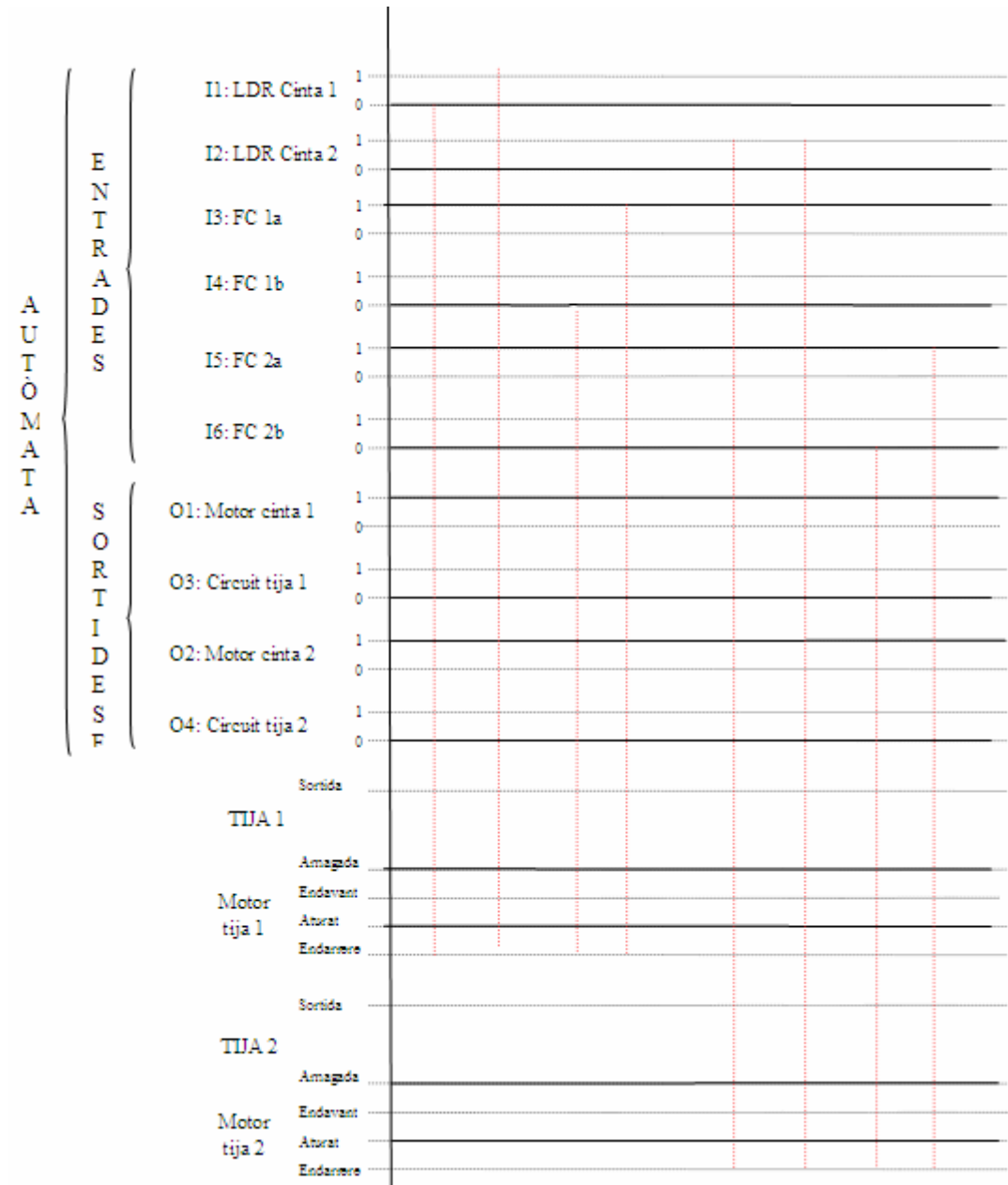


Figura 34

Segons aquest gràfic, la seqüència de funcionament quan arriba una peça petita és la següent:

- La peça no és suficientment gran i no tapa el sensor lluminós (LDR 1)
- El motor de la cinta 1 no es para i la peça petita quan arriba al final de la cinta 1, es col·loca al lloc que li correspon per grandària.(la peça se'n va fora del circuit.)

### DIAGRAMA DE SEQÜÈNCIA 2: OBJECTE MITJÀ

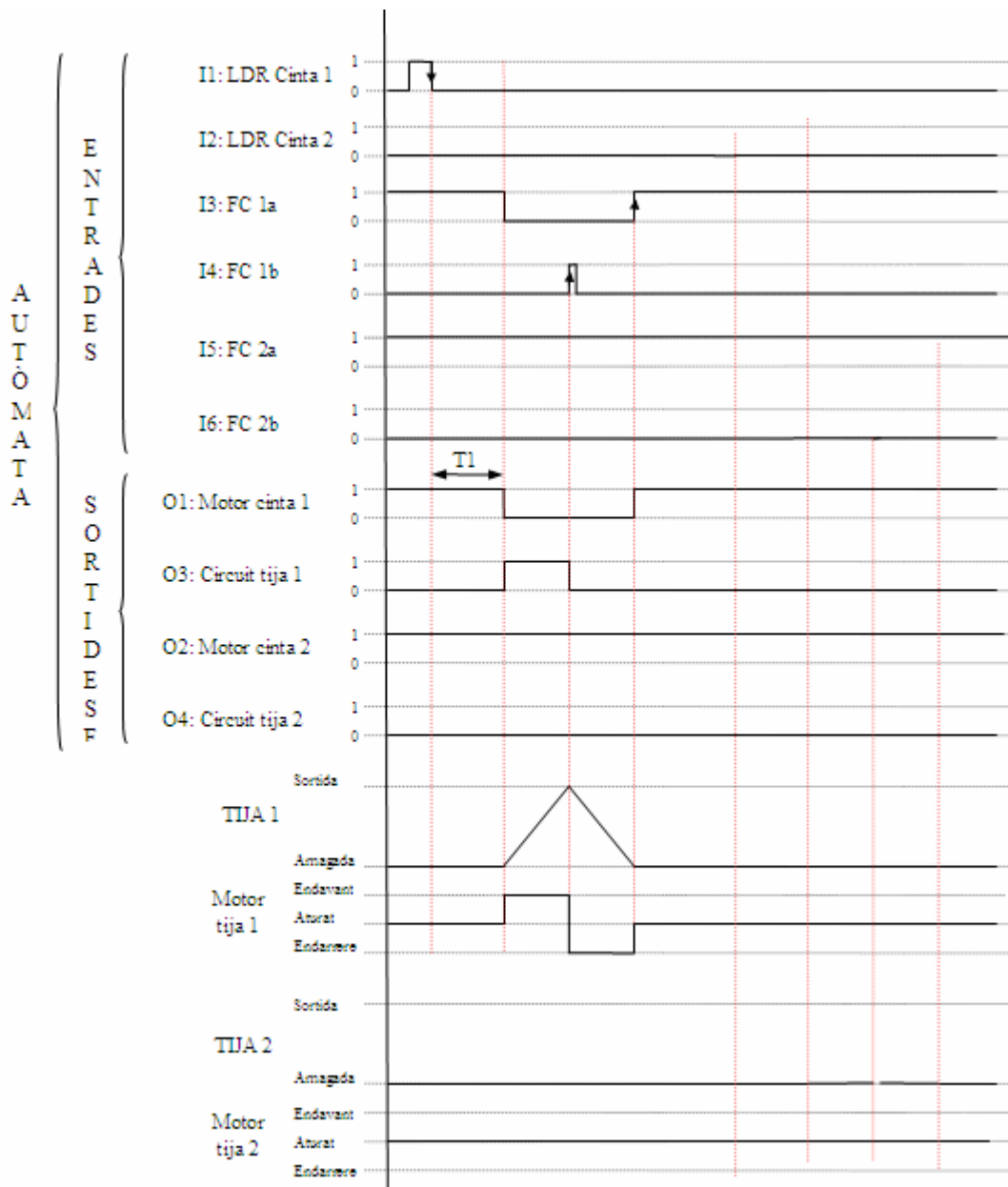


Figura 35



Segons aquest gràfic, la seqüència de funcionament quan arriba una peça mitjana és la següent:

- La peça mitjana tapa momentàniament el detector lluminós 1 (LDR1).
- Un cop el deixa de tapar, aprofitarem el flanc de baixada per activar el temporitzador T1, per tal que la peça es col·loqui davant la tija 1.
- Transcorregut aquest temps, aturarem la cinta 1, que transporta l'objecte i donarem l'ordre que surti la tija 1, per tal de canviar-la de cinta transportadora i passar-la a la cinta 2.
- Quan la tija 1 arriba al final del seu recorregut, activa el fi de cursa 1b, i, no solament atura el seu motor, sinó que també informa l'autòmat perquè la faci tornar enrere.
- L'autòmat dóna ordre de tornar la tija 1 enrere.
- Quan la tija 1 s'ha amagat del tot, activa de nou el fi de cursa 1a. Aleshores aprofitem el senyal que dóna per tornar a posar en marxa la cinta 1.
- Un cop l'objecte sobre la cinta 2, La peça no es prou gran per tapar el sensor lluminós 2 (LDR2).
- El motor de la cinta 2 no s'atura, la peça segueix el recorregut d'ella cinta i es col·loca al lloc corresponent per la seva grandària (la peça surt del circuit.)

### DIAGRAMA DE SEQÜÈNCIA 3: OBJECTE GRAN

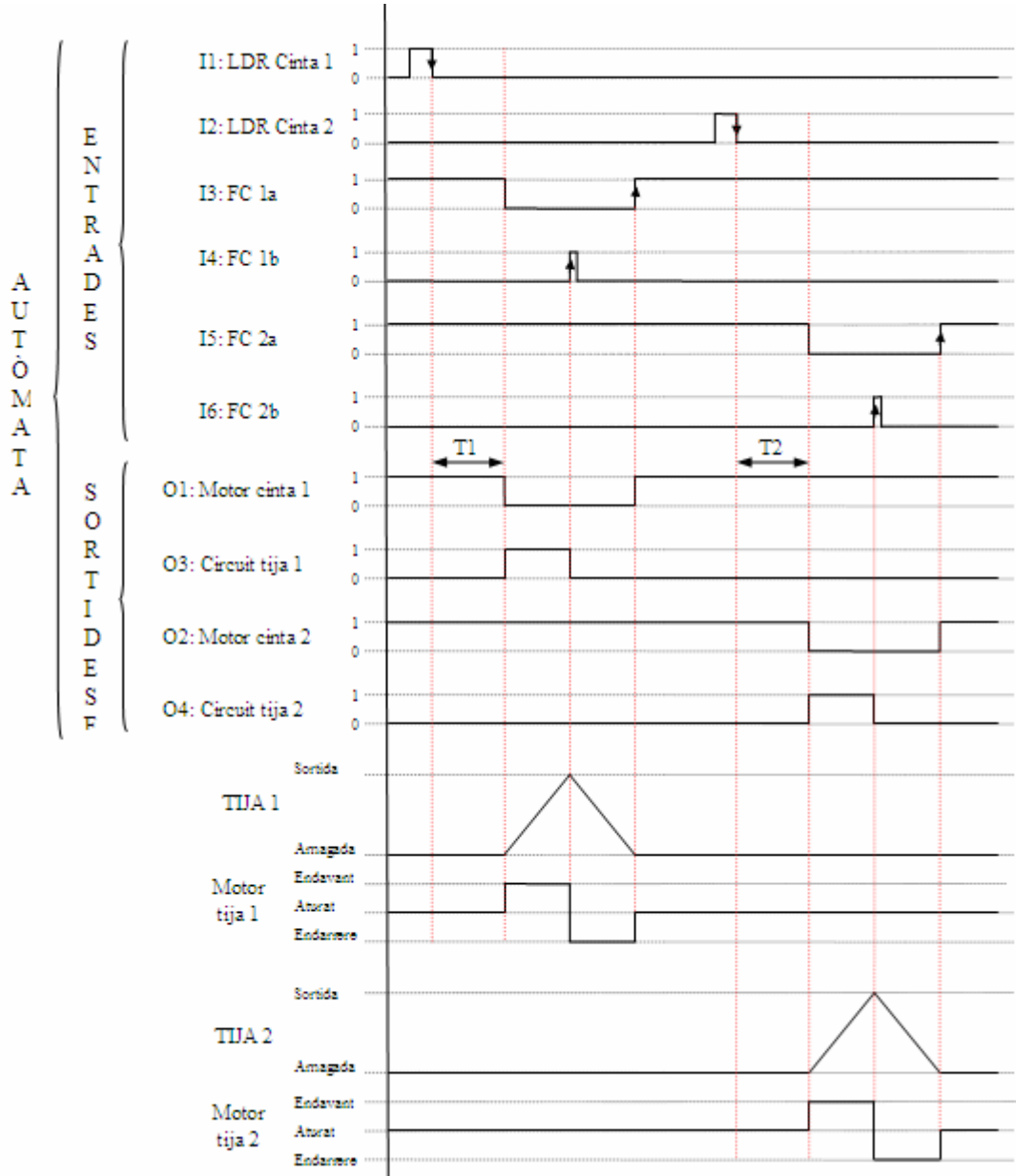


Figura 36

Segons aquest gràfic, la seqüència de funcionament quan arriba una peça gran és la següent:

- La peça tapa momentàniament el detector lluminós 1 (LDR1).
- Un cop el deixa de tapar, aprofitarem el flanc de baixada per activar el temporitzador T1, per tal que la peça arribi davant la tija 1.
- Transcorregut aquest temps, aturarem la cinta 1, que transporta l'objecte i donarem l'ordre que surti la tija 1, per tal de canviar-la de cinta transportadora i passar-la a la cinta 2.
- Quan la tija 1 arriba al final del seu recorregut, activa el fi de cursa 1b, i, no solament atura el seu motor, sinó que informa l'autòmat perquè la faci tornar enrera.
- L'autòmat dóna ordre de tornar la tija 1 enrere.
- Quan la tija 1 s'ha amagat del tot, activa de nou el fi de cursa 1a. Aleshores aprofitem el senyal que dóna per tornar a posar en marxa la cinta 1.
- Un cop l'objecte sobre la cinta 2, tapa momentàniament el detector lluminós 2 (LDR2).
- Quan el deixa de tapar, utilitzarem el flanc de baixada per activar el temporitzador T2, per tal que la peça arribi davant la tija 2.
- Transcorregut el temps T2, aturarem la cinta 2, que ara està transportant l'objecte i donarem ordre que surti la tija 2, per tal de col·locar-la al lloc que li toca per grandària (traiem la peça del circuit).
- En arribar la tija 2 al final del seu recorregut, activa el fi de cursa 2b, i, no solament atura el seu motor, sinó que informa l'autòmat perquè la faci retornar.
- L'autòmat dóna ordre de tornar la tija 2 enrere.
- Un cop arriba a amagar-se del tot, activa de nou el fi de cursa 2a, senyal que farà posar en marxa de nou la cinta 2.

### 4.3.- LLISTAT DEL PROGRAMA.

El programa que porta a terme totes aquestes operacions és el següent:

I3						S01	Fi de cursa tija 1 darrere (tija amagada) activat, motor cinta 1 activat.
i3						R01	Fi de cursa tija 1 darrere (tija amagada) desactivat, motor cinta 1 desactivat.
I5						S02	Fi de cursa tija 2 darrere (tija amagada) activat, motor cinta 2 activat.
i5						R02	Fi de cursa tija 2 darrere (tija amagada) desactivat, motor cinta 2 desactivat.
I1						TT1	Sensor llumjinós cinta 1 NO rep llum, temporitzador cinta 1 activat.
T1						S03	Temporitzador cinta 1 activat, passat el temps activa motor tija 1.
I4						RT1	Fi de cursa cinta 1 davant (tija sortida) activat, temporitzador cinta 1 desactivat.
I2						TT2	Sensor llumjinós cinta 2 NO rep llum, temporitzador cinta 2 activat.
I6						RT2	Fi de cursa cinta 2 davant (tija sortida) activat, temporitzador cinta 2 desactivat.
T2						S04	Temporitzador cinta 2 activat, passat el temps activa motor tija 2.
I4						R03	Fi de cursa cinta 1 davant (tija sortida) activat, motor tija 1 canvi de sentit de gir. (endarrere tija).
I6						R04	Fi de cursa cinta 2 davant (tija sortida) activat, motor tija 2 canvi de sentit de gir. (endarrere tija).

Figura 37

Per poder fer-lo ha calgut estudiar el llenguatge de programació dle nostre autòmat, i el llistat de la figura 15 n'és el resultat. Aquest programa ha estat creat amb l'eina de software Zelio-Soft, que ens ha permès escriure el programa en un PC, i després passar-lo a l'autòmat a través del seu port sèrie RS-232.

Les I són les entrades de l'autòmat que reben les alarmes d'activació o desactivació d'un sensor (0 o 1):

I1 → Sensor lluminós (LDR 1) quan no rep llum.  
I2 → Sensor lluminós 2 (LDR 2) quan rep llum.  
I3 → Fi de cursa. Tija 1 amagada. Activat.  
I4 → Fi de cursa. Tija 1 sortida. Activat.  
I5 → Fi de cursa. Tija 2 entrada. Activat.  
I6 → Fi de cursa. Tija 2 sortida. Activat.  
i3 → Fi de cursa. Tija 1 amagada. Desactivat.  
i5 → Fi de cursa. Tija 1 amagada. Desactivat.

Les Q, són les sortides corresponents als quatre motors:

Q1 → Motor cinta 1.  
Q2 → Motor cinta 2.  
Q3 → Motor tija 1.  
Q4 → Motor tija 2.

En aquest cas per saber si s'activarà o es desactivarà el motor trobem les lletres R i S:

R → (Reset) Desactivació.  
S → (Set) Activació.

Per poder fer-lo ha calgut estudiar el llenguatge de programació dle nostre autòmat, i el llistat de la figura 15 n'és el resultat. Aquest programa ha estat creat amb l'eina de software Zelio-Soft, que ens ha permès escriure el programa en un PC, i després passar-lo a l'autòmat a través del seu port sèrie RS-232.

També hem utilitzat dos temporitzadors per esperar des del moment que l'objecte passa per davant del sensor lluminós fins que es troba col·locat davant la tija. Els hem anomenat T1 i T2:

TT1 i T1 ———>Temporitzador tija 1 i cinta 1.

TT2 i T2 ———>Temporitzador tija 2 i cinta 2.

#### **4.4.- EXPLICACIÓ DETALLADA DEL PROGRAMA**

Al començament les dues tiges estan amagades i per tant el fi de cursa del final de la tija està activat. Aquests fins de cursa són I3 i I5, i com diu el programa, quan aquests estan activats els motors de les cintes estan en funcionament.

Quan la peça que circula per la cinta 1 és una peça petita, com ja hem dit abans, no es produeix cap alteració i tot segueix amb les mateixes funcions sense cap canvi. Ara bé, quan passa una peça mitjana, la llum és interceptada, en conseqüència el sensor LDR 1, no rep llum (I1).

El programa fa que, al interceptar-se LDR 1 (I1), s'activi el temporitzador 1 (TT1). El T1, té programat un temps de 0.6 segons, temps necessari perquè la peça es situï davant de la tija 1. Al cap d'aquest temps el motor de la tija 1 s'engegarà (SQ3). Per tant, la tija impulsarà la peça mitjana cap a la cinta 2 i, al mateix moment, al sortir la tija 1, el fi de cursa I3 passarà a estar desactivat, és a dir, i3, fet que provocarà que el motor de la cinta 1 s'aturi (RQ1).

La tija 1 arribarà al final del seu recorregut fins a arribar al fi de cursa el qual s'activarà (I4). L'activació de I4 provoca que el temporitzador 1 es desactivi (RT1) i a la vegada que el motor de la tija 1 (Q3), giri en direcció contrària (RQ3), per tant la tija 1 tornarà a la seva posició inicial i tornarà a activar el fi de cursa I3, llavors el motor de la cinta 1 tornarà a funcionar (SQ1).

Durant aquest procés de tornada de la tija 1, la peça mitjana ha arribat a la cinta 2, la qual segueix girant sense cap canvi ja que no li hem donat cap ordre i la peça mitjana no intercepta la llum del LDR2.

Pel contrari, si la peça és la gran, tot el procés es repeteix fins al punt que la peça arriba a la cinta 2 i la tija 1 torna a la seva posició inicial activant I3 i consegüentment el motor de la cinta 1 (SQ1). En aquest cas però, la peça gran intercepta la llum de la bombeta que va al sensor LDR2. El sensor lluminós no rep llum (I2), i aleshores el programa activa el temporitzador de la cinta 2 (TT2).

El temporitzador activat (T2) espera 4.2 segons (temps programat), perquè la peça es col·loqui just davant de la tija i llavors s'activa el motor de la tija 2 (SQ4). Quan la tija surt, desactiva el fi de cursa del darrere (i5), això provoca que immediatament el motor de la cinta 2 s'aturi (RQ2).

La tija acaba el seu recorregut impulsant la peça gran, al arribar al final del recorregut activa el fi de cursa (I6), i aquest dóna l'ordre de desactivar el temporitzador (RT2) i també provoca que el motor de la tija 2 canviï de sentit (RQ4), és a dir torna endarrere i acciona el fi de cursa del final de la tija 2 (I5) de manera que el motor de la cinta 2 torna a estar activat (SQ2).

Per tant, podem dir que ha realitzat tot un període complet i torna a estar en la seva posició inicial amb les dues cintes transportadores en funcionament i les tiges amagades.

## **5.-POSSIBLES APLICACIONS INDUSTRIALS.**

Una planta separadora d'objectes segons un criteri (com la grandària o qualsevol altre) pot ser útil en molts camps de la indústria. Naturalment, en cada cas caldrà incorporar-hi els canvis necessaris.

En els cas de comerços o grans superfícies comercials, podem suposar que hi poden arribar caixes de diferents grandàries. Un classificador semblant al selector LAIKA podria ser útil per separar les caixes de diferents grandàries de cara al seu posterior emmagatzematge i tractament.

Si en comptes d'un selector òptic hi incorporem un lector de codi de barres (amb un autòmat i un programa bastant més complex, naturalment), aleshores podrem separar els productes seguint criteris diferents de la grandària, la qual cosa obre tot un món de possibilitats.

També es pot aplicar, per exemple, a plantes de reciclatge, on es poden separar residus per grandària, o també per tipus de material, tot i que, en aquest darrer cas també caldria incorporar-hi els sensors adequats.

Si els sensors lluminosos són de molta precisió, el projecte també és aplicable al control de qualitat. Per exemple, un objecte més gran o més petit de la mida prevista, pot ser separat per desestimar-se o bé per atorgar-li un grau de qualitat menor.

Aquestes no són les úniques possibilitats d'aplicació del projecte, però hem procurat donar algunes idees perquè es vegi que el projecte té una utilitat pràctica, i que, per tant, aquest treball de recerca va molt més enllà de l'àmbit del pur treball teòric.



## **6.- CONCLUSIONS:**

En aquest projecte hem pogut veure com els camps de l'electricitat, la mecànica, l'electrònica i la informàtica no són camps aïllats, sinó que, quan treballem en un procés industrial cal combinar-los. Per poder fer això cal que els enginyers encarregats del disseny d'automatismes tinguin coneixements de totes les matèries implicades, per tant, un enginyer no s'ha de limitar a una sola especialitat, sinó que cal que tingui coneixement de les altres branques de l'enginyeria. En un gran projecte industrial sempre estan involucrats tots els aspectes de la enginyeria per això és necessari que treballin en grup agafant els especialistes adequats per a cada camp.

Un dels meus objectius al iniciar el treball era adquirir coneixements relacionats amb la tecnologia. Amb aquest treball, apart d'haver après molts conceptes relacionats amb mecànica, electrònica i electricitat, una de les coses que potser més em serviran d'aquí en endavant i que he après durant l'elaboració del projecte, és aconseguir trobar solucions a tots els inconvenients, he après a buscar un ventall ampli d'opcions i escollir l'opció més convenient en cada cas resolent tots els petits entrebancs que sorgien durant l'elaboració del prototip, ja que per molts dissenys i planificacions que es facin, sempre sorgeixen nous imprevistos i s'ha de ser capaç de reaccionar resolent l'adversitat.

Tot i que en moments pensava que em complicava massa intentant fer un treball d'aquestes característiques, crec que val la pena intentar superar els reptes. Realitzant aquest projecte he obtingut moltes coses positives, moltes coses que m'han fet aprendre i pensar. A més he encaminat el meu futur, ja que l'elaboració d'aquest treball m'ha resolt els dubtes de si estudiar Enginyeria Industrial, carrera que espero començar el curs que ve.