SELECCIÓ DE MATERIALS MITJANÇANT UN SISTEMA ELECTROPNEUMÀTIC

Sistemes de sensorització per aconseguir la distinció entre quatre materials diferents.

ÍNDEX

Pàgs.

1. Introducció..... 2 – 7

- Motivacions..... 2 - 3
- Objectius ..... 3 - 4
- Limitacions..... 4 - 5
- Estructura..... 5 - 6
- Bibliografia ..... 6 - 7
- Metodologia..... 7

2. Desenvolupament del marc teòric..... 8 - 42

- Estructura inicial..... 8 - 9
- Investigació del circuit d'entrada..... 10 - 16
- Investigació del circuit de control..... 17 - 19
- Investigació del circuit de sortida..... 20 - 25
- Investigació d'un projecte pràctic..... 26 - 42

3. Desenvolupament del marc pràctic..... 43 - 85

- Primera línia de treball..... 43 - 53
- Segona línia de treball..... 54 – 84
- Altres possibles línies de treball..... 85

4. Conclusió..... 86 – 88

5. Annex..... 89 - 110

- Programació del PLC..... 90 - 102
- Disseny gràfic del projecte definitiu (segona línia de treball)..... 103
- Esquema pneumàtic..... 104
- Esquema elèctric..... 105 - 109
- Disseny gràfic de la primera línia de treball..... 110

6. Bibliografia..... 111

INTRODUCCIÓ

Motivacions:

→ Perquè he triat fer aquest projecte.

Durant l'any que vaig cursar el primer de batxillerat tecnològic, quan vàrem treballar el tema de la pneumàtica em vaig interessar molt en el tema. És cert que dins d'una assignatura hi ha temes que et sorprenen més o t'intriguen més, són aquells que et donen més ganes de superar-te i saber-ne més, doncs bé, aquest fou el meu cas en el camp de la pneumàtica. He d'admetre que l'electrònica també em motiva molt, i es pot dir que també em va impressionar tant com la pneumàtica, per tant, un cop vaig descobrir que entre la pneumàtica i l'electrònica hi havia una possible connexió, em vaig plantejar ràpidament que amb els conceptes obtinguts en ambdues temàtiques podien resultar el meu treball de recerca. Però, sobretot, ja des d'un inici, volia aprofundir més en els dos camps, per tant, el tema del meu treball de recerca va començar a tenir més cos a mida que m'ho plantejava.

El més difícil va ser trobar el projecte en sí que volia dur a terme, és a dir, l'objectiu del treball. L'únic que tenia clar era que volia fer un procés industrial a partir de components electropneumàtics, però del resultat final en tenia una idea més aviat borrosa i confusa. Amb l'electropneumàtica es pot arribar a fer infinitat de projectes, i és per això que no tenia gaire clar què fer. Per això, el primer que se'm va acudir de fer va ser mirar a Internet altres projectes electropneumàtics per tenir almenys una idea sobre possibles processos industrials i conèixer diferents tipus de sensorització i mecanització d'un projecte com el que jo tenia pensat fer. A partir d'aquí vaig començar a plantejar-me un possible projecte que tractés sobre distinció de materials, però no va ser fins quan em vaig entrevistar amb el tutor que vaig concretar què era ben bé el que volia fer.

Vaig decidir, finalment, de fer un projecte de selecció de materials com ara ampolles de plàstic, ampolles de vidre verd i transparent i llaunes. El tutor també em va recomanar d'aprofundir, també, en el camp de la sensorització en sí que utilitzaria

en el projecte i aquella proposta em va agradar perquè el sensors són materials molt importants per a l'automatització i un tema, també, molt interessant. La última part va ser decidir quin tipus de control utilitzaria per al projecte, però aquest tema va estar resolt ràpidament ja que em va ensenyar un projecte anterior d'un alumne fet amb un control electrònic i després em va recomanar que el control el fes amb un PLC, que és un petit ordinador que és programable per fer unes funcions determinades com a element de control i, al cap i a la fi, aquest mètode resulta molt més ràpid, eficaç i modern que el sistema del cablejat electrònic, així que vaig triar d'utilitzar aquest control.

→ El perquè del títol escollit.

Sempre he pensat que el títol és una cosa que s'ha de triar un cop tens molt clar sobre què vas a parlar, per tant no el vaig escollir fins que vaig tenir una entrevista amb el meu tutor de treball de recerca i vaig sortir amb una idea clara sobre què tractaria el meu treball i com el portaria a terme. Un cop definit el cos del treball, el títol va ser una conseqüència ràpida que trobo que engloba tot allò en el que he treballat en el meu projecte, i definitivament havia de ser aquest: Selecció de materials mitjançant un sistema electropneumàtic. I en el subtítol em volia centrar en elements molt importants dins del meu projecte, que són els sensors, perquè sense aquests, el meu treball de recerca no podria portar-se a terme: Sistemes de sensorització per aconseguir la distinció entre quatre materials diferents.

Objectius:

→ Objectius i requisits que es volen aconseguir amb el treball.

Com ja ho diu el nom de la hipòtesi, el que es vol aconseguir amb aquest treball és poder aconseguir una màquina que dugui a terme un procés industrial que distingeixi quatre tipus diferents d'elements. Aquest tipus de procés pot resultar vertaderament útil sobretot per empreses de reciclatge, ja que hi ha una clara separació entre envasos, plàstics i vidres de diferents colors.

L'apartat de la sensorització és aquell més clau en el meu treball, és allà on centro tots els esforços ja que, sense els sensors, sería impossible establir la connexió entre el món físic i el món electrònic, i la meva hipòtesi es centraria en trobar un bon sistema de sensorització que pogués dur a terme el meu projecte.

L'objectiu principal es basa en trobar el sensor més adequat per a distingir cada tipus d'element perquè acabin separats i diferenciats correctament. Aquest objectiu és un procés d'investigació que requereix conèixer el pros i els contres de cada possible sensor a utilitzar amb cada tipus de material diferent i finalment consta en l'elecció d'aquell sensor més adequat tenint en compte tant la disponibilitat, l'eficàcia i el rendiment.

Un altre dels objectius que tinc plantejat d'aconseguir amb aquest projecte és conèixer millor com es duu a terme un procés industrial començant des dels seus inicis fins al final. També vull aprofundir i investigar tant en el camp de l'electropneumàtica com en de la sensorització.

Finalment, un dels altres molts requisits que vull complir portant a terme aquest projecte és saber com funciona el sistema de control amb PLC (Control Lògic Programable), ja que anteriorment n'havia sentit a parlar però fins al moment no n'havia tingut oportunitat de saber com funcionava.

Limitacions:

→ Limitacions a l'hora de plantejar-se com dur a terme el projecte.

La principal limitació que he trobat tot just començar el projecte és el fet que, des d'un bon principi, tenia pensat de fer un circuit electropneumàtic força complex i amb una gran quantitat d'elements pneumàtics, però no disposo d'aquesta quantitat de material, per tant, m'he de limitar amb allò del que puc disposar per a fer la pràctica del meu projecte.

Tot i així, he tingut sort perquè no tan sols tinc accés al material escolar, sinó que, a més, també puc disposar de material que em proporciona el meu pare per a dur a terme la pràctica, és per aquesta raó que he decidit portar a terme la part pràctica del

projecte a casa, ja que trobo que disposo de més recursos que no pas al centre educatiu, ara bé, sense deixar de tenir en compte la opinió del meu tutor de treball de recerca ni tampoc el seu seguiment respectiu.

Estructura:

→ Presentació dels apartats.

Just quan vaig començar a escriure l'esborrany, em vaig decidir de separar els apartats del treball en tres fases: la introducció, el desenvolupament i la conclusió.

- A **la introducció** és on explico la raó d'aquest treball, la motivació per la qual l'he volgut portar a terme, les seves limitacions, l'objectiu i els requisits que vull complir amb aquest i, entre altres coses, també el perquè del títol escollit.
- **El desenvolupament** és el cos del treball, on explico tots els processos que m'han portat a la realització definitiva del treball pràctic. Aquest, està dividit en dos parts, el desenvolupament del **marc teòric**, on parla dels següents processos: la investigació del circuit de potència (és on explico quins diferents tipus de sensors podrien utilitzar-se per al projecte tenint en compte l'estructura dels diferents materials, el seu perquè i els avantatges i inconvenients de cada tipus de sensor per a cada material i definir quin és el més adequat a partir d'aquests.) i la investigació del circuit de control (és on porto a terme l'estudi dels dos tipus de sistema de control a utilitzar: PLC o circuit electrònic, i on estableixo els avantatges i inconvenients de cadascun. Finalment determino, a partir de l'estudi, les raons per les quals he triat el PLC). La segona part és el desenvolupament del **marc pràctic**, on explico els següents processos: les diferents línies de treball (és on es fa un seguit de dissenys del projecte tenint en compte les diferents idees o propostes que he fet durant tot el procés però que he cambiat o m'he decantat per una d'altra perquè tenien alguna mancança); i el procés de construcció del prototip (s'hi explica els diferents passos portats a terme per a arribar a fabricar el model del projecte).
- **La conclusió** és l'apartat en el qual em pregunto si el projecte pràctic obtingut, un cop acabat, compleix els requisits establerts en un principi, i si no és així,

explico que pot haver fallat i les possibles amplicacions i/o millores que es podrien fer després d'haver acabat de construir el projecte pràctic. Aquest apartat, evidentment, sorgeix com una conseqüència dels arguments exposats en el desenvolupament.

Bibliografia:

→ Comentari de la bibliografia utilitzada.

He obtingut informació de llocs molt diversos. El primer cop que vaig buscar informació va ser per saber més sobre processos pneumàtics complexos, i vaig trobar evident que el millor lloc on trobar informació per poder observar un gran nombre de processos pneumàtics de tot tipus era, sens dubte, Internet, i més concretament la web de vídeos curts amb més èxit anomenada YouTube. No em pensava que trobaria tanta informació, perquè un cop vaig haver escrit al buscador "pneumàtica", la pantalla es va disparar i un milió de possibilitats se'm van obrir davant dels ulls. Vaig veure molts vídeos, cadascun amb un enginy i possibilitats diferents, i allò em va resultar vertaderament útil per a fer-me una idea principal de com faria el meu propi projecte.

Durant l'estiu també vaig poder anar a una planta industrial, on hi vaig treure, també, moltes idees pel meu circuit a partir d'una màquina amb elements basats en la pneumàtica i l'electrònica.

El meu tutor del treball de recerca, però, em va donar una web anomenada SoftCatalà on m'he pogut fer a la idea de com es programa un PLC, el sistema amb el qual duria a terme el circuit de control del meu projecte. També ell em va proporcionar un llibre de tecnologia industrial de segon de batxillerat just acabat el curs de primer de batxillerat perquè estudiés nous conceptes i elements de la pneumàtica que podrien resultar-me vertaderament útils.

Metodologia:

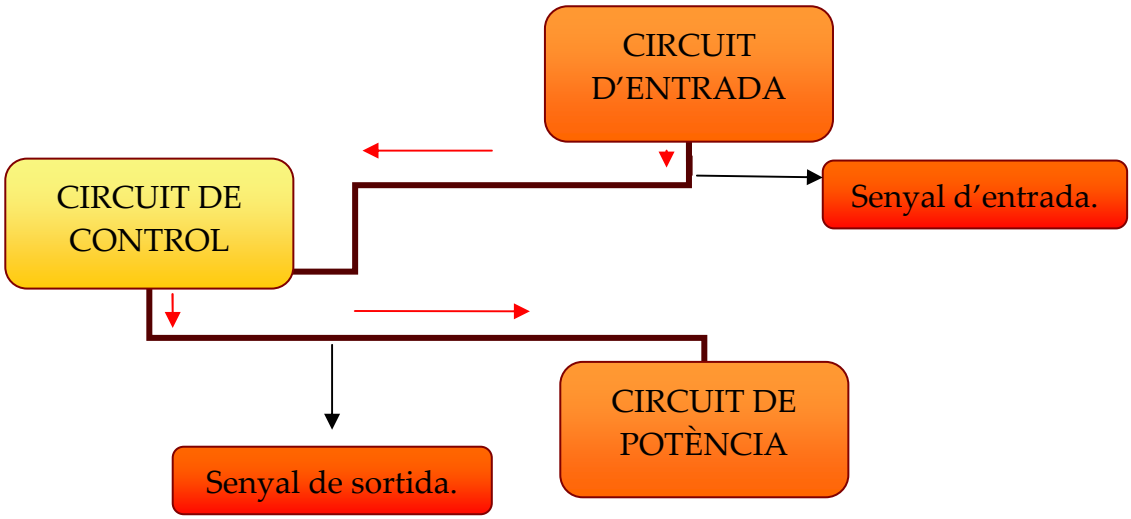
→ Metodologia emprada.

A l'hora de la cerca de la informació vaig pensar d'utilitzar no només una sola tècnica de recerca, sinó que vaig plantejar-me d'utilitzar-ne, com a mínim, dos

tècniques: la tècnica d'observació d'un disseny o una instal·lació, que en aquest tipus de recerca entra el fet d'haver visitat la planta industrial per a estudiar la màquina que fabrica condensadors amb elements pneumàtics i electrònics, però també els vídeos que vaig veure al YouTube podrien ser considerats d'aquest tipus de recerca; i la tècnica de cerca a internet, on he buscat informació referent als sensors i als elements pneumàtics que més informació necessitava recopilar-ne.

DESENVOLUPAMENT DEL MARC TEÒRIC

1. ESTRUCTURA INICIAL DEL PROJECTE.



→ EL CIRCUIT DE CONTROL

El circuit de control, o també anomenat sistema de control, és aquell conjunt d'elements que actuen en coordinació per dur a terme una acció dins d'un procés. Hi ha dos tipus de sistemes de control, el de llaç obert i el de llaç tancat, aquest últim es caracteritza perquè un cop el circuit està funcionant, s'analitza el resultat o la sortida, i si no compleix una consigna determinada el circuit de control n'és informat i manté el procés actiu fins que s'assoleixi la consigna. El circuit de control que podem observar en l'estructura del meu projecte, en canvi, és de llaç obert, ja que en cap moment es compara la senyal de sortida amb la senyal d'entrada, és a dir, que el sistema de control no supervisa que el resultat o la sortida del procés sigui el correcte.

→ EL CIRCUIT D'ENTRADA

És aquell circuit on es troben els elements que reben estímuls físics o químics del seu entorn, anomenats sensors, que converteixen en variables elèctriques (senyal de

corrent d'entrada) que fan arribar al circuit de control perquè aquest les assimili i les "tradueixi" digitalment o analògicament, perquè obtinguem el senyal de sortida que ens donarà el resultat del circuit electropneumàtic, és a dir, que aquest circuit té el propòsit que el sistema de control creï una resposta específica, la senyal de sortida.

En el meu circuit, el circuit d'entrada està format pels sensors que detecten quin dels quatre tipus de materials diferents dels que disposo són, i, per tant, aquests materials ja són diferenciats dels altres a través dels sensors.

→ EL CIRCUIT DE POTÈNCIA

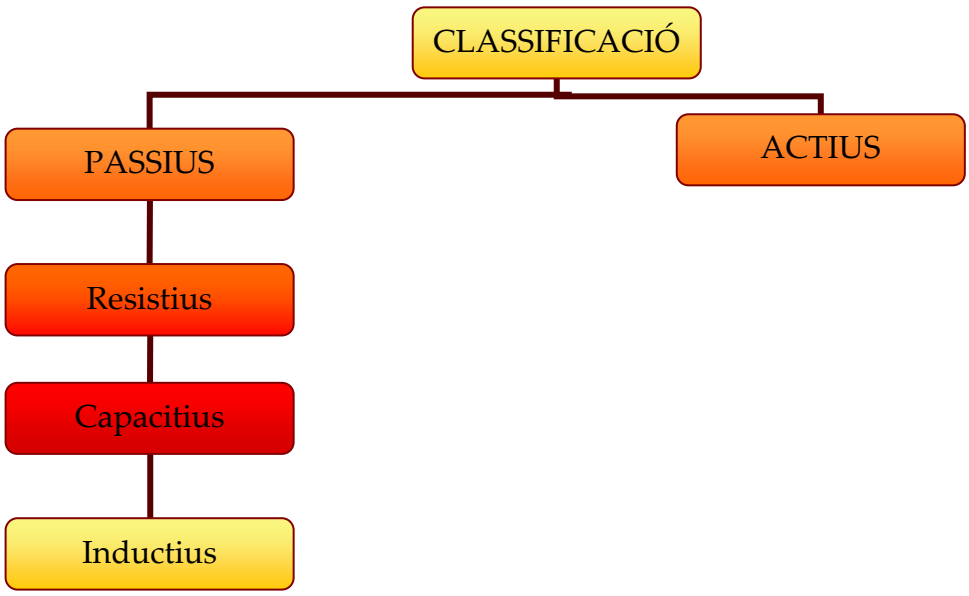
El circuit de potència està bàsicament manipulat per la resposta (la senyal de sortida) obtinguda pel sistema de control, que en aquest cas, al ser un sistema de llaç obert, no té relació amb la senyal d'entrada. La funció d'aquesta resposta o senyal de sortida, és bàsicament activar els diferents actuadors dels quals disposa el circuit de potència. En el meu circuit, els actuadors són els cilindres pneumàtics que, un cop reben el senyal que aquell material que està davant del cilindre pneumàtic és aquell que tenen que detectar, s'activen i el separen de la resta.

2. INVESTIGACIÓ DEL CIRCUIT D'ENTRADA.

Com ja he explicat anteriorment, el circuit d'entrada està format, bàsicament, per sensors. Per tant, per aconseguir que, en el meu treball de recerca, els quatre tipus de materials que el meu circuit vol distingir, s'ha d'utilitzar, com a mínim, un sensor per poder distingir-los. Però com que alguns materials tenen variables iguals, s'han d'utilitzar varis sensors per poder determinar amb exactitud quin material és quin i no haver-hi espai per a l'error.

→ ESTUDI DELS SENSORS

- Classificació de sensors:



- PASSIUS: necessiten una aportació energètica externa.
- Resistius: aquells que transformen la variació de la magnitud que es vol mesurar en una variació de la resistència elèctrica que posseeix. Exemple: un termistor.

- Capacitius: aquells que transformen la variació de la magnitud a mesurar en una variació de la capacitat d'un condensador. Exemple: un condensador.
- Inductius: aquells que transformen la variació de la magnitud que es vol mesurar en una variació de la inductància d'una bobina. Exemple: bobina amb nucli mòbil.
- ACTIUS: aquells sensors capaços de generar la pròpia energia.

- Característiques tècniques dels sensors:

- RANG DE MESURA: és el domini de la magnitud mesurada que pot aplicar-se en un sensor.
- PRECISIÓ: és l'error de mesura màxim esperat.
- SENSIBILITAT: és la relació entre la variació de la magnitud de sortida i la d'entrada.
- OFFSET o desviació del zero: és el valor de la variable de la sortida quan la variable d'entrada és irrisòria. Si el rang de mesura no arriba a valors irrisoris de la variable d'entrada s'estableix un altre punt de referència per establir l'*offset*.
- REPETITIVITAT: és l'error esperat a l'hora de repetir varis cops la mateixa mesura.
- RESOLUCIÓ: és la variació mínima de la magnitud d'entrada que es pot apreciar a la sortida.
- RAPIDESA DE RESPOSTA: pot ser un temps fix o dependre de quan de temps variï a mesurar-se la magnitud. Depèn de la capacitat del sistema per a seguir les variacions de la magnitud d'entrada.

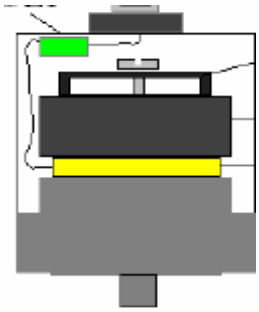
- Tipus de sensors:

- ACCELERÒMETRE PIEZOELÈCTRIC

Aparell que mesura l'acceleració dels moviments i n'estudia les conseqüències i els efectes. Els elements piezoelèctrics es troben comprimits per una massa, subjectada

a l'altre costat per una molla i, tot aquest conjunt, està dins d'una capsa metàl·lica. Quan el conjunt se sotmet a una vibració, el disc piezoelèctric es veu sotmès a una força variable proporcional a l'acceleració de la massa. Degut al efecte piezoelèctric es duu a terme un potencial variable que és proporcional a l'acceleració. Aquest potencial variable es pot registrar en un oscil·lòscop.

Un acceleròmetre també s'utilitza per determinar la posició d'un cos, ja que, al conèixer la seva acceleració en tot moment, es possible calcular els desplaçaments que té. Considerant que es coneixen la posició i la velocitat original del cos sota anàlisi, i sumant els desplaçaments mesurats es determina la posició.



- INTERRUPTORS DE FINAL DE CURSA

També anomenats sensors de contacte, els finals de cursa són el dispositius més simples, ja que bàsicament són interruptors que s'activen i desactiven si un objecte es posa en contacte amb aquest. D'aquesta manera, es reconeix la presència d'un objecte en un lloc determinat.

- COMPONENTS OPTOELECTRÒNICS (fibra òptica i infrarojos)

La optoelectrònica representa la unió entre els sistemes òptics i els electrònics, els components d'aquesta tecnologia són els quals el seu funcionament està relacionat amb la llum, i s'anomenen dispositus d'acoblament òptic.

Tipus:

1. LDR o Fotorresistor → és un resistor que pot variar el seu valor de resistència en funció de la llum, ja que quan l'envolta una gran intensitat de llum la resistència és baixa, i quan es troba a les fosques, la seva resistència augmenta i es torna considerablement alta.
2. Fotodíode → component electrònic sensible a una entrada òptica, ja que duen incorporada un connector de fibra òptica per permetre el pas de llum que acaba rebent la part sensible del dispositiu. Quan aquests elements es veuen polaritzats a la massa, la llum que entra al díode, que produeix un voltatge.
3. Fototransistor → aquest component electrònic funciona igual que un fotodíode, però aquest té la particularitat que la seva sensibilitat a la llum és molt més elevada degut al fet que, al incorporar transistors, aquest amplifica els electrons que s'obren pas pel díode.

- SENSORS DE PRESSIÓ

Aquests components estan basats en la deformació d'un element de plàstic, i el seu moviment sota l'acció del fluid és detectat per un transductor de petits desplaçaments, del qual s'obté la senyal elèctrica proporcional a la pressió.

- SENSORS DE FORÇA

La sensibilitat a la força es sol realitzar de forma indirecta, a partir de la detecció de petites deformacions que experimenta un sòlid sota l'acció d'aquesta força. Els sensors que detecten petites deformacions constitueixen els transductors de força.

- SENSORS DE POSICIÓ

1. Sensors LASER → s'utilitzen com detectors de distàncies per anàlisi d'interferències. El seu funcionament es basa en la superposició de dos ones de la mateixa freqüència, una és la directa i l'altre la reflexada. La directa l'envia el sensor directament cap a un mirall, on s'hi reflexa i els dos raigs es superposen de nou al separador. Quan un objecte s'interposa entre el raig i el mirall, i després es separa, es generen màxims i mínims a cada múltiple de la longitud de la ona de la llum del làser, és per això que la distància es calcula contant aquestes oscil·lacions.
2. Sensors ultrasònics → aquests emeten una senyal de pressió cap a l'objecte, la distància a la qual es pretén mesurar, i mesuren el temps que passa fins a la recepció de l'eco reflexat. El més conegut és el SONAR o sistema d'ecografia.

- SENSORS DE TEMPERATURA

N'hi ha de dos tipus, els sensors de temperatura de sistema de dilatació d'un fluid i els bimetàl·lics. Els de sistema de dilatació d'un fluid actuen quan es dilata el fluid contingut dins d'un capil·lar i aquest acciona un interruptor en miniatura. Els bimetàl·lics actuen directament al interruptor mitjançant l'efecte de diferència de dilatacions entre dues tires de diferents materials.

D'altres sensors de temperatura també són els detectors de temperatura per resistència (RTD) i els termistors.

- SENSORS MAGNÉTICS

Tipus:

1. Mecànics o "reed" → s'utilitzen amb voltatges molt petits, i poden utilitzar-se com indicadors de posició per PLCs, per indicador de posició de cilindres pneumàtics d'èmbol magnètic i per bobines dels relés.
2. Electrònics o "d'efecte Hall" → aquests són semiconductors i s'utilitzen per als codificadors o "encoders".
3. Transformadors lineals variables o "LVDT" → aquests, proporcionen una lectura de posició, utilitzant la inductància mútua entre dos bobines. Un nucli magnètic mòbil acopla el voltatge de CA, i, quan el nucli es troba en mig de les dues bobines i es mou a escala positiva, la senyal de fase d'entrada creix, i a viceversa quan el nucli es mou en escala negativa.

NOTA: En el meu projecte definitiu (la segona línia de treball), aquest tipus de sensor l'utilitzo per al sensor de pes, el sensor que detecta la llauna i també els sensors de finals de cursa de tots els cilindres. Com que són magnétics, s'encarreguen de detectar qualsecvol tipus de material fèrric, i aquesta particularitat els fa ser els perfectes candidats per el tipus de sensorització del meu projecte.

- SENSORS FOTOELÈCTRICS

Aquests sensors s'utilitzen molt en les indústries, ja que reemplacen les palanques mecàniques per raigs de llum, d'acord amb les lents óptiques empleades. Funcionament: totes emeten un raig de llum, el qual, si detecten un canvi en la llum rebuda pel fotodetector, operen segons com estiguin programats. Els fotodetectors són fotodíodes o fototransistors.

Tipus:

1. Sensors de transmissió directa → quan hi ha un receptor i un emisor apuntant-se mútuament. **NOTA:** aquest sensor fotoelèctric de transmissió directa és el que utilitzo en el meu projecte pràctic definitiu, i s'encarrega de fer la funció de distingir els vidres de color fosc amb els vidres transparents.
2. Sensors Reflex → quan la llum es reflexa per un reflector que torna la llum en el mateix angle del que la rep.
3. Sensors Reflex polaritzats → són iguals que els anteriors, però aquests tenen la particularitat que l'emissor té una lent que polaritza la llum en un sentit i el receptor en l'altre que la rep mitjançant una lent a 90º de l'emissor.
4. Sensors de Focus Fix → quan la llum es reflexa de forma difusa per l'objecte i és detectat pel fet que el transistor i el receptor estan acoplats, de manera que eviten la interferència de fons.
5. Sensors de detecció difusa → són iguals als de Focus Fix amb la excepció que les lents que utilitza són divergents i detecten objectes molt pròxims.
6. Sensors de Fibra Òptica → quan l'emissor i el receptor estan construïts conjuntament en una caixa que pot estar a varis metres de l'objecte a detectar. Per aconseguir-ho, utilitzen cables de fibra òptica per on circulen els raigs de llum emesos y rebuts.

3. INVESTIGACIÓ DEL CIRCUIT DE CONTROL

Des del principi que el meu tutor de treball de recerca, em va aconsellar que el circuit de control que emprés fos el PLC. L'altre manera de controlar el meu circuit electropneumàtic podria haver estat un circuit electrònic, i a partir d'aquí vaig qüestionar-me quin tipus de circuit de control seria el més adequat per al meu projecte.

→TECNOLOGIA D'AUTOMATITZACIÓ CABLEJADA.

- Característiques: Aquest tipus de circuit està format bàsicament per un cablejat i uns components electrònics que estan connectats d'una manera específica segons el tipus de control que es vulgui fer. Els components electrònics als que el cablejat n'és depenent, alguns s'utilitzen per a detectar senyals d'entrada i altres de sortida, i els de sortida actuen segons les característiques a les que els components d'entrada es relacionin amb els de sortida (el tipus de component i la manera que estiguin connectats al circuit). Aquest tipus de circuit és el més simple i en l'actualitat només s'utilitzen per a controlar coses específiques, i per fer un circuit automàtic que controli moltes variables s'utilitzen tecnologies més avançades com ara el PLC.

- Avantatges:

1. La gran disponibilitat del material necessari, ja que és fàcil de trobar i d'un cost baix.

- Inconvenients:

Per fer un circuit amb moltes variables com el del meu projecte, utilitzar un sistema com aquest resultaria molt complicat i poc manejable perquè:

1. La gran quantitat de cablejat dificultaria la visió ordenada i esquemàtica del circuit.

2. Per canviar qualsevol element o procés durant el muntatge seria realment complicat ja que el circuit s'hauria de redissenyar i tornar a muntar altre cop partint des del inici.

3. El cablejat ocupa un espai considerable.

4. El temps de l'elaboració del projecte és força elevat.

→TECNOLOGIA D'AUTOMATITZACIÓ PROGRAMABLE: el PLC (Control Lògic Programable).

- Característiques: és un autòmat programable o, també, màquina electrònica que està dissenyada per fer automatismes combinacionals i seqüencials. Aquest representa un equip electrònic de control que té un programari que s'emmagatzema prèviament en una memòria a través d'un ordinador, i a partir d'aquest, l'autòmat governa els senyals de sortida a partir dels senyals d'entrada. Aquests senyals es cablen directament en els borns de connexió del PLC.

- Avantatges:

1. Es pot modificar el circuit sense haver de canviar la xarxa de connexions ni afegir-hi dispositius.

2. Ocupa un espai reduït.

3. El temps amb el que s'elabora el circuit es redueix.

4. El cost de la mà d'obra de la instal·lació es redueix.

5. Es pot governar, a partir d'un únic autòmat, diferents màquines.

6. El cost del manteniment es redueix, ja que la fiabilitat del sistema augmenta, i la resolució d'avaries, a més, resulta més ràpida.

7. El PLC o autòmat es pot reutilitzar. Si la màquina s'avaria, el PLC pot desprogramar-se i utilitzar-se en qualsevol altre automatisme.

- Inconvenients:

1. Es necessita un personal amb un grau de formació per programar-lo i fer-ne el manteniment.

→DETERMINAR LES RAONS PER LES QUALS HE TRIAT EL PLC COM A CIRCUIT DE CONTROL.

Vaig decidir utilitzar el PLC com a circuit de control des d'un bon principi no només pel fet que el meu tutor del treball de recerca m'ho va proposar i aconsellar, sinó també pel fet que, al haver investigat entre les dues possibilitats que tinc per a controlar el meu circuit, he descobert que el PLC és una solució molt més ràpida, eficaç i manejable que el cablejat en sí. A més, els avantatges que em proporciona el fet d'utilitzar un PLC resulten ser més convenients que les que em proporciona el circuit electrònic.

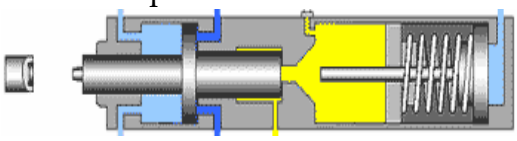
4. INVESTIGACIÓ DEL CIRCUIT DE SORTIDA: LA PNEUMÀTICA.

4.0. Introducció a la Pneumàtica.

La Pneumàtica és la branca de la tècnica que es dedica a l'estudi i a les aplicacions pràctiques de l'aire comprimit. Aquest aire s'agafa directament de l'atmosfera y se'n redueix el volum a pressió en un compressor.

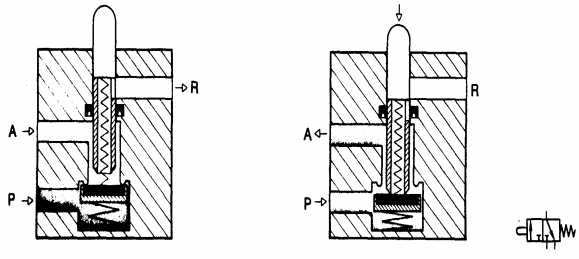
El compressor és un element que funciona com una bomba d'aire comprimit accionada normalment per un motor elèctric, i aquest aire s'emmagatzema en un receptacle anomenat receptor. A partir d'aquest, l'aire es pot conduir a través de vàlvules cap als cilindres, que són els components que s'encarreguen de realitzar una força o treball lineal a partir d'aquest aire.

Quan l'aire comprimit s'expandeix a l'interior del cilindre, augmenta la pressió i obliga a que l'èmbol es desplaci, proporcionant, d'aquesta manera, un moviment lineal i produint un treball mecànic.



Les vàlvules són uns components clau en la pneumàtica ja que tenen la missió de controlar el flux d'aire comprimit que entra i surt dels cilindres. Representen el sistema de control d'un circuit pneumàtic.

Es produeix la electropneumàtica quan l'accionament de les vàlvules pneumàtiques és elèctric.

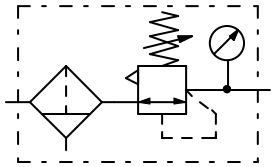


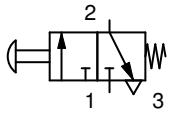
L'aplicació de la pneumàtica en sistemes tècnics, avui en dia, està realment molt utilitzada. Per exemple, s'utilitza en les portes dels autobusos i trens, i en la indústria s'utilitza molt sobretot per la seva capacitat de moviment lineal i les grans forces que pot arribar a crear,

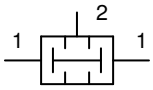
per això s'aplica molt en el camp dels muntatges automatitzats.

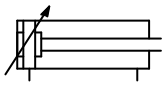
4.1. Principis fonamentals.

4.1.1. Organització dels sistemes pneumàtics.

Alimentació d'energia.	- Elements: Compressors, Acumulador d'aire a pressió, Válvula reguladora de pressió, Unitat de manteniment. 

Entrada de senyal.	- Elements: Válvules accionades per una palanca amb rodet, barreres d'aire, válvules de vies amb pulsador . 

Processament de senyal.	- Elements: Válvules de víes, selectores, de pressió mixta i de pressió. 

Execució de les ordres.	- Elements: Cilindres, motors i indicacions òptiques. 

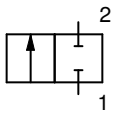
4.2. Simbologia.

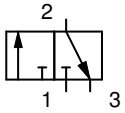
4.2.1. Unitat d'alimentació d'energía.

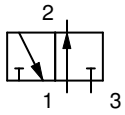
- Alimentació: Compressors, dipòsits d'aire i fonts de pressió.

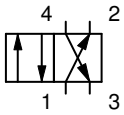
- Manteniment: Filtre, separadors d'aigua amb accionament manual, separadors d'aigua automàtics, lubricador i la vàlvula reguladora de pressió amb orifici de descàrrega regulable.

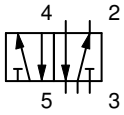
4.2.2. Vàlvules de vies.

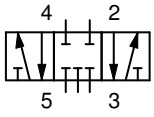
- Vàlvula 2/2*, oberta i en repòs. 

- Vàlvula 3/2, tancada i en repòs. 

- Vàlvula 3/2, oberta i en repòs. 

- Vàlvula 4/2. 

- Vàlvula 5/2. 

- Vàlvula 5/3. 

* Quan es parla d'una vàlvula, per exemple, 3/2, significa que té tres connexions i dos posicions de commutació.

4.2.3. Tipus d'accionaments.

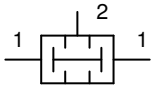
- Accionament per força muscular: per un polsador, per palanca, per padal.

- Accionament mecànic: per rodet, per un rodet d'un sol sentit, per retorn de molla.

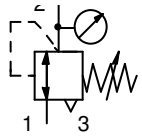
- Accionament per aire comprimit: per aplicació directa de pressió, per aplicació indirecta o semipilotat.

- Accionament electromagnètic: per un electroimàn, o per dos electroimans.

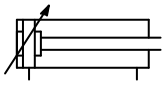
4.2.4. Vàlvules de tancament, de cabdal i de pressió.

- Vàlvules de tancament: antirretorn, selectora, de simultaneïtat, de escapada ràpida, d'estrangulació de retenció. 

- Vàlvules de cabdal: vàlvula d'estrangulació regulable.

- Vàlvules de pressió: de pressió ajustable amb o sense orifici d'escapada, de mando a pressió amb alimentació externa, limitadora de pressió. 

4.2.5. Elements de treball.



- Lineals: cilindre de simple efecte, de doble efecte (varis).

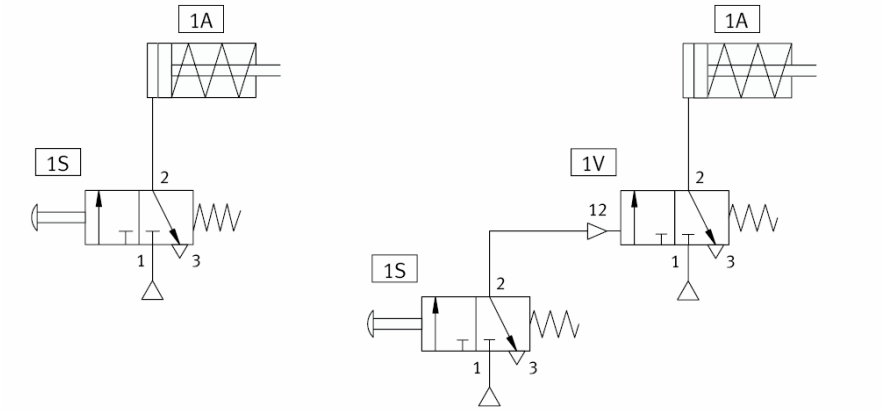
- Giratoris: motors (de volum costant o variable, i oscil·lant).

4.3. Esquemes.

4.3.1. Activació directa i indirecta.

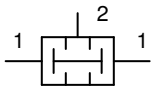
L'activació directa es veu en el dibuix de l'esquerra ja que el cilindre s'acciona a través d'una sola vàlvula directament connectada a una font de pressió.

L'activació indirecta es veu en el dibuix d ela dreta ja que el cilindre s'acciona a través de dos vàlvules diferents connectades a una font de pressió.



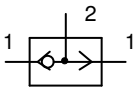
4.3.2. Vàlvula de simultaneïtat.

Amb aquesta vàlvula, dos diferents vàlvules estaràn connectades per separat en els terminals "1" de la vàlvula, i, fins de pels dos terminals no passi alhora la mateixa pressió d'aire, pel terminal "2" no en sortirà.



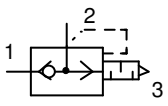
4.3.3. Vàlvula selectora.

Aquesta vàlvula, el que fa és encarregar-se de que només pot passar aire pel terminal "2" si ve aire d'un sol terminal "1", si passa aire pels dos terminals "1" alhora, llavors pel terminal "2" no en podrà passar.



4.3.4. Vàlvula d'escapament ràpid.

La funció d'aquesta vàlvula és deixar anar l'aire que prové del terminal "2" a la vàlvula pel terminal "3", i deixar passar amb normalitat l'aire que ve del terminal "1" a la vàlvula pel terminal "2".



5. INVESTIGACIÓ D'UN PROJECTE PRÀCTIC: Observació d'un disseny o instal·lació.

→ VISITA A UNA PLANTA INDUSTRIAL

El meu pare em va parlar de la possibilitat d'anar a visitar la planta industrial de l'empresa International Capacitors degut al fet que ell hi treballa i perquè em va explicar que feia molt poc havien acabat d'instal·lar una màquina que estava feta principalment amb components electropneumàtics. Vaig acceptar la proposta tant per l'interès com pel fet que em podria ajudar amb el treball de recerca.

Un cop vaig arribar a la planta industrial, em van fer un recorregut per tota aquesta, explicant-me tots els processos que s'hi duien a terme per arribar al producte final, un condensador, que la última fase constava en passar per la màquina que tant m'havien parlat i per la qual m'hi trobava allà.

La primera fase era agafar les matèries primeres i, a partir d'aquestes, fer bobines que passaven per diferents tractaments, entre d'ells, tèrmics. Seguidament, el següent pas consistia en col·locar les bobines esmentades en una màquina, també feta amb components electropneumàtics però que en aquell moment no es trobava en funcionament, en la que les bobines es sotmetien a una preparació per millorar la forma i les qualitats elèctriques.

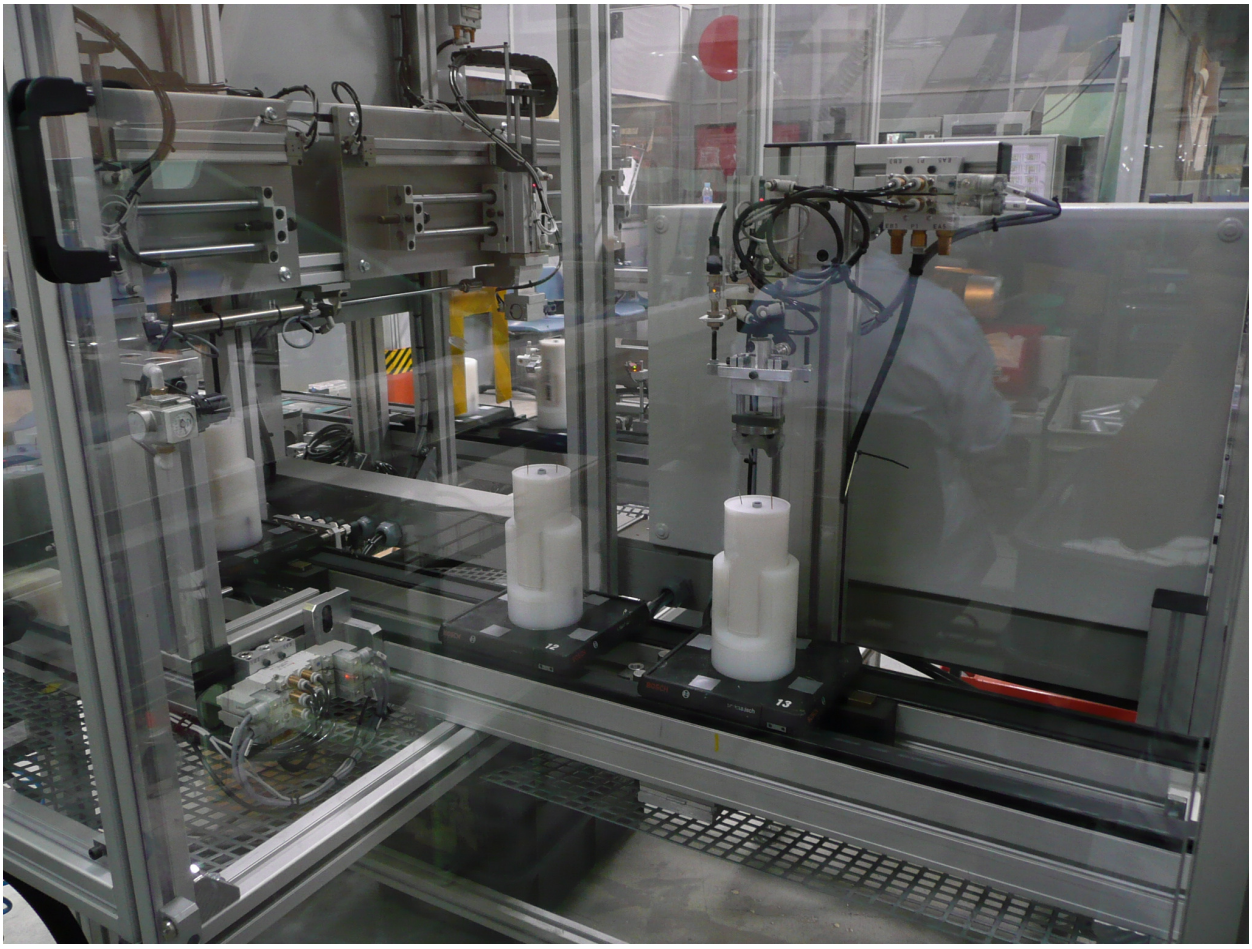
I, finalment, l'última fase tractava de preparar les bobines (anteriorment preparades i aquelles que la màquina havia classificat en bon estat) perquè passessin per la màquina que seria el meu objecte d'estudi. Per això, abans s'hi soldaven uns cables que acabarien essent els terminals del condensador en sí, i, tot aquest conjunt es ficava en un recipient de plàstic amb una tapa encara sense pressionar, i a partir d'aquí, el condensador a mig fabricar es col·locava en una cinta que els portava a la màquina, és a dir, la fase final de la construcció del producte.

- Explicació de la màquina electropneumàtica.

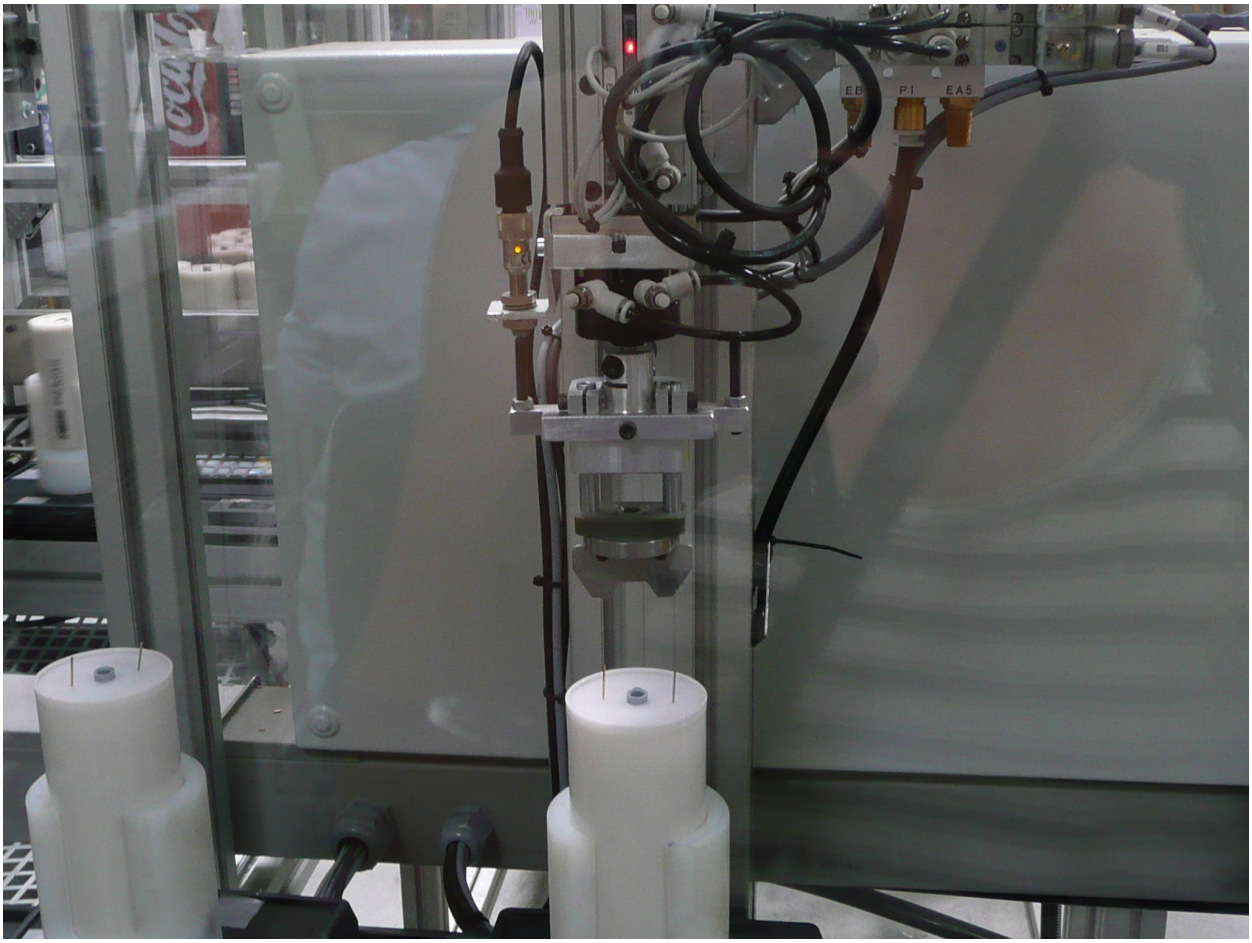
La **primera estació** del meu objecte d'estudi, ja que consistia d'unes vuit estacions, constava en què, un cop les bobines estaven col·locades dins dels seus respectius recipients de plàstic, un cilindre pneumàtic pressionava la tapa que encara estava a mig col·locar perquè el condensador estigués tapat del tot, ara bé, deixant els terminals i un forat per on seguidament entraria la resina sense tapar.

Després, un manipulador (conjunt de cilindres pneumàtics) amb moviment lineal tant vertical com horitzontal col·locava la bobina en una safata que es troba sobre d'una cinta transportadora i que s'atura gràcies a cilindres pneumàtics i sensors de presència en cada estació. I, a partir d'aquí, la safata conduïa a la bobina a la següent estació.

La **segona estació** consistia en col·locar els terminals de la bobina en una direcció determinada perquè en les estacions següents aquesta característica era imprescindible per al seu correcte funcionament. En aquesta estació, un cilindre amb moviment rotatori s'ocupava de col·locar els terminals correctament.

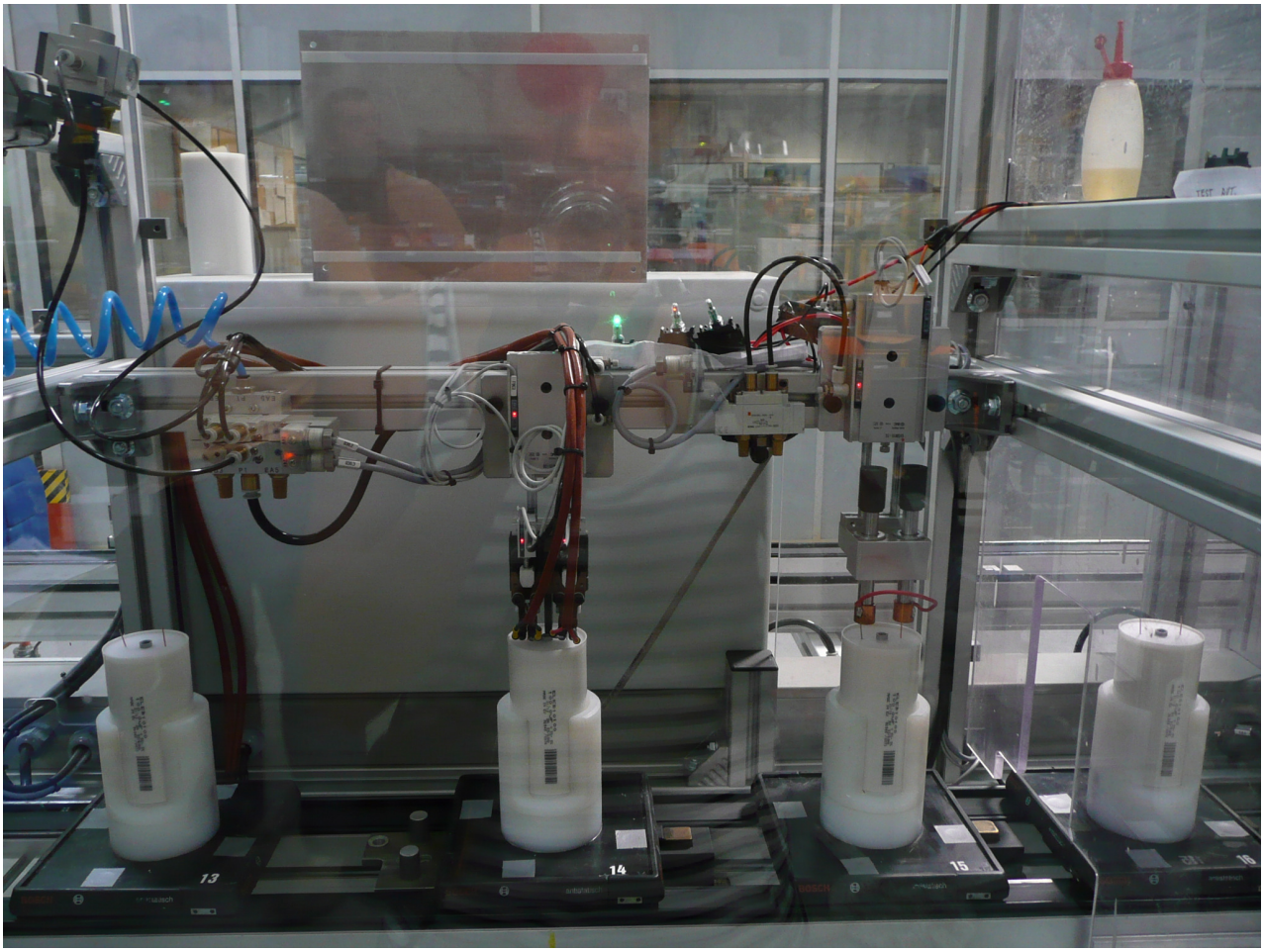


Una altra vista de la segona estació:

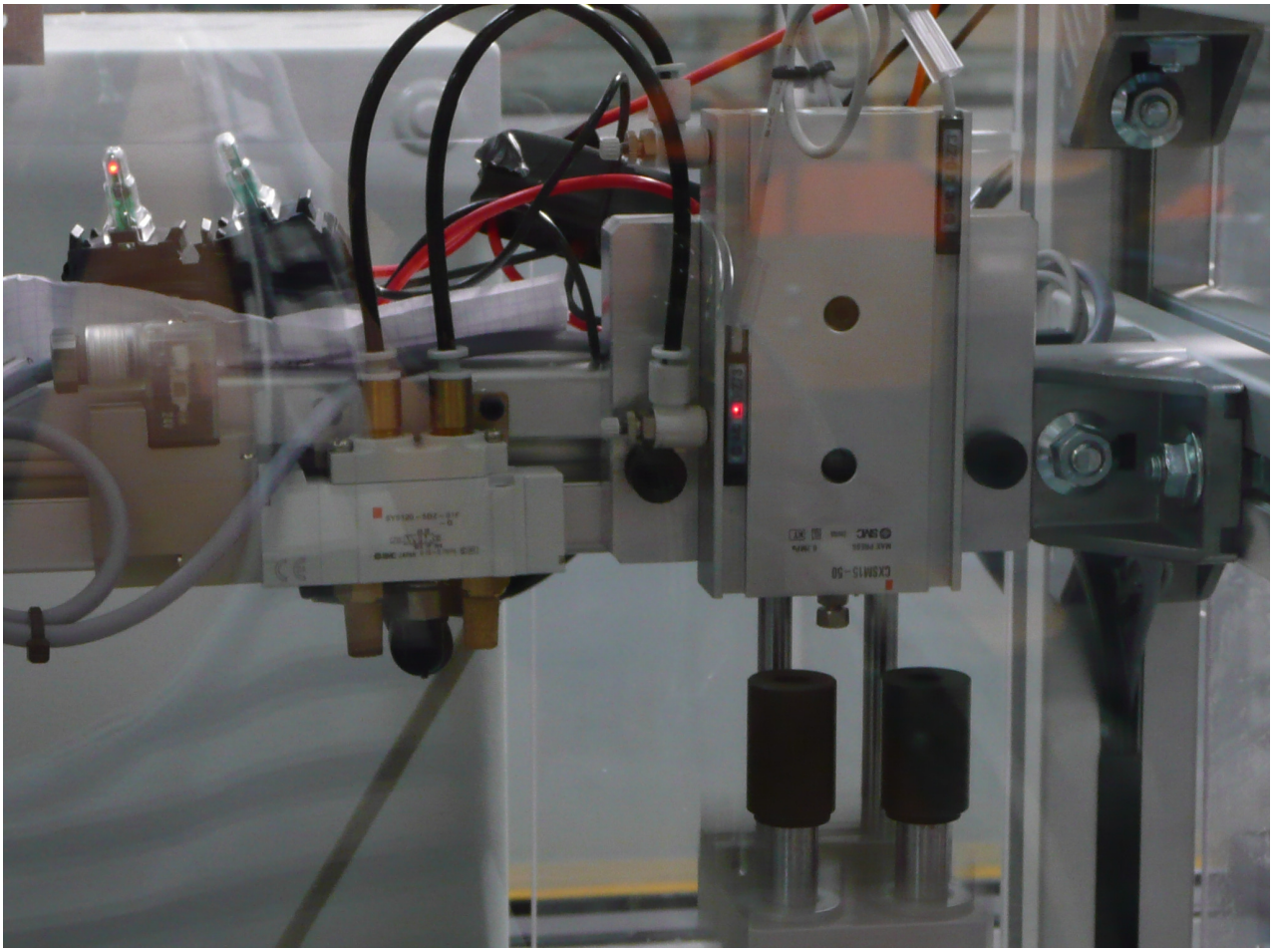


La **tercera estació** duia a terme el procés de tintatge, en el qual es marcava en el plàstic que cobria les bobines amb un codi de barres junt amb el tipus de condensador que era i el seu rendiment. En aquesta estació vaig poder comprovar que el moviment pneumàtic que s'hi utilitzava era que un cilindre col·locat verticalment, que "agafava" amb unes pinces les bobines, les pujava a una altura superior a on es trobava la màquina amb la tinta (tot això controlat amb tres sensors de presència), i, quan el cilindre baixava la bobina, aquesta màquina marcava el plàstic que la cobria.

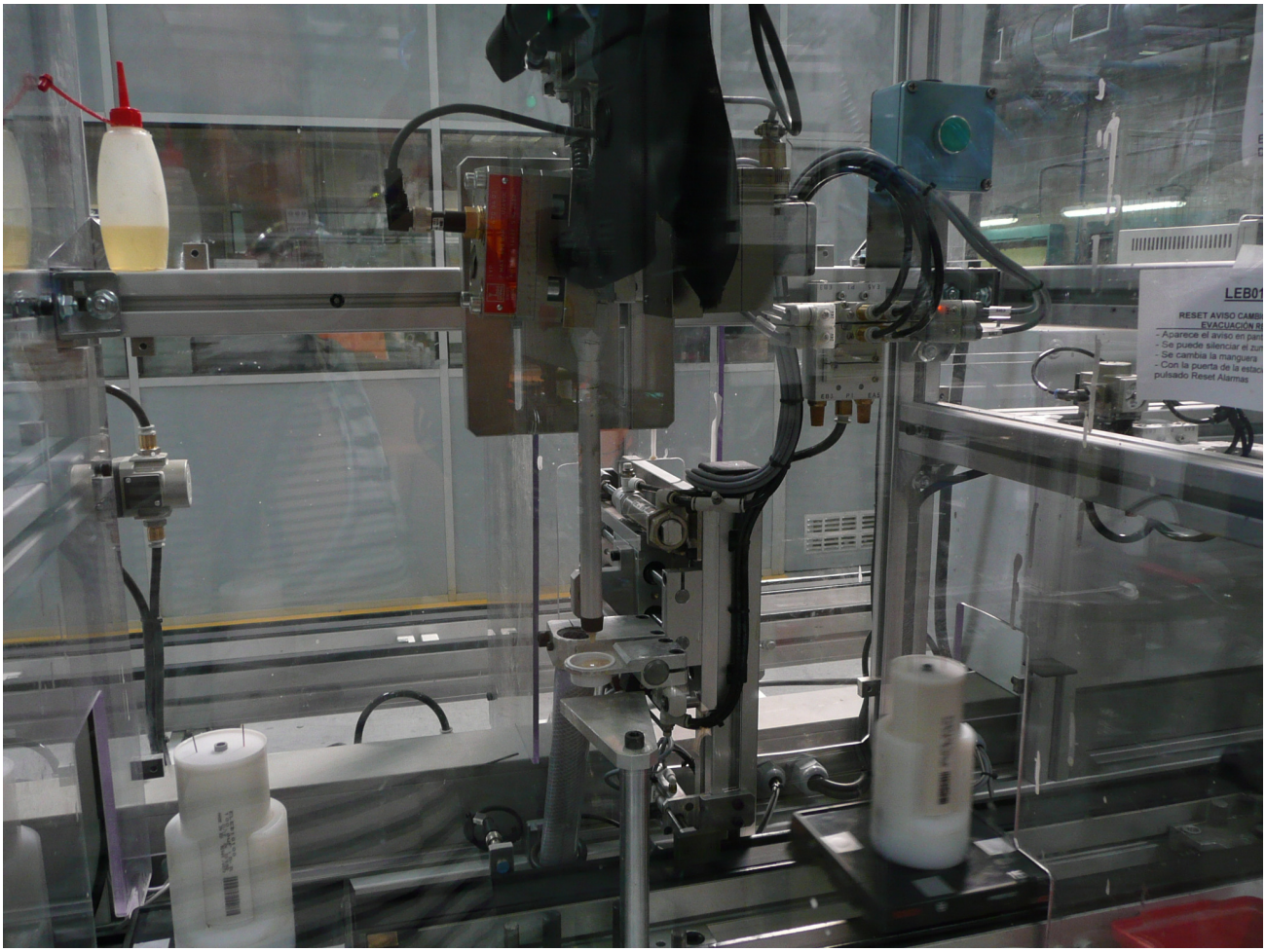
La **quarta estació** constava en dos fases, la primera en la qual, es sotmetia als terminals de la bobina una certa càrrega per a comprovar que funcionaven correctament, i la segona fase constava en que es treia tota la possible càrrega que quedés dins de la bobina amb dos altres terminals. Les dos fases de la quarta estació, em vaig fixar que en tant l'una com en l'altra, s'utilitzaven cilindres dobles amb la fi de poder treballar sobre els dos terminals de la bobina alhora.



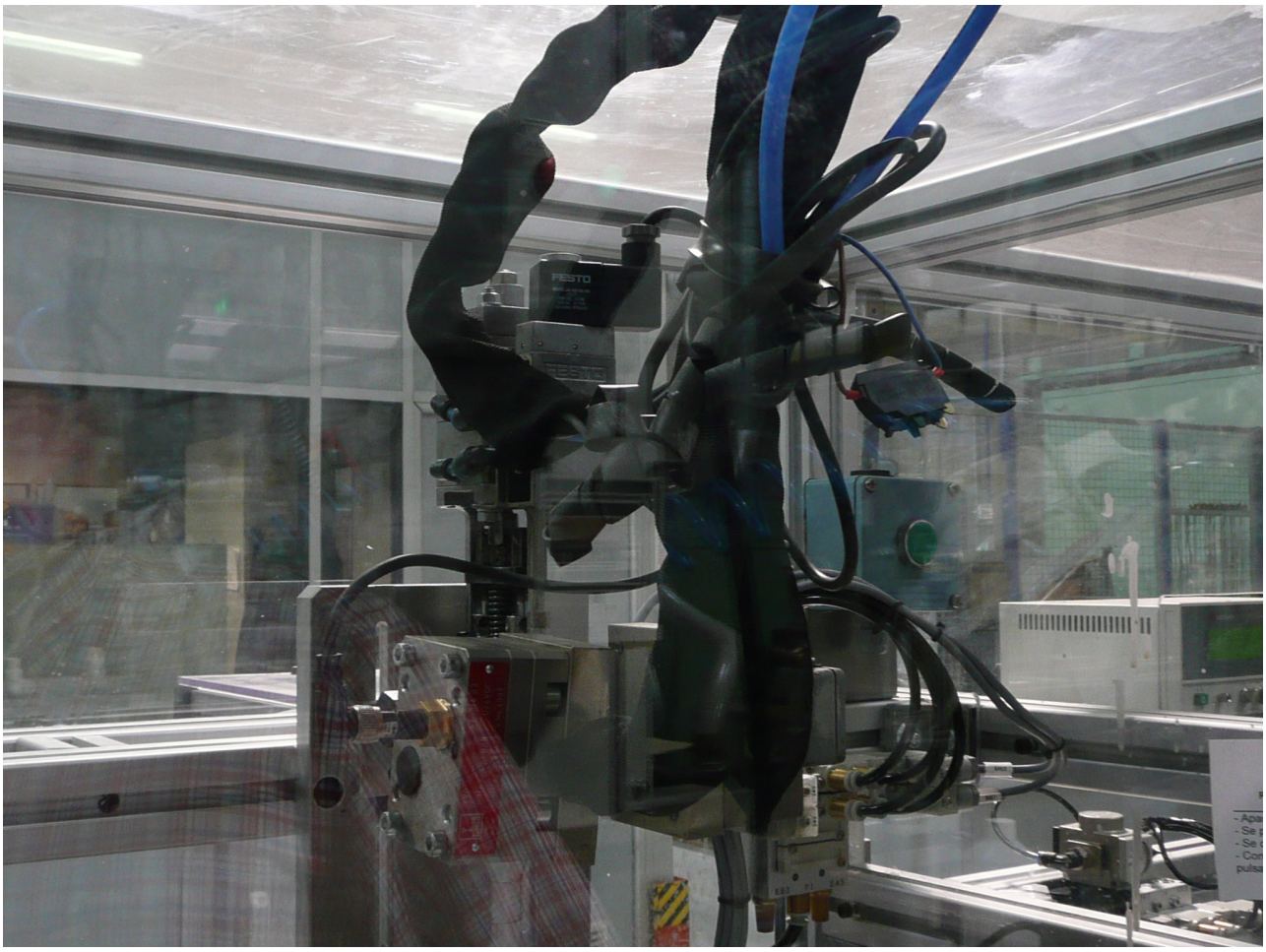
Segona vista de la quarta estació:



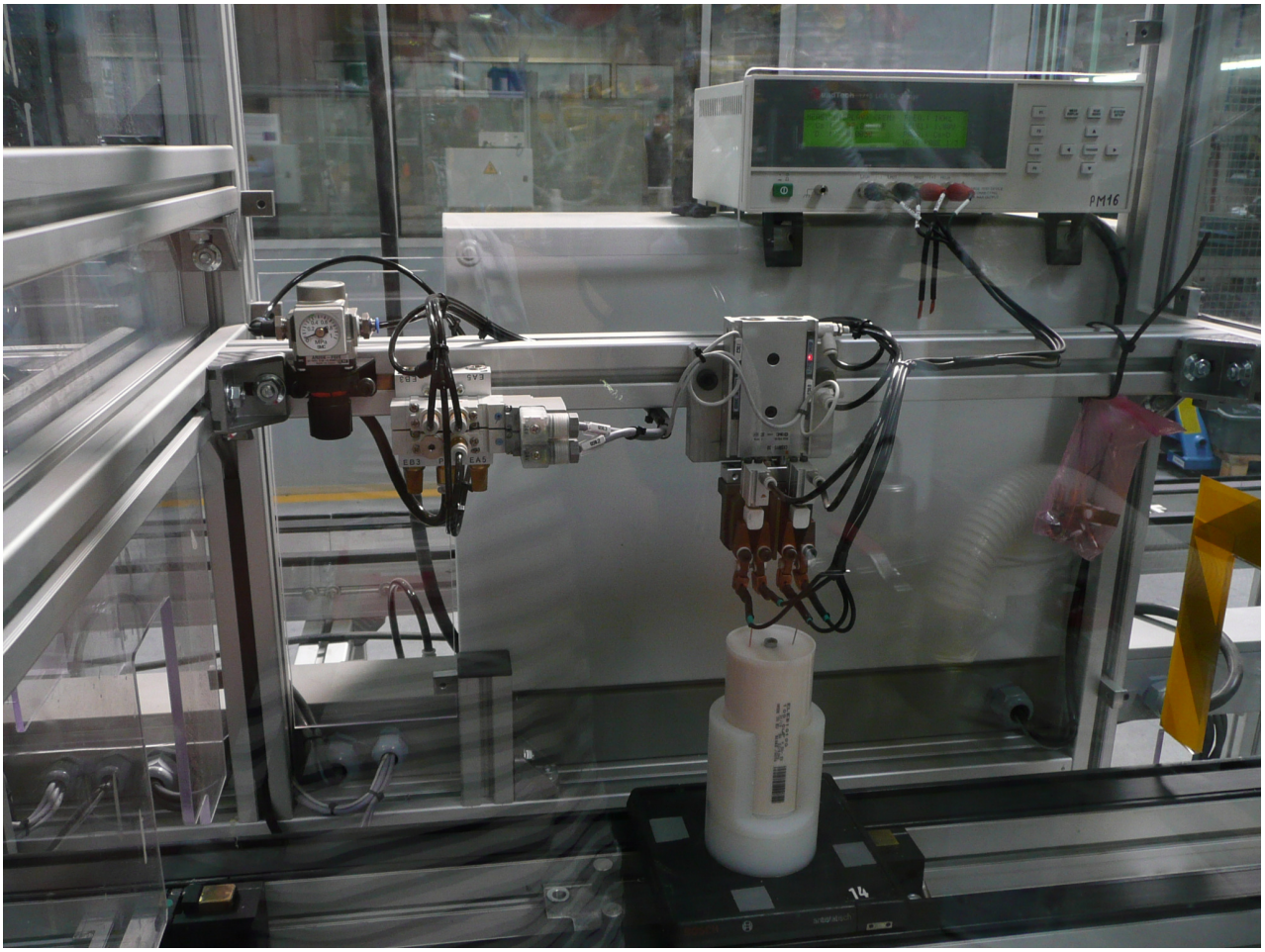
La **cinquena estació** era aquella amb més moviment pneumàtic i en la que vaig parar-hi més atenció. Constava en que, en el forat que es trobava a sobre de la tapa de plàstic, entre mig dels dos terminals, un tub que deixava anar aquella resina que tenia que cobrir els laterals de la bobina i que estigués amb contacte amb les parets interiors del plàstic, la introduïa per el forat esmentat i així, la resina, quedava perfectament col·locada entre els laterals de la bobina i el plàstic que la cobria.



L'activitat pneumàtica d'aquesta estació constava en què, un cop la safata col·locava la bobina davant de la maquinària, un doble cilindre l'empenyia des de baix, elevant així la bobina i des d'on el tub que tindria que introduir-hi la resina l'introduïa. Just quan el bobina ja es trobava recoberta de resina i d'aquest element ja se'n podia dir condensador, un grup de cilindres pneumàtics col·locaven a sota del tub un petit recipient per no permetre les possibles pèrdues de resina que aquest pogués dur a terme.



La **sisena estació** era on un doble cilindre amb uns terminals elèctrics es col·locaven en forma de pinça en els terminals del condensador per determinar la capacitat de pèrdues.

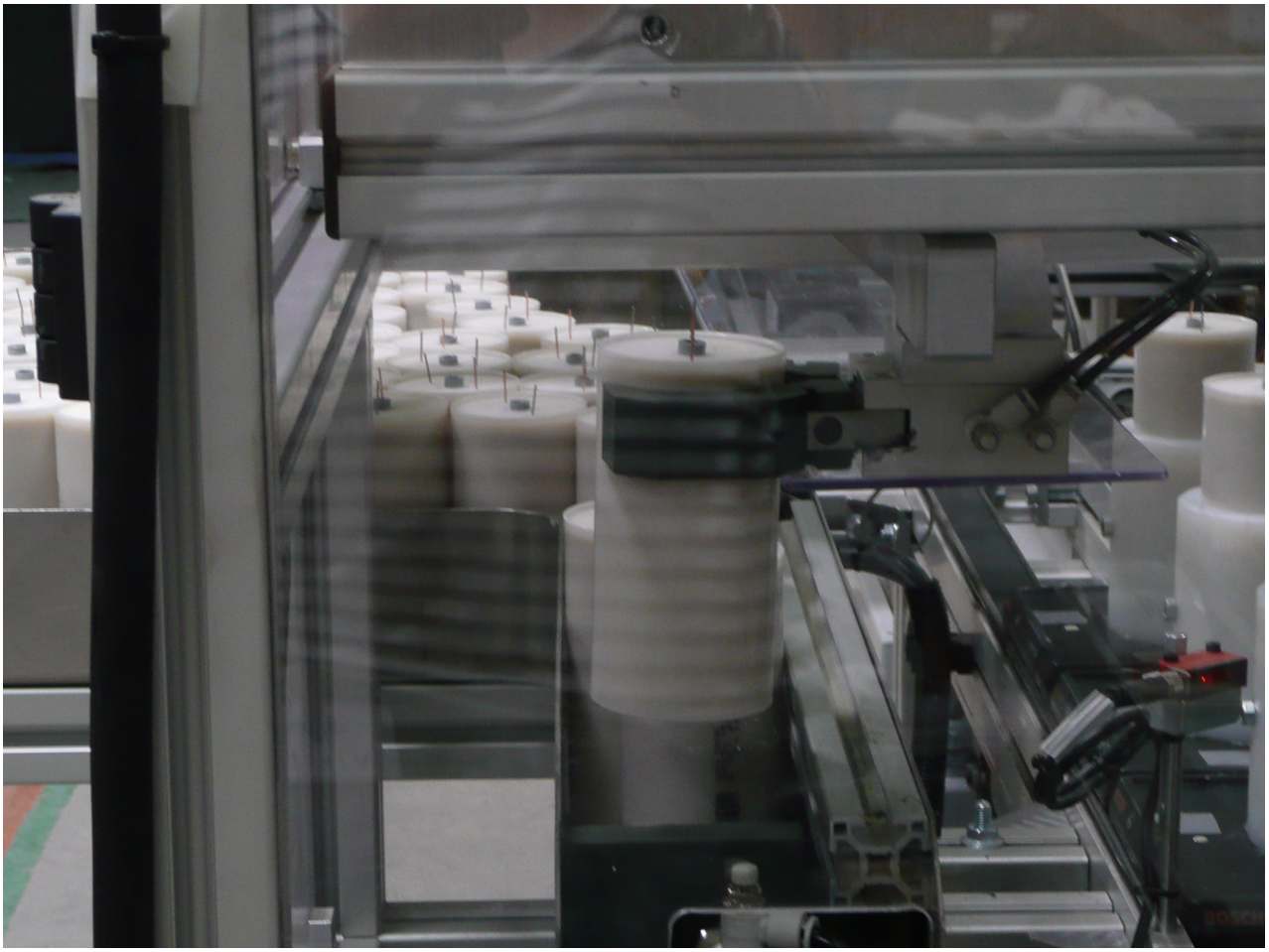


Després de la sisena estació, la safata que transportava el condensador a través de la cinta, era conduïda cap a una parada on uns sensors identificaven la safata i, per tant, també el condensador, (**setena estació,** o també anomenada **estació de reprocessat**) i amb una memòria "recordava" si aquell condensador havia tingut algun defecte o no durant totes les estacions, ja que en cada estació la safata era identificada i s'enviava a la memòria si cada estació l'havia passat amb èxit o amb algun defecte. Per tant, quan en aquesta estació es detectava que aquell condensador havia tingut algun defecte en alguna estació, en la següent i última estació, la **vuitena estació** (que constava d'un altre manipulador) tornava a identificar la safata amb els condensadors corresponents, i si en la estació de reprocessat s'havia identificat aquella safata com a defectuosa, el cilindre de la vuitena estació "agafava" el condensador i el col·locava en un depòsit per aquells condensadors defectuosos. Si, en canvi, la safata identificada no havia tingut cap problema durant el procés sencer, el cilindre col·locava el condensador en un espai on s'hi trobava una filera de condensadors en bon estat i ja acabats, i un cilindre pneumàtic l'empenyia cap endavant per deixar espai per a que el següent condensador no es topés amb el primer.

Vista de la setena estació:

Vista de la setena estació:

Vista de la vuitena estació:



Vista del producte final:

Un cop acabat el procés de fabricació amb la màquina estudiada, els condensadors aquells classificats en bon estat, es col·locaven en capses i seguidament s'empaquetaven per a una futura venta.

- Opinió sobre la visita a la planta industrial.

El fet d'entrar de cap en el món laboral, que és allà on es munta els processos més innovadors en el camp de la tecnologia, m'ha agradat i satisfet més del que m'hagués esperat. M'ha resultat molt gratificant poder observar amb deteniment molts diferents processos electropneumàtics que no m'havia ni imaginat que podrien existir i m'ha obert molt més els ulls en el sentit de que no em pensava que el món electropneumàtic pogués abarcar tanta possibilitat de moviments. Però no tan sols he pogut veure amb els meus propis ulls allò que fins ara només havia vist en vídeos i en llibres: un procés industrial electropneumàtic, sinó que, a més, també m'he pogut submergir en el món de la indústria i he pogut comprovar tota la quantitat de processos que s'han de dur a terme per poder aconseguir un objecte en grans quantitats des d'un principi tan elemental com ho són les matèries primeres.

DESENVOLUPAMENT MARC PRÀCTIC

1. Primera línia del treball.

1.1. Estructura inicial.

Per iniciar el treball pràctic, vaig determinar que l'estructura del meu treball hauria de tenir, com a mínim, un sensor que pogués distingir els quatre tipus de materials, i, a partir d'aquí, vaig estudiar quins sensors serien els més adequats per a la distinció de cada material.

1.2. Estudi dels materials a distingir.

- La llauna.

- Característiques
  - Pes: 30 grams
  - Mides:
    - Altura: 11,8cm
    - Perímetre: 21cm
    - Radi: 3,34cm →

$$Perímetre = 2 \cdot \pi \cdot radi \Rightarrow Radi = \frac{Perímetre}{2 \cdot \pi} = \frac{21cm}{2 \cdot \pi} = 3{,}34cm$$

    - Diàmetre: 6,68cm

- L'ampolla de plàstic.

- Característiques
  - Pes: 10 grams
  - Mides:
    - Altura: 20,8cm
    - Perímetre gran: 20cm
    - Perímetre petit: 10cm
    - Radi gran: 3,18cm

$$Perímetre = 2 \cdot \pi \cdot radi \Rightarrow Radi = \frac{Perímetre}{2 \cdot \pi} = \frac{20cm}{2 \cdot \pi} = 3{,}18cm$$

    - Radi petit: 1,59cm

$$Perímetre = 2 \cdot \pi \cdot radi \Rightarrow Radi = \frac{Perímetre}{2 \cdot \pi} = \frac{10cm}{2 \cdot \pi} = 1{,}59cm$$

    - Diàmetre gran: 6,36cm
    - Diàmetre petit: 3,18cm

- L'ampolla de vidre (color transparent).

- Característiques
  - Pes: 450 grams
  - Mides:
    - Altura: 31,3cm
    - Perímetre gran: 22,5cm
    - Perímetre petit: 8,5cm
    - Radi gran: 3,58cm

$$Perímetre = 2 \cdot \pi \cdot radi \Rightarrow Radi = \frac{Perímetre}{2 \cdot \pi} = \frac{22{,}5cm}{2 \cdot \pi} = 3{,}58cm$$

    - Radi petit: 1,35cm

$$Perímetre = 2 \cdot \pi \cdot radi \Rightarrow Radi = \frac{Perímetre}{2 \cdot \pi} = \frac{8{,}5cm}{2 \cdot \pi} = 1{,}35cm$$

    - Diàmetre gran: 7,162cm
    - Diàmetre petit: 2,70cm

- L'ampolla de vidre (color verdós).

- Característiques
  - Pes: 600 grams
  - Mides:
    - Altura: 33cm
    - Perímetre gran: 23cm
    - Perímetre petit: 9,7cm
    - Radi gran: 3,66cm

$$Perímetre = 2 \cdot \pi \cdot radi \Rightarrow Radi = \frac{Perímetre}{2 \cdot \pi} = \frac{23cm}{2 \cdot \pi} = 3{,}66m$$

    - Radi petit: 1,54cm

$$Perímetre = 2 \cdot \pi \cdot radi \Rightarrow Radi = \frac{Perímetre}{2 \cdot \pi} = \frac{9{,}7cm}{2 \cdot \pi} = 1{,}54cm$$

    - Diàmetre gran: 7,32cm
    - Diàmetre petit: 3,08cm

- Altres característiques a destacar:

	Pas de la llum.			**Magnetisme.**			**Força segons el pes.**	
	Transparent.	*Translúcid.*	*Opac.*	*Molt.*	*Poc.*	*Nul.*	*Considerable.*	*Poca.*
Llauna.			X		X			X
Ampolla de plàstic.	X					X		X
Ampolla de vidre (transparent)	X					X	X	
Ampolla de vidre (verdós).		X				X	X	

1.3. Estudi dels sistemes de sensorització de les estacions.

A partir de l'estudi realitzat en l'apartat: "2. Investigació del circuit d'entrada." de l'apartat: "2. Desenvolupament del circuit teòric" en l'índex que es troba a l'inici del treball, s'ha de fer un estudi secundari per a trobar el sistemes de sensorització més adequats per a cada possible estació del projecte pràctic.

1. Possibles sensors per a detectar la llauna:

La llauna destaca pel simple fet que té dos diferències clares respecte els altres materials a distingir, i són: el seu magnetisme i el fet de ser totalment opaca. Per tant, els sensors més adequats per a detectar la llauna serien sensors magnètics o fotoelèctrics, o un final de cursa.

2. Possibles sensors per a detectar l'ampolla de plàstic:

Com que les característiques particulars de l'ampolla de plàstic són que aquest és un material d'un pes molt baix i una estructura transparent, els sensors més adequats per a detectar-lo són sensors fotoelèctrics o un final de cursa.

3. Possibles sensors per a detectar l'ampolla de vidre transparent:

Degut al fet que les característiques principals de l'ampolla de vidre transparent són que té un pes elevat respecte dels altres materials i semblant al de l'ampolla de vidre verdós, però una estructura transparent, els sensors més adequats per a la estació que s'encarregui de detectar-lo serien sensors finals de cursa, de posició i fotoelèctrics.

4. Possibles sensors per a detectar l'ampolla de vidre verdós:

Tenint en compte que les característiques fisiològiques principal d'aquest material són que té un pes similar al de l'ampolla de vidre transparent i que ofereix una estructura translúcida, els sensors més adequats per a utilitzar en la seva respectiva estació serien sensors finals de cursa, de posició i fotoelèctrics.

1.4. Anàlisi de l'estudi dels sensors.

A partir de l'estudi dels sensors per a l'aplicació d'aquests dins del projecte pràctic, vaig arribar a una conclusió, és a dir, que vaig pensar un esquema del meu projecte pràctic molt més senzill i pautat que el fet d'haver de buscar un sensor específic per a cada material.

L'esquema que vaig fer era basant-se en el fet que els quatre materials que m'havia proposat de distingir es podien diferenciar en dos grups en els quals en cadascun d'aquests hi havia dos materials. Aquests grups diferien en el fet que dos dels quatre materials tenen un pes elevat, ja que estan fets de vidre, i dos dels altres tenen un pes quasi nul, ja que estan fets o d'alumini o de plàstic. Aquesta característica ja els diferenciava completament, per tant, la primera estació del meu projecte ja estava determinada, i es basava en el fet que algun tipus de sensor devia encarregar-se de separar aquests quatre materials en els gos grups que jo havia pensat. I a partir d'aquí vaig establir els diferents sistemes de sensorització.

1.4.1. Sistema de sensorització de la primera estació.

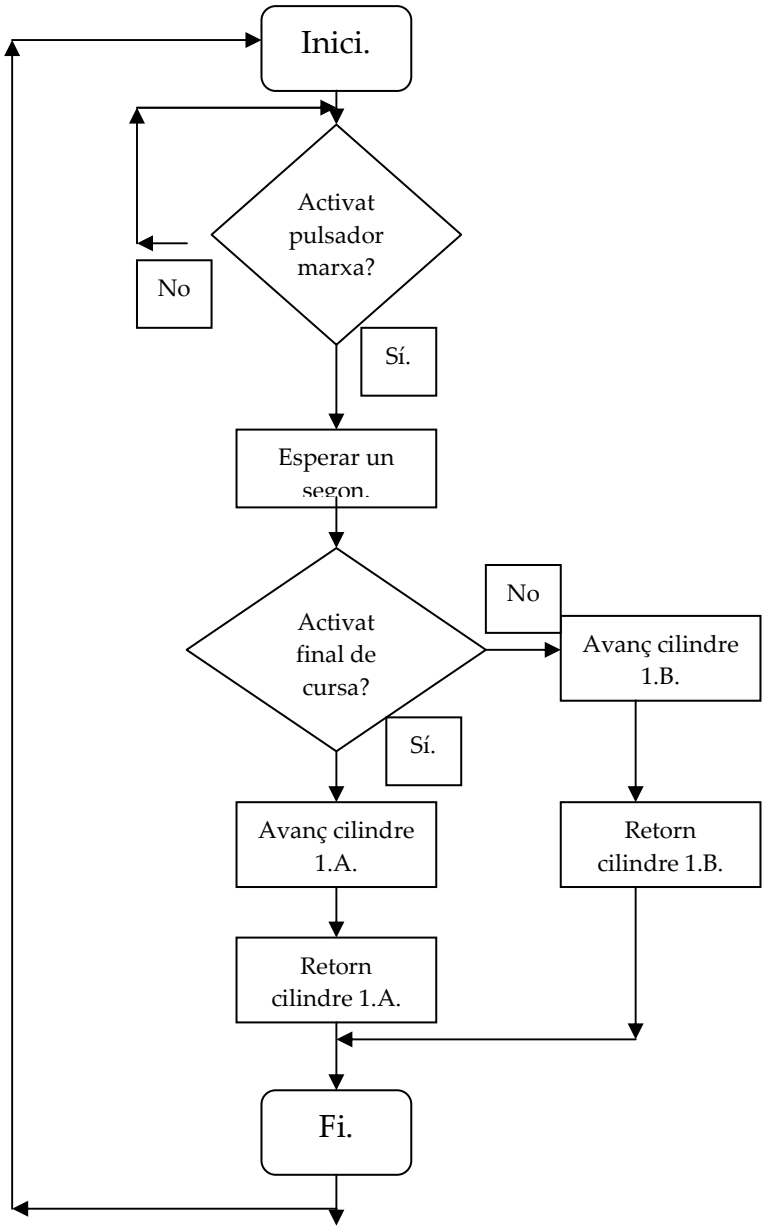
El primer que havia pensat era calcular el pes analògicament de cada material. Però per a treballar amb el PLC de forma senzilla necessitava un component digital, és a dir, que treballés de la manera en que només es pogués activar o només pogués estar apagat, però que no pogués tenir un interval de respostes.

Llavors, em vaig donar compte que havia de treballar amb el pes dels materials d'una manera diferent, i el component que em va semblar més adient per aquesta tasca em va semblar, definitivament, el **final de cursa**.

Aquest component complia tots els requisits, que són: crear una senyal electrònica digital i, a més, detectar els quatre materials segons els dos grups en els quals els volia distingir.

- Funcionament teòric de la primera estació amb un **final de cursa**: el que aquest sensor permetria seria distingir els quatre materials segons el seu pes aproximat sense haver de calcular-lo aproximadament. Els materials, arribarien moguts per una força que els empenyeria cap a la primera estació, i abans que hi arribessin, un sensor detectaria que un dels quatre materials està a punt de ser analitzat a la primera estació, però en aquest cas es faria obviant ja que la cinta també s'obvia, i el mecanisme utilitzat per aquesta funció seria un polsador. **a)**Si aquest material és del grup A (aquells materials de vidre que pesen més: ampolles de vidre), el final de cursa s'activarà aportant una senyal "1" al PLC, que aquest serà programat anteriorment perquè quan aquest s'activi, el cilindre pneumàtic 1.A. empenyerà aquest material cap a la segona estació, que serà únicament funcional per als materials del grup A. **b)** Si aquest material és del grup B (aquells materials de plàstic o alumini que pesen menys: ampolla de plàstic i la llauna), el final de cursa no s'activarà, i per tant, si aquest no s'activa, al cap d'uns segons, el PLC estarà prèviament programat per quan un material passi pel sensor de moviment i no obtingui resposta per part del final de cursa s'actuï el cilindre pneumàtic 1.B. empenyerà aquest material cap a la tercera estació, que serà únicament funcional per als materials del grup B.

- DIAGRAMA DE FLUX DEL CICLE DE LA PRIMERA ESTACIÓ:



1.4.2. Sistema de sensorització de la segona estació.

A la segona estació, com ja s'ha definit anteriorment, només hi arriben els materials del grup A, és a dir, les ampolles de vidre verdes i les ampolles de vidre transparent. A partir d'aquí, s'ha de determinar el sensor més adequat perquè s'encarregui de distingir les ampolles de vidre transparent i l'ampolla de vidre verdosa.

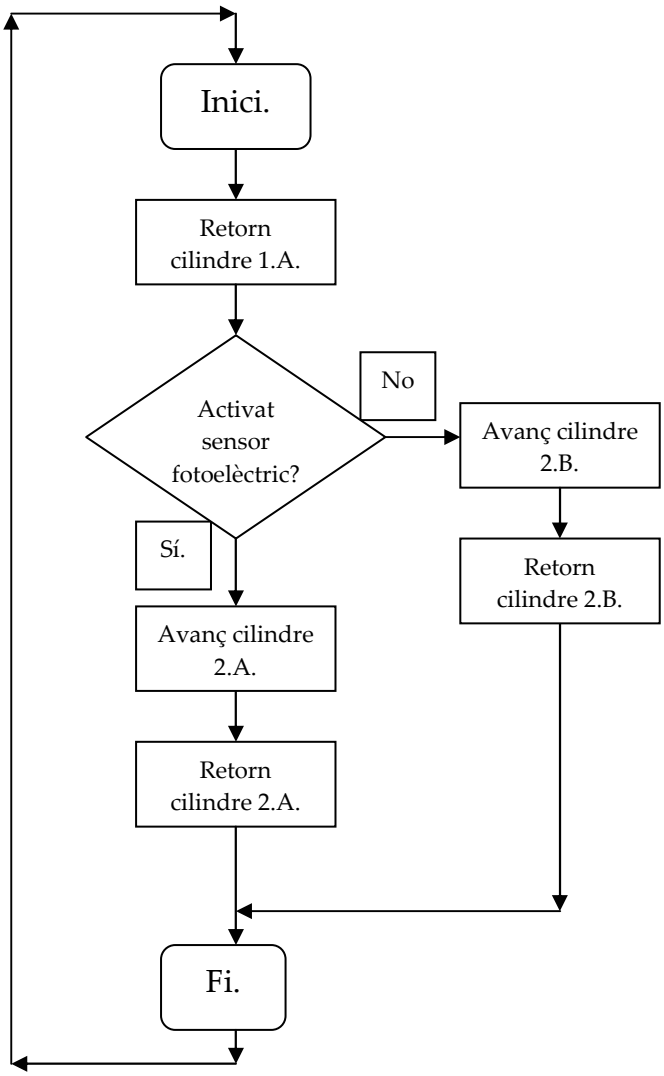
La principal i més evident diferència entre aquests dos materials és el color. Per tant, un sensor fotoelèctric seria un component bastant encertat per a la distinció d'aquests dos materials.

Però hi ha un problema, hi ha certs graus de transparència entre l'ampolla de vidre transparent i la verdosa, i per tant, s'ha de fer una prova pràctica per a saber amb exactitud quin punt de sensibilitat se li ha de donar al sensor fotoelèctric perquè actuï segons els nostres requisits.

Un cop feta la prova pràctica i amb un resultat exitós, és a dir, que el grau de sensibilitat sigui l'adequat perquè detecti l'ampolla de vidre verdosa però la transparent no, la segona estació ja estarà definida.

- Funcionament teòric de la segona estació amb un **sensor fotoelèctric:** un cop els materials del grup A siguin separats dels del grup B mitjançant la primera estació i aquests siguin col·locats gràcies a un cilindre pneumàtic a la segona estació, un sensor fotoelèctric anteriorment sensibilitzat de manera que detecti les ampolles de vidre verdoses i les transparents, s'encarregarà de diferenciar-les, i si és una ampolla de vidre verdosa, el cilindre 2.A la conduirà cap al dipòsit final de les ampolles de vidre verdós, i si és una ampolla de vidre transparent el cilindre 2.B la conduirà cap al seu dipòsit final respectiu.

- DIAGRAMA DE FLUX DEL CICLE DE LA SEGONA ESTACIÓ:



• Funcionament pràctic de la segona estació: perquè el sensor fotoelèctric detecti l'ampolla de vidre verdós i l'ampolla de vidre transparent s'han de fer una sèrie de proves en les quals es va ajustant el grau de sensibilitat d'aquest sensor per tal que s'ajusti en la mesura en que no detecti l'ampolla de vidre tansparent però sí detecti l'ampolla de vidre verdós. I això és exactament el que he fet per poder comprovar que el funcionament pràctic es pugui realitzar, en el sector del sensor, tal i com, teòricament, havíem predit.

1.4.3. Sistema de sensorització de la tercera estació.

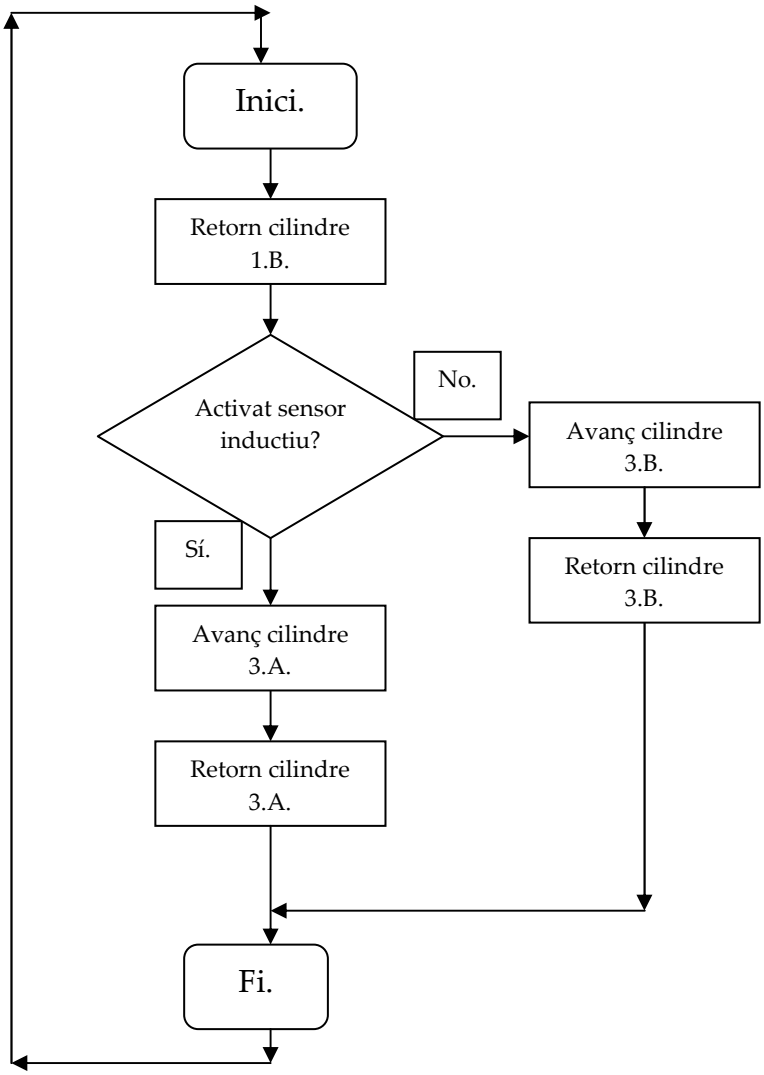
En la tercera estació, com ja s'ha definit anteriorment, només hi arriben els materials del grup B, és a dir, les ampolles de plàstic i les llaunes. Un cop es determina els dos materials que la segona estació s'haurà d'encarregar de distingir, s'han de definir les característiques més importants en les que l'ampolla de plàstic i la llauna poden diferir.

La solució està força a la vista, els dos materials tenen la mateixa característica que és que el seu pes és mínim, però, com es pot comprovar en la taula de l'apartat: "2. Investigació del circuit d'entrada." de l'apartat: "2. Desenvolupament del circuit teòric", la llauna és un material metàl·lic i l'ampolla de plàstic és un material de plàstic. Per tant, a la tercera estació, un sensor inductiu s'encarregaria perfectament de la funció que s'ha de complir en la tercera estació.

- Funcionament teòric de la tercera estació amb un **sensor inductiu**: arribat al punt que a la primera estació es distingeixen els materials del grup A, que són dirigits a la segona estació mitjançant un cilindre pneumàtic que està col·locat a uns entre vint i quaranta-cinc graus respecte la recta de la primera estació, els materials del grup B són dirigits amb un altre cilindre pneumàtic col·locat a uns entre cent vint i noranta graus de més respecte de l'altre cilindre pneumàtic, a la tercera estació.

Un cop aquests materials del grup B són col·locats a la tercera estació, allà un sensor inductiu detectarà si el material que es troba en la tercera estació és la llauna o l'ampolla de plàstic, i si és una llauna, el cilindre 3.A. l'empenyerà i la dipositarà al recipient específic per a les llaunes. Però si en canvi, és l'ampolla de plàstic, el cilindre 3.B. l'empenyerà a un altre recipient específic per a les ampolles de plàstic.

- DIAGRAMA DE FLUX DEL CICLE DE LA TERCERA ESTACIÓ:



• Funcionament pràctic de la tercera estació: per tal que la tercera estació funcioni tal i com havíem predit teòricament, amb el possible sensor inductiu del meu treball pràctic, he corroborat que detecta la llauna (a 4 mil·límetres de distància) i, efectivament no detecta l'ampolla de plàstic perquè aquest sensor només detecta materials metàl·lics. Ara cal determinar si aquest sensor en concret és el més adequat per al meu projecte, ja que al ser sensible amb tan sols 4 mil·límetres de distància, pot perjudicar el procés de la tercera estació.

2. Segona línia de treball.

He triat aquesta línia com a definitiva perquè el seu procés permet un espai més reduït per a la seva realització i perquè l'estructura és molt més adient en quant a moviments pneumàtics.

2.1. Canvis dels materials.

Un cop fetes les proves amb la primera línia de treball amb els materials que s'haurien de distingir (llauna, ampolla de plàstic i ampolles de vidre verdós i el transparent), em vaig adonar que fer un muntatge amb aquests materials podria perjudicar el meu projecte en quant a temps de realització del treball, ja que tot el muntatge hauria de ser gran i les peces pneumàtiques amb les que hauria de treballar serien més grans i per tant, també, més costoses econòmicament.

A partir d'aquí, vaig determinar que el projecte pràctic el faria amb materials que simulessin els materials originals però d'unes dimensions més reduïdes. Tenint sempre en compte que si un projecte funciona amb unes determinades mides, també pot funcionar amb d'altres més grans o més petites.

Per aquestes raons, vaig decidir canviar els materials a distingir i també canviar lleugerament el procés pràctic, però aquest últim tan sols l'he modificat lleugerament, ja que la sensorització no s'ha canviat.

Val la pena destacar el fet que al fer el canvi de línia de treball i estudiar en més profunditat el funcionament del projecte pràctic, també he canviat la disposició de quatre cilindres pneumàtics millorant així el seu futur rendiment.

2.2. Estudi dels nous materials a distingir.

	PES (g)	ALTURA (cm)	PERÍMETRE DEL CONTORN (cm)
Envasos de plàstic	20	12	17
	18	12,5	17,5
Llauna	30	11,8	21
Envasos de vidre transparent	90	7	17,5
	100	7,5	21
Envasos de vidre de color	70	9	13,5
	65	9,5	14

- Altres característiques a destacar:

	Pas de la llum.			**Magnetisme.**			**Força segons el pes.**	
	Transparent.	*Translúcid.*	*Opac.*	*Molt.*	*Poc.*	*Nul.*	*Considerable.*	*Poca.*
Llauna			X		X			X
Ampolla de plàstic		X				X		X
Ampolla de vidre (transparent)	X					X	X	
Ampolla de vidre (color)		X				X	X	

2.3. Disseny del projecte.

→ Dibuix general.

L'estructura del projecte està dissenyada d'aquesta manera exacta per complir els minuciosos requisits que havia de complir a l'hora de tenir en compte tots els factors que influeixen en el treball, que són tant el sistema de temporització, com el moviment dels cilindres, el moviment dels materials, la correcta distinció entre els materials, etc.

Cada requadre representa una estació diferent en la qual es porten a terme diferents processos. En la estació 1 es porta a terme tota la sensorització, que es fa prèviament a que cap cilindre es mogui. Aquest sistema s'explica a continuació.

En la estació 2 i 3 tan sols es produeixen moviments pneumàtics que són aquells que porten directament el material a estudiat al seu dipòsit corresponent.

→Esquema pneumàtic del circuit dels cilindres.

Aquest esquema recull totes les connexions pneumàtiques, i per tant, el sistema de funcionament es basa en el compressor que és qui comprimeix l'aire i el distribueix en les diferents vàlvules i d'aquestes, als cilindres. En aquest circuit es pot comprovar com les vàlvules pneumàtiques s'accionen mitjançant una connexió elèctrica, per això són anomenades electrovàvules, les quals estan connectades als borns de sortides del PLC i aquestes, per la seva part, ofereixen aquells senyals rebuts pel sistema de control o PLC a les vàlvules perquè actuïn d'acord a les directrius programades en aquest.

→ Esquema elèctric del circuit.

Aquest esquema conté tota la part elèctrica del meu projecte, i es concentra en tot aquell cablejat que connecta les entrades de senyal (sensors de pes, inductiu, i fotoelèctric) amb el PLC i aquest, alhora, es connecta també amb les sortides (circuit pneumàtic, actuadors: cilindres pneumàtics).

Amb el programa de dibuix Autocad he fet el dibuix de l'esquema elèctric i per ordenar i tenir clar, abans de fer el muntatge, a on s'ha de connectar cada element de treball del meu projecte.

2.4. Funcionament d'aquesta línia de treball.

En aquesta nova i millorada línia de treball els sistemes de sensorització no treballen segons les estacions, sinó que els sensors estan col·locats de tal manera que en la primera estació ja es pugui determinar quin dels quatre tipus de material és el que tenim en treball amb el procés següent:

→ Procés de sensorització dels materials:

Sensorització de pes: a sota de la plataforma de la primera estació hi ha el sensor de pes, i aquest pot ser detectat gràcies a que en la plataforma hi ha un material metàl·lic que si topa amb el sensor inductiu (el que anomenem sensor de pes tenint en compte les circumstàncies) s'activa. Al costat d'aquest sensor, i per sota, també, de la plataforma de la primera estació, hi ha una molla, i subjectant l'altre extrem de la plataforma hi ha una frontisa que permet el gir de la plataforma en el sentit de la molla, i d'aquesta manera, si un material pesat es col·loca a sobre de la plataforma de la primera estació, la plataforma descendirà seguint el moviment de gir de la frontisa i esmorteït per la molla, fins que finalment activi el sensor de pes. Aquest procés fa que el sistema de control tingui en compte que el material que es troba a la primera estació es distingeixi entre dos grups: els materials de vidre i les llaunes/ampolles de plàstic.

Sensorització de color: aquest tipus de sensorització tan sols s'utilitza per detectar si el material que es troba en la primera estació és un vidre de color o es un vidre transparent, per tant, aquest tipus de sensorització, tan sols es té en compte quan el material que es troba a la primera estació activa el sensor de pes. Com es pot comprovar en el dibuix, els dos connectors del sensor fotoelèctric que s'utilitza es troben en el cilindre C.1.B. i en el C.3.B. de manera que crea el raig completament recte i xocant així amb el material a distingir. Aquest procés fa que el sistema de control pugui acabar de distingir, junt amb la informació de pes, si el material és de vidre transparent o de vidre de color.

Sensorització de magnetisme: aquest tipus de sensorització tan sols s'utilitza per detectar si el material que es troba en la primera estació és metàl·lic (un sensor inductiu, ja que si el material ho és, aquest s'ativa), per tant, tan sols es té en compte quan el material és o una ampolla de plàstic o és la llauna, ja que el sensor de pes no s'activarà. I, com que la llauna és un objecte d'un material metàl·lic, quan estigui en contacte amb el sensor inductiu l'activarà però si és una ampolla de plàstic no l'activarà. Aquest procés fa que el sistema de control pugui acabar de distingir si el material és una ampolla de plàstic o una llauna tenint en compte la informació del pes anteriorment processada.

Un cop el sistema de control ha distingit quin material és el que es troba en la primera estació, i per tant, el sistemes d'entrada ja ha fet la seva funció, el PLC, seguint les directrius marcades per la seva anterior programació, classifica el material i el transporta amb les activacions correctes dels cilindres correctes al seu dipòsit corresponent.

Per ordenar totes les idees del funcionament del projecte i de les sortides i entrades del sistema de control, abans de fer la seva programació s'ha de fer uns esquemes específics, anomenats diagrames de flux. Aquests són esquemes gràfics que representen el funcionament d'ordres o informacions digitals que relacionen entrades amb sortides, i per tant, s'hi estableixen les condicions de control d'un circuit. Seguidament podem observar els diagrames de flux que vaig fer anteriorment a la programació definitiva del PLC:

→ Llegenda dels diagrames de flux:

	Memòria del estat del pulsador.
S.ok	Comprovació funcionament dels sensors.
S.F.1	Sensor fotoelèctric.
S.P.1	Sensor de pes.
S.I.1	Sensor inductiu.
M.S.F	Memòria del sensor fotoelèctric.
M.S.P	Memòria del sensor de pes.
M.S.I	Memòria del sensor inductiu.
CC1A	Cicle de funcionament del cilindre 1.A.
CC1B	Cicle de funcionament del cilindre 1.B.
CC2A	Cicle de funcionament del cilindre 2.A.
CC2B	Cicle de funcionament del cilindre 2.B.
CC3A	Cicle de funcionament del cilindre 3.A.
CC3B	Cicle de funcionament del cilindre 3.B.
FC1AA	Sensor de l'avanç del cilindre 1.A.

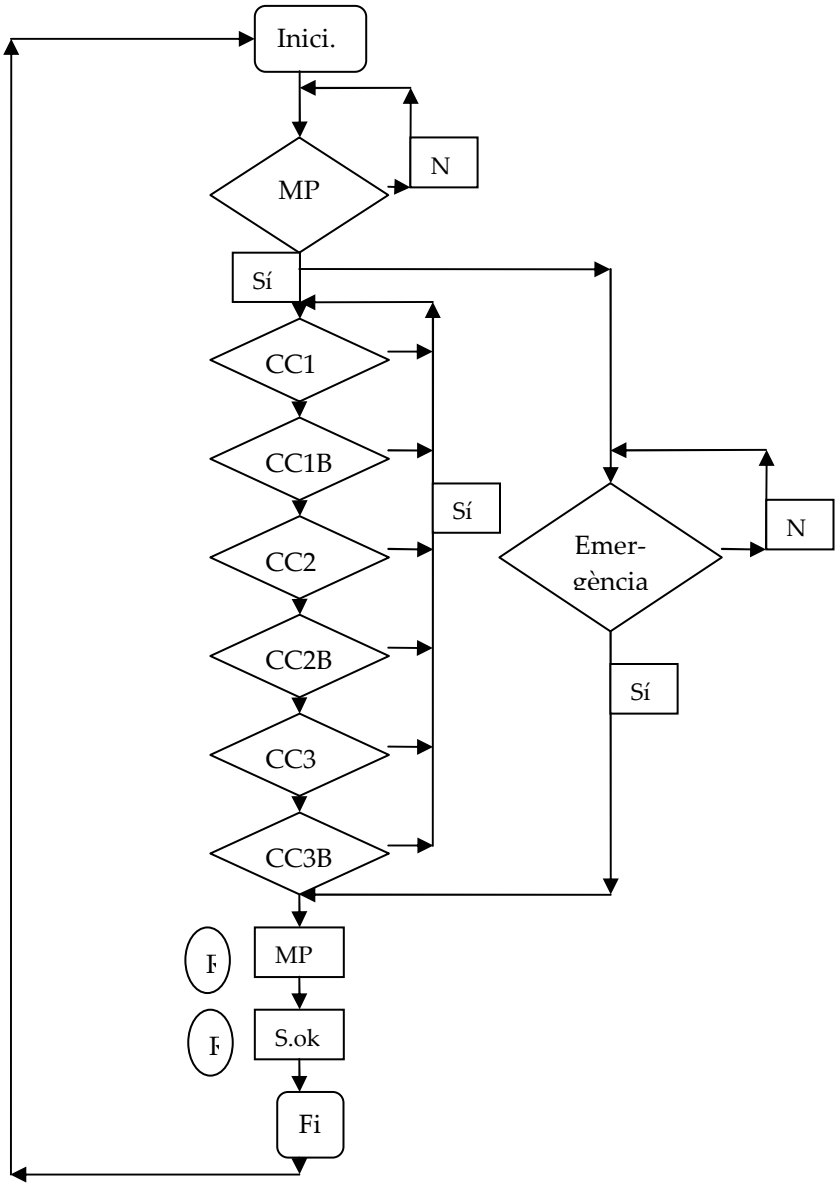
→ **Llegenda dels diagrames de flux:**

FC1AR	Sensor del retrocés del cilindre 1.A.
FC1BA	Sensor de l'avanç del cilindre 1.B.
FC1BR	Sensor del retrocés del cilindre 1.B.
FC2AA	Sensor de l'avanç del cilindre 2.A.
FC2AR	Sensor del retrocés del cilindre 2.A.
FC2BA	Sensor de l'avanç del cilindre 2.B.
FC2BR	Sensor del retrocés del cilindre 2.B.
FC3AA	Sensor de l'avanç del cilindre 3.A.
FC3AR	Sensor del retrocés del cilindre 3.A.
FC3BA	Sensor de l'avanç del cilindre 3.B.
FC3BR	Sensor del retrocés del cilindre 3.B.
R	"Reset", significa la negació digital d'una acció.
S	"Set", significa l'accionament digital d'una acció.

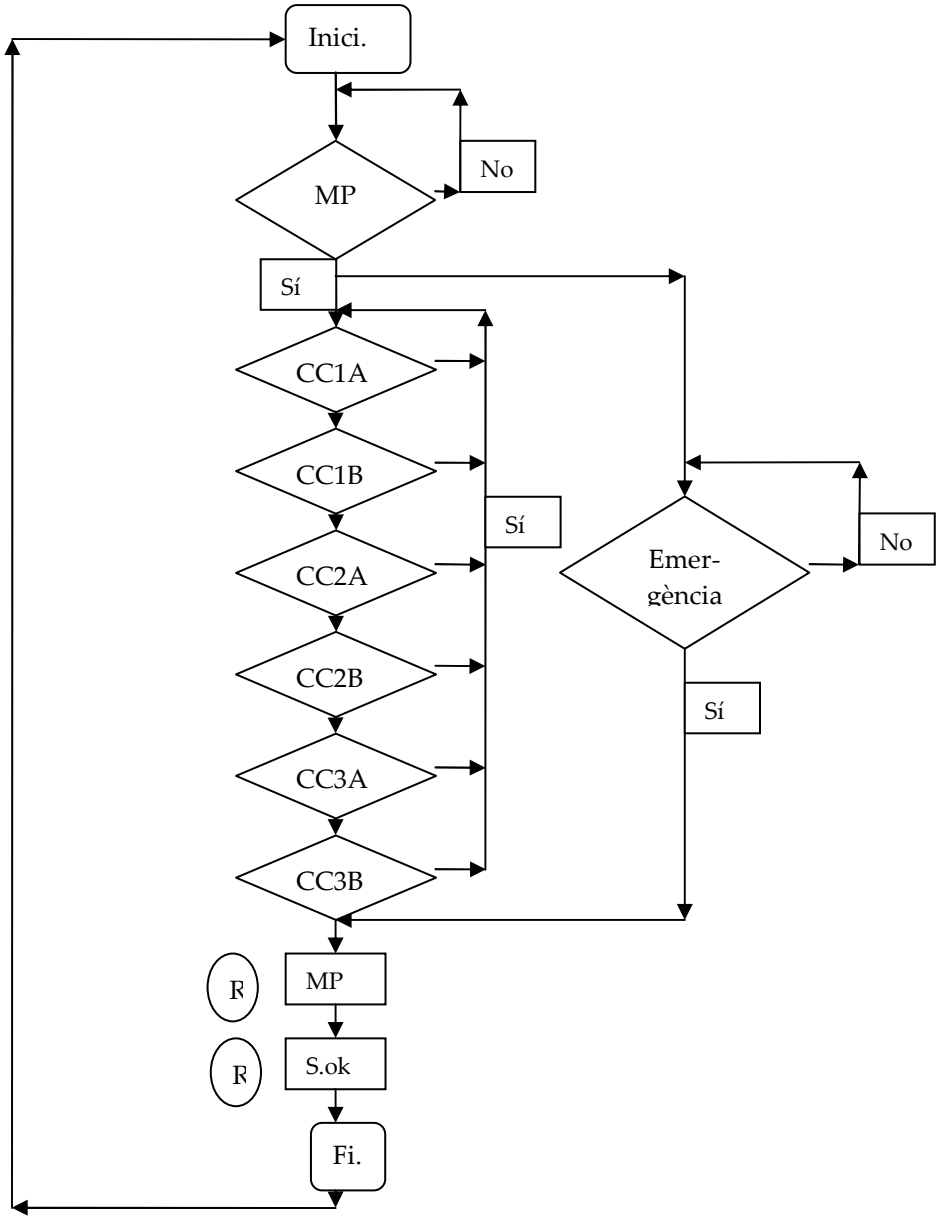
→ Diagrames de flux del sistema de control del PLC:

CONTROL GENERAL:

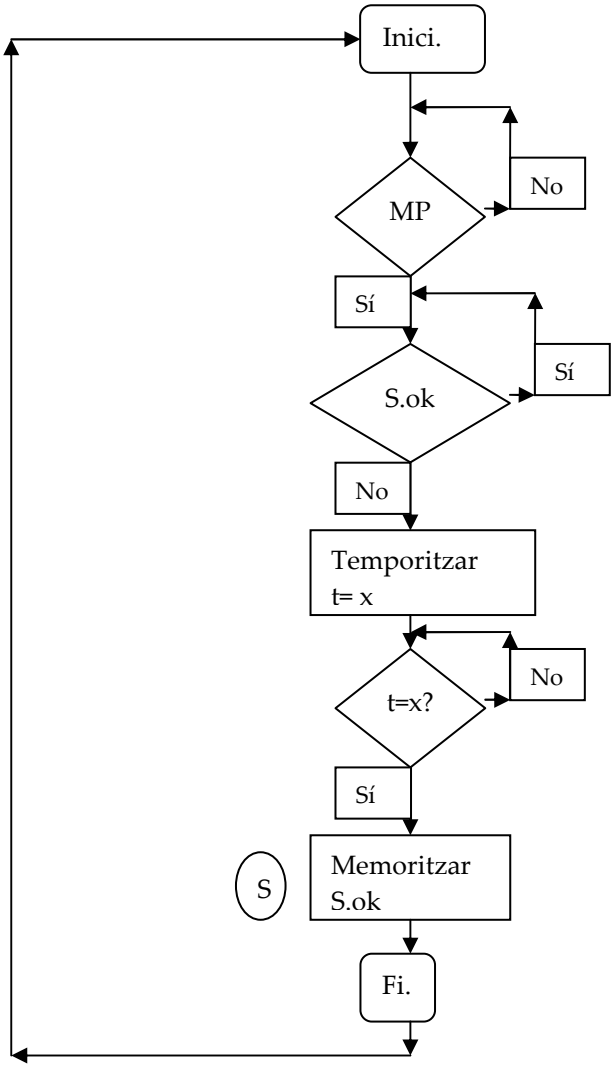
- Activació de cicle:



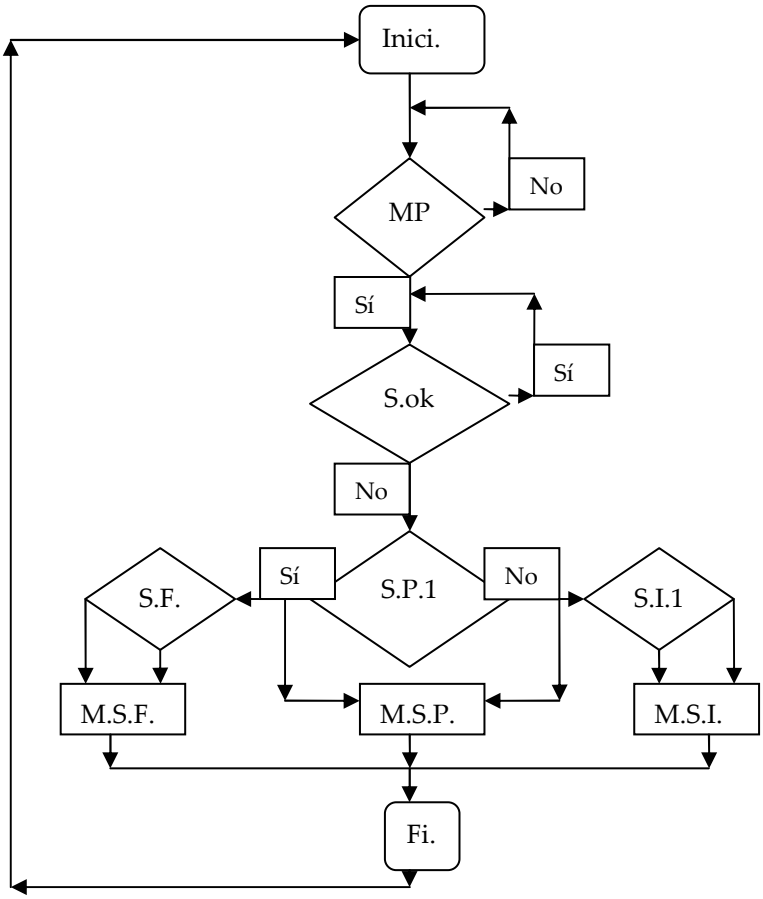
- Desactivació de cicle:



- Control dels sensors: temporització.

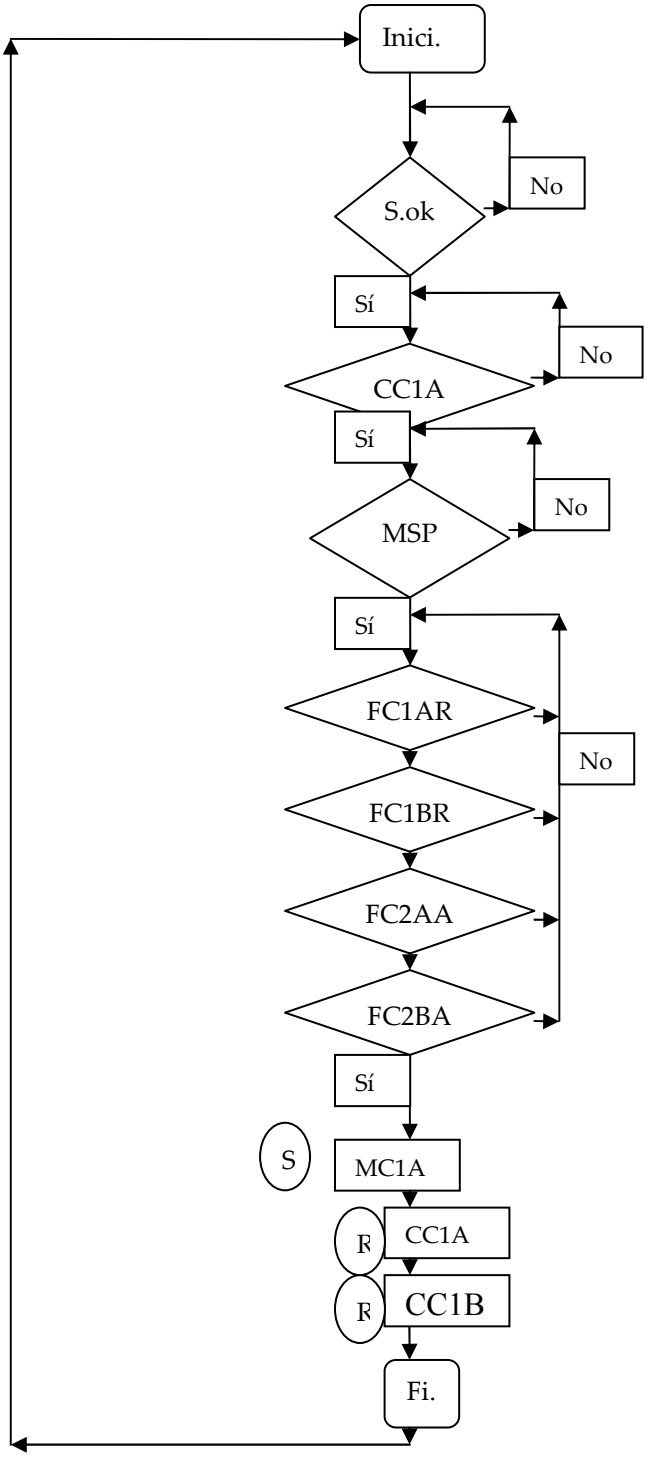


- Control dels sensors: memorització.

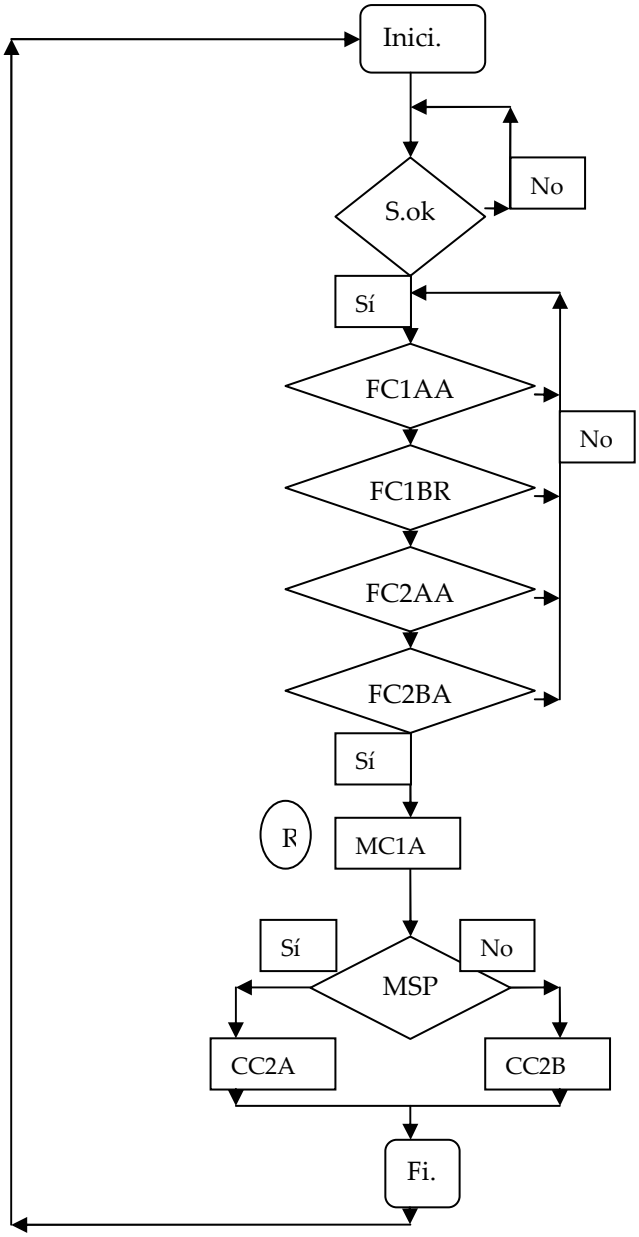


CONTROL ESTACIONS:

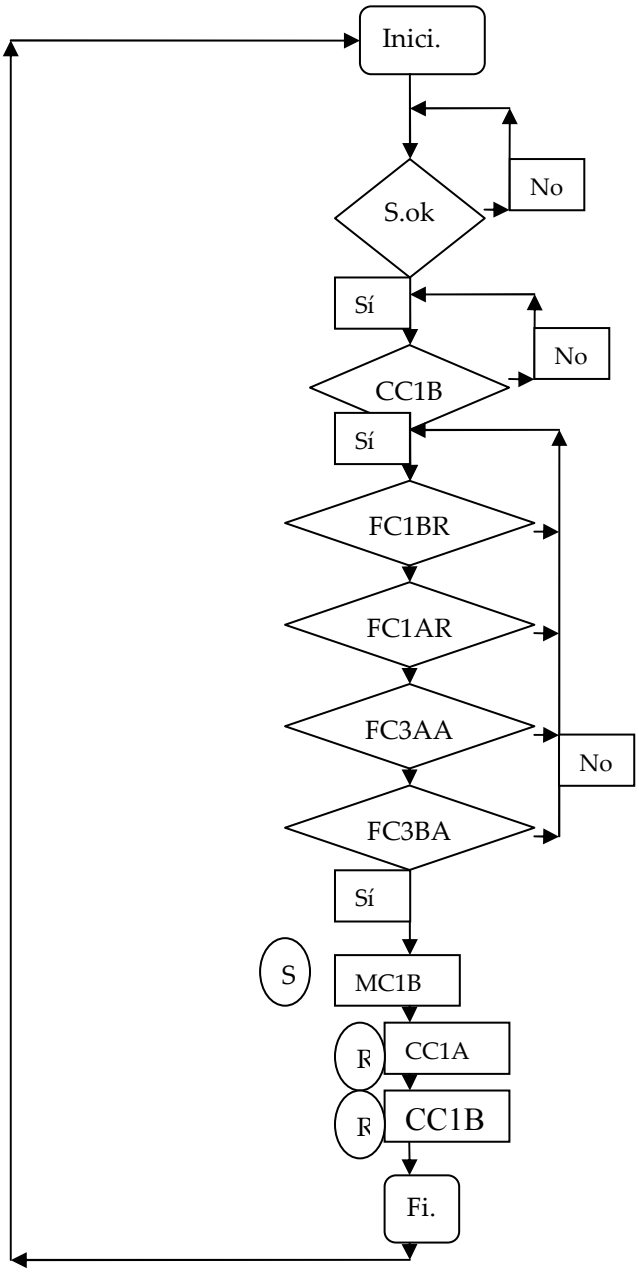
- Estació 1, cilindre 1.A:, avanç.



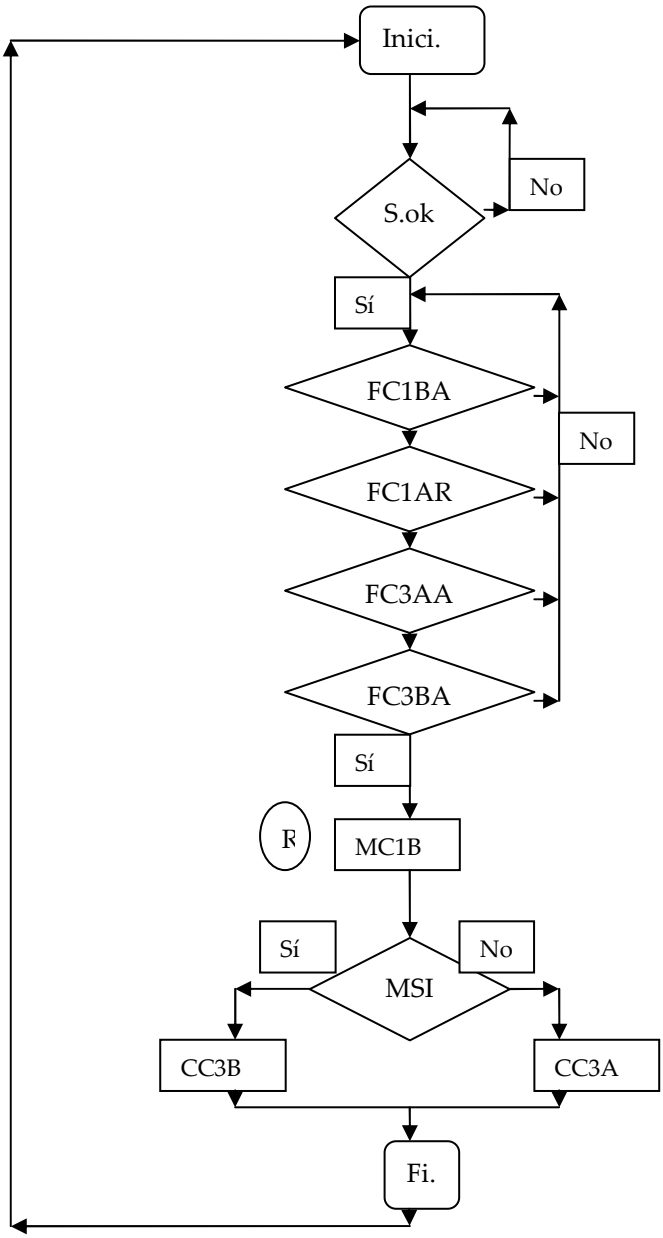
- Estació 1, cilindre 1.A: retrocés.



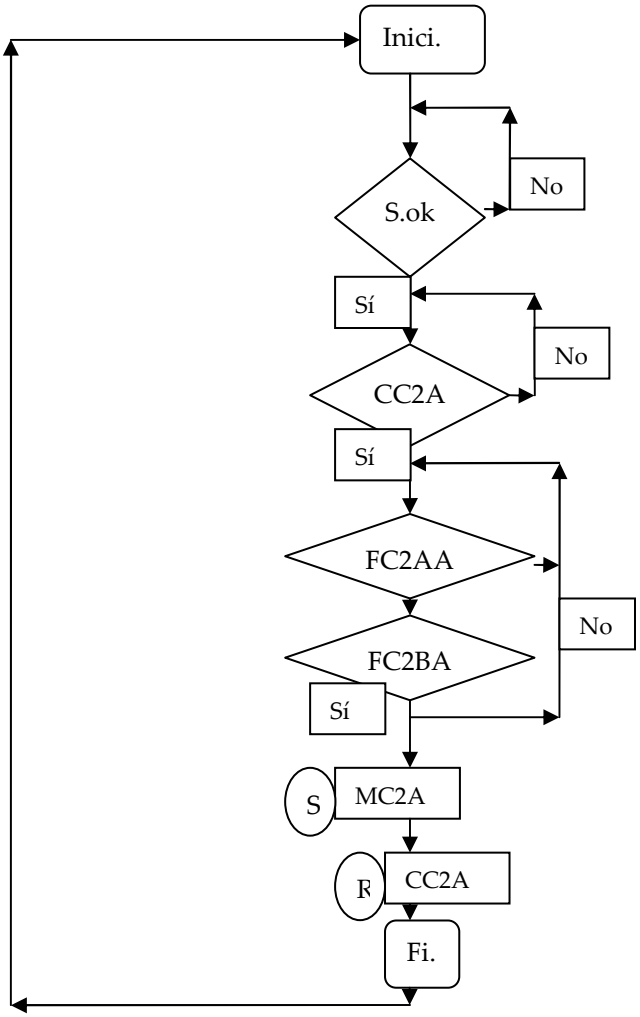
- Estació 1, cilindre 1.B: avanç.



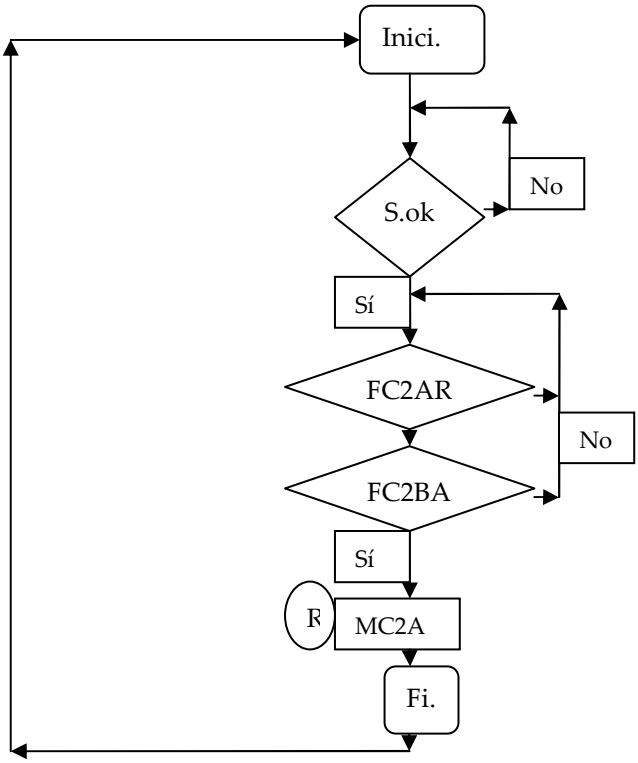
- Estació 1, cilindre 1.B: retrocés.



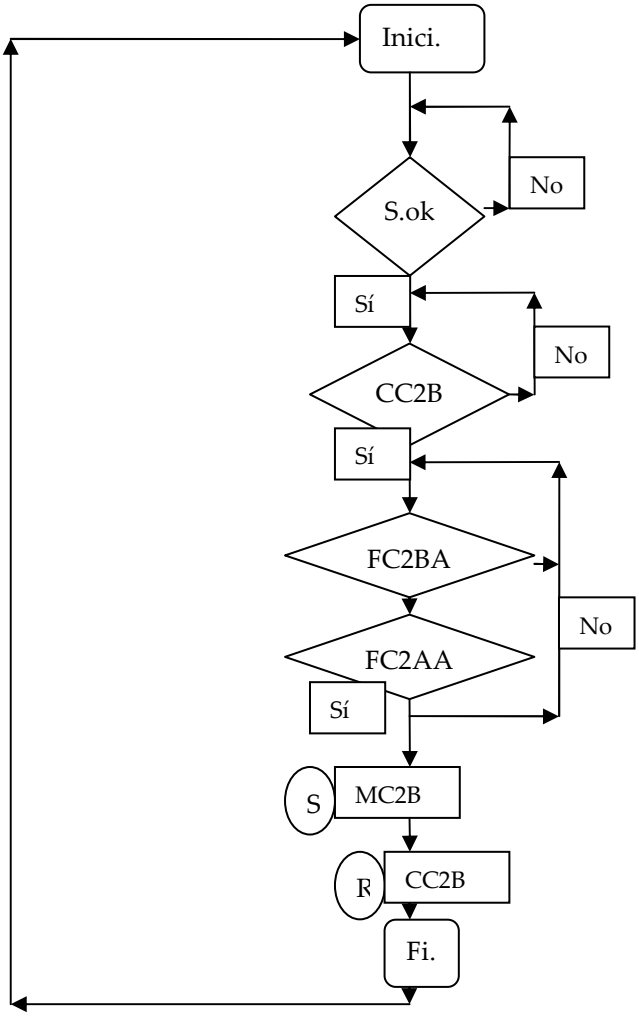
- Estació 2, cilindre 2.A: retrocés.



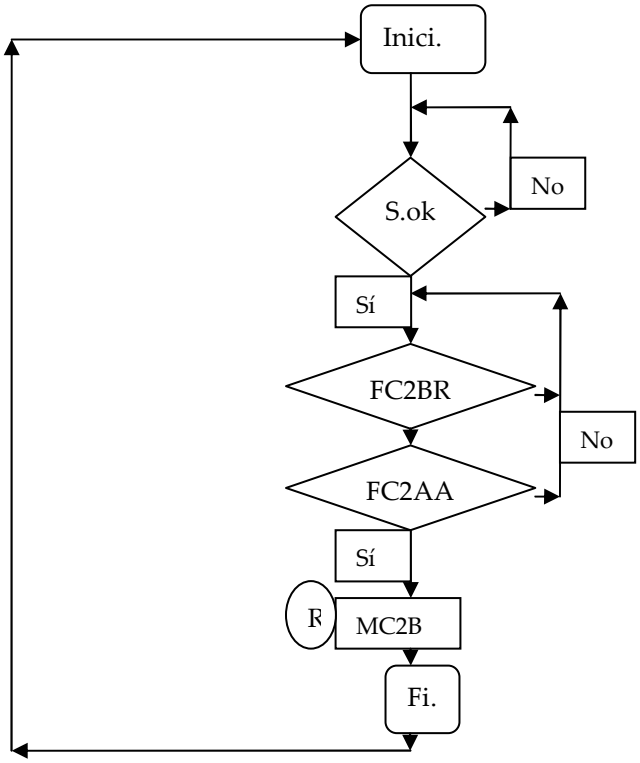
- Estació 2, cilindre 2.A: avanç.



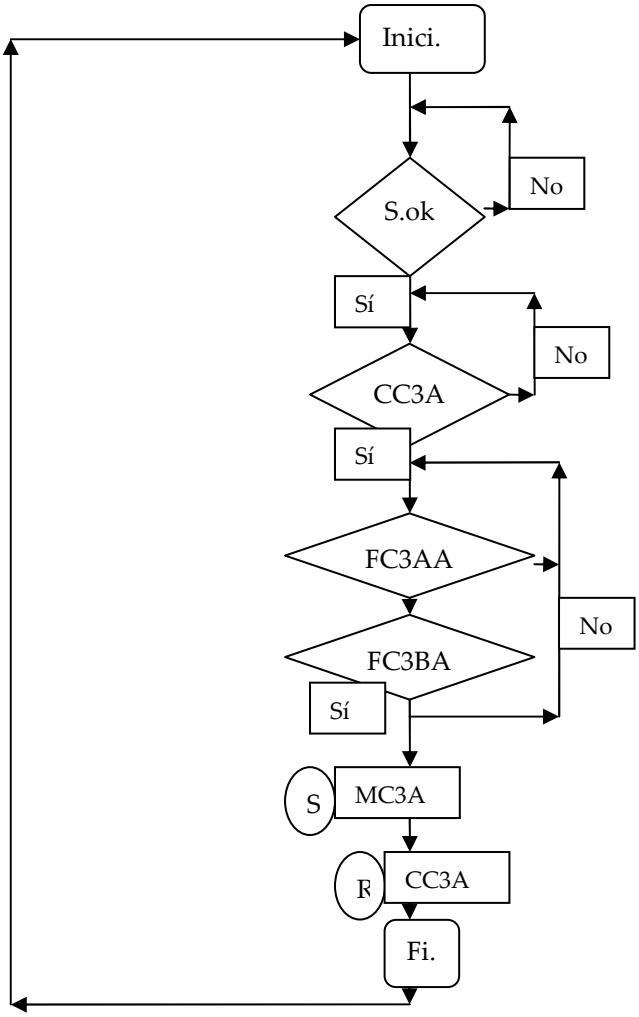
- Estació 2, cilindre 2.B, retrocés.



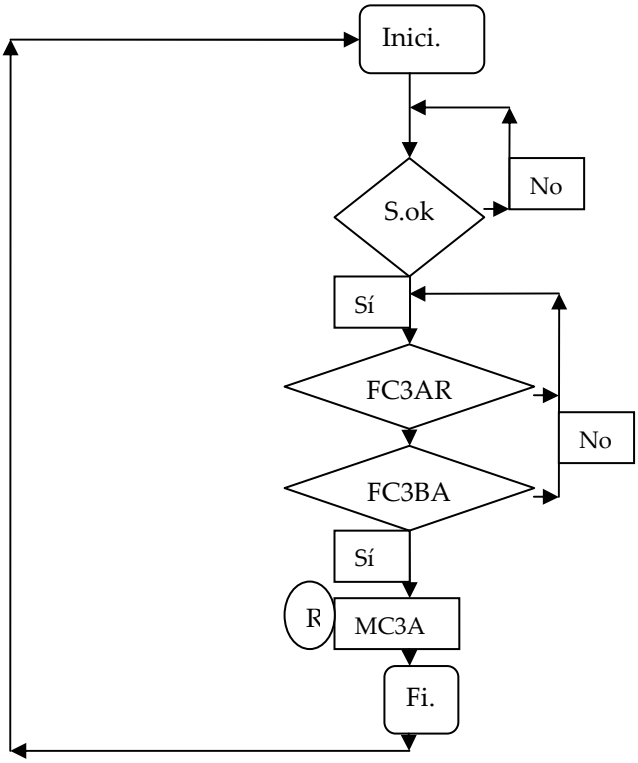
- Estació 2, cilindre 2.B: avanç.



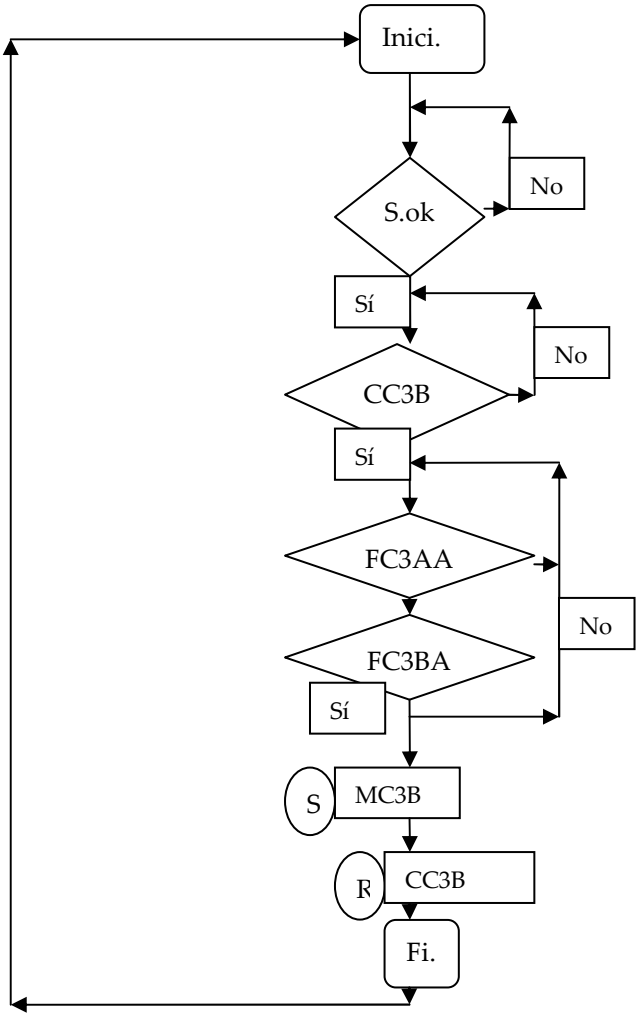
- Estació 3, cilindre 3.A: retrocés.



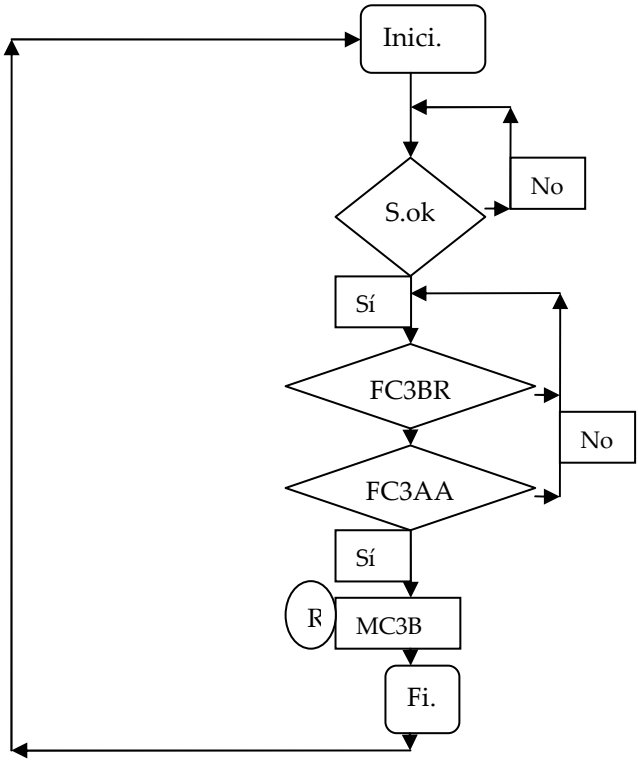
- Estació 3, cilindre 3.A: avanç.



- Estació 3, cilindre 3.B: retrocés.



- Estació 3, cilindre 3.B: avanç.



→ Programació definitiva a ordinador del PLC.

Un cop tenim els esquemes a diagrames de flux del control del projecte, s'ha de passar al programa del PLC per programar-lo, i es fa a ordinador. S'ha de tenir en compte que tot i que els diagrames de flux aparentment segueixin un ordre correcte i entenedor, a l'hora de programar el PLC a partir d'aquests, el programa no permet certes connexions que al diagrama de flux es poden fer i, per això, el programa pot tenir certes modificacions però el resultat acaba essent el mateix.

En aquests esquemes extrets directament del programa per a programar el PLC són els que el controlen i els que els he fet a partir de les directius i passos dels diagrames de flux.

2.5. Taula de la veritat digital de els accionaments pneumàtics.

Després d'haver investigat i creat el circuit de control amb el programa del PLC LOGO Siemens a partir dels esquemes realitzats amb els anteriors diagrames de flux, fem una taula de la veritat dels moviments que s'han de dur a terme amb els cilindres pneumàtics tenint en compte els impulsos que donen els sensors al ser activats, o no.

	SENSORS			**CILINDRES**					
Material	**S.F.1**	**S.P.1**	**S.I.1**	**1.A**	**1.B**	**2.A**	**2.B**	**3.A**	**3.B**
Plàstic	0	0	0	0	1	0	0	0	1
Llaunes	0	0	1	0	1	0	0	1	0
Vidre transparent	0	1	0	1	0	0	1	0	0
Vidre transparent	0	1	1	1	0	0	1	0	0
Plàstic	1	0	0	0	1	0	0	0	1
Llaunes	1	0	1	0	1	0	0	1	0
Vidre de color	1	1	0	1	0	1	0	0	0
Vidre de color	1	1	1	1	0	1	0	0	0

Al fer aquesta comprovació em vaig adonar que hi ha dos processos per a cada material en el cas que per a fer la sensorització dels materials, quan es detectés que és pesant o no, també es tingués en compte el resultat del sensor fotoelèctric en el cas de les llaunes i el plàstic i el resultat del sensor inductiu en el cas dels vidres, però això no és possible ja que s'ha programat perquè si és un d'aquests dos tipus de material només es tingui en compte el pes i el resultat del sensor que li pertoqui, i degut a aquest fet, en la aquesta taula de la veritat, com que en uns casos no es té en compte els resultats de certs sensors, cada acció es pot portar a terme en diferents circumstàncies.

2. 6. Materials utilitzats.

- PNEUMÀTICA

- 6 cilindres de 100/125 mm de cursa (DSNU-100/125).
- 12 sensors pels cilindres.
- 6 electrovàlvules.
- 6 suports d'esquadra.
- 12 reguladors de cabdal, connexió ràpida (tub 6/4).
- 18 racords (1/8, tub 6/4) connexió ràpida.
- 12 silenciadors.
- 6 bobines 24 volts, continu.
- 6 connectors amb LED per les bobines.
- Manòmetre.

- ELÈCTRIC

- 1 PLC logo 12E/8S.
- 1 font alimentació.
- 1 sensor inductiu.
- 1 sensor fotoelèctric de barrera.
- 1 polsador de marxa.
- Cables de colors.
- Regletes.

- VARIS

- 1 placa de fusta de 500x500mm.
- Molles.
- Frontisa.
- Policarbonat per a les parets.

2.7. Procés de fabricació.

→ **Pas 1:** La base de l'estructura del treball és el suport de tota ella, per tant, el primer pas és començar buscant aquesta base. Tenint en compte que l'estructura serà pesada i que, degut a això, la base haurà de ser molt resistent, vaig optar per una placa de fusta gruixuda. I, a partir d'aquí i del disseny gràfic que indica que la placa ha de ser de 50x61cm, vaig trobar la placa, la vaig tallar, i posteriorment, llimar, deixant-la amb un acabat realment fi.

Després de llimar la placa de fusta, i seguint les acotacions del dibuix, vaig dibuixar a llapis l'estructura bàsica de les parets sobre d'aquesta en la posició que inicialment haurien de prendre.

→ **Pas 2:** Com que ja vaig determinar que les parets de la meva estructura seria de policarbonat, i un cop determinades les mesures de cada paret, vaig buscar una placa prou gran de policarbonat com per abarcar tot el necessari, i un cop dibuixades les mesures, vaig tallar les parets del policarbonat amb una serra. Seguidament vaig llimar els cantons per deixar un acabat més fi i polit.

→ **Pas 3:** Un cop construïdes les parets, vaig unir les dues parets base que unirien les tres estacions alhora per tal de poder fer la comprovació de la sensorització del pes de la primera estació. No resultà difícil, ja que un cop vaig unir la placa de policarbonat amb una de les parets amb una frontisa que permetia el moviment, l'únic que faltava per determinar el funcionament del sensor de pes (que és, més específicament, un sensor inductiu) era la molla que tenia que permetre el moviment en cas que el material a distingir fos vidre (pesat) o llauna o plàstic (no pesat), però aquest entrebanc es va resoldre ràpidament ja que se'm va acudir d'utilitzar una esponja en lloc d'una molla, i el seu resultat en les proves de funcionament van resultar tan exactes i immillorables que em vaig quedar amb aquesta possibilitat. I d'aquesta manera, la sensorització del pes ja es donava per resolta.

→ **Pas 4:** Quan el sensor de pes ja estava col·locat i la comprovació feta, ja vaig començar a unir les parets amb broques fins que la estructura bàsica de les parets del projecte ja estava muntada junt amb el sistema de sensorització de pes.

→ **Pas 5:** Seguidament em vaig concentrar en els empenyedors que es troben a la punta dels cilindres, i també em vaig decantar per fer-los de policarbonat. Els quatre cilindres que en necessitaven (C1A, C1B, C2A i C3A) els hi vaig fer aquests empenyedors segons les seves correctes característiques, mentre que en

els cilindres C2B i C3B (que són aquells que desplacen les bases de les estacions dos i tres per deixar caure els vidres transparents i les ampolles de plàstic respectivament als seus dipòsits) s'havien d'unir amb aquestes bases per a moure-les, i amb broques i escaires les vaig unir, de tal forma que poguessin dur a terme la seva tasca correctament.

→ **Pas 6:** El següent problema era els altres sensors, que eren el fotoelèctric i l'inductiu. El segon esmentat no va portar gaires problemes ja que amb una placa d'acer modelada segons les característiques de la placa de la primera estació, enganxada a la paret d'aquesta amb broques, i amb un forat que permetia la introducció del sensor inductiu, aquest ja estava correctament col·locat i per tant, aquest problema ja estava resolt.

En canvi, el sensor fotoelèctric va portar va ser més difícil de col·locar però com que ja havia dissenyat exactament com col·locar-lo, no tant difícil a l'hora de plantejar com fer-lo. En el dibuix, tal i com es pot comprovar, el sensor fotoelèctric està col·locat just a sobre del cilindre C1B i del C3B, de tal manera que el raig sigui perpendicular al material i el pugui detectar a l'instant. Per a fer això, vaig haver de tallar una placa petita d'alumini en dos parts i fer-li dos forats a cadascun, ja que un forat era pels cilindres i l'altre per cada terminal del sensor fotoelèctric, posant aquest per sobre dels cilindres esmentats. En el punt i moment que vaig unir els cilindres amb els terminals del sensor fotoelèctric allò ja va funcionar correctament, i, finalment, el sistema de sensorització ja el vaig acabar.

→ **Pas7:** col·locar els cilindres al seu lloc exacte. Per elevar-los a l'alçada de les parets vaig fer servir unes plaques de fusta les quals les vaig enganxar a la base de fusta amb cola, i posteriorment amb claus. També vaig tenir en compte la

posició inicial de cada cilindre i vaig col·locar el seu èmbol en el seu lloc corresponent en cada cilindre diferent.

→ **Pas 8:** fer el circuit pneumàtic a partir de l'esquema pneumàtic. Un cop els cilindres ja es trobaven col·locats, vaig començar a posicionar les vàlvules pneumàtiques a llocs estratègics perquè ocupessin el menor lloc possible. Seguidament vaig cablejar els ràcords pneumàtics amb les seves vàlvules corresponents, però com que l'aire havia d'arribar del manòmetre, vaig utilitzar dos distribuïdors de l'aire per dividir-lo entre dos grups de tres cilindres.

→ **Pas 9:** fer el circuit elèctric a partir de l'esquema elèctric. Per cablejar el circuit elèctric s'havia de tenir en compte tot els cables de totes les sortides (electrovàlvules dels cilindres) i de totes les entrades (polsador d'inici, sensors inductiu, de pes, fotoelèctric, i els finals de carrera dels cilindres). Per tenir ben clar quin cable era de quin sensor vaig posar etiquetes, i, a partir del nom corresponent de cada entrada i cada sortida que els hi col·loca el programa del PLC, vaig connectar cada entrada i sortida al seu connector corresponent del PLC.

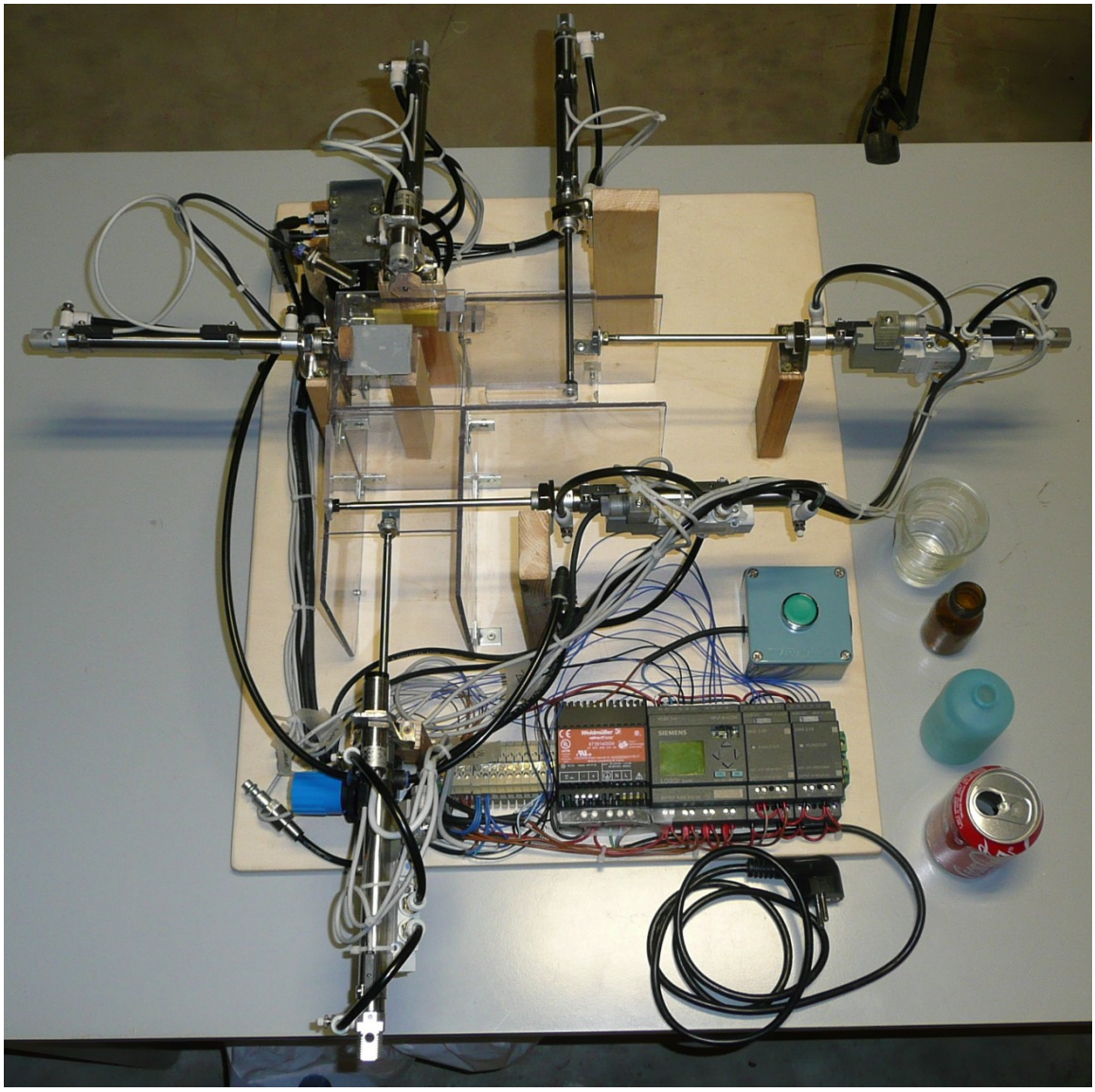
Quan tot estava connectat al PLC, vaig fer una comprovació amb un polímetre de cada sensor per corroborar que cadascun s'activava i es desactivava amb les característiques que nosaltres havíem previst, és a dir, que estava ben connectat al PLC. L'únic problema amb el que em vaig trobar va ser que el sensor de pes, que com bé he dit anteriorment, és un sensor inductiu, era diferent de com em pensava, és a dir, que era NPN enlloc de ser PNP; vaig haver de connectar entre el cable de senyal del sensor de pes i el BUS (+24V) una resistència de *pull-up*. Al posar aquesta resistència, es nega la senyal del sensor de pes, és a dir, que fa que la senyal que arribava al PLC d'aquest sensor sigui la inversa de la real. I, per a

que el programa del PLC actués d'acord amb aquest canvi, vaig canviar els contactes del sensor de pes pel seu invers.

→ **Pas 10:** passar la programació del projecte del programa d'ordinador al PLC i fer una simulació real. Vaig passar el programa de l'ordinador al PLC a partir d'un cable USB i quan el PLC ja estava programat vaig fer una simulació general i repetida del sistema per corroborar el seu funcionament final. La simulació pràctica va funcionar perfectament des del primer moment.

2.8. Vista final.

Aquí podem observar la fotografia del projecte pràctic recentment finalitzat.



3. Altres possibles línies del treball.

La primera opció que em vaig plantejar al principi d'aquest treball sobre la estructura del meu treball pràctic va ser fer un projecte amb una estructura semblant a la màquina que vaig anar a observar en la visita de la planta industrial, és a dir, la següent:

Tots els materials venen amb una cinta transportadora i aquesta cinta passa per quatre estacions, cadascuna s'encarrega de detectar cada diferent material, de manera que si la primera estació s'encarrega de detectar la llauna, aquesta ja seria retirada del circuit que fa la cinta transportadora tant bon punt passés per la primera estació. En canvi, si la quarta, i per tant, la última estació, és la que s'encarrega de detectar l'ampolla de plàstic, aquesta ampolla hauria estat analitzada per totes les estacions però al no ser detectada hauria arribat a la última estació, aquesta la detectaria amb el seu sensor pertinent i finalment, l'ampolla seria expulsada i classificada.

→ Avantatges i inconvenients (raons per haver estat descartada).

- Avantatges: Només s'utilitzarien quatre cilindres, respecte de la línia de treball que vull realitzar; l'estructura és molt senzilla.

- Inconvenients: Fer una cinta transportadora adient per a les dimensions dels objectes a distingir seria una tasca molt complicada; hi hauria més estacions (quatre) i per tant també hi hauria més sensors; el sistema de sensors hauria de ser molt més complex, ja que fer que els quatre materials siguin exactament distingits per a cada estació, segurament en alguna estació hauria d'haver-hi més d'un sensor.

CONCLUSIÓ

→ Ha complert el projecte pràctic els objectius plantejats en un prinicpi?

No estava molt segura que pogués arribar a acabar el muntatge pràctic degut al temps i a les moltes possibles complicacions que em podria haver trobat en el camí. És cert que n'he trobat, i forçes d'aquestes m'han portat molt de temps per solucionar-les correctament, però en general m'ha resultat un projecte menys per sobre dels meus coneixements del que m'havia esperat.

La hipòtesi ha estat un aspecte no gaire fàcil de resoldre, ja que, a mida que he cambiat la meva idea del sistema de sensorització del projecte, tot el funcionament i estructura ha hagut de sofrir un cambi absolut, això sí, tot al voltant del sistema de sensorització, i, quan n'he trobat la millor idea, ja el funcionament i la estructura del projecte ha estat un aspecte fàcil de resoldre i molt ben ajustat al producte final que volia aconseguir.

Definitivament, el projecte tant pràctic com teòric ha complert satisfactòriament els objectius plantejats a l'inici del projecte, i a més, molt per sobre de les espectatives que hi tenia dipositades.

→ Opinió personal.

Aquest treball per a mi ha representat una aplicació pràctica general de tots els conceptes tant pneumàtics com elèctrics que vaig aprendre el curs de quart d'ESO i primer de batxillerat a l'assignatura de tecnologia industrial. També val a dir que no només ha estat una aplicació dels conceptes apresos en dos anys d'ensenyament, sinó també un aprenentatge de moltes coses, entre elles destaquen el fet d'haver experimentat l'experiència de dur a terme un projecte industrial des de l'inici fins al final veient tots els què i tots els contra, tots els detalls que anteriorment se m'haguessin passat per alt, i assaborint cada petit però complex repte que aquest treball m'ha ofert cada dia; també he après coses noves i realment molt interessants

com ara el fet d'haver après a fer una programació d'un PLC a partir d'un diagrama de flux, que m'ha proporcionat una visió més sobre la complexitat de crear un projecte industrial, i, a més, una eina molt útil en un futur en el que podré gaudir d'aquest coneixement com ara a la universitat.

Amb aquest treball he après a ser pacient amb els problemes i observadora amb els petits detalls, m'ha permès viure l'experiència d'estar totalment immersa en un objectiu i aferrar-m'hi a ell costés el que costés. Però el més important de tot el que obtingut amb aquest treball, és a tenir més clar que mai què és el que realment m'agrada i m'emociona fins a tal punt que volgués aprofundir, estudiar i treballar durant la resta de la meva vida. En poques paraules, m'ha fet aclarir què vull estudiar i treballar en un futur no molt llunyà.

→ Aspectes a millorar i/o ampliar.

1. Un aspecte que podria haver millorat hagués estat cambiar la esponja que utilitzo en la primera estació perquè el sensor de pes pugui detectar si és un material pensant o no, per una molla. Els principals problemes que vaig tenir a l'hora de posar-hi una molla va ser que, dins d'una quantitat de molles que havia comprat, cap d'elles feia la funció que havia de complir amb el meu treball.

Trobar la molla adequada és una tasca difícil. Es pot fer fàcilment sabent la constant de la molla (et permet calcular quin pes o força aguanta en el seu encongiment), però com que vaig trobar la possibilitat de la esponja un aspecte més a l'abast i més ràpid, em vaig acabar decantant per aquesta última.

2. Un pulsador d'emergència. En els meus diagrames de flux hi ha un únic aspecte que a l'hora de passar d'aquests a la programació del PLC no he tingut amb compte, i és el pulsador d'emergència. Aquest pulsador s'utilitzaria en el cas que hi hagués algun accident mentre el procés està actiu, i s'encarregaria d'aturar per complet el procés. Una de les maneres per aconseguir-ho sería anant directament al final del procés, però això comportaria que els cilindres tornarien al seu estat inicial i no sería correcte perquè els cilindres continuarien oferint pressió en el cas que

necessitaríem que no n'oferissin. Per tant, si hagués posat aquest pulsador, el que hauria de fer seria aturar completament el procés i alhora tallar la connexió pneumàtica.

ANNEX:

- Programació del PLC.
- Disseny gràfic del projecte definitiu.
- Esquema pneumàtic.
- Esquema elèctric.
- Disseny gràfic de la primera línia de treball.

BIBLIOGRAFIA

→ <http://es.wikipedia.org/>

→ <http://www.profesormolina.com.ar/tecnologia/>

→ <http://www.info-ab.uclm.es>

→ <http://www.elprisma.com/apuntes/curso.asp?id=6297>

→ < http://www.mhe.es/batxillerat/tecnologia-industrial>

→ JOAN JOSEPH, JAUME GARRAVÉ, FRANCESC GARÓFANO, FRANCESC VILA, (2008) *Tecnologia Industrial, Batxillerat 2,* McGraw Hill