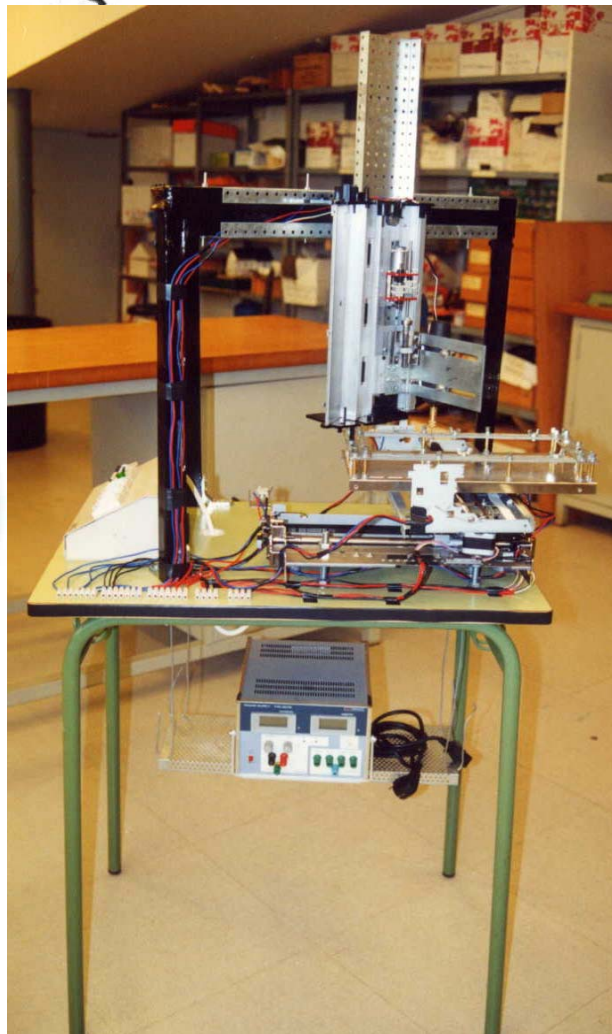
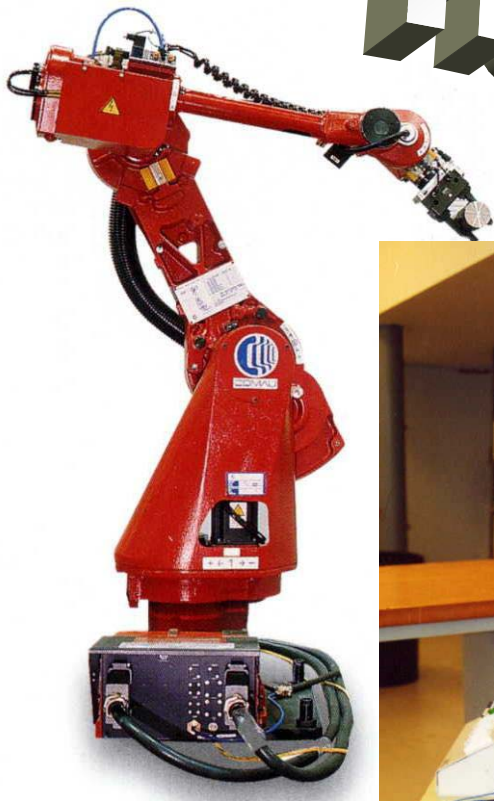


La Fábrica Flexible



Alumnes: *Lluís Espinosa i Daniel Molina*

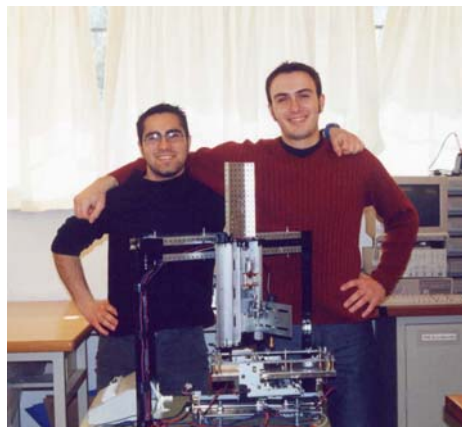
Tutor: *Albert Navarro*

Modalitat: *Tecnològic*

Data d'entrega: *12 – 04 – 02*

AGRAÏMENTS

Ha estat dur i persistent el que hem realitzat en els últims mesos. Per tant voldríem compartir la nostra satisfacció amb totes aquelles persones que han aportat el seu “granet de sorra” al nostre projecte. Primerament, agrair a Albert Navarro, el nostre tutor, la seva paciència i dedicació envers nosaltres, ja que ha estat qui ha dissenyat els circuits electrònics del sistema, com també ha solventat distints problemes mecànics. En segon lloc a Jordi Leal, la seva amabilitat i bon fer, per haver-nos fabricat l’estructura que subjecta el carro del trepant, tot i que no volia que li reconegueren. També a Paloma Martínez i Marta Figueredo per la seva inestimable aportació. Ens varen facilitar dos dels tres carros d’impressora que constitueixen la nostra màquina. Per descomptat a la direcció de l’IES Sant Martí de Provençals per haver-nos deixat disposar de l’aula de Tecnologia en hores intempestives així com permetre’ns l’ús de la màquina fotogràfica del centre. I finalment, a tots aquells que durant aquests darrers dies ens han suportat i ofert el seu recolzament moral. Gràcies a tothom.



ÍNDIX

1	INTRODUCCIÓ.....	6
2	PROJECTE TEÒRIC	8
	2.1 INTRODUCCIÓ.....	8
	2.2 LA FÀBRICA FLEXIBLE.....	9
	2.2.1 Els orígens de l'automatització.....	9
	2.2.2 Sistemes automàtics i de control.....	10
	2.2.3 Control programat: evolució.....	13
	2.3 SISTEMES DE FABRICACIÓ FLEXIBLE.....	13
	2.4 LA FÀBRICA DEL FUTUR.....	15
3	PROJECTE PRÀCTIC.....	17
	3.1 INTRODUCCIÓ.....	17
	3.2 TEORIA APLICADA EN EL PROJECTE.....	18
	3.2.1 Sensors	18
	3.2.2 Motors pas a pas.....	19
	3.2.3 Llenguatge de programació WinLogo.....	22
	3.3 FUNCIONAMENT DE CARA A L'USUARI.....	23
	3.4 HARDWARE.....	24
	3.4.1 Control des de PC.....	24
	3.4.2 SADEX.....	24
	3.4.3 Interfície específica pel control dels motors.....	26
	3.4.4 Unitat de mecanitzat. Taladradora CNC.....	27
	3.4.5 Subministrament elèctric.....	31
	3.5 SOFTWARE. PROGRAMA DE CONTROL.....	32

3.6 LLISTAT D'ELEMENTS UTILITZATS.....	36
3.7 MILLORES DE CARA A LA PRODUCTIVITAT.....	37
3.8 RESULTATS I DIFICULTATS.....	38
4. CONCLUSIÓ I VALORACIÓ PERSONAL.....	40
5. BIBLIOGRAFÍA.....	41
6. ANNEX.....	42

1. INTRODUCCIÓ

El treball de recerca exposat a continuació, enfocat sempre cap al camp de la fabricació flexible, tracta en termes generals, un tema que per la seva incidència en els sectors dels avenços tècnics actuals, ens ha resultat atractiu donada l'orientació didàctica que hem adoptat durant el batxillerat.

En conformitat amb l'itinerari educatiu que seguim, ens cridava l'atenció la possibilitat de realitzar un projecte pràctic, fonamentat en uns estudis teòrics previs, que ens permetés, a més de posar en pràctica aquests coneixements teòrics, incidir d'una manera directa en el fet de treballar manualment amb un objectiu ben definit.

Amb aquestes premisses ben clares, vàrem adreçar-nos al professor Albert Navarro, el nostre actual tutor, per exposar-hi les nostres idees i que ens assessorés amb el fi d'arribar a una tesi comú sobre la qual treballar conjuntament. Així doncs, després de sospesar diverses possibilitats suggerides pel tutor, ens captivà una idea concreta, la més complicada. Es tractava del disseny i confecció d'un mecanisme capaç de desenvolupar les funcions d'un trepant controlat per ordinador per perforar plaques de circuit imprès. El grau d'automatització requerit per la instal·lació la ubicava als nivells d'una màquina de control numèric per ordinador, factor que també tingué la seva repercussió en la part teòrica adjacent.

En tot moment ens hem trobat il·lusionats per assolir l'objectiu establert. Això provocà que dia a dia s'incrementessin les hores de treball que dedicàvem al projecte, d'acord amb la satisfacció que ens proporcionava la seva continuada evolució.

Paral·lelament al muntatge de la màquina, sempre em tingut en ment el treball teòric que havíem de realitzar. Per això, muntanyes d'informació,

s'apilaven sobre els nostres escriptoris. Fent-ne pràcticament impossible la íntegra utilització de tots ells degut a les restriccions de longitud que ha de tenir el treball.

Dins la vessant teòrica, podreu trobar una especificació dels nivells d'automatització de que gaudeixen les fàbriques d'avui dia. És a dir, comentarem les peculiaritats d'aquest sistema de control de fabricació recentment desenvolupat, com és la Fabricació Flexible. També en aquest guió, figura una descripció del seu funcionament, i les relacions que s'estableixen entre els seus constituents immediats.

Sense més preàmbuls iniciem un recorregut, que esperem es presenti entenedor i satisfactori per a tothom qui ho llegeixi.

2 PROJECTE TEÒRIC

2.1 INTRODUCCIÓ

Dins l'extensa branca de la tecnologia, un dels àmbits que més repercussió té sobre la societat, és la indústria. I dins la indústria, les innovacions en els processos productius i de fabricació desperten un gran interès general. Per això ens hem sentit atrets per la idea de poder fer un estudi més ampli i aprofundir sobre aspectes que ens inquieten de la fabricació flexible. En relació a aquest tema hem concretat moltes de les idees que com la resta de la societat dedueix de la informació que arriba en general dels medis de comunicació sobre empreses multinacionals, que dediquen gran part del seu pressupost a la investigació i íntegrament de noves tecnologies que permetin una major productivitat.

Envers el concepte de fàbrica flexible hi han moltes mitificacions induïdes per les potències industrials, de les quals esperem resoldre la majoria presentant aquest estudi. Farem referència tan als motius d'implantació, com als resultats i modificacions que implica la incorporació d'aquest nou sistema de producció en la indústria actual.

Donat que les millores dins d'aquesta tecnologia de fabricació continuen evolució, parlarem també dels objectius que es volen assolir amb aquest sistema de gestió industrial. És a dir, una total automatització en tots els àmbits que envolten a l'empresa.

A més dins d'aquest apartat tractarem temes diversos que han estat necessaris en l'elaboració i comprensió de la nostra pràctica, i han repercutit directament en els resultats obtinguts.

Esperem que us sigui de tan profit com a nosaltres el coneixement d'aquests aspectes i que resulti un treball si més no, aclaridor.

2.2 LA FÀBRICA FLEXIBLE

2.2.1 Els orígens de l'automatització

Automatitzar vol dir reduir al màxim la participació humana en l'accionament de les màquines o aparells en la realització de processos. En processos automàtics la intervenció humana es limita a la posada en marxa; i en els semiautomàtics a la participació o ajuda en alguna fase del procés.

La tecnologia de control es dedica a estudiar els procediments i sistemes que permeten d'automatitzar màquines, aparells i processos de fabricació.

La creació d'aparells més o menys automàtics es remunta a l'època en que pobles primitius van haver d'idear enginyers per caçar (trampes, armes...) i per millorar les seves condicions de vida. Amb la necessitat d'obtenir major eficàcia i costos menors, a la revolució industrial els automatismes adquireixen una aplicació pràctica i rendible.

A partir de mitjans del s XIX es va començar a utilitzar electricitat i electromagnetisme en processos automàtics. En el s. XX l'ús de tecnologies elèctrica, electrònica i microelectrònica resulta principal i insubstituïble. Fou la base per a reduir espai en la fabricació de circuits, la anomenada tecnologia de miniaturització.

Als setanta es desenvolupen els microprocessadors com a element principal als circuits d'automatització. El microprocessador, com a nucli d'automatismes programables pren protagonisme a l'autòmat programable o PLC (Programable

Logic Controller), que gestiona el control d'una màquina o d'una part i que permet d'establir la freqüència de funcionament.

La darrera gran aspiració de l'automatització ha estat la robòtica, que té com a objectiu l'obtenció d'una màquina capaç d'efectuar els mateixos moviments que els humans.

Al camp de l'automatització industrial predominen avui dia l'aplicació d'aquesta, la de les cèl·lules de producció flexible i la tecnologia CIM (Computed integrated Manufacturing).

2.2.2 Sistemes automàtics i de control

La tecnologia de control es porta a terme per mitjà dels anomenats sistemes de control. Aquests estan compostos per un conjunt d'elements coordinats per a aconseguir una acció de govern dins un procés. Si la manipulació de les magnituds que intervenen al procés és manual o directa, el sistema de control és manual; en canvi, si l'accionament es produeix per un element extern a la màquina, el sistema de control serà automàtic.

En un procés o sistema de control automàtic la intervenció humana ha d'ésser mínima, limitada a la introducció de les ordres de funcionament per a una execució adequada de les fases de treball. A més, en alguns casos és convenient que el sistema de control presenti la informació d'estat del procés.

Un exemple de sistema de control automàtic és el d'un llum temporitzat, que s'apaga sol (automàticament) al cap d'un cert temps d'haver-lo encès. Aquest exemple es correspon amb el llum d'una escala.

Tecnologies cablades i programables

Les tecnologies emprades en sistemes de control automàtic poden classificar-se en tecnologies cablades i programables.

Les tecnologies cablades basen el seu funcionament en la unió física dels elements que constitueixen el sistema de control. S'apliquen a dispositius pneumàtics, hidràulics, elèctrics i electrònics, però presenten certs inconvenients com la dificultat a l'hora de fer modificacions, el fet que ocupin molt d'espai, la difícil localització d'avaries, etc.

Respecte l'anterior, la tecnologia programable presenta gran quantitat d'avantatges, sobretot la possibilitat de variar les funcions de control únicament variant-ne un programa.

Els senyals en els sistemes de control

Els senyals elèctrics emprats pels sistemes de control es divideixen en:

- Sistemes analògics. Treballen amb senyals continus que representen magnituds físiques del procés, fent servir una tensió o corrent proporcionals al seu valor.
- Sistemes digitals. Treballen amb senyals binaris, els quals només poden representar dos estats. Aquests estats es representen per variables lògiques o bits, amb valors 0 ó 1, emprant el codi binari de l'àlgebra de Boole.
- Sistemes híbrids analogicodigitals. Els sistemes de control actuals processen senyals analògics i digitals alhora. Es tendeix que la unitat de control sigui digital. (microprocessador)

Sistemes de control de llaç obert i llaç tancat

Depenent de la manera com treballa l'automatisme, els sistemes de control poden ser de llaç obert o de llaç tancat.

Els sistemes de control de llaç obert es caracteritzen perquè no supervisen el resultat de la sortida. Continuen executant el procés designat tot i que el resultat no sigui el desitjat.

La majoria de processos de control són més complexos i han de preveure alteracions dels resultats. Llavors s'empren sistemes de control de llaç tancat, que un cop iniciat el procés, analitzen el resultat, i si no aconsegueix les premisses desitjades prenen les mesures necessàries per corregir possibles errors o avaries i obtenir així els resultats desitjats.

Els principals dispositius que intervenen en un procés automàtic són els següents:

Dispositius d'entrada d'ordres. Permeten a l'operador l'entrada de dades i ordres al sistema.

Dispositius d'entrada d'informació. Aconsegueixen la funció d'indicar en tot moment l'estat del procés, prenent dades físiques.

Unitat de control i controlador. Processen tota la informació que els hi arriba. Estableixen la combinació de les entrades per tal d'activar les sortides. De vegades s'utilitzen interfícies, que adequen els senyals.

Actuadors i preactuadors. Són els encarregats d'actuar sobre el procés (motors, cilindres, etc.). Sovint es requereixen preactuadors (relès, vàlvules distribuïdores)

Dispositius de sortida d'informació. S'ocupen de la comunicació amb l'ordinador (LED, timbre).

2.2.3 Control programat: evolució

L'evolució tecnològica al llarg de la història ha donat origen a automatismes cada cop més complexos. Primerament, mitjançant la tecnologia cablada, es transmetia i processava informació amb relés i contactors. Posteriorment, el desenvolupament de sistemes informàtics propicià una millora en el camp del control automàtic, introduint més flexibilitat, una reducció d'espai i més fiabilitat. L'aparició de l'autòmat programable o PLC significà una integració d'ambdues tecnologies millorant els sistemes de control industrial anteriors.

La necessitat en la indústria d'un sistema flexible i resistent donà origen a l'autòmat programable industrial (PLC), una màquina electrònica que era molt versàtil i, donada la seva similitud amb els sistemes de relés, fàcil de programar. Els PLC més moderns són molt ràpids i es programen en llenguatge informàtic. Connectant-los a ordinadors és possible d'integrar en un sol sistema, les funcions de producció assistida per ordinador (CIM).

2.3 SISTEMES DE FABRICACIÓ FLEXIBLE

En els darrers anys el terme *fabricació flexible* és emprat generalment per designar una nova tecnologia de fabricació. Aquesta expressió, a més de la idea de flexibilitat que porta explícita, és susceptible d'una ampliació del seu contingut incloent, d'aquesta manera, tot un seguit de conceptes i aplicacions. Trobem, doncs, dins la fabricació flexible, tècniques tan diverses com l'estandarització, l'automatització, la gestió de materials i recursos, la mantenició, noves tècniques de mecanitzat, etc.

Com sol passar amb les primeres aplicacions de les noves tecnologies, potser la fàbrica flexible ha estat malentesa en quan a la seva disponibilitat. Així, els exemples més propers com puguin ser les grans línies automàtiques de mecanitzat i muntatge de les empreses d'automoció, proporcionen una sensació popular d'accés restringit a aquest tipus de tecnologia, tan sols per a companyies que gaudeixin d'un alt poder adquisitiu i per a fer-ne ús completament integrat. Aquesta idea, però, no s'avé amb la realitat. Per ser concrets la fàbrica flexible és la tecnologia de fabricació que ofereix millors possibilitats a la petita i mitjana empresa que treballa per lots i gaudeix d'una gran varietat de producció. A més, el seu concepte és aplicable a gairebé qualsevol camp de producció, ja sigui mecànic, elèctric o electrònic, químic, tèxtil, etc.

Per respondre a la pregunta: què és la fabricació flexible?, la literatura tècnica ofereix diverses definicions:

- És un procés de control automàtic capaç de produir una varietat de productes dins una gamma determinada.
- És una tecnologia que ajuda a optimitzar, per mitjà de millors sistemes de control i gestió, tots aquells trets que condicionen l'efectivitat de la producció en sèrie, ja siguin millors temps de resposta, millor qualitat, menor cost unitari, etc.
- És un sistema format per màquines i instal·lacions tècniques enllaçades entre sí per un sistema comú de control i transport, de forma que existeixi, dins uns marges, la possibilitat realitzar diversos treballs sobre peces diferents sense haver d'interrompre el procés de producció pel reequipament del sistema.

- La fabricació flexible és l'eina de producció més potent avui dia a disposició d'una empresa per millorar la seva posició competitiva en l'entorn industrial actual.

A la pràctica, dins una fàbrica de producció flexible trobem:

- Equips de producció automàtics amb canvi automàtic de peces i eines que doten el sistema de relativa autonomia .
- Uns sistemes de mantenició i transport d'eines i peces, entre màquines i entre aquestes i els magatzems.
- Versatilitat en l'entrada de peces diferents, gràcies a sistemes d'identificació, i la corresponent selecció dels processos de fabricació adients.
- Un sistema de monitorització i control general informatitzat.
- Un sistema de gestió de materials, màquines i eines (filosofies just in time, kan-ban, stock-zero, etc.)

És, en efecte, un sistema de fabricació ideat per millorar la productivitat d'un taller fent-li conservar la seva universalitat

2.4 LA FÀBRICA DEL FUTUR

La fàbrica flexible incorpora dia a dia nous avenços amb la intenció d'efectuar millores en quant a la capacitat d'adaptació de variacions, per tant, es caracteritza per una constant predisposició a l'augment de la flexibilitat.

El seu camp d'aplicació s'ha estès en els darrers anys donant, suport a tot tipus d'indústria com puguin ser la química, elèctrica, mecànica o tèxtil. La incorporació d'"intel·ligència" en els sistemes per mitjà de microprocessadors ha

permès la creixent adaptació a noves fabricacions. Així doncs, tant innovacions tècniques, amb la millora de sensors i processos d'inspecció, autocorrecció o transport; com de software, amb la incorporació de programes de gestió i control més potents; han suposat els incentius principals per a un increment de l'autonomia i la continuïtat en la producció.

Si més no, la incorporació d'ordinadors en el control central de tallers, constituí el precedent d'una etapa de grans millores en el funcionament dels grups de producció.

L'aplicació de diferents sistemes informàtics en els sectors de la fabricació flexible, va donar origen, d'acord amb la diversitat d'equips de hard i soft que incloïa, a l'aparició d'un nou concepte de CIM, referit a una INTEGRACIÓ global de les activitats de l'ordinador en l'empresa.

La possibilitat de disposar de sistemes de producció controlats exclusivament des d'un únic centre d'informació, juntament amb l'automatització d'altres elements de producció i de proveïment de materials, va deixar entreveure la possibilitat de creació d'una fàbrica controlada totalment de forma automàtica. El nivell de “fàbrica del futur”, amb un funcionament completament autònom, s'ha intentat assolir per mitjà de filosofies com la de CIM, que com ja s'ha dit constituí un factor revolucionari en el camp d'integració de les funcions del sistema de producció.

3 PROJECTE PRÀCTIC

3.1 INTRODUCCIÓ

Una vegada presentades les bases teòriques en relació a la fabricació flexible la nostra feina deriva en el disseny i confecció d'una màquina de control numèric amb ordinador –CNC-.

Degut a que el concepte de cèl·lula de fabricació flexible és molt ampli i engloba infinitat de sistemes que automatitzen tot el procés envers la unitat de mecanitzat, el nostre treball consisteix en realitzar una aproximació, amb les eines i materials de que disposem, a l'essència d'aquest concepte summament innovador que ha revolucionat la indústria del segle XX.

Una màquina CNC representa un dels constituents immediats d'una cèl·lula flexible, que a més inclou, entre d'altres, dispositius d'assortiment de material i eines a la unitat de mecanitzat, i controls de qualitat, que ofereixen en conjunt un matís d'automatització més autònom.

Concretament, aquesta màquina CNC assoleix les funcions d'una taladradora de plaques de circuit imprès. Per a l'ús i manipulació només cal introduir en l'ordinador un extracte en forma d'arxiu de text amb la informació de la localització dels punts on s'ha de taladrar. La dinàmica de treball que implica el disseny d'una placa concreta és avui dia a l'abast de l'usuari, i proporciona de forma senzilla aquesta informació que és necessària per a fer servir la nostra màquina.

Dins la nostra tasca de construcció ens hem trobat diversos contratemps degut a les condicions de precisió requerides pel mecanisme desenvolupat. En un esforç implacable per assolir el nostre objectiu, ens vam fer als carrers amb la intenció de trobar allà on fos els materials necessaris. Degut a l'heterogeneïtat dels materials obtinguts vam haver de recórrer a la nostra perseverança i enginy a l'hora de realitzar l'acoblament de tots ells. Donada la provenença dels materials, podem considerar la nostra màquina, cent per cent reciclada.

Com tots sabeu, el nostre entorn de treball ha estat l'aula de tecnologia de l'IES Sant Martí de Provençals, i el fet que el centre disposi d'un equipament tecnològic molt complet, ens ha facilitat la tasca en tant que hem pogut utilitzar en tot moment les eines necessàries.

3.2 TEORIA APLICADA EN EL PROJECTE

3.2.1 Sensors

Són dispositius que transformen una magnitud física en una altra, sovint un senyal elèctric, establint entre elles una relació determinada. En un transductor distingim les parts següents:

- *Element sensor o captador*: Converteix les variacions d'una magnitud física en variacions d'una elèctrica o magnètica(senyal).
- *Bloc de tractament de senyal*: Tracta el senyal obtingut pel sensor per acoblar-lo a l'entrada de l'etapa de sortida.
- *Etapa de sortida*: Circuits que adapten el senyal a les necessitats de la càrrega exterior (amplificadors, relés...)

Un transductor ideal ha de funcionar sempre proporcionalment i absorbir molt poca energia.

Els transductors es poden classificar en actius o passius, segons si necessiten alimentació externa o no per a captar el senyal; en analògics i digitals, segons la forma de codificar la magnitud mesurada; i segons la magnitud física a detectar en transductors de posició, proximitat, desplaçament, velocitat, temperatura o pressió.

Els transductors de posició detecten la presència d'un objecte en un punt concret. Poden ser:

- *Finals de cursa* (interruptor de posició). Activen i desactiven els seus contactes per mitjà de l'acció mecànica sobre l'actuador (polsador).
- *Microrruptors*. Funcionen de forma idèntica, però són més fràgils.

3.2.2 Motors de pas a pas

Tot i que els motors de pas poden ser emprats per produir un treball amb un gir continu d'un eix, la característica que els fa diferents és la capacitat de moure un eix amb un gran precisió fins una determinada posició, simplement amb un número predeterminat de passos.

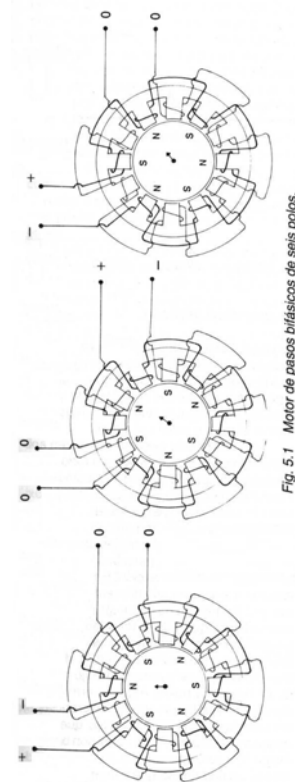
Els motors de pas poden classificar-se en motors d'imants permanents i de reluctància. Ambdós poden efectuar passos d'angles molt grans (4-24 passos per revolució) o molt petits (50- 200 passos per revolució). Els motors de pas són generalment màquines de baixa velocitat amb una potència de sortida molt modesta. Aquest és un petit preu a pagar davant el gran control que ofereixen en cada moviment.

Els motors de pas estan dissenyats per treballar de forma contínua amb el rotor estacionari i generar una gran força restauradora (moment de retenció) si el motor es mou de la seva posició. Les seves qualitats més rellevants són la precisió en cada pas i la capacitat d'efectuar un gran nombre de passos. Concretament un dels trets a remarcar és el nombre de passos possibles per revolució quan s'incrementa la velocitat.

La major part dels motors de pas amb imants permanents utilitzen un motor multipolar d'imant permanent situat dins la bobina bifàsica del dispositiu

d'arrencada. S'empren aquest tipus de bobines donat que comprenen el mínim nombre de fases necessari per fer girar el rotor en una direcció desitjada.

A la figura s'observa una bobina d'arrencada bifàsica de 6 pols (12 passos) en tres posicions diferents. En cada posició el rotor està en repòs respecte als pols adjacents oposats, ja que resta en la posició de moment zero respecte el balanç de les forces magnètiques. En tant que el rotor es mou d'aquesta posició es genera un moment restaurador que s'incrementa de forma sinusoïdal fins a arribar a un màxim que correspon a un altre dels blocs de l'arrencada (és a dir, un pas complet). Si es continua desplaçant el rotor en la mateixa direcció, la força restauradora caurà i canviarà de signe. Si en aquest punt es deixa lliure es mourà fins la següent posició d'equilibri quatre passes més enllà de la posició. El pic en la corba del moment dóna el màxim moment que es pot exercir sobre el rotor; aquest és conegut amb el nom de moment de retenció.



Si les bobines estiguessin carregades, el rotor d'imat permanent es mouria fins la posició més propera de més baixa reluctància (oposició al pas de flux magnètic) on els pols magnètics del rotor estiguessin oposats als blocs de l'arrencada.

A la figura següent es mostra el tipus més simple de motor amb dues bobines. Pot treballar carregant

seqüencialment cada una de les bobines, com es mostra a la taula A; o per parelles,

com es mostra a la B. La taula B s'empra més sovint, ja que és una mica més eficient que la taula A, degut a un millor

ús del bobinat. En A, per a una posició de repòs en els pols del rotor li correspon adjacentment els pols carregats de l'arrencada, en B la posició de repòs està a mig camí dels pols carregats, una diferència de mig pas respecte A. En la taula C, s'alternen els estats d'una sola bobina i d'una bobina doble, i dóna com a resultat mig pas com ja s'ha mencionat anteriorment. Tots els passos següents són repetició de la sèrie inicial.

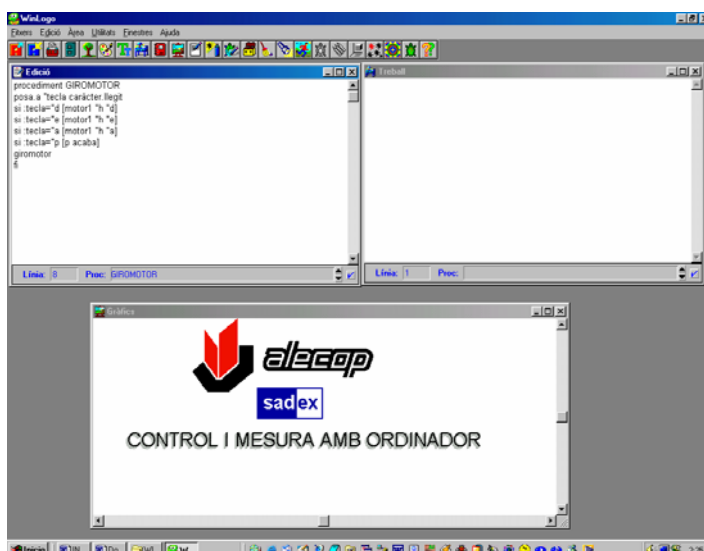
Aquest darrer model és sovint anomenat el motor de passos bipolar degut a que és necessari, tant per la corrent d'anada com per la de tornada, passar a través de cada bobina quan s'està produint el pas.

		Ø 1		Ø 2	
		A	B	A	B
A UN EMBOBINADO	1	+	-	0	0
	2	0	0	+	-
	3	-	+	0	0
	4	0	0	-	+
	(5)	+	-	0	0
B DOS EMBOBINADOS	1	+	-	+	-
	2	-	+	+	-
	3	-	+	-	+
	4	+	-	-	+
	(5)	+	-	+	-
C MEDIO PASO	1	+	-	+	-
	2	+	-	0	0
	3	-	+	+	-
	4	0	0	+	-
	5	-	+	-	+
	6	-	+	0	0
	7	+	-	-	+
	8	0	0	-	+
	(9)	+	-	+	-

3.2.3 Llenguatge de programació WinLogo

Per la manipulació de dades fent servir l'equip SADEX cal utilitzar el programa WinLogo. Concretament l'empresa Alecop ha dissenyat una aplicació, anomenada Micromón, que permet la confecció d'ordres organitzades, és a dir, d'un programa d'acord amb les necessitats o objectius de l'usuari. Tots els comandaments i ordres que es poden emprar en la confecció d'un programa determinat, figuren ordenades alfabèticament en els manuals de l'usuari. El primer pas de l'aprenentatge del funcionament d'aquest entorn, l'hem realitzat a partir d'experiències senzilles proporcionades pel nostre tutor de recerca i per articles publicats regularment a la revista editada pel departament de ciències i tecnologia "La Aguja de marear".

A títol d'exemple, plantejem un programa de control de motors de corrent contínua mitjançant el mòdul de control per aquests mateixos motors.



procediment GIROMOTOR

posar a "tecla caràcter.llegit

si :tecla="d [motor1 "h "d]

si :tecla="e [motor1 "h "e]

si :tecla="a [motor1 "h "a]

si :tecla="p [p acaba]

giromotor

fi

3.3 FUNCIONAMENT DE CARA A L'USUARI

Per poder perforar una placa determinada l'usuari ha de seguir els següents passos:

- 1- Disseny de l'esquema elèctric per ordinador.
- 2- Disseny de la placa del circuit, i generació d'arxius de forats.
- 3- Lectura automàtica i flexible de l'arxiu dins del nostre programa.
- 4- Subministrament del material primari a la màquina.
- 5- Perforació desatesa.

Avui dia nombrosos i complets programes de disseny, com l'ORCAD, permeten, per mitjà d'eines de dibuix i biblioteques de components elèctrics, l'obtenció dels plànols dels esquemes elèctrics. D'aquests obtindrem posteriorment, mitjançant d'altres programes com l'ORCAD PCB II, la imatge de la placa de circuit imprès. Aquests programes també faciliten la creació de fitxers de text on es troben reflectides les coordenades cartesianes corresponents a la situació de cada punt.

L'aplicació de software que hem programat permet la lectura automàtica d'aquests arxius, i el control adequat de la nostra màquina per a efectuar els forats.

L'usuari en aquest nivell, s'ha d'encarregar de fixar correctament la placa on es volen realitzar els forats, als utilatges de la màquina, i indicar la situació del fitxer de coordenades a l'ordinador.

3.4 HARDWARE

El hardware del nostre treball està constituït bàsicament per quatre elements:

3.4.1 Control des de PC

Essencialment, l'ordinador, funciona com a controlador. És a dir, coordina i processa totes les operacions i senyals amb que es treballa dins de la màquina. Tot això ho fa mitjançant la interconnexió amb el SADEX per mitjà d'un cable que va al port de comunicacions de l'ordinador (COM1 o COM2). Fent servir el programa que es subministra amb el



SADEX (Micromón), controla aquesta unitat i en conseqüència tot el procés.

Aquest ordinador no ha de presentar cap característica ni equipament específic per tal de poder realitzar les seves funcions. Això és, que qualsevol ordinador PC, es capaç de desenvolupar les tasques requerides satisfactòriament. Encara que si l'ordinador és més potent, el procés de transferència de dades es realitza amb més efectivitat i rapidesa, sense interrupcions o petits retards ocasionats pel temps necessari pel processament de les dades.

Per tot això, en tractar-se d'una màquina de CNC la que s'ha de controlar, el govern d'un ordinador es presenta imprescindible per al funcionament.

3.4.2 SADEX

Continuant amb la nostra tasca de recerca i aprofitament de mitjans que estiguessin al nostre abast, descobrirem un equip en haver del centre que ens proporcionava la possibilitat de controlar automàticament processos d'entrada i

sortida de dades. Davant el desconeixement tant de l'existència com del seu funcionament, vam haver de rebre una formació autodidacta per mitjà dels seus extensos manuals i exemples facilitats pel nostre tutor de recerca.

En primer lloc realitzàrem un estudi bàsic sobre els seus mòduls constituents i el seu funcionament general, que inclou la seva connexió amb altres elements. Un cop assolit aquest nivell inicial, orientàrem la nostra formació cap a la programació en llenguatge WinLogo.



Aquesta unitat constitueix un equip integral format per mòduls, que ha estat dissenyat tant per a la captació de magnituds físiques, analògiques i digitals, com per la seva gestió i processament, bé sigui per un anàlisi quantitatiu o qualitatiu de dades, o pel control d'un determinat procés i el seguiment continuat d'un sistema, com és el nostre cas. D'aquesta manera ens resulta una eina idònia pel control i regulació d'informació.



Dins l'extensa gamma de mòduls adaptables al SADEX, nosaltres concretament utilitzem els d'entrades i sortides digitals per enviar i rebre informació digitalment.

Per tant, al mòdul d'entrades digitals, hi arriben els senyals provinents dels sensors que s'hi troben dins la unitat de mecanitzat per tal de poder conèixer instantàniament l'estat en que es troba. Aquests senyals són tramesos a l'ordinador, el qual els regula convenientment d'acord amb el programa

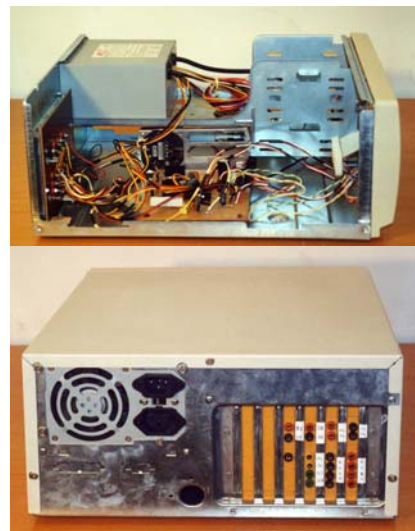
i les retorna al mòdul de sortides digitals. Aquestes senyals seran enviats a la interfície, i a través d'aquesta, a la unitat de mecanitzat.

3.4.3 Interfície específica pel control dels motors

Hem aprofitat la carcassa d'un ordinador per construir un sistema que adapti els senyals rebuts i comuniqui la potència necessària als motors dels carros.



Principalment és constituïda per una placa de circuit imprès, que mitjançant la combinació dels diferents components electrònics permet controlar els motors de pas a pas que mouen els carros de la nostra taula XY. També disposa d'altres funcions com la de controlar el moviment i la velocitat del trepant o la determinació de la distància que recorren els carros en cada pas. Des d'aquesta unitat, es pot inhabilitar el circuit en cas d'emergència i aturar el moviment d'ambdós carros.



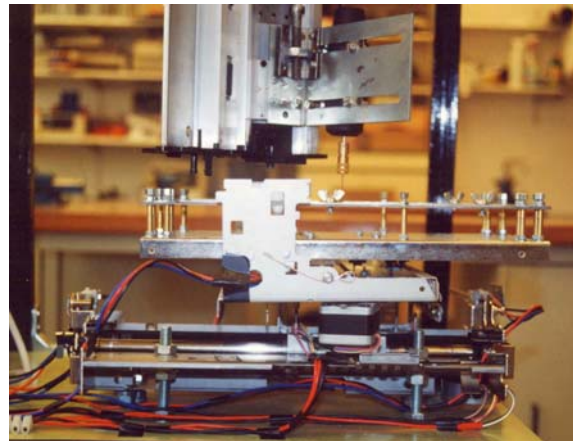
Pel disseny d'aquest circuit i el control dels motors s'han utilitzat essencialment els xips L297, L293D i BA6219B. Els dos primers pel control dels motors pas a pas i el darrer per al motor de corrent contínua que fa pujar i baixar el trepant. L'L297 realitza la tasca de control i el xip L293D realitza la tasca de subministrament de potència. En canvi el BA6219B realitza ambdues tasques simultàniament.

Fins aquesta placa arriba el subministrament elèctric provinent de la font d'alimentació, integrada també dins la carcassa d'ordinador. Per obtenir una tensió contínua i estable de 5 volts que alimenten la lògica, s'ha utilitzat el xip LM7805, que transforma els 12 volts provinents de la font als 5 volts requerits per treballar digitalment.

A través del panell situat a la part posterior de la carcassa, es distribueixen els cables que aniran a parar tant a la màquina per conferir l'energia motriu necessària i determinar l'estat dels diferents finals de cursa i sensors, com al SADEX per captar les ordres de control. En tot moment es poden comprovar determinats estats de la placa per mitjà de diodes LED (emissors de llum de colors) que es troben a la part frontal de la carcassa.

3.4.4 Unitat de mecanitzat. Taladradora CNC

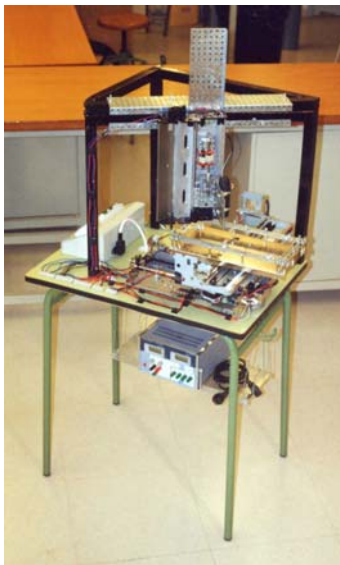
Aquest element del sistema es presenta com la part que interacciona directament amb la peça que s'ha de foradar. Així doncs, desenvoluparà les funcions físiques per les quals ha estat dissenyat el sistema.



Podem subdividir la unitat en diferents parts: l'estructura de suport, la taula XY de moviment superficial, el carro de desplaçament del trepant, el quadre de comandament, el pannel de connexions i els sensors.

Tot el sistema està muntat envers a una taula escolar proporcionada per Ensenyament, sobre la qual trobarem fixat amb escaires metàl·liques un altre mòdul estructural amb tres potes de subjecció, fabricat a partir de la soldadura de barres quadrades d'un somier. Sobre aquest últim trobem una guia regulable per a la graduació de l'alçada inicial del carro de desplaçament del trepant que s'hi troba solidari. Sota el taulell de la taula, una estructura subjectada per tirants serveix de suport per a la font d'alimentació que proporciona l'energia necessària al trepant.

Tots els elements estructurals han estat sòlidament units per cargols i femelles amb la mètrica adaptada en cada cas a la necessitat.



La taula XY és la part fonamental de tot el treball. Consisteix en una estructura formada per dos carros d'impressora, que desplacen una superfície sobre les dos coordenades cartesianes. Concretament es conforma per 2 carros, un d'inferior que es troba sòlidament fixat a la taula, i un de superior que s'hi troba subjectat perpendicularment sobre el primer. Conseqüentment, obtenim una estructura que pot desplaçar-se en ambdues direccions. A la part superior d'aquest últim carro trobem disposats els utilitats de subjecció de la placa a perforar.

Els carros de les impressores incorporen un motor pas a pas solidari a una cinta de dentada de desplaçament que fa moure un mòdul sobre unes guies cilíndriques i metàl·liques per reduir el fregament. Degut a que el carro inferior i en conseqüència el seu motor ha de suportar tot el pes, ha estat necessari que

aquest sigui d'una potència, precisió i consistència excepcionals. Per això ha estat sotmès a un procés de selecció d'acord amb les necessitats esmentades.

Sobre l'eix X es gaudeix d'una precisió en estat half del motor de 0,1575 mm/pas, i 0,315mm/pas en estat full del mateix. En el cas del carro Y la precisió en mode half és de 0.3125mm/pas i en mode full de 0.625mm/pas.

La velocitat de desplaçament d'aquests carros ve controlada per la freqüència de pas especificada en el programa de WinLogo i, raonablement, per l'estat de funcionament dels motors(half/full).

Aquesta part del muntatge mecànic ha estat la que ha requerit d'una major atenció en quan a la rigor de posicions relatives i una unió més acurada de les peces que els componen entre sí. D'aquesta manera, evitant desviacions indesitjades, s'ha aconseguit conservar la precisió inicial de cada carro.

El carro de desplaçament del trepant tot i que estructuralment s'assembla als anteriors, funcionalment disposa d'un sistema de moviment diferent. Aquest sistema basa el seu funcionament en el següent concepte: un cargol en rotar provoca el desplaçament lineal sobre el seu eix d'una superfície que es troba fixada a la femella continguda dins la seva rosca. Per tal de fer rotar el cargol es fa servir un motor de corrent contínua, l'eix del qual es troba alineat i fixat a l'eix del cargol, per mitjà d'una rosca interior. Amb l'objectiu de transmetre més força en el moviment rotatiu, i per tant en el lineal, hem utilitzat un mecanisme d'engrenatges que actua a mode de reductora. És a dir, disminueix la velocitat angular i augmenta el seu parell de força ($P = \omega \tau$). Sobre la superfície vasculant es troba fixat el trepant encarregat de foradar la placa. L'accionament del mateix ve determinat per la posició de la superfície que el subjecta, que oscil·la entre 2 posicions, un punt

màxim superior i un punt mínim inferior. En qualsevol moment en que aquesta superfície no es trobi en el punt màxim superior, el trepant estarà accionat per mitjà d'un relé. El carro sencer es troba subjectat a una guia vertical on encaixa perfectament per tal de permetre el seu calibratge en alçada.

El quadre de comandament realitza les funcions de distribució i seguretat dins el subministrament elèctric de la màquina. Aquest element és descrit en profunditat més endavant dins el seu apartat corresponent.

El panell de connexions està format per un seguit de regletes que connecten els elements de la màquina amb altres unitats del sistema. Per un costat proporcionen potència a tota la unitat de mecanitzat i per l'altre envien els senyals provinents dels sensors al SADEX.

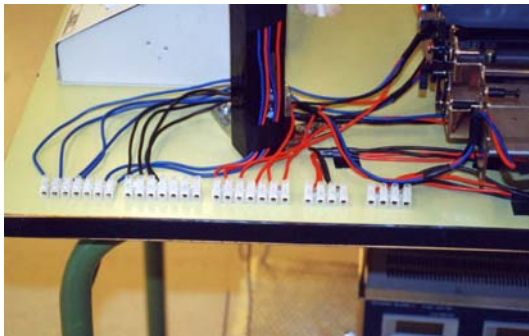
Tots els sensors emprats en la rebuda de dades de l'estat de la màquina són de posició, els anomenats finals de cursa, en el nostre cas mecànics. Aquests dispositius envien una senyal de 5 V a través d'un cable en el cas d'ésser activats o bé un potencial de 0V en el cas de romandre inactius. En trobem distribuïts en l'inici i final del recorregut dels carros. Per tant, pel control d'un carro en funció d'aquests en calen dos que seran activats per contacte mecànic.

3.4.5 Subministrament elèctric

El nostre sistema consta de distintes fonts d'alimentació. Totes són connectades per un únic quadre de comandament ubicat a la base de la nostra unitat de mecanitzat i que resta



connectat directament als 220 volts de corrent alterna de la xarxa. Des d'aquest quadre podem controlar l'alimentació de corrent de tots els sistemes, així com guarir a totes les unitats de sobrecàrregues o sobretensions externes de la xarxa, donat que disposa de diferencials magnètics i tèrmics. Al quadre de control són connectats 3 elements: 2 fonts d'alimentació (la del circuit i la del trepant) i el SADEX.



La font que alimenta al circuit (interfície), està integrada dins la carcassa i és una font estàndar de PC. Tots els sensors o transductors del sistema també són alimentats per aquesta font. La font que es troba situada sota la base de la unitat de mecanitzat únicament controla la potència o velocitat de gir del capçal del trepant a l'hora de fer els forats.

3.5 Software. Programa de control

El llenguatge de programació utilitzat per realitzar aquest programa s'anomena WinLogo. Dins del programa WinLogo hem fet ús d'un conjunt de procediments adaptats per a la utilització i control del SADEX anomenat Micromón, subministrat per Alecop, l'empresa creadora de l'equip SADEX.

Tots els aprenentatges i coneixements sobre l'ampli món de la programació en WinLogo, els hem obtingut a partir dels manuals de funcionament orientats a l'usuari. Aquest venen reflectits en la bibliografia consultada en aquest treball.

PROGRAMA PEL CONTROL DEL TREPANT

```
proc PLACA
si estat.entrada? "c 5 [INICI] [escriu [NO HI HA PLACA!! POSA'N UNA AMB
COMPTE]]
fi
```

```
proc INICI
mentre [estat.entrada? "c 2="fals] [ESQUERRAX]
si estat.entrada? "c 2 [mentre [estat.entrada? "c 4="fals] [ESQUERRAY]]
si estat.entrada? "c 4=estat.entrada? "c 2 [ARCHIVO]
```

```
;si estat.entrada? "c 1 [(escriu [PERILL!!!! carro X fora d lloc])(si ;estat.entrada?
"c 2 [INICI] [mentre [estat.entrada? "c 2="fals] ;[ESQUERRAX]])(INICI)]
fi
```

```
procediment ARCHIVO
posa.a "POSX 0
posa.a "POSY 6
escriu [escriu el nom del archiu de text amb la seva extensió on es troben les
coordenades en DÈCIMES DE MILÍMETRE!!!:]
posa.a "arxiu paraula.llegida
obre :arxiu
posa.a "LONG longitud.fitxer :arxiu
escriu [LONGITUD DEL FITXER]
escriu :LONG
llegeix.de :arxiu
posiciona.lectura :POSX
posa.a "CORX1 paraula.llegida
posiciona.lectura :POSY
```

```

posa.a "CORY1 paraula.llegida
tanca :arxiu
NUPAS
fi

```

```

proc NUPAS
comprova és.nombre :CORX1
si.ver [(posa.a "NPAS divisió :CORX1 3.15)(escriu [fem] :NPAS)(posa.a "NPAS
arrodonit :NPAS)(escriu [fem] :NPAS [pasos])(escriu [estás en la posició X]
:CORX1]
si.fals [(escriu [Revisa l'arxiu X que sigui correcte!!!!])(ARCHIVO)]
repeteix :NPAS [DRETAX]

```

```

espera 100

```

```

comprova és.nombre :CORY1
si.ver [(posa.a "NPAS divisió :CORY1 6.25)(escriu [fem] :NPAS)(posa.a "NPAS
arrodonit :NPAS)(escriu [fem] :NPAS [pasos])(escriu [estás en la posició Y]
:CORY1]
si.fals [(escriu [Revisa l'arxiu Y que sigui correcte!!!!])(ARCHIVO)]
repeteix :NPAS [DRETAY]

```

```

(escriu [estem a les cordenades:] [X:] :CORX1 [Y:] :CORY1)
espera 100
TALADRO1
fi

```

```

proc NUPAS2X
obre :arxiu
posa.a "POSX :POSX+12
escriu [POSSICIÓ DE LA X]
escriu :POSX
si :POSX<(:LONG-6) [(llegeix.de :arxiu)(posiciona.lectura :POSX)(posa.a
"CORX2 paraula.llegida)(tanca :arxiu)] [(tanca :arxiu)(escriu [ja s'han acabat les
coordenades X])(NUPAS2Y)]
comprova és.nombre :CORX2
si.ver [(posa.a "NPAS2 resta :CORX2 :CORX1)(posa.a "NPAS2 divisió :NPAS2
3.15)(escriu [fem] :NPAS2)(posa.a "NPAS2 arrodonit :NPAS2)(escriu [fem]
:NPAS2 [pasos])(escriu [estas en la posició X] suma :CORX1 resta :CORX2
:CORX1)]
si.fals [(escriu [Comprova que l'arxiu X sigui correcte!!!!])(NUPAS2X)]
si :NPAS2=0 [(NUPAS2Y)]
si :NPAS2>0 [repeteix :NPAS2 [DRETAX]] [(posa.a "NPAS2 valor.absolut
:NPAS2)(repeteix :NPAS2 [ESQUERRAX]]
espera 150
NUPAS2Y
fi

```

```

proc NUPAS2Y
obre :arxiu

```

```

posa.a "POSY :POSY+12
escriu [POSSICIÓ DE LA Y]
escriu :POSY
si :POSY<(:LONG) [(llegeix.de :arxiu)(posiciona.lectura :POSY)(posa.a "CORY2
paraula.llegida)(tanca :arxiu)] [(tanca :arxiu)(escriu [ja s'han acabat les
coordenades i reiniciem la màquina])(INICI)]
comprova és.nombre :CORY2
si.ver [(posa.a "NPAS2 resta :CORY2 :CORY1)(posa.a "NPAS2 divisió :NPAS2
6.25)(escriu [fem] :NPAS2)(posa.a "NPAS2 arrodonit :NPAS2)(escriu [fem]
:NPAS2 [pasos])(escriu [estas en la posició Y] suma :CORY1 resta :CORY2
:CORY1)]
si.fals [(escriu [Comprova que l'arxiu Y sigui correcte!!!!])(NUPAS2Y)]
si :NPAS2=0 [(BUCLE)]
si :NPAS2>0 [repeteix :NPAS2 [DRETAY]] [(posa.a "NPAS2 valor.absolut
:NPAS2)(repeteix :NPAS2 [ESQUERRAY]]
espera 200
(escriu [estem a les cordenades:] [X:] :CORX2 [Y:] :CORY2)
TALADRO2
fi

```

```

proc TALADRO1

```

```

sortides "d [5 0 6 0]
si estat.entrada? "c 6="fals [(escriu [el taladro s'està inicialitzant.espera...])(sortides
"d [5 1 6 0])(espera1.entrada "c 6)]
si estat.entrada? "c 6="ver [(sortides "d [5 0 6 1])(escriu
[taladrant...])(espera1.entrada "c 7)]
si estat.entrada? "c 7="ver [(sortides "d [5 0 6 0])(espera 150)(sortides "d [5 1 6
0])(escriu [forat fet!])(espera1.entrada "c 6)(sortides "d [5 0 6 0]]
NUPAS2X
fi

```

```

proc TALADRO2

```

```

sortides "d [5 0 6 0]
si estat.entrada? "c 6="fals [(escriu [el taladro s'està inicialitzant.espera...])(sortides
"d [5 1 6 0])(espera1.entrada "c 6)]
si estat.entrada? "c 6="ver [(sortides "d [5 0 6 1])(escriu
[taladrant...])(espera1.entrada "c 7)]
si estat.entrada? "c 7="ver [(sortides "d [5 0 6 0])(espera 150)(sortides "d [5 1 6
0])(escriu [forat fet!])(espera1.entrada "c 6)(sortides "d [5 0 6 0]]
BUCLE
fi

```

```

proc BUCLE
posa.a "CORX1 :CORX2
posa.a "CORY1 :CORY2
NUPAS2X
fi

```

```
proc DRETAX
sortida "d 2 1
sortida "d 1 0
espera 5
sortida "d 1 1
si estat.entrada? "c 1 [(escriu [PERILL!!!! no admet coordenades X d'aquest
tamany])(INICI)]
si estat.entrada? "c 5 [] [(escriu [PERILL!!! s'ha sortit la placa. Has de començar
de nou.])(PLACA)]
fi
```

```
proc ESQUERRAX
sortida "d 2 0
sortida "d 1 0
espera 5
sortida "d 1 1
si estat.entrada? "c 5 [] [(escriu [PERILL!!! s'ha sortit la placa. Has de començar
de nou.])(PLACA)]
fi
```

```
proc DRETAY
sortida "d 4 1
sortida "d 3 0
espera 5
sortida "d 3 1
si estat.entrada? "c 3 [(escriu [PERILL!!!! no admet coordenades Y d'aquest
tamany])(INICI)]
si estat.entrada? "c 5 [] [(escriu [PERILL!!! s'ha sortit la placa. Has de començar
de nou.])(PLACA)]
fi
```

```
proc ESQUERRAY
sortida "d 4 0
sortida "d 3 0
espera 5
sortida "d 3 1
si estat.entrada? "c 5 [] [(escriu [PERILL!!! s'ha sortit la placa. Has de començar
de nou.])(PLACA)]
fi
```

3.6 LLISTAT D'ELEMENTS UTILITZATS

- Carro d'impressora Apple Style Writer II
- Carro d'impressora Cannon BJC 5100
- Carro d'impressora Palomina style ploter and jare
- Somier de matalàs
- Taula de l'institut
- Diverses làmines metàl·liques
- Elements estandaritzats de mecano.
- Tot tipus d'elements de ferreteria: Cargols, femelles, barres roscades, volanderes, escaires, abraçaderes, globers...
- Fil ferro
- Cinta aïllant
- Cable de connexió
- Mascles i femelles de connexió
- Regletes
- Quadre de comandament
- Sensors mecànics de posició
- Carcassa d'ordinador
- Ventilador vell
- Font d'alimentació de desguàs.
- Plaques de CI de desguàs
- Minitrepant de 12-18 V. DC



3.7 MILLORES DE CARA A LA PRODUCTIVITAT

El defecte més notori que té la nostra màquina és que es presenta irrepetible, donat que està constituïda per materials únics de provenença molt variada.

Les millores de funcionament de la màquina depenen essencialment del seu disseny i muntatge. Per tant realitzant un disseny més acurat i fent servir materials específicament fabricats d'acord amb uns plànols específics de disseny s'aconseguirien uns resultats òptims. De la mateixa manera també s'aconseguirien millores estandaritzant tots els elements que la conformen.

Concretament, la velocitat es podria augmentar utilitzant un generador de senyals amb capacitat per emetre amb més freqüència conservant la precisió en la seva posició.

L'estabilitat o potencia en el seu moviment seria consolidada fent servir servomotros de DC, que ofereixen uns resultats semblant als de pas a pas i els podem trobar més grans i potents.

Utilitzant guies calibrades del tipus “cola de milano”, que permeten una òptima estabilitat així com un desplaçament més acurat i estable.

Fent servir un sistema alternatiu de pujada i baixada del trepant s'obtindria una millor regulació de la velocitat i la potència d'actuació.

Amb un sistema de cablejat i connexions més específiques s'eviten possibilitats d'errors en la connexió i possibles interferències.

En general, una millora substancial de la màquina vindria precedida per una utilització dels elements pròpiament requerits, és a dir, elements calibrats i específics per a la seva utilització en aquest entorn.

Cal matisar, però, en aquest sentit que l'obtenció d'aquests materials suposaria un desfasament elevadíssim en el pressupost destinat al treball de recerca. Per tant, inabastable per a qualsevol institut de secundària i batxillerat.

3.8 RESULTATS I DIFICULTATS

En tots els procediments que ha calgut efectuar tant de construcció com de recerca i regulació d'informació, els aspectes que han presentat unes característiques més adverses han estat les rigoroses condicions de muntatge exigides per la màquina, juntament amb la necessitat de realitzar dissenys específics per al mateix procés de configuració, donada la exclusivitat de les seves característiques dimensionals i mecàniques. Així i tot amb un procés de selecció acurat i grans dosis de paciència hem trobat els materials idonis per a l'emboetat de les peces que conformen la unitat de mecanitzat.

Intentant salvar el condicionament estructural dels carros, finalment hem aconseguit uns resultats en qüestió de precisió força acceptables, arribant a reproduir la dimensió mínima de qualitat satisfactòria, d'un ordre de dècimes de mil·límetres. És per això, que considerem un èxit la tasca realitzada per pal·liar les possibles fluctuacions per inestabilitats, que hagueren derivat en un funcionament improcedent dels mecanismes de desplaçament tant superficial com lineal.

A més hem tingut la sort de disposar del suport del nostre tutor amb el qual hem pogut resoldre conjuntament tots els contratemps que anaven apareixent a mesura que avançàvem.

El cost aproximat de d'aquest muntatge ascendeix a unes 10.000pts (60,02€)

A més la màquina de CNC ha estat dotada de nombrosos sistemes de regulació que augmenten la seva versatilitat i conflueixen en un increment de la flexibilitat, que és primordialment l'objectiu que intenta assolir qualsevol màquina de control numèric.

4. CONCLUSIÓ I VALORACIÓ PERSONAL

És fàcilment deduïble la sensació, que la materialització d'aquest treball, ha suposat en favor nostre. Clarament, la culminació amb èxit de les expectatives que ens havíem fixat ha resultat en un alleujament i reconfortament generals.

Tot i que les exigències imposades pel treball comprenen un gran sacrifici, tant en qüestió d'hores dedicades com en paciència a l'hora de realitzar manipulacions directes, l'esforç realitzat ha valgut la pena.

Per tant, es pot apreciar fàcilment, que hem considerat el treball com una experiència molt positiva, que ens ha permès aprendre a treballar en grup i prendre decisions en consens, així com també ha suposat un factor important per a la nostra maduració interna, tant en la formació acadèmica com en l'àmbit personal.

Ens podem considerar doncs, satisfets amb el nostre rendiment i serenor en situacions poc usuals.

Si la pregunta fos..... Ho tornaries a fer?

Nosaltres responem sense vacil·lacions que sí, és més, ens seria de gran ajut l'experiència i el bagatge que hem acumulat al llarg d'aquests mesos de recerca.

Només cal esmentar que en finalitzar el treball, sempre ens quedarà l'enyorança de les hores passades dins l'aula de tecnologia. Per tant, de forma distesa, podem considerar-nos reclusos de l'aula de tecnologia.



5. BIBLIOGRAFIA

- La fàbrica flexible. Ed.Marcombo. Autor: Rafael Ferré Masip
- Motores eléctricos. Ed.G.Gili. Autor: Jim Cox
- Tecnologia industrial II Ed. McGrawHill
- Electrotècnia Ed. Mc.GrawHill
- Electrònica Ed. Mc.Graw Hill
- Enciclopedia Microsoft Encarta 2000
- Nombrosos buscadors i webs d'internet.
- Sensores y acondicionadores de señal Ed.Marcombo Autor: Ramón Pallás Areny
- Automatització Industrial, per l'escola universitària politècnica de Vilanova i la Geltrú.
- Diversos manual del SADEX, per cortesia d'Alecop.

ANNEXES