



Escola Politècnica Superior d'Enginyeria
de Vilanova i la Geltrú

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

MINIPROJECTE

AUTOMATITZACIÓ INDUSTRIAL

TÍTOL: Seguretat en plantes robotitzades.

AUTOR: Javier Caballero Blanca.
Ivan Torregrosa Sauret.
Francesc Farran Saperas.

TITULACIÓ: ETI, Especialitat en Electrònica Industrial.

DIRECTOR: Pere Ponsa.

DEPARTAMENT: Ingenieria de Sistemes, Automàtica i Informàtica Industrial

DATA: 11/12/2003

Aquest Projecte té en compte aspectes mediambientals: Sí No

MINIPROJECTE AUTOMATITZACIÓ INDUSTRIAL

RESUM (màxim 50 línies)

El treball que hem realitzat tracte d'explicar els procediments necessaris per poder dissenyar i construir una cèl·lula robotitzada.

Es tractaran tan els temes de normatives legals que cal complir, com els millors materials o components a utilitzar. L'esquema bàsic del treball és, en primer lloc, explicar el funcionament de les normatives i tots els conceptes que l'envolta, com ara aspectes a tindre en comte en el moment de desenvolupar el disseny, o seguretat que ha de complir el propi robot i components. En segon lloc, es realitza un estudi dels elements d'automatització que es poden col·locar a l'entorn del robot per millorar-ne la seguretat. I en tercer lloc i per acabar, es dissenyarà una cèl·lula robotitzada des de l'instant inicial, tenint com a principal preocupació els aspectes de seguretat.

L'objectiu que es pretén aconseguir és donar una visió bastant àmplia de tots els requeriments a tindre en comte en el moment de construir una cèl·lula robotitzada.

D'aquesta manera, s'espera que el lector d'aquest treball adquireixi unes nocions de com és realitzen el processos d'automatització enfocats a la robòtica.

Paraules clau (màxim 10):

Robot	Seguretat	Cèl·lula	Sistema
Prevenió	Risc	Normativa	Sector

ÍNDIX

1 .- INTRODUCCIÓ I OBJECTIUS

1.1	Introducció.....	1
1.2	Objectius del treball.....	1

2 .- SEGURETAT EN INSTAL·LACIONS ROBOTITZADES

2.1	Concepte de risc sobre robots.....	5
2.2	Causes dels accidents.....	6
2.3	Normativa Legal.....	7

3 .- ESTUDI DE LES MESURES DE SEGURETAT

3.1	Estudi dels riscos a l'entorn de la cèl·lula robotitzada.....	10
3.2	Seguretat de l'operari a l'entorn del robot.....	14

4 .- DESCRIPCIÓ DE COMPONENTS I APLICACIONS

4.1	Tipus de components, característiques i aplicacions.....	20
-----	--	----

5 .- DISSENY D'UNA CÈL·LULA ROBOTITZADA

5.1	Estudi de la cèl·lula.....	44
5.2	Situacions de risc.....	47
5.3	Disseny dels sistemes de seguretat i Elecció dels components.....	49
5.4	Pressupost.....	51
5.5	Plànols de la planta robotitzada.....	52

Annex 1

Bibliografia.....	54
Pàgines web.....	55

1 .- INTRODUCCIÓ I OBJECTIUS

1.1 Introducció.

El següent treball reflecteix les mesures de seguretat que s'han de complir en una cèl·lula robotitzada per evitar al màxim les possibles situacions de risc en les que pot entrar l'operari o el propi robot amb l'entorn.

Es tractaran tan els temes de normatives legals que cal complir, com els millors materials o components a utilitzar. L'esquema bàsic del treball és, en primer lloc, explicar el funcionament de les normatives i tots els conceptes que l'envolta, com ara aspectes a tindre en comte en el moment de desenvolupar el disseny, o seguretat que ha de complir el propi robot i components. En segon lloc, es realitza un estudi dels elements d'automatització que es poden col·locar a l'entorn del robot per millorar-ne la seguretat. I en tercer lloc i per acabar, es dissenyarà una cèl·lula robotitzada des de l'instant inicial, tenint com a principal preocupació els aspectes de seguretat.

1.2 Objectius del treball.

L'objectiu que es pretén aconseguir és donar una visió bastant àmplia de tots els requeriments a tindre en comte en el moment de construir una cèl·lula robotitzada.

D'aquesta manera, s'espera conscienciar al lector de la importància de dotar els robots d'unes bones mesures de seguretat. Per això, es donaran unes possibles causes d'accidents i un reflex dels components més adequats que es troben avui dia al mercat per evitar-los. També es realitzarà un exemple d'una cèl·lula robotitzada amb les mesures de seguretat adequades per la protecció de les persones i l'entorn.

2 .- SEGURETAT EN INSTAL·LACIONS ROBOTITZADES

2.1 Concepte de risc sobre robots.

Els robots són unes màquines mòbils sovint equipats amb uns instruments que si no estan ben protegits poden causar greus ferides a la persona o fins i tot provocar-li la mort. Cal tindre molt en compte l'energia cinètica que pot portar al braç d'un robot (possibilitat de colpejar una persona), la força que arriben a desenvolupar (atrapament d'una persona entre el robot i un element físic), la perillositat de l'element terminal (com podria ser un soldador a gran temperatura) o fins i tot que el robot manipules material perillós (material radioactiu). És per això que quan s'instal·la una cèl·lula robotitzada, és indispensable la instal·lació al mateix temps dels elements de seguretat, que s'han d'encarregar de protegir al màxim nivell a la persona de l'estat de risc que li pugui produir el robot. Als inicis de la robòtica Issac Assimov va proposar quatre lleis bàsiques a imposar als robots:

1. Un robot no pot perjudicar la humanitat, ni per inacció permetre que la humanitat sigui danyada.
2. Un robot no pot perjudicar un humà, ni per inacció permetre que un humà sigui danyat
3. Un robot ha d'obeir les ordres dels humans excepte quan estiguin en conflicte amb la primera llei.
4. Un robot ha de protegir la seva existència sempre que això no entri en conflicte amb les lleis anteriors.

A continuació definirem els conceptes de perill i risc, ja que duran l'estudi d'una cèl·lula robotitzada on s'hagin d'instal·lar els components de seguretat, estarem constantment referint-nos a aquests dos termes:

- Perill: És la contingència o possibilitat imminent que s'esdevingui algun mal.
- Risc: És la probabilitat que el perill es materialitzi, causant el mal.

2.2 Causes dels accidents

En principi, degut a la semblança de les característiques, els riscos dels accidents en un entorn de treball amb robots industrials hauria de ser semblant als ocasionats per les màquines amb control numèric. De totes formes, hi ha una sèrie de circumstàncies que augmenten el nivell de risc en el cas dels robots. A la següent taula es realitza una comparativa entre el robot i la màquina de control numèric.

Robot industrial	Màquina de control numèric
Moviments simultanis de varis eixos (sis eixos o mes).	Normalment mou un o dos eixos a la vegada.
Moviment independent de cada un dels eixos. Trajectòries complexes	Moviments limitats i trajectòries simples
Camp d'acció fora del volum cobert per la pròpia màquina. Espai de treball difícil de reconèixer.	Camp d'acció dins del volum avarcat per la màquina
Camp d'acció compartit en alguns moments amb altres màquines o robots.	Normalment no comparteixen espai amb altres màquines

Taula 1. Comparativa entre un robot industrial i una màquina de control numèric

També influeix en la seguretat el fet que sovint el robot treballa en ambients dalt risc per les persones (premses, soldadura, pintura , etc.) que augmenten la probabilitat i gravetat dels accidents. Les principals causes dels accidents degut a robots industrials són:

- Col·lisió entre home i robot
- Aplastament al quedar atrapat l'home entre el robot i algun element fix.
- Projectió d'una peça o material (metall fos, corrosiu) transportada pel robot.

Aquests efectes són agreujats per la gran velocitat amb la que els robots poden realitzar els moviments, a més de la seva energia estàtica i cinètica. Un cop establerts els tipus principals d'accidents, és necessari localitzar quins són els motius que els provoquen. Aquests accidents es deuen normalment a:

- Un mal funcionament del sistema de control (software, hardware, sistema de potència).
- Accés indegut del personal a la zona de treball del robot.
- Errors humans dels operaris en les etapes de manteniment, programació, etc.
- Trencament de parts mecàniques per corrosió o fatiga.
- Per la alliberació d'energia acumulada (elèctrica, hidràulica, potencial, etc.).
- Sobrecarrega del robot.
- Per causes del medi ambient o eines perilloses (làser, tall per raig d'aigua, etc.).

2.3 Normativa Legal.

Avui en dia, per a la fabricació i comercialització de qualsevol mercaderia s'ha de tindre en compte la normativa vigent. En el nostre cas, la normativa la marca la Comissió/Consell de la UE i han de ser els estats membres de la Unió Europea els encarregats de l'aplicació d'aquesta normativa. Per altra banda, els instituts d'estandardització de la UE tenen la obligació de prepara les normes i definir les pautes legals de totes elles.

A l'estat espanyol disposem d'un document principal referent a la seguretat en maquinària, aquest document és la "Directiva de Màquines". Aquest document compleix amb els Reals decrets de l'estat espanyol i a la vegada s'ajusta a la normativa de la UE. La Directiva és aplicable a la utilització de màquines i dispositius, que assegurin uns requisits de seguretat i salut dels operaris dels equips de treball.

Els fabricants de màquines han de tindre en compte la seguretat en la primera fase del disseny de la màquina. Això, a la pràctica, significa que el dissenyador ha de realitzar un anàlisi i avaluació dels riscos en la fase de disseny, perquè les mesures de seguretat a aplicar puguin incorporar-se en el disseny final.

La "Directiva de Màquines" explica el procediment complet a seguir per a la construcció de màquines que compleixin amb la normativa de la UE.

Per facilitar als fabricants la construcció de sistemes (en aquest cas de seguretat, però també pot ser de màquines o instruments) d'acord amb la normativa comunitària, s'han desenvolupat una sèrie de normes harmonitzades. Una norma harmonitzada es defineix com una especificació tècnica de caràcter voluntari per satisfer els requisits essencials de seguretat aprovada pel Comitè Europeu de Normalització.

Les normes harmonitzades les classifiquem en tres subgrups:

- Normes tipus A. Són les normes que descriuen els conceptes bàsics de seguretat. Especifiquen la terminologia, regles per la redacció de documents i proporcionen els principis pel disseny de la màquina.
- Normes tipus B. Aquestes normes es refereixen als aspectes específics de seguretat o d'un tipus de document de seguretat que es pugui aplicar a una àmplia gamma de màquines. Aquest grup, es divideix a la vegada en dos grups:

Tipus B1. Les normes tipus B1 estan referides als aspectes específics de seguretat. Per exemple, les distàncies mínimes de seguretat, temperatura màxima superficial, soroll, etc.

Tipus B2. Les normes tipus B2 estan referides als requisits que han de complir els dispositius relacionats amb la seguretat. Per exemple, els requisits que han de complir els polsadors a dos mans, dispositius d'enclavament, dispositius sensibles a la pressió, reraguardes, dispositius electro-sensibles, etc.

- Normes tipus C. Són normes que especifiquen detalladament tots els requisits de seguretat per cada tipus de màquina en concret o grups de màquines. Aquest tipus de normes solen recórrer a les normes de tipus A i B quan és necessari. Quan no existeixin normes de tipus C, les normes A i B són suficientment explícites com per establir les bases per a dissenyar una màquina d'acord amb el document "Directiva de Màquines".

La normativa legal relacionada amb les instal·lacions i funcionament de robots ha estat escassa fins a principis dels anys noranta. Els motius que han portat al retràs a l'hora de dictaminar unes normes i la seva aplicació han estat molts. Els més importants són:

- La tendència dels fabricants i compradors a resoldre els problemes tècnics i de vendes abans que problemes de qualsevol altre tipus.
- La necessitat de tindre una certa experiència en matèria d'accidents ocasionats per robots per definir unes causes dels accidents i les seves solucions.
- La dificultat per unificar els criteris i nivells de seguretat entre els diferents usuaris (empreses) o països.
- La dificultat i el temps necessari per a preparar la documentació referent a la normativa, així com als procediments d'avaluació.

Actualment a nivell internacional qui dictamina les normes és l'Organisme Internacional d'Estandardització, i les seves normes són les ISO seguides del numero de normativa. La normativa que fa referència a la seguretat en cèl·lules robotitzades és la ISO-10218. A grans trets aquesta normativa conté la següent informació: una secció sobre l'anàlisi de la seguretat, la definició dels riscos i la identificació de possibles situacions de perill o accidents. Conté també una secció de disseny i fabricació, i dedica una petita secció del disseny de sistemes robotitzats, tenint amb compte els aspectes mecànics, mòbils i de control.

Les normes europees són les EN seguides del numero de normativa referent a cada tipus de màquina o instal·lació. El Comitè Europeu de Normalització (CEN) va aprovar la normativa EN 775 l'any 1992, que és una adaptació de la normativa ISO-10218.

A l'estat espanyol, les normes són les UNE-EN seguides del numero de normativa. En el cas que estem estudiant nosaltres, la normativa a complir en cèl·lules robotitzades és la normativa UNE-EN 775 i el seu títol és "Robots manipuladores industriales; Seguridad". Aquesta normativa és, a la vegada, una adaptació de la normativa EN 775, i fou aprovada l'any 1996 per l'Associació Espanyola de Normalització (AENOR). Aquesta és una normativa harmonitzada i pertany al grup de normatives tipus C. La normativa UNE-EN 775 descriu els requisits per millorar la seguretat en les fases de disseny, utilització, reparació i manteniment dels robots industrials i les cèl·lules robotitzades.

Malauradament no s'ha pogut disposar d'aquesta normativa, ja que forma part d'un gran grup de normatives per les quals s'ha de pagar per disposar del seu contingut. La podem adquirir a la pagina oficial d'Aenor (www.aenor.es) per un preu de 27 €, o també esta disponible per als estudiants de la Universitat Politècnica de Catalunya als campus de Barcelona i de Terrassa a un preu de 4.32 € (0.16 cèntims d'euro el full).

A continuació veurem un organigrama representatiu de com s'estructura la UE per realitzar les normes i aplicar-les als diferents països membres. En aquest cas, l'organigrama fa referència a l'estat espanyol.

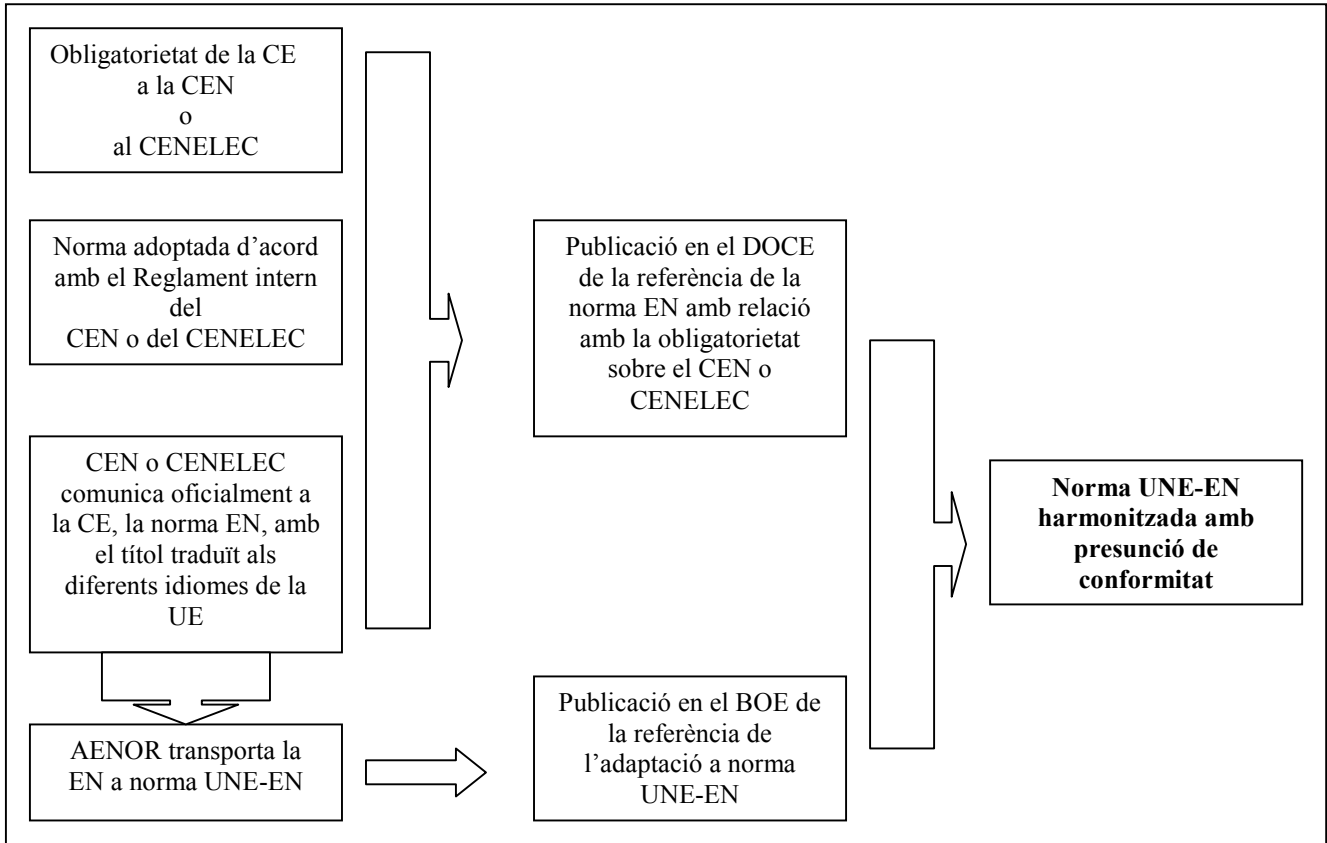


Fig 1. Organigrama representatiu de l'estructuració de la UE per la publicació de normatives

3 .- ESTUDI DE LES MESURES DE SEGURETAT

3.1 Estudi dels riscos a l'entorn de la cèl·lula robotitzada.

Un estudi realitzat a Tokyo reflecteix que un 90 % dels accidents en cèl·lules robotitzades es produeixen durant les feines de manteniment, posta a punt, programació, etc., i que només un 10 % dels accidents es produeixen mentre la cèl·lula està en funcionament normal.

És per això que es posa de manifest la gran importància que tenen els elements de seguretat per impedir l'accés dels operaris a la zona de treball del robot mentre aquest està en funcionament.

D'aquesta manera dividirem la seguretat en sistemes robotitzats en dos parts: el primer, que ve referida a la seguretat que ens ofereix el propi robot i el seu fabricant; i la segona, la seguretat relacionada amb el disseny i implementació del sistema, la posterior utilització, programació i manteniment que són responsabilitat de l'operari.

Els requisits que han de complir les cèl·lules robotitzades queden ben definits a la normativa UNE-EN 775, que hem definit a l'apartat anterior, per assegurar la seguretat de l'operari. La estratègia que segueix la normativa és la següent:

- Definició exacta dels límits del sistema: intenció d'us, espai i temps que s'utilitzarà, etc.
- Identificació i descripció de tots els perills que pugui generar la màquina mentres estigui treballant. S'hi ha d'incloure els riscos derivats d'un treball conjunt entre la màquina i l'operari, i els riscos derivats d'un mal us de la màquina.
- Definició del risc de que es produeixi un accident. Es definiran probabilísticament en funció del mal físic que puguin ocasionar.
- Comprovar que les mesures de seguretat són les adequades.

A continuació, es mostra una taula amb els perills que pot causar un robot, i per tan, motius que s'hauran de tindre en comte a l'hora de dissenyar els sistemes de seguretat

Perills que poden comportar els robots	
Tipus de perill	Efectes que poden produir
<p>Mecànics Són els perills derivats de factors físics que poden donar lloc a una lesió per acció mecànica del robot, element terminal, peces de treball, o materials projectats, sòlids o líquids.</p>	<p>Aplastament. Cisalla. Tall. Atrapament o arrastrament. Impacte. Perforació. Rascades per fricció. Projecció de fluids a pressió. Etc.</p>
<p>Elèctrics Són perills deguts al contacte amb la corrent elèctrica o camps electrostàtics</p>	<p>Shock elèctric. Cremades Asfíxia.</p>
<p>Tèrmics Són produïts per l'escalfament de l'eina de treball del robot o una part del robot.</p>	<p>Cremades per: Contacte amb l'element terminal (robot soldador). El sobre-escalfament d'una part del robot</p>
<p>Soroll Perills sonors produïts al realitzar un procés com podria ser el d'eliminar una rebava.</p>	<p>Pèrdues d'agudesa auditiva. Fatiga, estrès, etc. Pèrdua de l'equilibri o de la percepció Interferències en la comunicació oral.</p>
<p>Radiacions Es poden produir en cas que el robot manipuli material radioactiu.</p>	<p>Ionitzants. No ionitzants.</p>
<p>Per Materials i Substàncies Es poden generar quan el robot manipula materials i substàncies.</p>	<p>Incendi. Explosió Inhalació o contacte amb agents químics nocius o tòxics. Biològics</p>

La selecció de les mesures de seguretat venen definides per les següents consideracions:

Mesures de seguretat a prendre en la fase del disseny del robot.

Durant la fase de disseny del robot s'han de tindre sempre en compte la possibilitat d'una accident, prenent les mesures oportunes per a poder evitar-lo. Així, el propi robot, ha de contar amb una sèrie de mesures internes encaminades a evitar possibles accidents:

- Supervisió del sistema de control. El sistema de control ha de realitzar una continua supervisió del correcte funcionament de tots els subsistemes (bucles de realimentació, accionament, etc.) i fins i tot el propi funcionament de la CPU (watch-dog).
- Parades d'emergència. En el sistema s'han d'incloure aturades d'emergència que aturin completament el robot.
- Velocitat màxima limitada. El sistema de control assegurarà que la velocitat màxima dels moviments quan una persona es trobi en les proximitats del robot sigui inferior a la normal (com a referència ha de ser inferior a 0.3 m/s).

- Detectors de sobreesforç. S'inclouran detectors de sobreesforç en els accionaments que els desactivaran en el cas que es sobrepassi un valor excessiu (col·lisió o atrapament d'una persona).
- Polsadors de seguretat. Les consoles de programació estaran equipades de dispositius de seguretat (polsador d'home mort) que impliquin el moviment accidental del robot.
- Codis de seguretat. L'accés a la unitat de control i arrancada, parada i modificacions del programa estaran limitades mitjançant claus, codis de seguretat, etc.
- Frens mecànics addicionals. Si el robot manipula grans càrregues, haurà d'incloure frens mecànics que entrin en funcionament quan s'interrompi l'alimentació dels accionadors. També s'incorporaran eines per desactivar aquests frens de forma manual.
- Comprovació de senyals d'autodiagnosi. Es comprovaran les senyals de control prèviament al primer funcionament.

Mesures de seguretat a tindre en compte en la fase de disseny de la cèl·lula robotitzada

En aquest apartat s'han de tindre en compte la utilització de barreres a l'accés i proteccions en general que intentin minimitzar el risc d'aparició d'un accident. Nomenarem les següents:

- Barreres d'accés a la cèl·lula. Es disposaran de barreres que impedeixin l'accés a persones a la cèl·lula sense una aturada parcial o total de la cèl·lula.
- Dispositius d'intercanvi de peces. En el cas que l'operador hagi de posar/recollir peces que estiguin dins l'àrea de del robot, s'utilitzaran dispositius que permetin realitzar aquestes accions a distància, utilitzant per exemple, plats giratoris.
- Moviments condicionats. En el cas que durant el funcionament de la cèl·lula l'operador hagi d'entrar en algun moment dins la zona de treball del robot, es programarà aquest perquè no realitzi cap moviment mentre duri aquesta operació.
- Zona de reparació. Durant el disseny es preveuran zones destinades a la reparació i manteniment. Aquestes zones, dins del camp d'acció del robot, estaran fora de la zona de treball. En aquestes zones s'assegurarà que el robot no hi realitzarà moviments de manera automàtica.
- Condicions adequades en la instal·lació auxiliar. El correcte funcionament dels sistemes de protecció elèctric, aïllaments, etc., els sistemes pneumàtics, hidràulics, etc.

Mesures de seguretat a prendre en el moment de la instal·lació i utilització del sistema

Per altra banda, durant la utilització i especialment durant la fase de muntatge del sistema, s'han de respectar rigorosament determinades normes que reduiran el risc d'accidents. També és important equipar la pròpia planta amb informació del seu funcionament o dels riscos a que estan exposats els operaris. Aquests aspectes els resumim de forma breu en els següents punts:

- Abstindres d'entrar a la zona de treball. Durant la programació i implementació del sistema, s'ha de procurar, dins lo possible, estar fora de la zona d'acció del robot. El robot treballarà a velocitats lentes, per donar més temps a l'operari en cas que hagi de reaccionar bruscament. És aconsellable també, que un segon operari estigui supervisant l'operació de programació, ja que aquest estaria preparat per accionar la parada d'emergència en cas de necessitat.
- Senyalització adequada. La cèl·lula estarà equipada amb una senyalització per indicar l'estat del robot o de la cèl·lula robotitzada mitjançant senyals lluminoses i acústiques. D'aquesta manera, seria aconsellable que mentre el robot estigues en funcionament hi hagués alguna senyal lluminosa que indiqués que el robot està en funcionament.
- Prova progressiva del programa del robot. La investigació i execució del programa del robot, i de tota la cèl·lula un sí, s'ha de realitzar amb una cura molt elevada. El programa s'executarà primerament a una velocitat lenta i pas a pas. A continuació es podrà executar de manera contínua, i podent elevar la velocitat progressivament.
- Formació adequada. És necessari que el personal que utilitzarà la cèl·lula tingui una formació adequada.

3.2 Seguretat de l'operari a l'entorn del robot

Quan l'operari es troba dins la cèl·lula robotitzada està condicionat per diferents situacions de seguretat les quals ens fan distingir dos tipus de seguretat bàsics:

- Seguretat intrínseca. Es divideix en dos subgrups:

Seguretat activa. És la seguretat encarregada de prevenir les anomalies per tal d'evitar danys irreparables tan humans com econòmics.

Un exemple de seguretat activa que afecta a la persona podria ser l'ús en una cèl·lula de soldadura d'ulleres, cuirassa o un switch "dead-man".

Un exemple de seguretat activa que afecta al robot, podria ser, cobrir un robot que està en una estació de pintura amb una funda de plàstic (recomanable de color brillant per facilitar a la persona veure'l) per a protegir al robot de la pintura.

Seguretat passiva. És la seguretat encarregada de reduir els efectes de les anomalies en el cas que es produeixin. Les alarmes són un exemple de seguretat passiva, ja que en donar-se una anomalia s'activen per avisar a l'operari que allí hi ha una fallada i que cal actuar amb precaució.

Un exemple de seguretat passiva podria produir-se quan es dongués una fallada elèctrica. A continuació l'operari prem el boto d'alarma (que pot estar a la botonera o a l'armari de control) i automàticament es treu l'alimentació dels motors del robot i s'activen els frens mecànics per evitar que el robot es pugui desplomar sobre l'operari. En aquest moment una bateria del robot s'encarregaria de guardar les posicions dels encoders del robot per realitzar el rearme.

- Seguretat extrínseca. La seguretat extrínseca es definiria com la cooperació de l'operari i la màquina dins la cèl·lula robotitzada.

La seguretat extrínseca la proporciona el elements de resguard, utilitzats específicament per garantir una protecció mitjançant una "barrera material", i també els components electrònics destinats a generar estats d'alarmes en el moment que es produeixen anomalies.

Els elements de resguard poden ser barreres, cuirasses, cobertes, pantalles, tanques, portes, entre altres. (Aquests elements queden explicats específicament al capítol 4.)

Els components de seguretat electrònics poden ser barreres immaterials, sol sensible, sensors d'ultrasons, comandaments a dues mans, entre molts altres.

(Aquests elements queden explicats específicament al capítol 4.)

Un cop definit el tipus de seguretat, passarem a l'anàlisi de la seguretat diferenciant entre els sistemes de seguretat que venen instal·lats en cada robot, i després analitzarem els sistemes de seguretat que cal implementar per que una cèl·lula robotitzada sigui segura (per aquest segon punt s'ha realitzat un apartat apart, apartat 4).

Sistemes de seguretat instal·lats al robot pel fabricant.

Degut a la diversitat de marques actuals al mercat, ens hem centrat en l'estudi d'una marca en concret. Analitzarem els robots de la casa Fanuc.

Normalment quan es compra un robot, a part de comprar el robot físicament, també és necessari adquirir una unitat de control del robot amb totes les seves parts (en llenguatge tècnic és l'armari de control), una botonera de programació (anomenada "Teach Pendent"), els diferents cables per comunicar el robot amb l'armari de control, i aquest amb la botonera. Aquest seria l'equip bàsic per la utilització d'un robot. Com a equipament opcional podem dotar el nostre robot de control a través d'un interfcie PCMACIA, comunicació amb autòmats, timers (per exemple utilitzats en soldadura), mòduls d'entrades/sortides, o també amb un PC a través d'Ethernet.

A la figura 1, podem veure un sistema complet, on es veu la importància de l'armari de control, com a element central, i al seu voltant el robot i la botonera de programació com a elements indispensables i els perifèrics igualment connectats a l'armari de control.

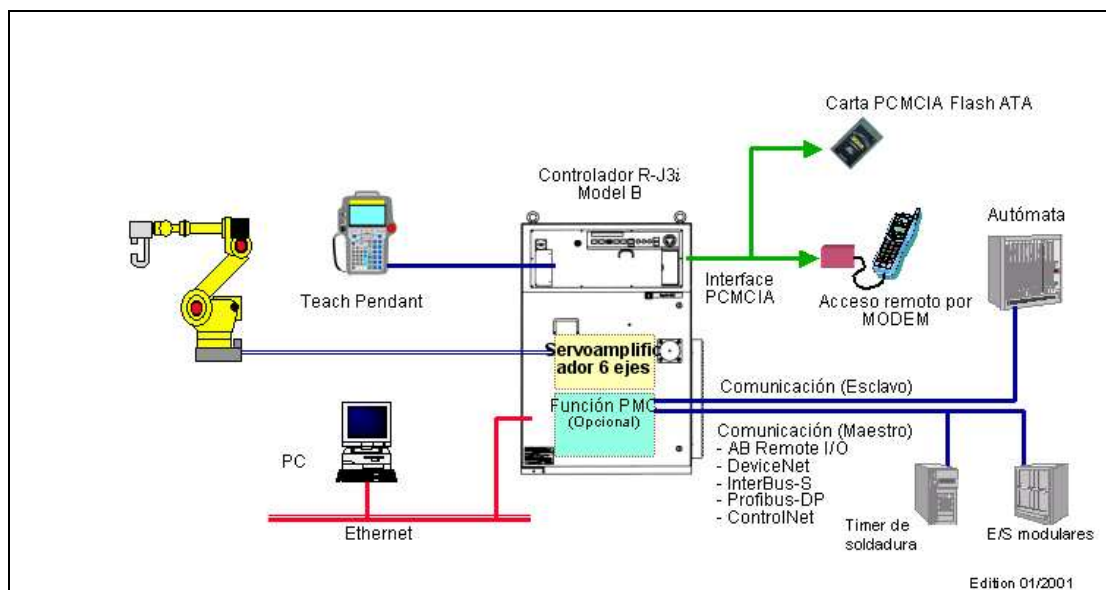


Fig 1. Esquema exemplar de connexió del robot, armari de control, botonera i perifèrics.

Vistes les parts que pot tindre tot un sistema de control d'un robot inclòs el propi robot físic, estudiarem la seguretat que ens han d'oferir els elements bàsics (robot físic, armari de control i botonera).

Estudi de l'armari de control.

L'armari de control del robot, ha d'incloure com a mínim:

- Un pannel de control del robot amb un interruptor d'aturada d'emergència. Aquests interruptor ha de complir uns requisits al tractar-se d'un element d'emergència (unes dimensions superiors a la resta de botons, ha de tindre forma de "bolet", de color vermell llampant amb una franja groga.). És recomanable que aquest tipus d'interruptor es quedi clavat quan sigui accionat, per evitar que es pugui reactivar per accident. En el moment de reactivar-lo es pot realitzar donant un gir a la part plàstica del botó o també amb una clau.
- Una targeta d'aturada d'emergència, que processi els senyals que li puguin arribar del pannel de control , o de la botonera de programació. Aquesta tarja governarà l'alimentació dels motors del robot i s'encarregarà d'activar els senyals per activar els frens mecànics del robot.

A continuació veurem a la figura 2 l'interior de l'armari de control, amb les diferents parts.

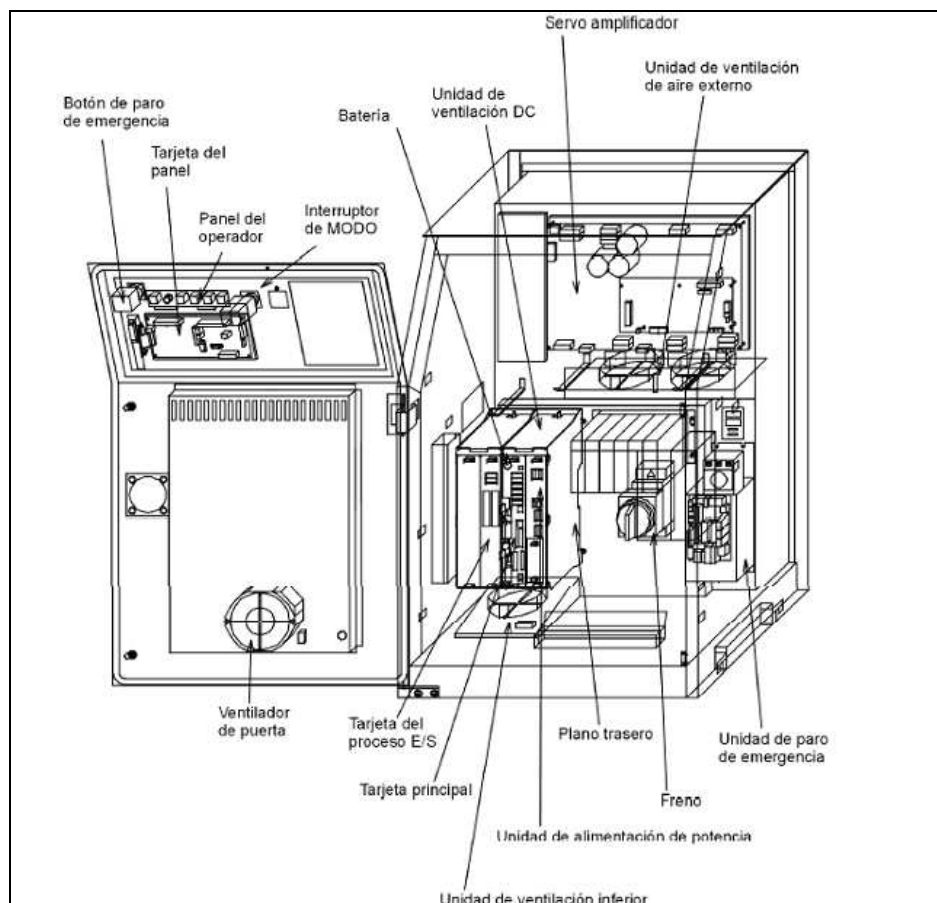


Fig 2. Estructura interna de l'armari de control

Estudi de la botonera de programació

La botonera de programació del robot, és l'element que s'utilitzarà per a programar el robot. Disposa d'una sèrie de botons i interruptors i està connectat a l'armari de control a través d'un cable per a poder permetre la mobilitat de l'operari quan realitzi les operacions pertinents. La mobilitat de la que disposa la botonera de programació provoca, que a la vegada hagi de disposar d'unes mesures de seguretat elevades, ja que quan l'operari la estigui utilitzant es podria posar per error en la zona de treball del robot. És per això que una botonera de programació disposa dels següents elements de seguretat:

- La botonera ha d'incorporar un interruptor d'aturada d'emergència. Aquests interruptor ha de complir uns requisits al tractar-se d'un element d'emergència (unes dimensions superiors a la resta de botons, ha de tindre forma de "bolet", de color vermell llampant amb una franja groga.)
Aquest interruptor aturarà completament el robot fins que per una acció manual sigui desactivat. A continuació ja es podrà tornar a tindre el control del robot.
- Un interruptor de tipus "dead man". Aquest interruptor té tres posicions de selecció i el seu funcionament va conjunt amb el d'un altre interruptor, el de la consola de programació. Quan l'interruptor de la botonera de programació està en ON, l'interruptor "dead man" està en funcionament. Quan l'interruptor de la botonera està en OFF, anul·la el funcionament de l'interruptor "dead man". A continuació, definirem les tres posicions de l'interruptor "dead man" en el cas que es trobi en funcionament:
La primera posició, és la que l'operari no agafa la botonera i per tan, aquest interruptor no permet el moviment del robot.
La segona posició, és la que l'operari agafa la botonera, i prem de forma normal l'interruptor "dead man". Aquesta posició permet el moviment de robot a través de la botonera.
La tercera posició de la botonera és la denominada pànic. Aquesta posició està destinada a que en un reflex instintiu de l'operari en perdre el control del robot, premi de forma brusca o forta l'interruptor i aquest entri en la tercera posició. Com que aquesta posició també és d'emergència, aturarà el robot completament.

A continuació veurem la figura 3, on s'observen els interruptors d'aturada d'emergència, el "dead man" i l'interruptor de la consola de programació.

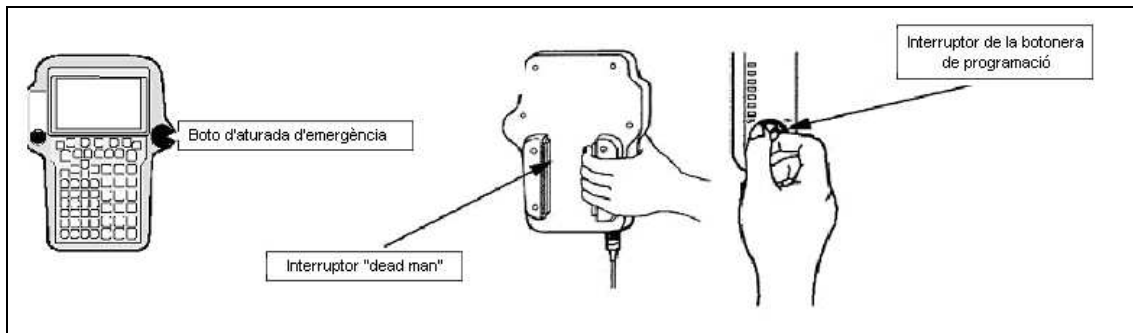
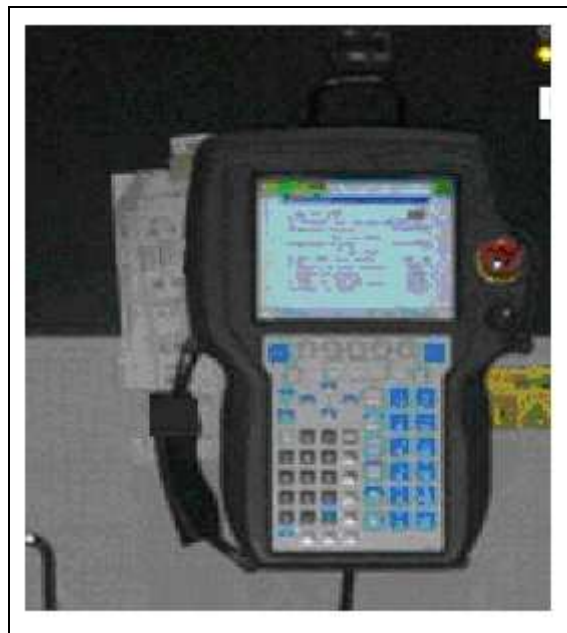


Fig 3. Interruptors d'emergència, "dead man" i de la botonera de programació

I també una imatge real d'una botonera de programació.



Localització dels elements de seguretat i funcionament.

En els casos estudiats anteriorment, els elements han d'estar correctament disposats a l'entorn del robot, ja que una mala col·locació podria impedir-nos accedir a l'armari de control, a la botonera o no poder prémer l'interruptor d'emergència en cas de necessitat. Per això, en cas de situar un balla al voltant del robot, col·locarem l'armari de control a l'exterior del robot, de manera que sigui accessible sense tindre que entrar a l'interior del ballat.

A la figura 4, observem la col·locació correcta i incorrecta del l'armari de control i la balla de seguretat a l'entorn del robot. A l'apartat número 4, amplièm aquesta informació.

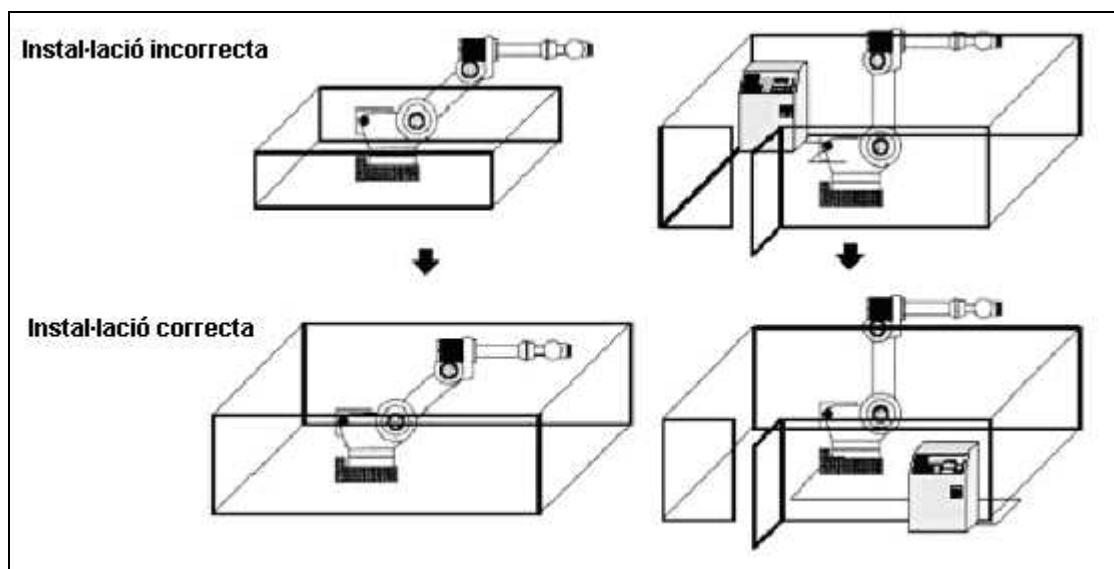


Fig 4. Col·locacions correctes i incorrectes de l'armari de control i la balla de seguretat

Els elements de seguretat instal·lats a l'entorn del robot funcionen de manera que normalment transmeten un nivell de tensió alt. D'aquesta manera, en accionar els interruptors o elements instal·lats a l'entorn del robot, aquests interrompen la circulació de corrent i aturen el robot. Aquests sistema s'ha adoptat, per evitar, per exemple, en els casos que s'interromp el corrent elèctric el sistema atura el robot immediatament.

El funcionament del dispositiu s'observa a la figura 5

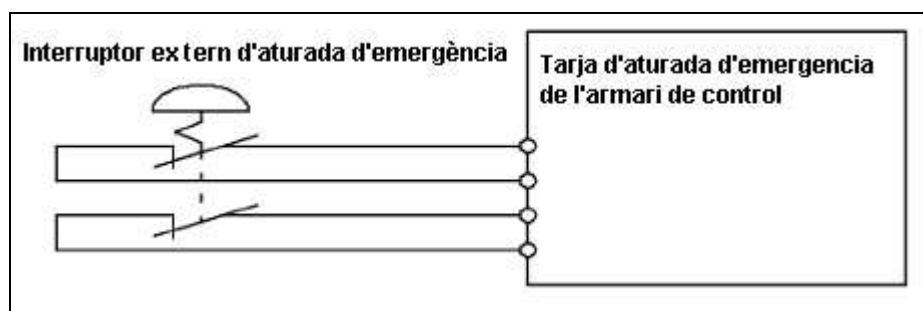


Figura 5. Esquema elèctric de l'interruptor d'emergència

4 .- DESCRIPCIÓ DE COMPONENTS I APLICACIONS

4.1 Tipus de components, característiques i aplicacions

Seguretat:

Les exigències dels fabricants de producció i de las instal·lacions en la matèria de seguretat són cada cop majors.

Una bona maquina es segura si combina:

- seguretat : de les persones (maquina que no presenta risc)
- disponibilitat : de la eina de producció (maquina en funcionament continu)

La seguretat sobre :

- per la optimització simultani de la seguretat i la disponibilitat.
- Per la aplicació de principis bàsics: redundància, autocontrol.
- Per la mesura en consideració de la fiabilitat (en el cas que provoques un error en la posició específica ,seguretat positiva).
- Per un manteniment correcte.

Seguretat i automatismes:

Les zones perilloses han de ser identificades i tenir un accés protegit de forma segures, es a dir, en cas de error o acció inadequada, el automatisme a de adoptar una posició que no resulti perillosa.

Convé senyalar que el fet que una maquina este provista de mecanismes de seguretat no significa necessàriament que compleixi la directiva sobre maquinaria.

No obstant, el grau de seguretat de la maquinaria dependrà del us que es faci de ella, del cablejat, de les accions i del esquema utilitzat.

Mes que dels productes sobre seguretat s'ha de dir les solucions sobre seguretat.

• **Tipus de components i característiques o aplicatius.**

De components en l'àrea de seguretat n'hi han de molts tipus i de gran varietat, depenen del aplicatiu ó àrea on es vulguin fer servir.

De tots els trobats en pagines de fabricants hem fet una selecció dels mes usualment fabricats, que a la vegada vol dir els mes emprats.

Aquest components son:

- Barreres immaterials (BI)
- Reles de control (RC)
- Dispositius de protecció sensibles a la pressió (DPSP)
- Detectores de posició (Inductius, Capacitius, fotoelectrics) (DP)
- Parada d'emergencia (PE)
- Interruptor de seguretat (IS)
- Senyalització Lluminosa i Sonora (Sll i S)
- Comandament a dos mans (M2M)
- Interruptor de emergencia per cable (IEPC)
- Interruptor de posició. (IP)
- Pedals de seguretat (PS)

- Resguards (fixes, mobils, variables) (RE)
- Commutadors (CO)
- Disyuntors (DI)
- Seccionadors (SE)
- Barreres físiques (Independents, Associades a sistemes de seguretat) (BF)

A continuació fem una breu descripció dels diferents tipus de components, que com hem dit son els mes emprats. La descripció que fem esperem que sigui prou senzilla perquè es pongui entendre el funcionament bàsic del component. No fem una gran descripció perquè es podria fer un treball sencer sobre components de seguretat i els seus aplicatius.

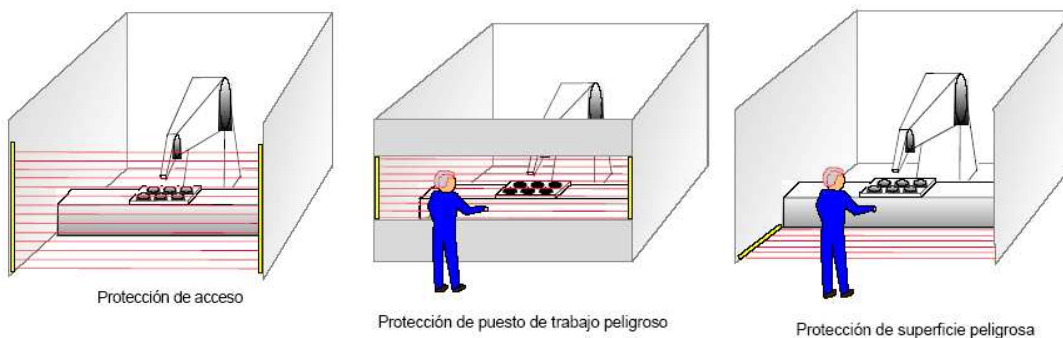
• Barreres Immaterials (BI).

Les barreres lluminoses son dispositius de seguretat d'activació immaterial amb autosupervisió. Disposa de dos canals redundants i autosupervisats i corresponen al annexa IV de la normativa de maquines EC/98/37 com barrera de seguretat Tipo 4 i IEC / EN 61496.

Les barreres lluminoses es componen d'un Emissor i un Receptor. El Làser d'alineació Intel·ligent **ILAS** ve muntat de sèrie en el Emissor i Receptor. El ajust del Emissor i Receptor es realitza de una forma notablement mes senzill que en el cas de barreres convencionals. També es poden utilitzar com elements indicadors de vibracions en la instal·lació.

S'acostumant a instal·lar en els següents casos:

- Protecció de accés (Entrades o sortides)
- Protecció de lloc de treball perillós
- Protecció de superfícies de perill
- Protecció combinada de accés y superfície
- Protecció combinada de accés, superfície y lloc de treball perillós



- Principis de funcionament

El Emissor envia polsos lluminosos codificats en la zona de infrarojos, que son analitzats per el Receptor. En cas de que un objecte, per exemple un dit (14mm) o una ma (30mm), irromp en el camp protegit, es desconnectant les dos sortides (OSSD). Tan ràpidament com la cortina està lliure, les dos sortides es connectant novament (Rearme automàtic).



• Relés de control (RC).

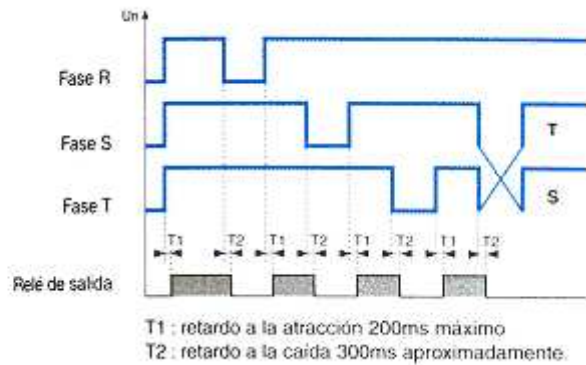
En el camp del relé de control hem trobat que es molt important i que alhora n' han de molts tipus.

Seguidament fem una breu menció amb una breu descripció del seu funcionament.

- **Relés de control de nivell:** El principi es basa en la mesura de la resistència aparent del líquid entre dos sondes submergides. Quan aquest valor es inferior al hombral preestablert en el frontal del aparell, el relé de sortida canvia d' estat. Per evitar els fenòmens de electròlisis, les sondes son travessades por una corrent alterna.



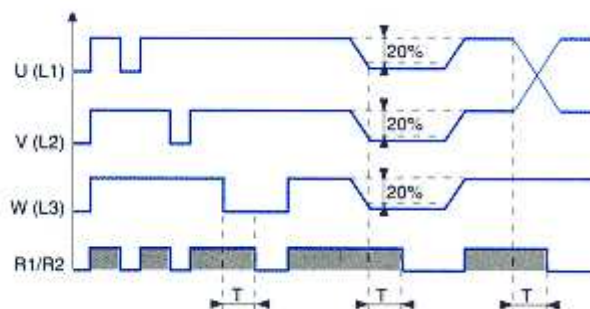
- **Relés de control d' ordre de fases i absència de fases FW:** Els relés de control EWS controlen el ordre de successió de las fases i la absència d' una de las tres fases. Quan el ordre de les fases es correcte i cap de las tres fases esta absent, el relé o relés de sortida son excitats i el led s' encén. Si esta present un dels defectes, absència u ordre, el relé o relés de sortida cauen al final de la temporització T2, i el led se apaga.



- **Reles de control de fases i de absència de fases FW:** En una red trifàsica, el FW vigila simultàniament l'ordre de les fases, la absència d'una fase con taxa de regeneració màxima del 70% de la tensió visualitzada en el frontal mitjançant potenciòmetre, la baixada simètrica en tensió de las 3 fases inferior al 15% del valor pre-regulado. Quan les 3 fases estan en ordre directe, el relé s'excita i es visualitza el seu estat mitjançant un LED groc. El relé de sortida torna a caure (LED apagat) després d'una temporització T, regulable en el frontal de 0,2 a 10 seg, si es presenta un dels defectes següents:

- inversió del sentit de rotació de les fases
- absència de una o varies fases
- caiguda de tensió

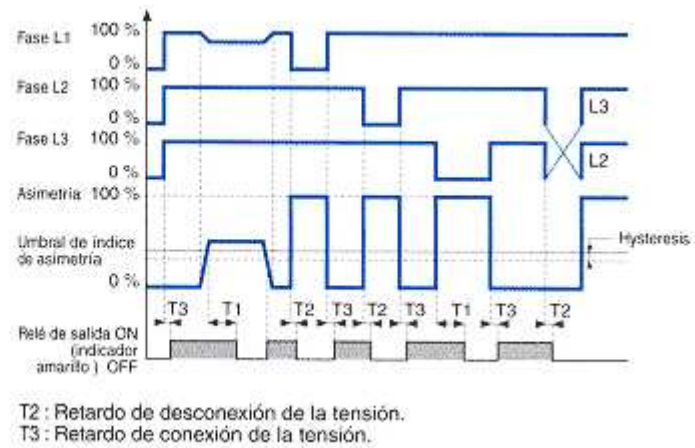
La temporització T no es operacional durant els talls L1 y L2, funciona en cas de tall L3, de inversió de fase o de baixa de tensió.



- **Reles de control de asimetria de fases:** Un indicador verd senyalitzà la presència de tensió d' alimentació. Si la seqüència de fases es correcta i el índex de asimetria es inferior al umbral indicat en el pannel frontal, el relé de sortida esta excitat, estan això senyalitzat per un indicador vermell (encès). El relé de sortida es desescita després de una temporització T1, regulable desde el pannel frontal si es produeix un dels error següents:

- seqüència incorrecta de les fases
- falta de L3
- índex de asimetria superior al umbral indicat. Representa el augment o disminució de la tensió de dos fases respecte a la tensió de altre fase.

El relé de sortida es desencitat immediatament en cas de tall de L1 o L2. Una histéresis fixa d' aproximadament un 10% assegura una inversió lliure del relé en valors pròxims al umbral. Donat el seu principi de mesura diferencial, el FWA no reacciona davant una baixada o pujada simètrica de la red.



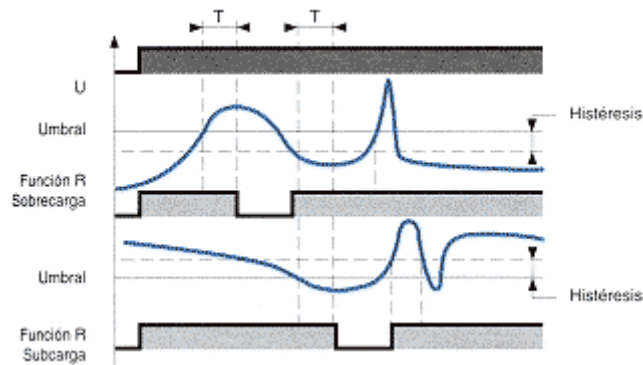
- **Reles de control amb visualitzador LCD – Tensió/Corrent:** Aquest aparells estan destinats a controlar un senyal elèctric alterna o continua: la tensió con los HDU, la corrent con los HDI. El umbral i la histéresis son regulables per separat mitjançant dos potenciòmetres situats en el frontal. Abans de connectar el aparell, s' ha de seleccionar el mode de funcionament amb la ajuda de dos dip-switches colocats sota del aparell (amb/sense memòria, sobre/sub valor).



El mode es valida quan la alimentació es aplicat als borns A1-A2. La senyal a controlar esta connectada mitjançant els borns E1, E2, E3 segon la gamma i el borne M.

Control de tensió (HDU) o corrent (HDI) sense memòria

Quan el valor de la senyal controlada, alterna o continua, arribi al umbral regulat en el frontal, el relé de sortida s'obre (seguretat positiva) al final de la temporització T. E tanca instantàniament quan el senyal es fa inferior (o superior en mode subvalor) al umbral menys la histéresis (mes la histéresis en mode subvalor).

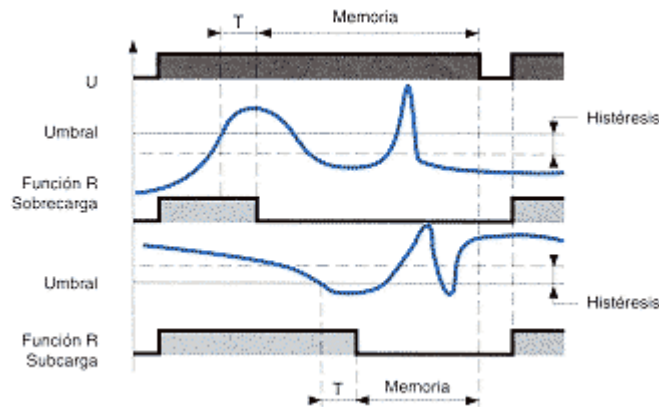


La temporització al franqueig del umbral T, regulable en el frontal de 0,1 a 3 s., assegura una immunitat als transitoris i altres paràsits, impedit així vibracions intempestives del relé de sortida.

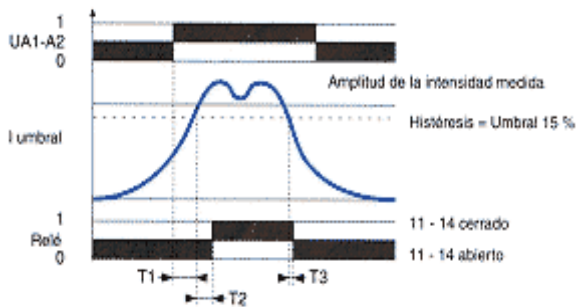
En funció "subvalor", el valor absolut de la histéresis no podrà ser superior al màxim de la gamma de la mesura.

Control de tensió (HDU) o corrent (HDI) amb memòria

Quan s'arribi al umbral, el relé de sortida s'obre al final de la temporització T i permaneceix en aquesta posició. Per rearmar-lo, n'hi ha que tallar la alimentació. Aquest mode de funcionament permet detectar sobrepics o devallades de curta duració.

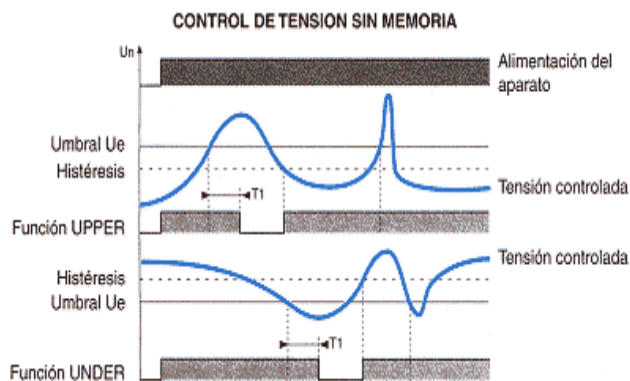
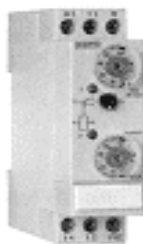


- **Reles de control de corrent alterna:** Es tanca es contacte del relé (11 y 14) si la intensitat es superior al umbral. Apertura del contacte del relé (11 y 14) si la intensitat es inferior al 15% (histéresis) del umbral

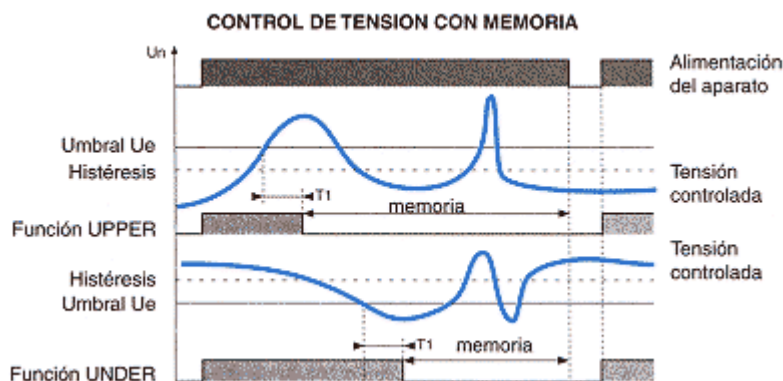


- **Reles de control de tensió:**

Control de tensió alterna/continua sense memòria: Quan el valor de la tensió controlada, continua o alterna, al arribar el umbral U_e regulat en el frontal, el relé de sortida canvia de estat al final de la temporització T1 regulable en el frontal de 0,1 a 3 seg. Quan la tensió es inferior del 5 a 50% del umbral (histéresis), el relé de sortida canvia de estat instantàniament. El canvi de la histéresis en el frontal no modifica el valor del umbral preseleccionat.



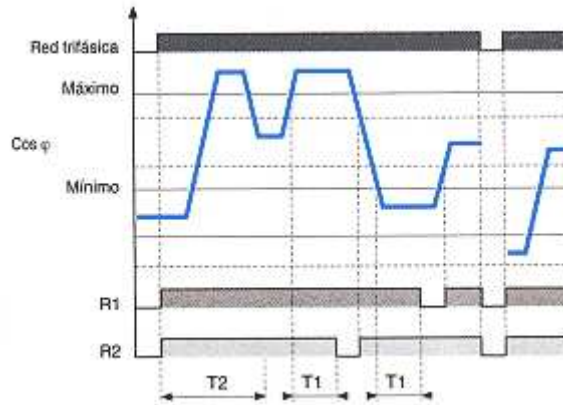
Control de tensió alterna/continua amb memòria: Quan el valor de la tensió controlada, continua o alterna, arriba el umbral U_e regulada en el frontal, el relé de sortida canvia d' estat al final de la temporització $T1$ regulable en el frontal de 0,1 a 3 s y permanece bloquejat en aquesta posició.



- **Relés de control del factor de potencia:** El relé de control FFP s' utilitza per la protecció de motors. La variació del factor de potencia (desfasa tensió / corrent o $\cos \phi$) guarda relació amb la variació de la carrega mecànica del motor. El relé de control FFP vigila el factor de potencia y, per tant, la carrega mecànica, assegurant que dit factor es troba entre dos límits definits i regulables. Un LED verd indica la presència de la alimentació. Dos LEDs vermells indicant el estat dels Reles de sortida.

Al connectar la tensió, els dos inversors de sortida canvien de estat (commuten) durant la temporització de inhibició ($T2$ regulable de 0,5 a 20 segons). Si el factor de potencia esta dintre dels dos valors dels umbrals ajustats, els dos inversors estan excitats.

Si el factor de potencia supera el valor del umbral màxim ajustat per el usuari, el inversor de umbral alt torna al seu estat de repòs després d' una temporització $T1$ (regulable de 0,3 a 3 segons). Durant la temporització, el LED verd destella (1 Hz). El relé commuta de nou en el moment en que el valor mesurat baixi per sota del umbral menys la histéresis.



Si el factor de potència cau per sota del umbral mínim ajustat per el usuari, el inversor de umbral baix torna al seu estat de repòs després d' una temporització T1 (regulable de 0,3 a 3 segons). Durant la temporització, el LED verd destella. El relé commuta de nou en el moment en que el valor mesurat augmentarà per sobre del umbral mes la histéresis.

Si el valor de umbral alt esta ajustat a un valor inferior o igual al del umbral baix, el LED verd destella ràpidament (2 Hz).

- Relés de control de subvelocitat: El relé de control FRL permeteix resoldre els problemes de subvelocitat en cintes de muntatge, transportadors... on el rebassament per defecte d' un umbral baixa de velocitat a de provocar una alarma. La captació de la informació de velocitat es realitza mitjançant un captador, com pot ser un detector de proximitat amb sortida de 3 fils NAMUR contacte sec o tensió.

Al connectar la tensió, per que el procés controlat poguís arribar la seva velocitat de funcionament, el control esta inhibit durant un temps regulable en el pannel frontal de 0,3 a 30 seg. Si el arranque requereix un temps de inhibició superior a 30 segons, s' ha de tancar el contacte exterior S2 durant el arranque per inhibir el contacte FRL (durant aquest temps el LED vermell destella) i després obrir-lo al arribar la velocitat nominal.

En cada volta del procés controlat, el captador envia un impuls al FRL. Cada un de aquest impulsos rebrem la temporització interna del FRL. Si el temps entre dos impulsos es inferior al valor ajustat en el FRL, la temporització se rearme en cada impulso i el inversor de sortida permaneceix en repòs.

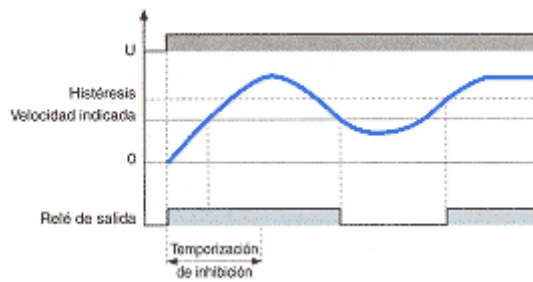
Si la velocitat del procés controlat disminueix, el temps entre dos impulsos augmenta. Quan aquest temps es superior al valor ajustat en el FRL, el procés controlat esta en subvelocitat i el inversor de sortida del FRL canvia de estat (commuta). El relé de sortida es tanca de nou quan la velocitat del procés controlat rabassa el valor preajustat mes la histéresis (5% del valor indicat).

Si el mode "memòria" esta activat, el relé permaneceix obert quan es detecta un error de subvelocitat. En aquest cas, el relé de sortida solament pot tancar-se de nou per rearme manual, tancant el contacte extern S2.

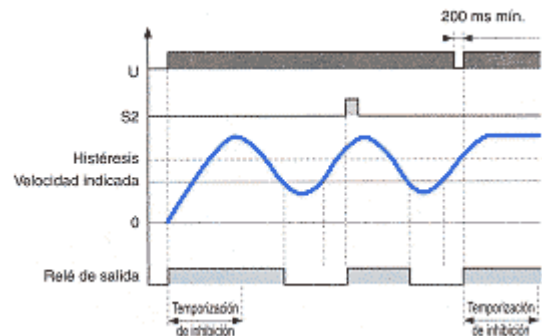
Un LED vermell indica el estat del relé.

Un LED verd indica la presencia de la alimentació.

sense bloqueig:



Amb bloqueig:



• Dispositius de protecció sensibles a la pressió (DPSP)

Els sistemes sensibles de seguretat s' utilitzen en la protecció de les angles de les parts mòbils, en els punts que presenten aplastaments o algun perill.

Son àmpliament utilitzats en les aturades de portes motoritzades, maquines i equips de manipulats automàtic per la protecció de persones i equips.

Consisteix en un canto d'alumini, un perfil protector de cautxú, i una cinta de contacte de seguretat. el perfil del protector de seguretat de cautxú EPDM o NBR permet la actuació desde angles de 90°, el conjunt pot ser autocontrolable aplicant el principi de circuits tancats. La cinta de contacte esta situada dintre del perfil protector de cautxú i presenta fils dobles en els extrems, que surten al exterior com fils de connexió.



També podem trobar dispositius sensibles a la pressió en forma d'alfombra. Aquest dispositiu es col·loca a la zona on pot accedir l'operari per fer tasques de manteniment o repostatge d'alguna primera matèria. Es solen col·locar en llocs on l'accés és bastant habitual, i sol anar acompanyat d'un altre dispositiu de seguretat com ara una barrera immaterial. La seva funció és interrompre el funcionament del robot en el moment que detecta una presència.



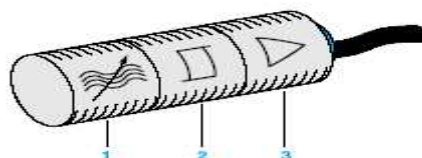
• Detectores de posició (Inductius , Capacitius, Fotoelèctrics) (DP)

- *detectores inductius*

Els detectors de proximitat inductius permeten detectar sense contacte objectes metàl·lics a una distància de 0 a 60 mm. es troben en aplicacions molt variades tals com la detecció de posició de peces de màquines (levas, topes...), el contacte de presència de objectes metàl·lics...etc els ventatges de la detecció inductiva son:

- Sense contactes físics amb el objecte, por lo tant, sense deteriorament i es possible detectar objectes fràgils, o recent pintats.
- Cadències de funcionament elevades.
- Consideració de dades de corda duració.
- molt bona resistència als entorns industrials (productes resistents completament encapsulats en resina).
- Aparells estàtics: sense peces en moviment dintre del detector, llavors duració de vida independent del número de cicles de maniobres.

Un detector inductiu detecta exclusivament objectes metàl·lics. Es componen bàsicament d' un oscil·lador constituït amb bobinats que constitueixen el costat sensible. Davant de aquest es crea un camp magnètic alternatiu.



Composició del detector de proximitat inductiu

- 1 Oscil·lador
- 2 Etapa de tractament
- 3 Etapa de sortida

Quan es posa una placa metàl·lica en el camp magnètic del detector, Les corrents induïdes constitueixen una carrega addicional que provoca la parada de las oscil·lacions.

Després del tractament, es genera un senyal de sortida corresponent a un contacte de tancament NA, de apertura NC o complementaria NA + NC.



- *Detector capacitius.*

Els avantatges dels sensors capacitius son:

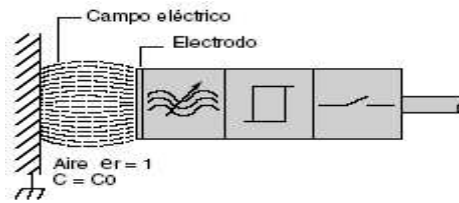
- Sense contacte físic amb el objecte que es va a detectar.
- Elevades cadències de funcionament.
 - Producte estàtic sense peses en moviment (duració de vida independent del número de maniobres).
- Detecció de objectes de qualsevol naturalesa, conductors o no, com: metalls, minerals, Madeira, plàstics, vidre, cartró, ceràmica, fluids, etc.

Els seu funcionament es basa:

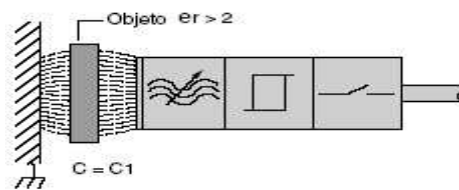
Un detector de proximitat capacitiu es compon bàsicament de un oscil·lador

El qual es seu condensador esta format per 2 elèctrodes situats en la part del davant aparell. En el aire ($\epsilon_r = 1$), la capacitat del condensador es C_0 .

ϵ_r es la constant dialèctica i depèn de la naturalesa del material. Qualsevol material amb $\epsilon_r > 2$ serà detectat.



Quan un objecte de qualsevol mena ($\epsilon_r > 2$) es troba davant a la cara sensible del detector, aquest fenomen es tradueix en una variació del acoblament capacitiu ($C1$). Dita variació de capacitat ($C1 > C0$) provoca el arrencament del oscil·lador. Després del tractament es subministra un senyal de sortida.

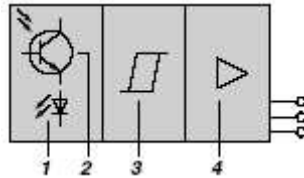


sensor capacitiu

- *detectores fotoelectricos.*

La composició de un detector fotoelèctric: Un detector fotoelèctric es compon bàsicament d'un emissor de llum (diode electroluminoscent) associat a un receptor sensible a la quantitat de llum rebuda (fototransistor). Un diode electroluminoscent és un compost electrònic semiconductor que emiteix llum quan es travessa per una corrent elèctrica. Dita llum es pot veure o no en funció de la longitud de la onda de emissió. Es produeix detecció quan el objectiu penetra en el haz lluminós emitit per el detector i modifica de forma suficient la quantitat de llum que rep el detector per provocar un canvi de estat de la sortida

- 1 Emissor de llum
- 2 Receptor de llum
- 3 Etapa de tractament de la senyal
- 4 Etapa de sortida



- Avantatges

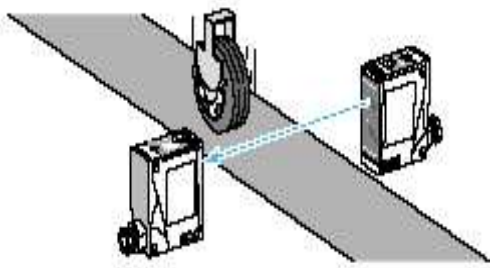
- Gran alçanç (fins 60 m).
- Detecció precisa, gran capacitat de reproducció.
- Detecció independent del color del objecte.
- Bona resistència als entorns difícils (pols, sucietat, etc.).

- Desavantatges

- 2 elements a cablejar.
- El objecte que es va a detectar ha de ser opac.
- s'ha de realitzar una alineació precisa y delicada, ja que el detector emet en infrarojos (invisible).

Precaucions de us

- En cas de utilitzar-se varis detectors, es precís assegurar-se de que ningú estigui pertorbat por altre (eix.: muntatge alterna emissor/receptor, etc.).



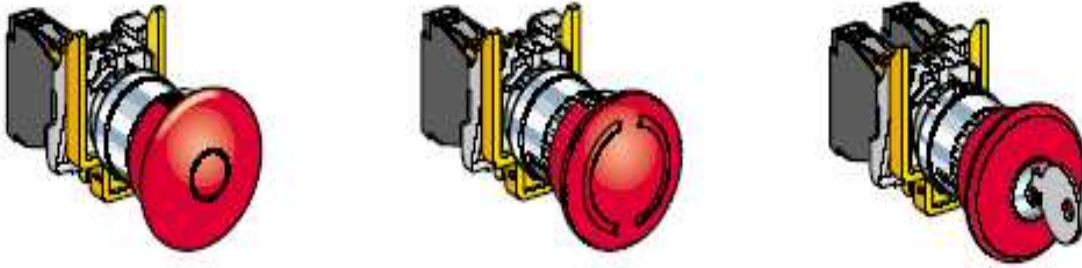
● Parada d' emergència (PE)

El dispositiu de emergència es de mes utilització que hi ha, també es que mes contacte te amb el operari, ja que ha de ser el qui li doni la seva finalitat.

El seu funcionament es molt bàsic, es tracta en el funcionament de un polsador que quan es polsat obre un contacte, llavors s'atura el subministrament de energia hi es para el mecanisme o equip que este funcionant.

Dintre dels polsadors de emergència s' en fabricant de diferents formes:

- de bolet (con o sense enclavaments)
- lisos
- amb clau de seguretat, etc



• Interruptor de seguretat (IS)

Els interruptors de seguretat garanteixen la protecció del personal que treballa amb màquines perilloses. S' accionen mitjançant una clau solidaria a la porta o la tapa de protecció de la màquina. Al tancar la porta o la tapa, la clau entra en el cap del interruptor, acciona un dispositiu de enclavament múltiple i permeten el tancament de un contacte elèctric NC (contacte de ruptura lenta i maniobra de apertura positiva).

Aquest contacte no ha de controlar el començament de la màquina en ningun moment. La seva funció es limita a permetre el començament, que solament es pot produir per accions voluntàries sobre els comandaments de control. Queda excluit que el tancament de un contacte pot posar en funcionament una màquina.

La obertura de la porta provoca el desenclavament de la clau i força la obertura del contacte del interruptor.

Existeixen dos famílies de interruptors de seguretat:

- interruptors adaptadors als petits protectors.
- Interruptors per a màquines de majors dimensions, centres de mecanitzat.

Certs models estan provists de pilots que faciliten el manteniment i el us, i de contactes que permeten una substitució ràpida sense possibilitat d' error.



• Elements de senyalització lluminosa i sonora (SII i S)

El funcionament intern no fa falta que fem una descripció perquè no te cap misteri, son dispositius que s'activen quan hi ha una anomalia en una sistema.

Depenen del grau de alerta que volem donar podem elegir una dispositiu o un altre.

Hi ha diferent tipus:

- dispositius lluminosos
- dispositius sonores.
- Dispositius mixtos (lluminosos i acústics)

Dintre del dispositius lluminosos n'han de molts tipus llums fixes, intermitents, destellants, columnes no modulares, etc.

Dintre del dispositius sonors podem destacar que existeixen de varis tipus avisadors, zumbadors, timbres, etc.



figures.- Son dispositius lluminosos fixes, sonor tipus clàxon i columnes modulars.

• Comandaments a dos mans (M2M)

El pupitre bimanual compleix amb les exigències de la normativa europea per comandament a dos mans.

El rele de seguretat disposa de dos contactes de sortida de seguretat i un contacte de sortida de senyalització en una carcassa de 22,5mm. Ademes garanteix que el senyal de sortida solament es pot generar quan s'actua sobre els dos òrgans de accionament (polsadors) amb un retard inferior o igual a 0.5 seg.



Fotografia d'un comandament a dues mans.

• Interruptor d' emergència por cable (IEPC)

Aquest dispositiu té un funcionament similar al del interruptor de seguretat el que passa que aquest té la diferència que el podem accionar a través un comandament a distància, cosa es molt útil depenen de on sigui el nostre lloc de treball.



• Interruptor de posició (IP)

Els interruptors de posició electromecànics es reparteixen en dos grans famílies:

- interruptors de control on el seu paper, en el àmbit dels equips de automatismes, consisteix en detectar la presència o el pas. Es connecten a les entrades de la unitat de tractament de dades.
- Interruptor de potència inserits en les fases d' alimentació dels accionadors. Generalment el seu funcionament es limita per l' àrea de la seguretat.

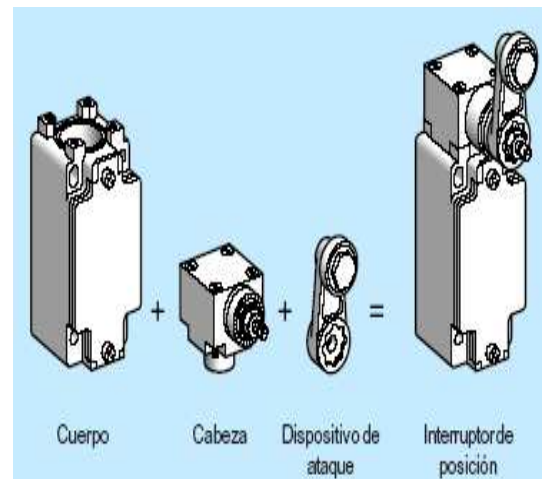
Els interruptors de posició electromecànics s' utilitzen en varietat de aplicacions degut a la seva nombroses qualitats: seguretat de funcionament (fiabilitat dels contactes, maniobres de obertura positiva, alta precisió).

Els principals factors que determinen la elecció de un interruptor de posició de control mecànic son:

- la protecció contra els contactes, les salpicades, etc
- les condicions ambientals :humitat, pols, corrosió, temperatura.
- El espai disponible per instal·lar, fixar i ajustar el aparell.

- Les condicions d'us: freqüència de les maniobres, naturalesa, massa i velocitat del mòbil que es controla, exigències de precisió i fidelitat, possibilitat sobrerrecorregut, etc
- El nombre de cicles de maniobra.
- El nombre de contactes i tipus.

Els interruptors de posició consten de tres elements bàsics que son els següents: un contacte elèctric, un cos i un cap de comandament amb un dispositiu de atac. La majoria de aquest elements es componen a partir de diferents models de cossos dotats de un contacte elèctric, de cap de comandament i de dispositiu de atac. Aquesta disposició possibilita la opció de canviar qualsevol element de comoditat.



• Pedals d' seguretat (PS)

Els pedals de seguretat poden ser de una gran varietat de colors, cables i per adequar-se perfectament a la seva aplicació. Depenen de on sigui el seu lloc de treball es fabricant de diferent mena.

El avantatge de aquest dispositiu de seguretat es que son molt fàcils i còmodes de accionar, també poden treballar en zones de treball on siguin explosives o humits. Perquè també es fabricant perquè el seu accionament s' afectiu per aire comprimit.



• Resguards (Fixes, mòbils, variables)

Els Resguards son elements d' una maquina, o en general d' un equip de protecció, que s' utilitza específicament per garantir la protecció mitjançant una barrera material.

- TIPUS DE RESGUARDS

Els Resguards es poden classificar en: Resguards fixes; Resguardo mòbils; Resguardo regulables .

Resguards fixos

Un resguardo fixo es el que es manté en la seva posició de protecció (tancat)mitjançant :

De manera permanent (per exemple, per soldadura o remaches), o mitjançant elements de fixació (per exemple, amb cargols), que impedeix que es poguï desplaçar el resguard (retirar o obrir), sense l' utilització d' una eina.

Requisits generals que han de complir els Resguards fixos:

a.- Devent impedir o minimitzar la possibilitat de accés als punts de perill, en especial quan a través de ells es carrega o es descarrega material, per exemple, per la alimentació de las peses als elements mòvils de treball. Han de estar dissenyats per permetre realitzar operacions talls com ajusts, lubricació o manteniment de rutina, sense necessitat de desmuntar.

b.- Poden ser utilitzats per protegir de altres perills, per exemple: per retenir peçes, eines o fragments de elles, en el cas de que surtin projectades; per reteren emissions de substàncies perilloses (refrigerats, vapors, gasos, boires, pols, etc.); per reduir la emissió de soroll; per retenir o dissipar l' energia generada per una explosió, etc. En aquest cas, en el disseny del resguardo es fundamental tenir en conta aspectes talls com el tipus de material, la forma, la posició, els medis de fixació al equip de treball o les juntes de unió a dit equip. Un exemple típic es el dels resguards de las esmoladores; la seva forma i resistència son fonamentals per protegir als operaris dels fragments que podrien sortir projectats en cas de trencament de la dent.

Resguards mòbils

Son resguards que estan units al bastidor de la maquina o a un element fix pròxim, per exemple, mitjançant visagres o guies de desplaçament, i que es poden obrir sense necessitat d'utilitzar cap eina.

Requisits generals dels Resguards mòbils

- a.- Han de impedir o limitar al màxim possible el accés a las zones de perill quan estan en posició de tancament.
- b. - Han de garantir les distancies de seguretat;
- c.- poden ser utilitzats per protegir de altres perills, per exemple: per retenir peçes, eines o fragments de elles, en el caso de que sortint projectades; per retenir emissions de substàncies perilloses (refrigerant, vapors, gasos, boires, pols, etc.); per reduir les emissions de soroll; per retenir o dissipar l'energia generada per una explosió, etc.

Resguardo regulable

Es un resguard fixa o mòbil que es pot regular en la seva totalitat o que té parts regulables. Normalment estan destinats a limitar el accés als òrgans mòbils de treball o a la eina, quan aquest no poden fer-se totalment inaccessibles. La regulació permaneceix fixa mentre es realitza l'operació. El resguard es telescòpic per proporcionar un ajust ràpid a la superfície de la peça que es treballa i està fixada a una barra de anclatge vertical per permetre el accés a les mordasses per el canvi de broca.

Criteria de selecció de Resguards

La selecció precisa d'un resguard per un equip de treball determinat a de estar basat en la evaluació de riscos corresponent a dit equip de treball. En el cas de l'aplicació als elements mòbils d'un equip de treball, la selecció es realitzarà aplicant els criteris següents

Per als elements mòbils de transmissió d'energia i moviment:

- 1.- Si no es necessari un accés regular: resguardo fix.
- 2.- Si es necessari un accés regular: resguardo mòbil amb dispositiu de enclavament o amb dispositiu de enclavament i bloqueig.

Per als elements mòvils de treball o elements que intervenen en el mateix:

- 1.- Si es poden fer inaccessibles mentres executant el treball: resguards fixes o resguards mòvils amb dispositius de enclavament o amb dispositiu de enclavament i bloqueig.
- 2.- Si no es poden fer totalment inaccessibles: resguards fixos combinats amb resguards regulables .

• **Commutadors (CO)**

La funció commutadors estableix e interrompre l' alimentació dels receptors. Aquesta sol fer la funció dels contactors electromagnètics.

En la majoria dels casos, el control a distancia resulta imprescindible per a facilitar l' utilització a sense com la feina de l'operari, que sol estar llunyana dels comandaments de control. Com norma general, dit control ofereix informació sobre la acció desenvolupada que es pot visualitzar a través dels pilots lluminosos o de un segon dispositiu.

Aquest circuits elèctrics complementaris anomenats “ circuits de enclavament i de senyalització” es realitzar mitjançant contactes auxiliars que s' incorporen als contactes, a los contactors auxiliars o als reles del automatisme, o que ja estan inclosos en els blocs additius que es Montant en els contactors i els contactors auxiliars.

La commutació també pot realitzar-se amb reles i contactors estàtics. Del mateix mode pot integrar-se en aparellis de funcions múltiples, com els disyuntors motors o els contactors disyuntors

• **Disyuntors (DI)**

Els disyuntors son dispositius per protegir contra els cortcircuits, dintre dels límits del seu tall a través de disparadors magnètics (un disparador per fase).També protegits contra els contactes indirectes, seguin les normes sobre règims de neutre, per els esquemes TN o IT. Tots els disyuntors poden realitzar talls omnipolars: la posta en marxa de un sol disparador magnètics basta per a obrir simultàniament tots els pols. Quan la corrent de cortcircuit no es elevada, els disyuntors funcionen a major velocitats que els fusibles. Depenent del circuit que es volguí protegir (distribució, motor, etc), el umbral de dispar magnètic es situa entre 3 i 15 vegades el corrent tèrmic ith. Depenen del tipus de disyuntor, dit umbral de dispar pot ser fixat per l' usuari o fix per el propi disyuntor.

Les característiques principals son:

- poder de tall.
- Poder de tancament.
- Autoprotecció.
- Poder de limitació



• Seccionadors (SE)

Els equips elèctrics solament s' han de manipular quan estan desconnectats.

El seccionador consisteix en aïllar elèctricament una instal·lació de la seva red d' alimentació, segons els criteris de seguretat que estableix les normes.

El seccionador es pot completar amb una mesura de protecció addicional, el enclavament, un dispositiu de condenació del seccionador en posició oberta que impedeix que la instal·lació es torni a posar sota tensió de forma imprevista, garantir así que la seguretat de les persones i els equips.

La funció de seccionador es realitza amb:

- seccionadors
- interruptors seccionadors
- disyuntors i contactors disyuntors, sempre que el fabricant certifiqui que son aptes per la funció mencionada.

El seccionador es un aparell mecànic de connexió que en posició oberta compleix les prescripcions específiques per la funció de seccionador (norma IEC 947-3).

Els seus principals elements son el bloc tripolar o tetrapolar, un o dos contactes auxiliars de pretall I un dispositiu de comandament lateral o frontal que permet tancar o obrir els pols manualment.

La velocitat de tancament i de obertura depenen de la rapidesa d' accionament del operari. Per lo tant, el seccionador es un aparell de "ruptura lenta" que mai s' ha de tallar previament amb un aparell de commutació previst a tal efecte (normalment un contacte).

El contacte auxiliar de pretall es connecta en sèrie amb la bobina del contacte. S' obre abans i es tanca després que els pols del seccionador, per lo tant en cas de manipulació accidentada amb carrega, interrompre la alimentació de la bobina del contactor abans de que s' obrin el pols del seccionador. En ningú del casos es podrà enclavar el seccionador quan aquest estigui en posició tancada o quan els seus contactes s' hagin soldat accidentalment.



• Barreres Físiques (BF)

Les barreres físiques son els mes senzills de utilitzar ja que no impliquen cap de mena de control o de tractament.

Son ideals quan es vol assegurar una zona de treball en la qual no es volguí accedir per cap raó. El tancament es pot fer completament o parcialment, solament protegint aquelles zones a les quals no volem que ningú s'aproximi.

- A continuació hem fet una taula d'alguns dels fabricants que hem trobat interessants:

	BI	RC	DPSP	DP	PE	IS	SII I S	M2M
Carlo Iberica	X	X	X	X	X	X	-	X
Forn Valls	X	X	X	X	X	X	X	X
Peperl + Fuchs	X	X	X	X	-	-	X	
Omron Electric	X	X	-	X	X	X	X	X
Schneider Electric	X	X	X	X	X	X	X	X
Fegemu Automates	X	X	X	X	X	X	X	X
Diell Iberica	X	X	X	X	-	X	-	X
Moeller Electric	-	X	-	-	X	X	X	-
Safewark	X	X	X	X	X	X	X	X

5 .- DISSENY D'UNA CÈL·LULA ROBOITZADA

5.1 Estudi de la cèl·lula

L'objectiu principal d'aquesta part del nostre treball és automatitzar un procés de soldadura i empaquetatge d'unes peces metàl·liques. Aquest procés suposarem que antigament es feia tot manualment i anirem substituint als operaris per robots amb les condicions de màxima seguretat per als operaris que treballin amb els robots.

El cas que ens proposem és el de substituir el procés d'ensamblatge d'unes peces metàl·liques realitzat per 9 operaris per un procés automàtic realitzat per 7 robots i 2 operaris. D'aquesta manera, l'estudi del procés ens ha portat a dissenyar una planta robotitzada de 2 robots tipus scara i 5 robots de tipus antropomòrfic manipulació.

Un cop hem descrit a grans trets els components que formen part de la cèl·lula passarem a dividir-la en sectors, en 3 concretament. El fet de dividir-la en tres sectors ens ajudarà per a realitzar un anàlisi de la seguretat més senzill i alhora més eficaç.

Les tres parts o sectors en que dividirem la nostra planta seran:

- Sector 1 o Sector de soldadura.
- Sector 2 o Sector de manipulació i empaquetatge.
- Sector 3 o Sector de paletització.

5.1.1 Descripció del Sector 1 o sector de soldadura.

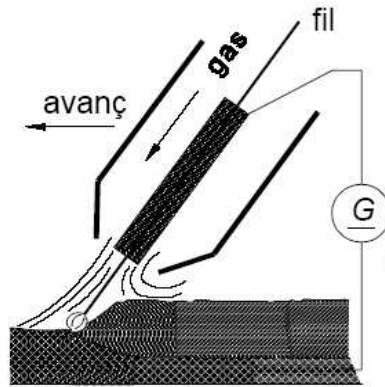
Aquest sector està format pels següents components:

- Un robot SCARA (R1)
- Un robot Antropomòrfic o angular (R2)
- Cinta transportadora (C1)
- Cinta transportadora (C2)

El funcionament d'aquest sector serà el següent:

A través de la cinta transportadora (C1) ens arribaran unes planxes metàl·liques ,subjectades a la cinta mitjançant unes guies. Quan una planxa arribarà a l'abast del robot R1 aquest s'encarregarà prèviament d'agafar una altra planxa del subministrament de peces davanter a ell i la dipositarà damunt de la planxa de la cinta transportadora formant un àngul de 90° entre elles. Un cop dipositades una damunt de l'altra la cinta transportadora avançarà fins al robot R2 i alhora una altra nova planxa serà dipositada pel robot R1. El subministrament de peces que agafa el robot R1 seran subministrades periòdicament per un operari de la planta.

El robot R2 s'encarregarà de soldar aquest peces aportant un cordo de soldadura a la part interior de l'angle format per les peces. Aquest robot té com a eina una torxa de soldadura per arc i molt a prop seu té una camera que explora el camí que haurà de seguir el cordó. El tipus de soldadura per arc serà concretament del tipus MIG (Metal Inert Gas).



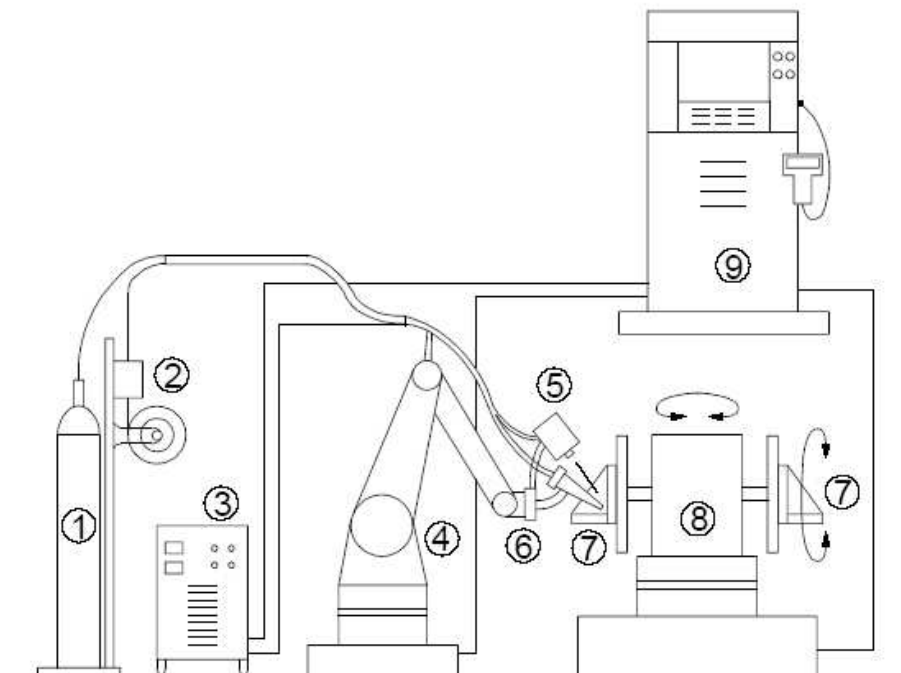
Soldadura per arc MIG.

La soldadura per arc consisteix en la formació d'una costura o cordó d'unió contínua gràcies a la fusió dels materials a causa de la temperatura generada per un arc elèctric. L'arc, que salta entre l'elèctrode unit al terminal i la peça metàl·lica que es vol soldar, és creat per una tensió baixa d'uns 30V i comporta corrents elevats de més de 100 A.

El problema d'aquest tipus de soldadura vers la soldadura d'elèctrode tradicional, és que el fil continu d'aportació no té revestiment protector.

Per solucionar aquest problema es crea un raig de gas protector (Argò , Heli) al voltant de la zona de l'elèctrode en la zona de fusió i així s'evita la oxidació de la soldadura. A la figura de dalt podem observar el fil flexible d'aportació, la entrada i sortida del gas protector i el generador que crea l'arc al curtcircuitar-lo. El rodet de fil haurà de ser canviat periòdicament per mitjà d'un operari, quan aquest s'acabi.

A continuació proposem un aplicació de robot soldador per arc, que seria molt semblant al que muntaríem a la nostra cèl·lula de fabricació flexible.



Descripció dels components:

- (1) Bombona de gas inert (Argó o Heli)
- (2) Rodet de fil continu i impulsíó elèctrica del fil.
- (3) Equip de soldadura. Genera aproximadament la tensió de 30V i corrent 100A.
- (4) Robot de soldadura.
- (5) Camera de visió per al seguiment de la realització del cordó.
- (6) Torxa de soldadura per arc.
- (7) Peça a soldar.
- (8) Taula posicionadora i subjectora de la peça a soldar.
- (9) Unitat de control del robot.

En el dibuix del robot de soldadura per arc faltaria dibuixar una unitat de neteja per aire comprimit de la “boqueta” de la torxa de soldadura.

5.1.2 Descripció del Sector 2 o sector de manipulació i empaquetage

Aquest sector està format pels següents components:

- Un robot SCARA (R5)
- Tres robots Antropomòrfics o angulars (R3,R4,R6)
- Cinta transportadora (C4)
- Un plat giratori (Resolució 90°)

El funcionament d'aquest sector és el següent:

El robot R4 agafa una caixa subministrada per la cinta transportadora C2, corresponent al sector 1, i la diposita damunt del plat giratori. Mentrestant el robot R3 agafa una peça ja soldada procedent de la cinta transportadora C1 del sector 1, aleshores el plat gira 90°. Quan acaba de fer el gir, el robot R3 diposita la peça soldada a l'interior de la caixa i el robot R4 efectua un gir a l'esquerra de 90° i agafa una altra caixa i la diposita damunt del plat giratori, efectuant el mateix gir en sentit invers.

Ara el plat torna a girar 90°, i la caixa amb la peça a l'interior arriben davant del robot R5. Aquest robot s'encarrega de tancar les caixes mitjançant una grapadora pneumàtica, controlada per electrovàlvules. Els robots R3 i R4 continuen fent les seves tasques, igual que els del sector 1. Per a fer-nos una idea del robot R5, aquest seria bastant semblant al R2 però amb la diferència de que ara aquest té acoblat com a eina una grapadora i aquest robot és del tipus SCARA. Periòdicament un operari recarregarà el subministrament de grapes.

A l'acabar de tancar la caixa, el plat torna a girar 90° de forma que la caixa tancada amb la peça soldada a l'interior arriba al robot R6 i aquest s'encarrega d'agafar la caixa i dipositar-la damunt de la cinta transportadora C3, efectuant un gir de 90°.

Un cop dipositada la caixa al cinta C3 el robot R6 efectua el gir de 90° en sentit invers i a continuació el plat torna a girar un quart de volta i continua el cicle descrit.

5.1.3 Descripció del Sector 3 o sector de paletització.

Aquest sector està format pels següents components:

- Un robot antropomòrfic o angular (R7)
- Cinta transportadora (C3)

El funcionament d'aquest sector és el següent:

Quan la caixa amb la peça soldada a l'interior arriba ,a través de la cinta transportadora C3, davant del robot R7 aquest l'agafa i la diposita damunt d'un palet. A l'acabar de dipositar-la el robot tornarà a la seva posició inicial esperant l'arribada d'una nova caixa.

Quan el palet estigui ple de caixes aquest serà retirat per un operari mitjançant una carretilla i també dipositarà un palet buit a la mateixa posició on estava el palet ple.

5.2 Situacions de risc

Per a fer un bon disseny de la nostra planta hem d'estudiar en detall la substitució operari – robot i alhora hem de garantir les màximes condicions de seguretat per als operaris que estiguin a l'entorn del robot.

En la planta pròpiament estudiada li afecten diverses situacions de risc que anomenarem a continuació:

- Situacions de perill mecànic.
S'ha de restringir l'accés de l'operari a la cèl·lula per evitar que els robots en funcionament puguin colpejar-lo, aplastament per pèrdua de carrega del robot o perill per estar dins una zona de treball amb accés habitual.
- Situacions de perill tèrmic.
L'operari pot patir cremades si es permet l'accés al robot de soldadura sense que aquests hagi estat aturat anteriorment.
- Situacions de perill "òptic".
L'arc que produeix el nostre robot que s'encarrega de soldar pot produir problemes als ulls dels operaris per tant haurem de posar vidres foscos per a que l'arc no sigui visible i així garantir la salut dels nostres operaris.

Un cop anomenats les principals situacions de perill de la cèl·lula de fabricació flexible passarem a analitzar les situacions de perill de cada sector en concret.

5.2.1 Situacions de perill del Sector 1

Els perills o situacions de perill a les quals poden estar exposats els operaris en aquest sector són les següents:

- Perill d'enganxar-se la roba o mans a les cintes transportadores C1 i C2.
- Perill de ésser colpejat pel robot R1 o lesionat per la pèrdua de la carregà d'aquest, sobretot quan l'operari esta fent la tasca de subministrament de peces metàl·liques.
- Perill de lesió de la vista degut a la intensa llum produïda per l'arc del robot de soldar R2.
- Perill de cremades al tocar les peces metàl·liques un cop acabades de soldar.

5.2.2 Situacions de perill del Sector 2

Els perills o situacions de perill a les quals poden estar exposats els operaris en aquest sector són les següents:

- Perill d'enganxar-se la roba o mans al final de les cintes transportadores C1 i C2 i també al principi de les cintes C3 i C4.
- Perill d' ésser colpejat pels robots R3, R4 i R5, lesionat per la pèrdua de la carregà d'aquests i també perill de quedar atrapat entre una cinta transportadora i el robot.
- Perill d'enganxar-se la roba o mans al plat giratori.
- Perill de patir ferides en qualsevol part del cos (sobretot als ulls) degut al rebot d'alguna grapa que surti rebotada de la grapadora que té el robot R5.

5.2.3 Situacions de perill del Sector 3

Els perills o situacions de perill a les quals poden estar exposats els operaris en aquest sector són les següents:

- Perill d'enganxar-se la roba o mans a l'inici de les cintes transportadores C3 i C4.
- Perill d' ésser colpejat pel robot R7, lesionat per la pèrdua de la carregà d'aquests i també perill de quedar atrapat entre una cinta transportadora i el robot on entre el robot i el palet.
- Perill d' ésser atropellat per l'operari que condueix la carretilla.

5.3 Disseny dels sistemes de seguretat i Elecció dels components

En aquest apartat el que farem és basant-nos en l'apartat 4 (Descripció del components) i les possibles situacions de risc anomenades abteriorment, elegirem els components necessaris per a garantir unes condicions de seguretat òptimes.

L'elecció dels components alhora dependrà de si la zona ha de ser d'accés o freqüent o només per a tasques de manteniment.

En zones d'accés freqüent posarem barreres immaterials, dispositius de protecció sensibles a la pressió etc..

En zones d'accés menys freqüent com en tasques de manteniment utilitzarem barreres metàl·liques, portes amb interruptors magnètics etc..

Ara el que farem serà veure quins són els components de seguretat més indicats per garantir la màxima seguretat en cada un dels sectors.

5.3.1 Sector 1

El primer element de seguretat que instal·larem serà una barrera metàl·lica al voltant d'aquest sector. Com que tindrem que poder accedir a aquest sector per realitzar tasques de manteniment, instal·larem una porta (P1) amb dos interruptors magnètics i un polsador mecànic per a la obertura. Al obrir aquesta porta s'aturaran els robots R1 i R2 i s'encendrà un indicador d'emergència de color vermell. Accedirem per aquesta porta per a posar nous rodets de fil de soldar al robot soldador R2.

En aquest sector, també necessitem deixar un altra zona d'accés més freqüent que serà per a realitzar la recarrega de peces metàl·liques per al robot R1. En aquesta entrada instal·larem una barrera lluminosa i una catifa de pressió, que en el cas d'entrar l'operari aturarà el robot R1 i R2 i encendrà l'indicador d'emergència. Alhora per garantir més seguretat instal·larem dins d'aquest sector un scanner làser de seguretat que també aturarà els robots en el cas de detectar un operari en la seva zona d'acció. Quan l'operari surti de l'interior del sector 1 haurà de polsar un polsador de "reengegada" i el aquest part de la planta tornarà a funcionar amb normalitat. També instal·lararem unes petites barreres metàl·liques al voltant de les cintes transportadores per a evitar que cap operari es pugui enganxar la roba o qualsevol part del cos. Les cintes transportadores també es desactivaran al detectar la presència d'operari. Al robot soldador R2 hi instal·larem uns vidres foscos al voltant de la torxa de soldadura per a evitar la propagació de la llum generada per l'arc, i així evitar problemes en la vista dels operaris.

5.3.2 Sector 2

Aquest sector també queda envoltat de barrera metàl·lica i també com el sector 1 té dos punts d'accés. Un punt d'accés freqüent destinat per a realitzar el manteniment dels robots tals com recarregar de grapes la grapadora del robot R5. En aquest punt instal·larem una barrera lluminosa B2 i una catifa de pressió A1. Quan detecti l'operari s'aturaran els robots, les cintes transportadores i el plat giratori i s'encendrà un indicador d'emergència vermell. Al sortir d'aquesta zona, l'operari haurà de polsar un polsador de "reengegada", llavors la llum d'emergència s'aturarà i el sistema continuarà funcionant amb normalitat.

L'altre punt d'accés a aquest sector és una porta amb interruptors magnètics i polsador per a l'obertura. Aquesta està destinada a l'entrada per a operacions de manteniment i també aturarà el sistema i s'haurà de reengegar al sortir.

5.3.3 Sector3

El sector 3 també està envoltat de barrera metàl·lica amb un únic punt d'accés. Aquesta obertura està destinada per a que un operari pugui entrar amb el "toro" per a retirar el palets de caixes plenes, aquests palets han sigut plenats pel robot R7, i dipositar-ne un de buit. En aquest punt hi instal·larem una barrera immaterial, de forma que quan l'operari entri amb la carretilla, s'aturarà el robot R7 i la cinta transportadora C3. Al sortir d'aquesta zona l'operari podrà reengegar el sistema mitjançant un comandament a distància, via infraroig, instal·lat en la pròpia carretilla. En el cas de que l'operari entres caminant per a realitzar tasques de manteniment, aquest disposa d'una botonera a la entrada per a poder reengegar el sistema o aturar en cas d'emergència. Com en els altres sectors, quan l'operari entri en el sector s'encendrà un indicador lluminós vermell.

Les cintes transportadores també aniran protegides mitjançant unes petites barreres metàl·liques.

5.4 Pressupost

En aquest apartat valorarem els costos necessaris per automatitzar una planta i instal·lar-li els components de seguretat necessaris. Aquests costos seran força aproximats ja que no hem pogut trobar molta informació referent als costos dels elements de seguretat i robots.

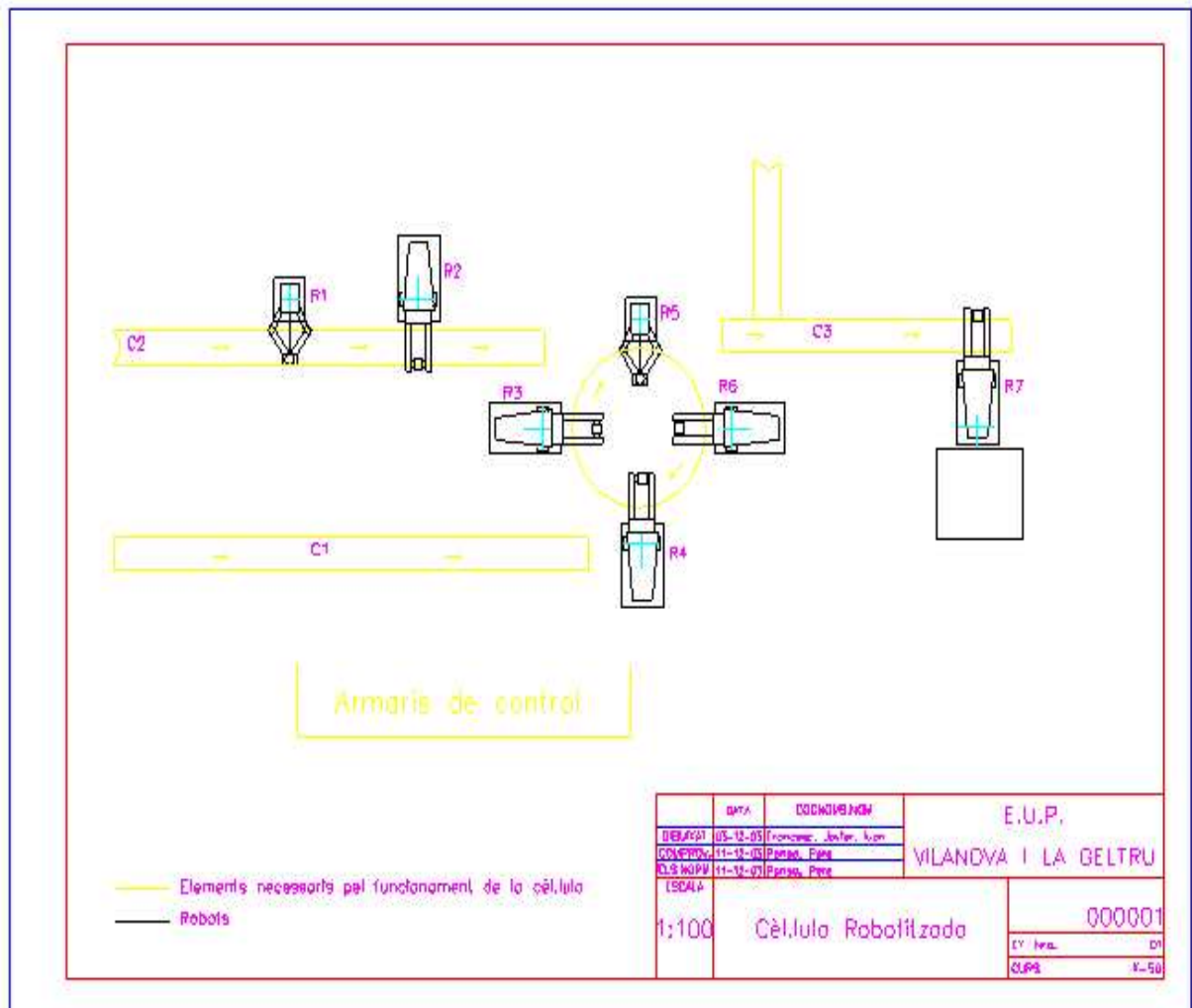
Elements o Components	Unitats	Preu Unitari (€)	Preu Total (€)
Robot SCARA	2	36000	72000
Robot Angular	5	36000	180000
Barrera Metà·lica	40	250	10000
Barrera Immaterial	2	2000	4000
Portes amb sensors	2	1200	2400
Catifa de pressió	2	2000	4000
Vidres Foscos	1	90	90
Barrera Metà·lica(Cintes)	30	50	1500
Botoneres	2	150	300
Emissor i Receptor (Infraroig)	1	170	170
Scanner Làser	1	650	650
Hores Operaris	1000	23	23000
COST TOTAL DE LA CÈL·LULA			298110 €

NOTA: Els preus de tots els elements són preus aproximats i potser que alguns no s'ajustin molt als preus reals al mercat.

5.5 Plànols de la planta robotitzada

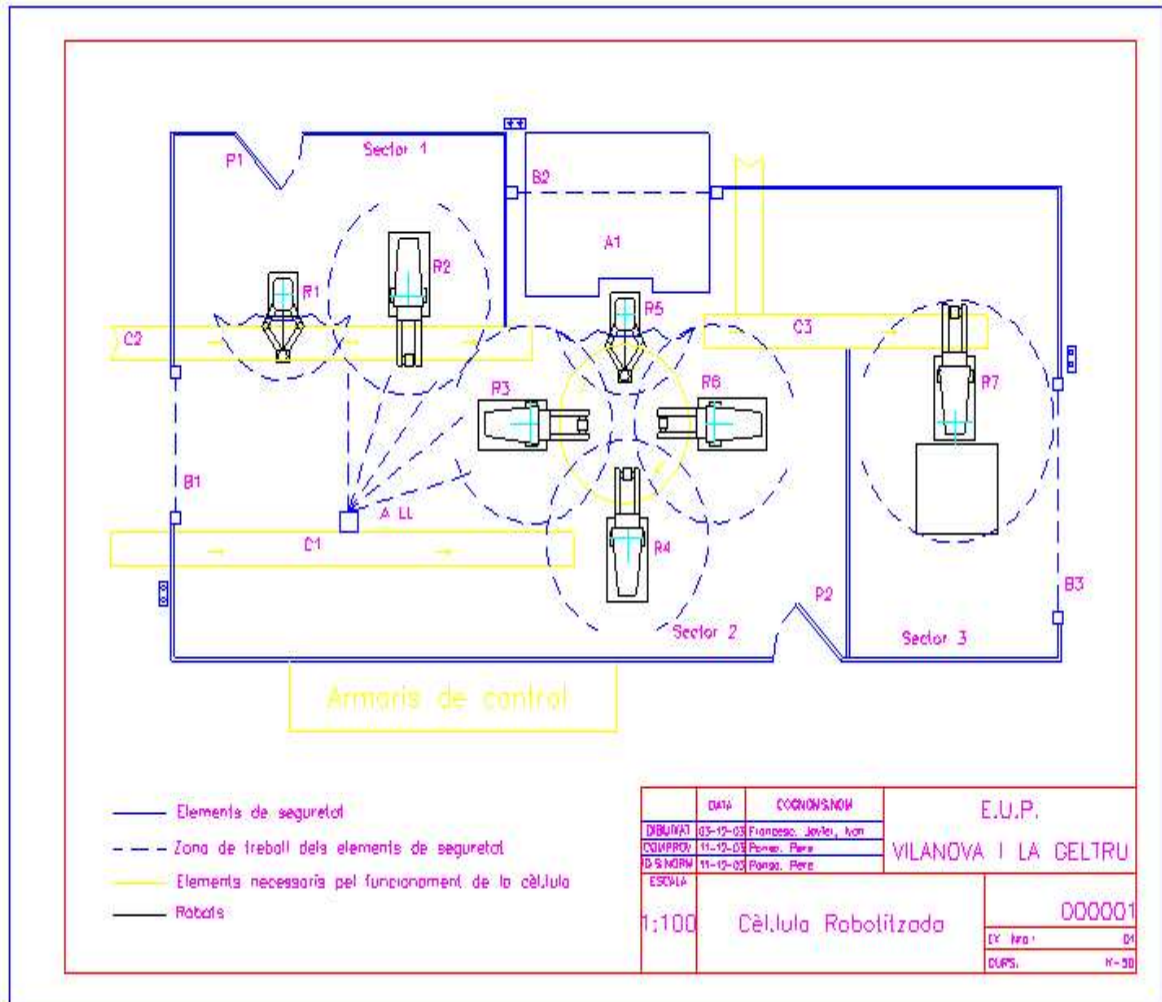
Plànol 1:

En aquest plànol hem dibuixat els components de la cèl·lula robotitzada. (S'adjunten els plànols realitzats en autocad en el cd).



Plànol 2:

En aquest plànol indiquem el radi d'acció de cada robot així com també els elements de seguretat instal·lats en la cèl·lula robotitzada. (S'adjunten els planols realitzats en autocad en el cd).



Annex 1

BIBLIOGRAFIA:

Fundamentos de Robótica

Barrientos, Peñin, Balaguer, Aracil

Editorial Mc Graw Hill

Revista Automática e Instrumentación

Abril 2003 n^a 339

Revista Automática e Instrumentación

Juliol 2003 n^a 342

Proyecto Automatización Industrial: El armario de Control de FANUC

Moreno, Lara, Noguera

UPC Vilanova i la Geltrú

Els Robots Industrials (II) Aplicacions.

Riba i Romera, Carles

Edicions UPC

PÀGINES WEB:

Schneider Electric (<i>fabricant</i>)	http://www.schneiderelectric.es/ http://www.schneider-electric.com
Forn valls (<i>representant</i>)	http://www.fornvalls.com
Schmersal (<i>fabricant</i>)	http://www.schmersalusa.com/
Sick (<i>fabricant</i>)	http://www.sick.es
Honeywell (<i>fabricant</i>)	http://www.honeywell.es/
Coinsur & Scada (<i>distribuidor</i>)	http://www.coinsur.com/
Pagina europea de normatives	http://europa.eu.int
Pagina espanyola de normatives	http://www.aenor.es