

Tècniques de disseny i de seguretat d'automatismes

Pedro Sánchez Vallejo

Automatismes industrials

Índex

Introducció	5
Resultats d'aprenentatge	6
1. Tècniques de disseny d'esquemes	7
1.1. Eines informàtiques per al disseny d'esquemes d'automatismes	7
1.2. Programari de disseny d'esquemes d'automatismes CADe_SIMU	8
1.2.1. Baixada i execució del CADe_SIMU	8
1.2.2. Menú <i>principal</i>	10
1.2.3. Descripció de les barres de menús de símbols	12
1.2.4. Configuració inicial	14
1.3. Pràctiques d'elaboració d'esquemes d'automatismes amb CADe_SIMU	15
1.3.1. Elaboració d'un esquema de potència	15
1.3.2. Elaboració d'un esquema de maniobra	20
1.3.3. Simulació d'una instal·lació d'automatismes amb CADe_SIMU	24
1.3.4. Simulació d'un esquema de maniobra i potència	25
1.3.5. Simulació d'elements amb característiques especials	27
2. Tècniques per a la seguretat, prevenció de riscos laborals i detecció d'avaries	31
2.1. Prevenció de riscos i proteccions	31
2.1.1. Els riscos elèctrics	31
2.1.2. Els riscos mecànics	33
2.1.3. Graus de protecció IP i IK	34
2.1.4. Protecció contra contactes directes o indirectes	37
2.2. Avaries d'instal·lacions d'automatismes	40
2.2.1. Elements de protecció	41
2.2.2. Localització i reparació d'avaries	49
2.3. Manteniment d'instal·lacions d'automatismes cablats	53
2.3.1. Manteniment preventiu	53
2.3.2. Manteniment correctiu	55

Introducció

En l'elaboració i posada en funcionament d'un automatsme elèctric cablat sempre hi ha una sèrie d'accions prèvies i una sèrie d'accions posteriors.

Amb un determinat plantejament i segons una determinada necessitat es farà un projecte segons unes previsions. No és el tècnic el responsable directe d'aquest primer plantejament, però sí de la seva interpretació i muntatge. En l'elaboració d'aquest projecte, té vital importància el disseny dels esquemes que després es faran servir; un tècnic ben format hauria d'estar capacitat per manejar les eines que pot tenir a l'abast per al disseny d'esquemes.

Al final de l'execució de tota la instal·lació de l'automatsme, s'haurà de tenir present quins treballs de manteniment, i en el seu cas, de reparació de possibles d'avaries, pot arribar a necessitar la instal·lació. Aquesta sí que és responsabilitat directa del tècnic en instal·lacions elèctriques i automàtiques.

Per completar una bona formació en automatismes industrials, és necessari adquirir continguts tant de disseny d'automatismes, com de la seva adequació pel que fa a seguretat i manteniment.

En l'apartat "Tècniques de disseny d'esquemes" es veuen diferents eines informàtiques per al disseny assistit per ordinador amb les quals es poden elaborar esquemes de potència i maniobra d'automatismes elèctrics cablat. A més, es detalla d'una manera concreta la utilització d'una d'aquestes eines, començant per una descripció del programari, i continuant per una explicació detallada per elaborar un esquema de potència i maniobra per a una aplicació real. Per acabar, i dins d'aquesta primera part, s'explica el sistema de simulació de funcionament que té aquest mateix programari.

En l'apartat "Tècniques per a la seguretat, prevenció de riscos laborals i detecció d'avaries" de la unitat es veuen els diferents criteris de seguretat i prevenció de riscos que s'han de tenir en compte per a un automatsme cablat ja muntat. També es fa referència a les possibles avaries, amb les conseqüències que poden tenir, la reparació, i també al manteniment mínim necessari d'aquest tipus d'instal·lacions.

Resultats d'aprenentatge

En acabar la unitat, heu de ser capaços del següent:

1. Identificar els components i dispositius utilitzats en automatismes cablats i programables, a partir d'esquemes i documentació tècnica.
2. Elaborar la documentació tècnica de projectes d'automatismes cablats, a partir del quadern de càrregues.
3. Identificar els efectes de disfuncions i avaries en instal·lacions automàtiques.
4. Relacionar cada part de les instal·lacions automàtiques amb les funcions que duen a terme i els efectes observables en cas de mal funcionament.
5. Localitzar components o dispositius que són causa d'avaría.
6. Contrastar en instal·lacions automàtiques observacions o mesures fetes amb els paràmetres de bon funcionament.

1. Tècniques de disseny d'esquemes

L'elaboració d'un projecte elèctric per a la realització d'un muntatge d'automatismes cablats té diferents fases d'execució: un estudi preliminar, el disseny d'esquemes, l'elecció de materials, pressupostos, etc.

El tècnic instal·lador no és el responsable directe de l'elaboració del projecte però sí d'interpretar-lo. Un coneixement íntegre sobre el disseny d'esquemes elèctrics d'automatismes implica el coneixement de tècniques pròpies d'aquest tipus de tasca.

Les tècniques mitjançant el disseny assistit per ordinador avantatgen el sistema tradicional d'elaboració d'esquemes sobre paper en molts aspectes: la rapidesa en l'elaboració, l'enregistrament digital d'esquemes, la impressió personalitzada de plànols, la facilitat en la realització de modificacions, etc.

1.1. Eines informàtiques per al disseny d'esquemes d'automatismes

Es poden trobar diferents eines informàtiques aplicades al disseny elèctric i electrònic, però en podem destacar algunes directament relacionades amb el disseny d'instal·lacions d'automatismes:

- **EcadPlus.** Eina informàtica per al disseny electrotècnic, que permet la realització d'esquemes d'automatismes elèctrics, pneumàtics i electropneumàtics. Permet l'elaboració de símbols a més dels de la seva biblioteca, la numeració automàtica de cables, la referenciació automàtica de contactes i bobines, de conjunts de borns de connexió, etc.
- **CirCAD 4.** Aplicació informàtica que es fa servir amb AutoCAD. Permet el disseny d'esquemes d'automatismes, esquemes unifilars per a instal·lacions elèctriques, disseny d'armaris i quadres d'automatismes, etc. Disposa d'una aplicació de simulació de funcionament dels esquemes d'automatismes.
- **Elcad.** Programari de disseny elèctric i de documentació, amb símbols, macros, plantilles de plànols i la possibilitat d'exportar llistes per a les aplicacions Excel i Access.



Podeu anar a la secció "Adreces d'interès" per accedir als llocs web de les eines informàtiques.

AutoCAD és un programari de dibuix tècnic en 2D i 3D de l'empresa Autodesk.

- **See Electrical.** Eina informàtica dedicada als automatismes industrials, amb diferents prestacions com: la llista automàtica de materials, biblioteca completa de símbols i creació de símbols nous, referenciació i numeració automàtica de components, gestió de diferents projectes al mateix temps, etc.
- **CADe_SIMU.** Aplicació informàtica que permet crear ràpidament esquemes d'automatismes a partir de diferents biblioteques de símbols. Destaca la funció de simulació, en què es visualitza l'estat dels components i el pas del corrent elèctric pels conductors que formen part dels esquemes.

1.2. Programari de disseny d'esquemes d'automatismes CADe_SIMU

El programari **CADe_SIMU** és una aplicació informàtica de disseny assistit per ordinador (CAD) destinada a l'elaboració i simulació d'esquemes d'automatismes elèctrics en l'entorn Windows.

CADe_SIMU és una aplicació fàcil i intuïtiva amb un menú contextual típic de Windows, una barra d'eines d'accés ràpid, i una sèrie de barres de menús de símbols classificats per categories, amb els quals es poden dibuixar esquemes de maniobra i potència de manera ràpida.

1.2.1. Baixada i execució del CADe_SIMU

El programari CADe_SIMU ha estat creat per Juan Luis Villanueva Montoto, i es pot descarregar de manera gratuïta des de la web del mateix autor (<http://personales.ya.com/canalPLC>) i, concretament, des de la pàgina de descàrrega (<http://personales.ya.com/canalPLC/descarga.htm>).

La descàrrega correspon a un arxiu comprimit amb el nom *CADe_SIMU.zip*. No s'ha de fer cap tipus d'instal·lació al PC: una vegada descomprimit s'ha d'executar directament l'arxiu *CADe_SIMU.exe*. El programa demanarà una clau d'accés, que es proporciona per correu electrònic, i es demana per mitjà de la mateixa web.

Per començar a treballar s'ha de fer un clic a la finestra central per poder escriure la clau, com es mostra en la figura 1.

Una vegada s'ha fet un clic a la finestra central amb el botó esquerre del ratolí, sortirà una finestra emergent, tal com es mostra en la figura 2. S'ha de tenir molta cura de situar el ratolí sobre aquesta finestra per poder-hi

escriure la clau. A partir d'aquest moment el programari està en condicions de funcionar. Sense la clau d'accés, no seria possible guardar els esquemes fets.

Figura 1. Pantalla inicial del CADe_SIMU amb la finestra central

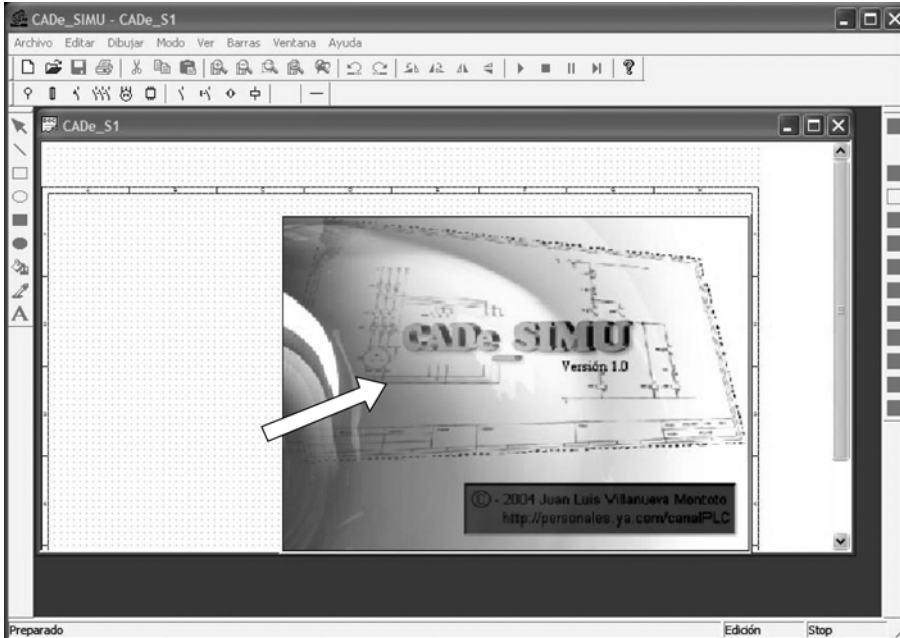
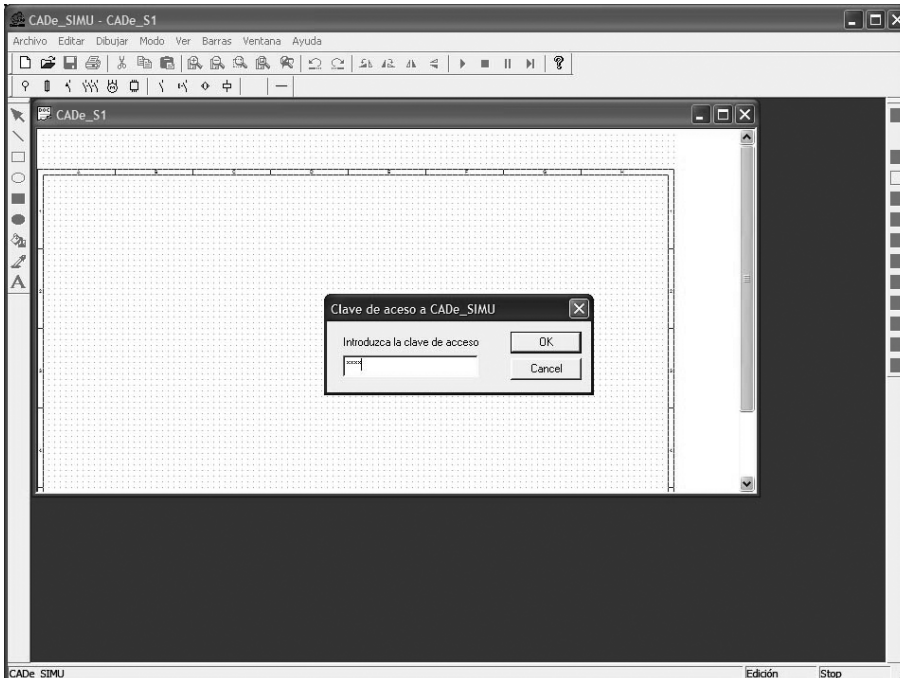


Figura 2. Clau d'accés

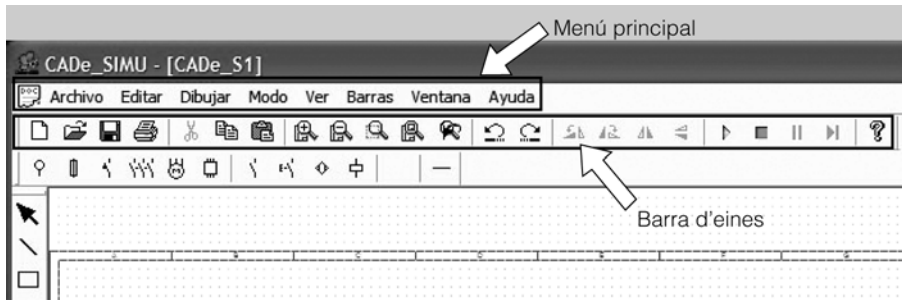


La finestra oberta té configurat per defecte un menú textual amb una barra d'eines i un menú de selecció de símbols a la part de dalt; a la part esquerra una barra d'accés directa a les funcions de dibuix i una barra de selecció de colors a la part dreta. A la part de baix, hi ha la barra d'estat per definir les coordenades, i també per identificar si s'està editant o simulant un esquema.

1.2.2. Menú principal

Una vegada oberta la finestra principal del CADe_SIMU, es pot comprovar que té un menú textual típic de Windows i una barra d'eines d'accés directe a algunes de les funcions del menú principal, tal com s'indica en la figura 3.

Figura 3. Menú principal i barra d'eines



Menú Archivo

Amb el menú *Archivo* es poden fer diferents accions:

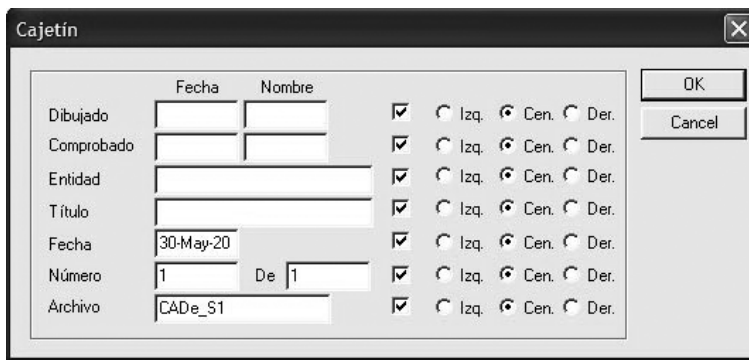
- *Nuevo*: crear un nou projecte.
- *Abrir*: obrir un projecte ja creat i guardat amb l'extensió *.cad.
- *Cerrar*: tancar un projecte.
- *Guardar*: guardar un projecte. S'ha de fer servir aquesta funció quan ja s'ha determinat prèviament un nom per al projecte.
- *Guardar como*: guardar un projecte amb un nom específic. S'ha de tenir cura d'escriure l'extensió (per exemple .cad).
- *Importar imagen*: es pot inserir sobre el plànol una imatge amb extensió *.bmp. S'ha de tenir cura que la grandària de la imatge dependrà de la grandària del plànol que s'hagi seleccionat amb el zoom. Amb un zoom més gran la imatge inserida quedarà més petita, i amb un zoom més petit la imatge inserida quedarà més gran.
- *Exportar imagen*: té la mateixa funció que una impressió de pantalla. Es guardarà la imatge amb l'extensió *.bmp.
- *Imprimir*: imprimeix el projecte que s'està editant.
- *Presentación preliminar*: representa el projecte tal com quedarà en format de paper.
- *Configurar impresora*: per configurar els paràmetres de la impressora.

- *Configuración*: es determinen paràmetres de format del plànol, velocitat de simulació, orientació de les referències dels elements i opcions de visualització.
- *Archivo reciente*: obre un arxiu que ha estat creat recentment.
- *Salir*: per sortir de l'aplicació.

Menú *Editar*

Des del menú *Editar* és pot desfer o refer una acció, tallar, copiar o enganxar, fer una selecció de tot el que estigui editat, i editar el caixetí en una finestra emergent com la de la la figura 4.

Figura 4. Finestra d'edició del caixetí



Menú *Dibujar*

Amb el menú *Dibujar* es poden dibuixar sobre el plànol: línies, rectangles, el·lipses, rectangles acolorits i el·lipses acolorides; es pot emplenar amb un color determinat, i es pot editar un text amb un màxim de trenta caràcters en cada línia editada.

Podem trobar un accés directe a les diferents opcions de dibuix en la barra que es troba a la part esquerra.

Menú *Modo*

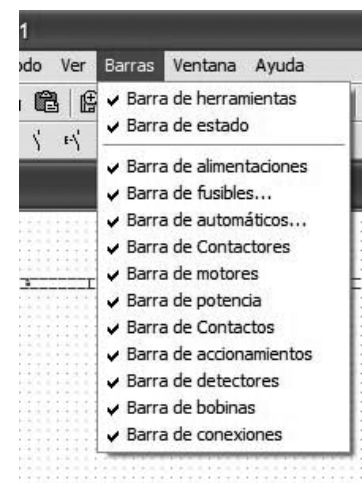
Des del menú *Modo* es pot canviar de mode: edició o simulació.

Menú *Ver*

Des del menú *Ver* és pot definir un determinat zoom, ampliar-lo o disminuir-lo. També des d'aquest menú es pot posar o treure la reixeta, que té la finalitat de facilitar l'alineació de components.

Menú *Barras*

Des del menú *Barras* es pot decidir la visualització de les barres d'eines i d'estat. També es pot decidir la visualització de diferents barres de sím-



En el menú *Barras* es pot decidir la visualització de les diferents barres.

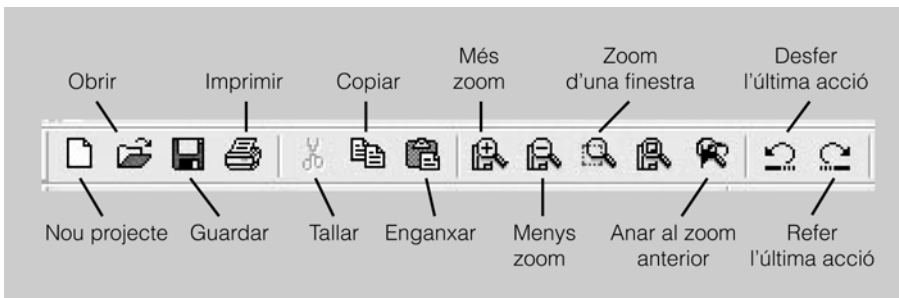
bols de components classificats per afinitats. Aquestes barres de símbols per afinitats també es visualitzaran seleccionant la icona corresponent en cada grup de components.

Menú *Ventana*

El CADe_SIMU permet tenir oberts diferents plànols de diferents projectes. Amb el menú *Ventana* es decideix el tipus de visualització dels diferents plànols, i també serveix per incorporar una finestra amb un plànol nou.

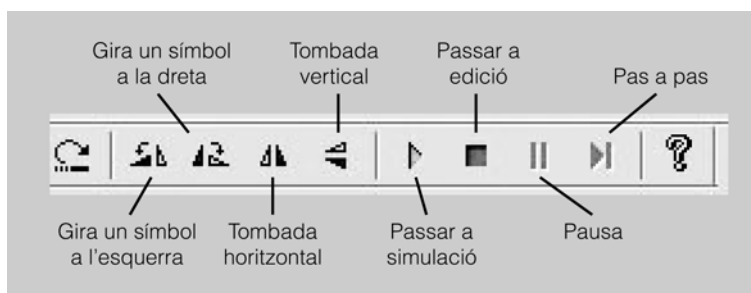
Per sota del menú principal es troba la barra d'eines, en què figuren, en un primer grup, les icones d'algunes funcions del menú principal segons es mostra en la figura 5. En passar el cursor per damunt de cada icona es mostra la descripció de la funció.

Figura 5. Accés directe a funcions del menú principal



En un segon grup d'icones es poden trobar unes funcions destinades a fer girar o invertir els símbols seleccionats en el plànol; per fer servir aquesta funció s'ha de seleccionar el símbol amb el botó esquerre del ratolí, i es torna de color vermell. Un tercer grup d'icones està destinat exclusivament a la simulació dels esquemes. En la figura 6 es mostra aquesta agrupació d'icones.

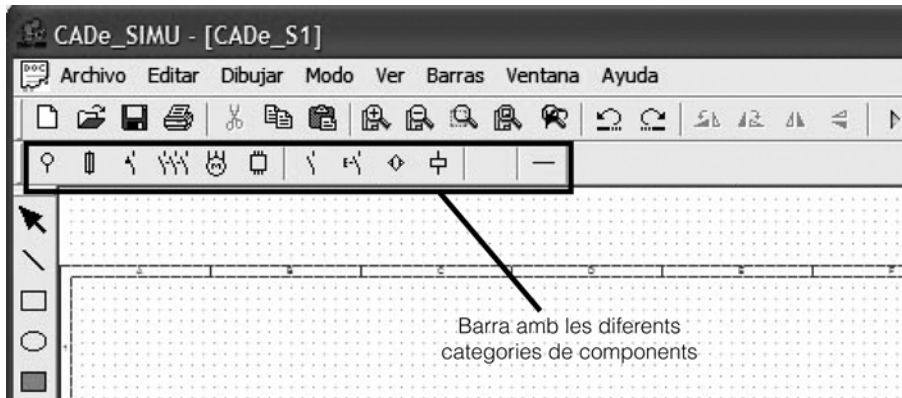
Figura 6. Accés directe a girar símbols i simulació



1.2.3. Descripció de les barres de menús de símbols

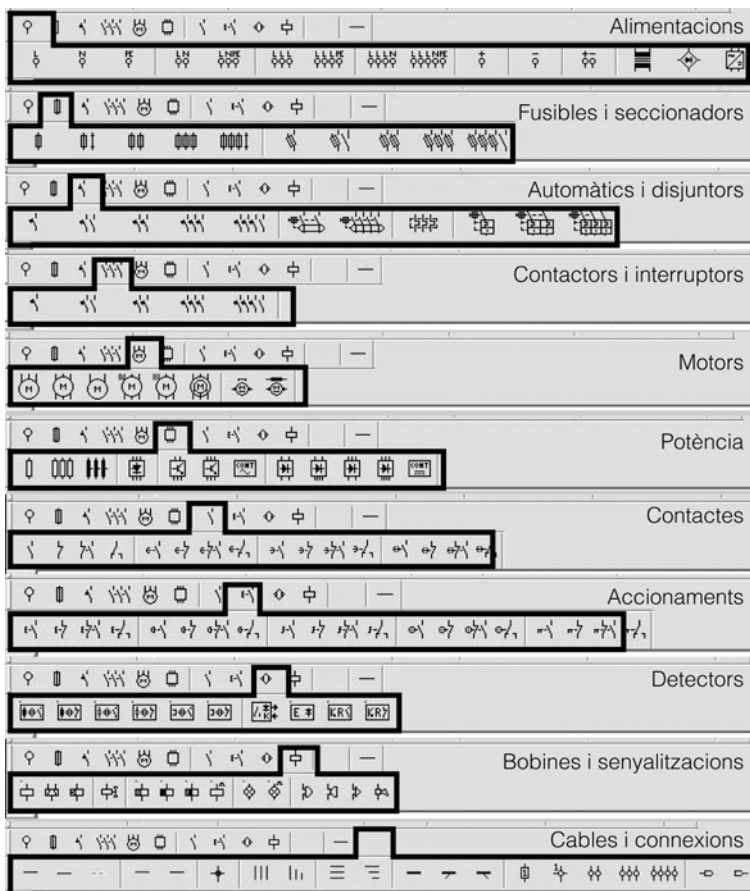
Tots els programaris de disseny d'esquemes porten una biblioteca de símbols amb els quals es fan els diferents esquemes d'un projecte. En el CADe_SIMU sota la barra d'eines es troba una barra genèrica de les diferents categories de símbols d'elements, tal com mostra la figura 7.

Figura 7. Barra de categories de símbols



Quan es passa el ratolí damunt de cada icona de la barra sortirà el nom de cada categoria d'elements: alimentacions, fusibles i seccionadors, automàtics i disjuntors, contactors i interruptors, motors, potència, contactes, accionaments, detectors, bobines i senyalitzacions i cables i connexions. En fer clic sobre cada una de les categories es desplegarà una altra barra de símbols d'elements agrupats per afinitat, tal com es veu en la figura 8.

Figura 8. Barres de símbols d'elements segons les categories



En passar el cursor per damunt de cada component apareix la descripció. Si es vol inserir sobre el plànol, s'ha de polsar a sobre i arrossegar-lo fins a l'àrea on s'ha de fer l'esquema, i després cal deixar-lo anar.

1.2.4. Configuració inicial

Abans de començar a editar qualsevol esquema és convenient establir una configuració inicial per determinar els paràmetres següents:

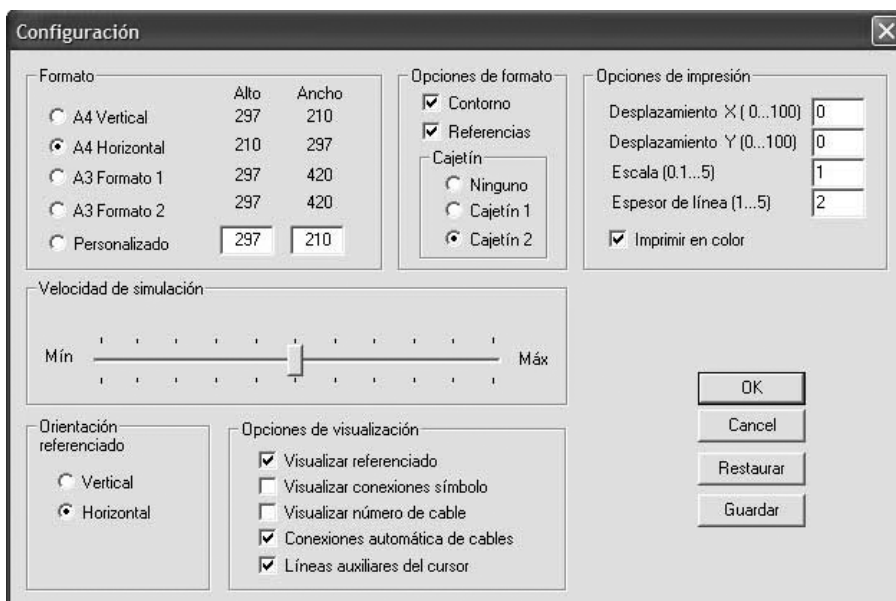
- **Format:** és on es decideix el format del plànol, que pot ser A4, A3 o amb una mida personalitzada. També es decideix si es volen marges i el tipus de caixetí.
- **Velocitat de simulació:** per defecte la velocitat de simulació és lenta; és aconsellable augmentar la velocitat, sobretot si es vol ser més realista amb l'actuació de relés temporitzadors.
- **Referenciació:** es pot decidir una referenciació del borns dels diferents element en horitzontal o vertical.
- **Opcions de visualització:** es pot decidir si es volen fer visibles o no aspectes com la referenciació, les connexions dels símbols o la numeració dels cables.
- **Opcions d'impressió:** es pot determinar el desplaçament del plànol sobre el full en què s'ha d'imprimir. També es decideix l'escala (és aconsellable fer servir l'escala 2 per imprimir en A4 horitzontal). Es determina, de la mateixa manera, una impressió de color o en blanc i negre.

Formats de paper A4 i A3

Les mides d'aquests formats estan definides per la norma DIN 476 de l'Institut Alemany de Normalització. 210 × 297 mm per a l'A4 i 297 × 420 mm per a l'A3.

Per definir la configuració inicial s'ha de prémer el menú *Archivo* i seleccionar l'opció *Configuración*. En la finestra emergent, com es mostra en la figura 9, es determinen les diferents opcions a partir d'una configuració per defecte.

Figura 9. Configuració per defecte



1.3. Pràctiques d'elaboració d'esquemes d'automatismes amb CADe_SIMU

Tenint present els avantatges que ofereix l'elaboració d'esquemes d'automatismes amb eines informàtiques en relació amb el mètode de dibuix en paper, un segon pas seria afrontar la realització d'un supòsit pràctic real, amb l'aplicació informàtica que es coneix.

Si s'utilitza el programari CADe_SIMU el primer que s'ha de fer és obrir el programa i decidir en el menú *Archivo* una configuració personalitzada, encara que es recomana deixar la configuració per defecte en els projectes que es facin inicialment.

1.3.1. Elaboració d'un esquema de potència

Una vegada obert el programa i configurades les preferències adequades, abans de començar a editar qualsevol esquema és aconsellable ajustar el zoom del plànol a la grandària més còmoda per dibuixar.

El procediment per editar qualsevol esquema té tres fases:

- 1) Selecció i distribució dels elements en el plànol.
- 2) Connexió dels elements.
- 3) Identificació i referenciació dels components.

En l'exemple que es farà a continuació, s'editarà l'esquema de potència per a una inversió del sentit de gir d'un motor de CA, alimentat d'una xarxa trifàsica, amb la protecció d'un disjuntor F1, i controlat per dos contactors de potència K1M i K2M.

1) Selecció i distribució dels elements en el plànol

Se seleccionaran els diferents elements i s'inseriran sobre el plànol en la part esquerra, amb la previsió que més endavant s'editarà l'esquema de maniobra a la part dreta. Una vegada identificat cada element en el seu menú, es polsarà a sobre i s'arrossegarà sobre la zona, i fent clic es fixarà l'element.

En l'exemple se seleccionerà en la barra de les diferents categories *Alimentaciones* segons la figura 10.

A continuació se selecciona *Alimentación L1+L2+L3+PE*, que correspon al símbol que identifica l'alimentació trifàsica amb presa de terra, com en la figura 11.

Figura 10. Selecció en el menú general de símbols

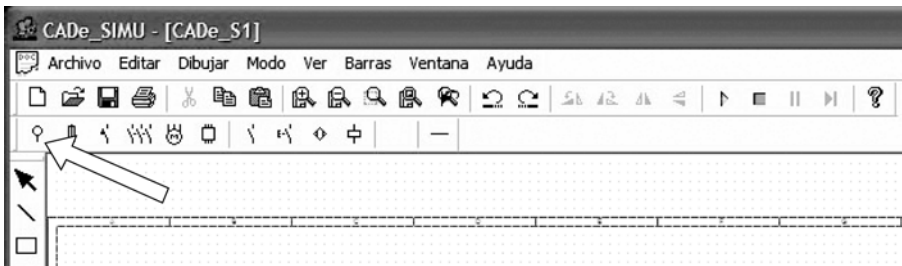
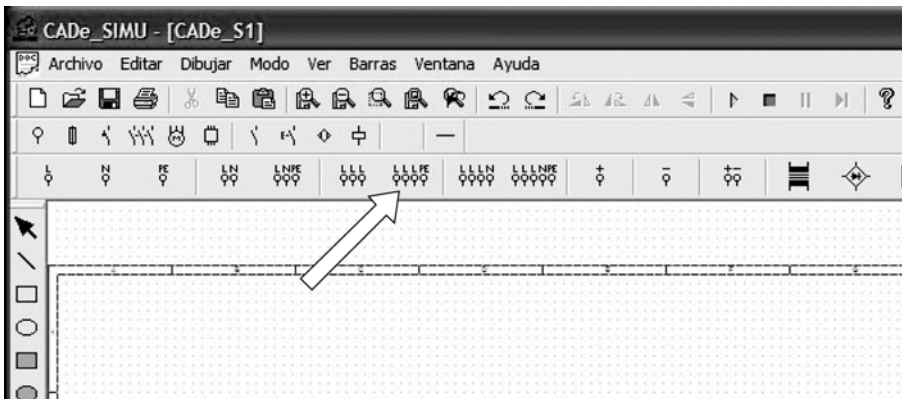
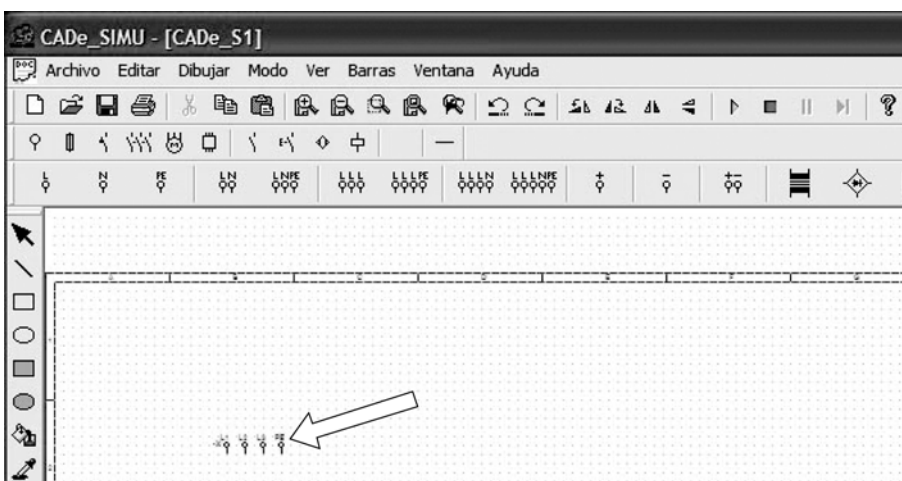


Figura 11. Selecció Alimentación L1+L2+L3+PE



Una vegada seleccionat, es desplaça el símbol fins a la zona en què es vol deixar dins del plànol, i es preveu la inserció i situació de la resta de símbols, tal com es mostra en la figura 12. S'ha de confirmar la inserció del símbol amb un clic amb el botó esquerre del ratolí. Es podria repetir una nova inserció del mateix element, ja que encara tenim seleccionat el mateix símbol. Per desfer la selecció i triar un símbol o element nou, podem fer un clic amb el botó dret del ratolí o amb la tecla *Esc* del teclat.

Figura 12. Símbol deixat sobre el plànol



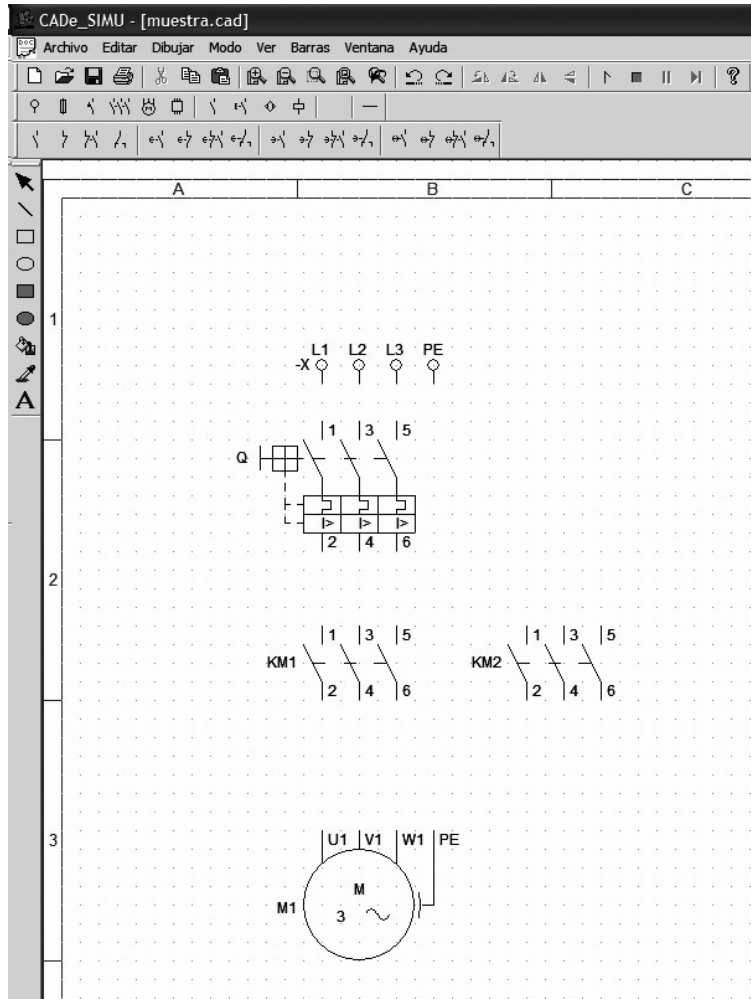
La resta de símbols per completar l'esquema tindran el mateix procediment per seleccionar-los cadascun en la seva categoria. Pot ser de gran utilitat el contorn del plànol, amb quadrants numerats en l'escala vertical i amb lletres en l'escala horitzontal, per fer la distribució. Així, la disposició dels elements seria la que mostra la figura 13.



Vegeu els diferents símbols segons les categories en la figura 8 del subapartat "Descripció de barres de menús de símbols".

Una vegada situats els elements, qualsevol símbol es pot seleccionar de nou amb el botó esquerre del ratolí, i es tornaria d'un color vermell per poder-lo desplaçar. Per eliminar-lo feu servir la tecla Suprimir o Delete del teclat.

Figura 13. Disposició dels elements sobre el plànol



2) Connexió dels elements

A continuació se seleccionarà en la barra de categories de símbols *Cables y conexiones*. I en la barra de símbols que surt se selecciona *Cable III*, segons la figura 14.

Amb aquesta aplicació es poden connectar els elements en vertical amb més facilitat. Per fer-ho correctament s'ha de fer un clic des de la part inferior esquerra del símbol i, sense deixar anar el botó del ratolí, desplaçar la connexió fins a la part superior esquerra del símbol que és a sota, deixant el botó just en el punt exacte, tal com es mostra en la figura 15. S'ha de tenir cura de fer la connexió amb exactitud de punt a punt per garantir després una simulació sense problemes.

Figura 14. Selecció de connexions trifàsiques

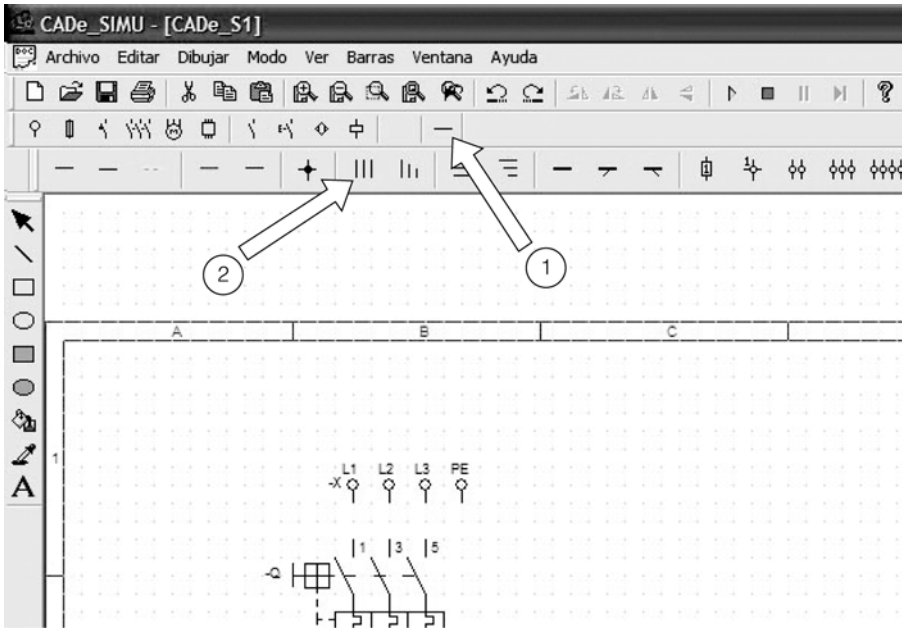
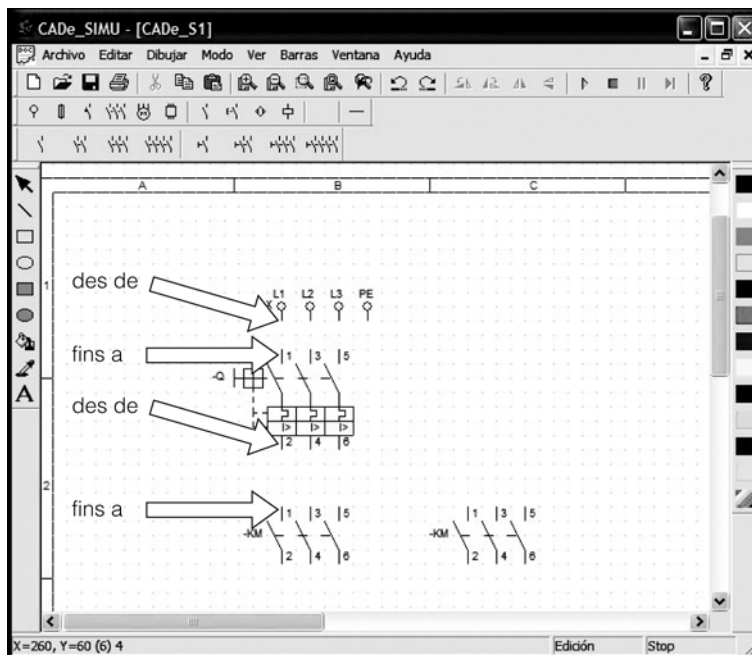


Figura 15. Realització de connexions trifàsiques



Per fer les connexions fins al contactor de la dreta és recomanable fer servir el *Cable de fase* de la mateixa barra de símbols. El procediment serà semblant, tenint en compte que el principi serà des del cable en vertical i el final el born del contactor, sabent que en el canvi de sentit s'ha de deixar anar el botó i tornar-lo a pressionar per continuar la connexió (figura 16). L'operació es repetirà per la part de sota del contactor amb el mateix procediment.

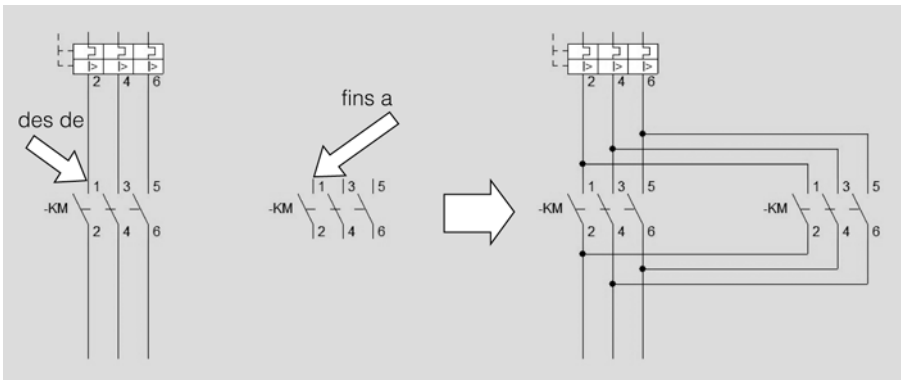


Selecció del cable de fase per fer la resta de connexions de l'esquema.

L'apartat de connexions acabaria amb el conductor de protecció amb la selecció de *Cable de protecció* a la mateixa barra de símbols. La connexió anirà des del símbol *Alimentación L1+L2+L3+PE* de la part inferior dreta

(PE) fins a la connexió PE del motor. Així el resultat final seria el que es mostra en la figura 17.

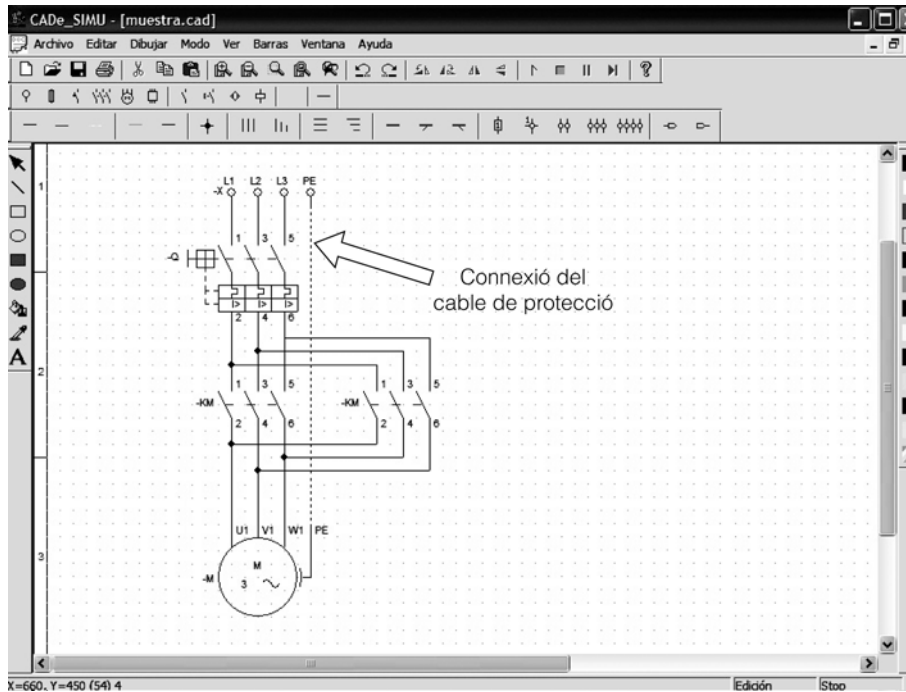
Figura 16. Connexions des de la línia trifàsica fins al contactor de la dreta amb conductor de fase



Inversió del sentit de gir

S'ha de recordar, en fer les connexions en l'esquema de potència d'una inversió del sentit de gir d'un motor trifàsic, que s'han de permutar dues fases.

Figura 17. Esquema de potència amb totes les connexions



No és correcta la connexió directa de diferents símbols sense un cable de fase o neutre entre tots, ja que això implicaria una fallada en el moment de simulació, encara que des del punt de vista representatiu figurei una unió entre dos components.

3) Identificació i referenciació dels components

Qualsevol esquema ha de tenir els components identificats amb els seus borns o contactes referenciats. Aquesta aplicació es pot fer amb el CADe_SIMU en qualsevol moment des que es deixa el símbol del component en el plànol. Per accedir a les diferents opcions d'identificació i de referenciació s'ha de fer doble clic amb el botó esquerre del ratolí sobre el component; aquest es tornarà de color vermell i s'obrirà una finestra emergent amb una determinada referenciació per defecte, amb la possibi-



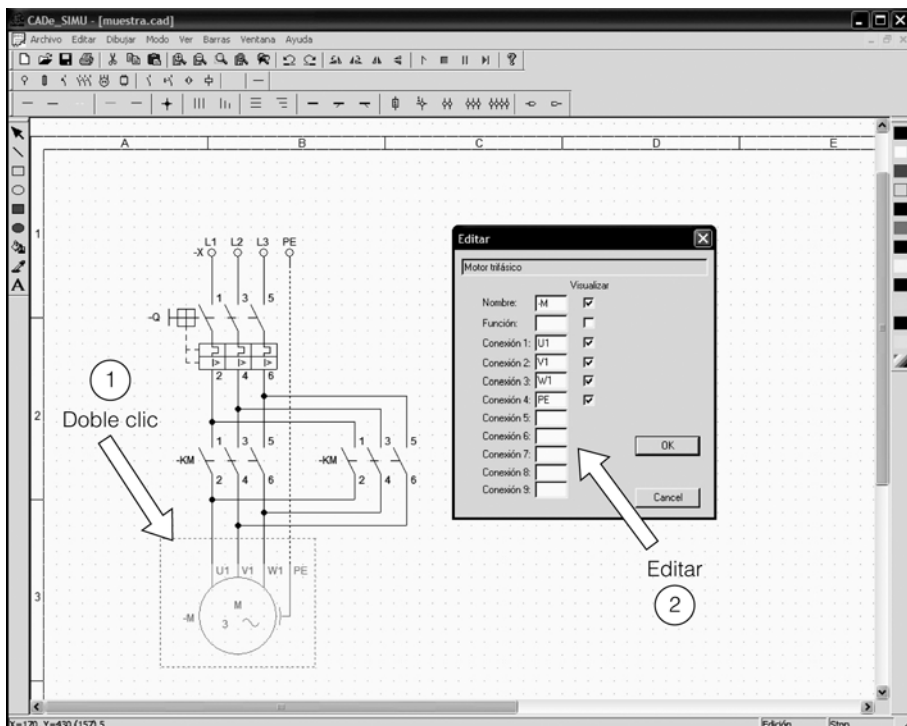
En algunes finestres emergents de la referenciació s'han de configurar diferents paràmetres, com el cas dels variadors de velocitat.

litat de poder-la modificar; també es pot decidir la visualització o no de cada apartat dins de la finestra.

S'haurà de tenir present que la identificació haurà de coincidir segons els elements amb l'esquema de maniobra que s'editarà posteriorment. ⚠

En l'exemple de la figura 18 es mostra la finestra emergent del motor. La mateixa operació s'hauria de repetir en tots els elements.

Figura 18. Procediment per referenciar els elements



1.3.2. Elaboració d'un esquema de maniobra

L'esquema del circuit de comandament o maniobra es dibuixarà a la dreta de l'esquema de potència.

En l'esquema de maniobra s'han de representar els òrgans de comandament (bobines) dels contactors, amb els seus contactes auxiliars. També es representen els elements d'accionament, contactes auxiliars dels elements de protecció i els dispositius de senyalització. El procediment serà semblant al de l'edició de l'esquema de potència, és a dir, primer la distribució dels diferents elements, després les connexions i a continuació la identificació i la referenciació.

1) Selecció i distribució dels elements en el plànol

Per fer l'esquema de maniobra seguint l'exemple anterior, d'una inversió del sentit de gir d'un motor de CA, serà necessari seleccionar i distribuir en el plà-

Esquema de maniobra

Un esquema de maniobra és aquell en què es representen els elements encarregats d'activar, desactivar i temporitzar el funcionament del circuit de potència, actuant directament sobre els contactors.



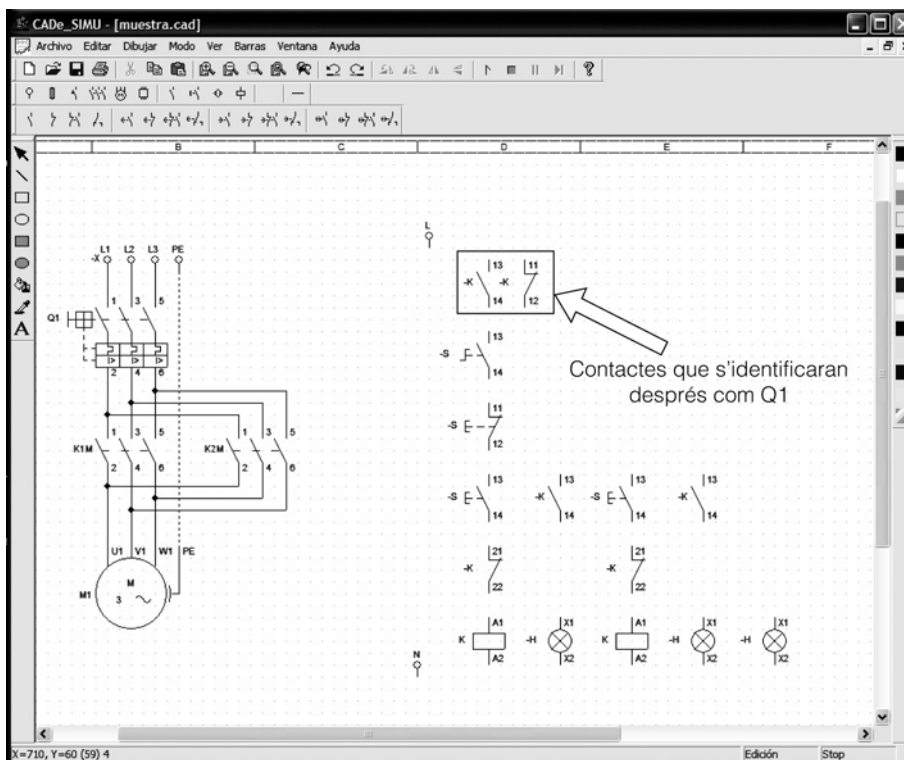
Per tenir presents els criteris per editar esquemes vegeu el subapartat "Esquema del circuit de maniobra. Esquemes bàsics" de la unitat "Comandament, regulació i maniobres".

nol els símbols corresponents a l'alimentació del circuit, un per a la fase L1, que serà sempre a la part de dalt, i un altre per al neutre, que serà sempre a la part de baix. A més, seran necessaris els contactes auxiliars del disjuntor, un selector, els pulsadors de marxa i aturada, dues bobines i tres bombetes de senyalització. També se seleccionaran els contactes auxiliars del contactors. Cada element s'ha de buscar primer en la seva categoria i després s'ha de polsar amb el ratolí en el símbol correcte. Pot ser de molta utilitat fer un esquema a mà en un paper, que servirà de guia per distribuir amb coherència els elements.

Cal esmentar especialment la selecció dels contactes auxiliars del disjuntor Q1; es triarà un contacte NA i un contacte NC de la barra de categories de símbols en *Contactos*. Per defecte estan identificats com a -K i posteriorment s'hauran d'identificar com a Q1.

En la figura 19 es mostra una possible distribució dels símbols per a l'esquema de maniobra, sobre el plànol, al costat de l'esquema de potència.

Figura 19. Distribució d'elements de maniobra sobre el plànol



És important deixar sempre un espai vertical suficient per fer després la connexió vertical. Per fer una connexió en horitzontal és necessari deixar sempre com a mínim un punt de la reixeta entre un símbol i el següent.

2) Connexió dels elements

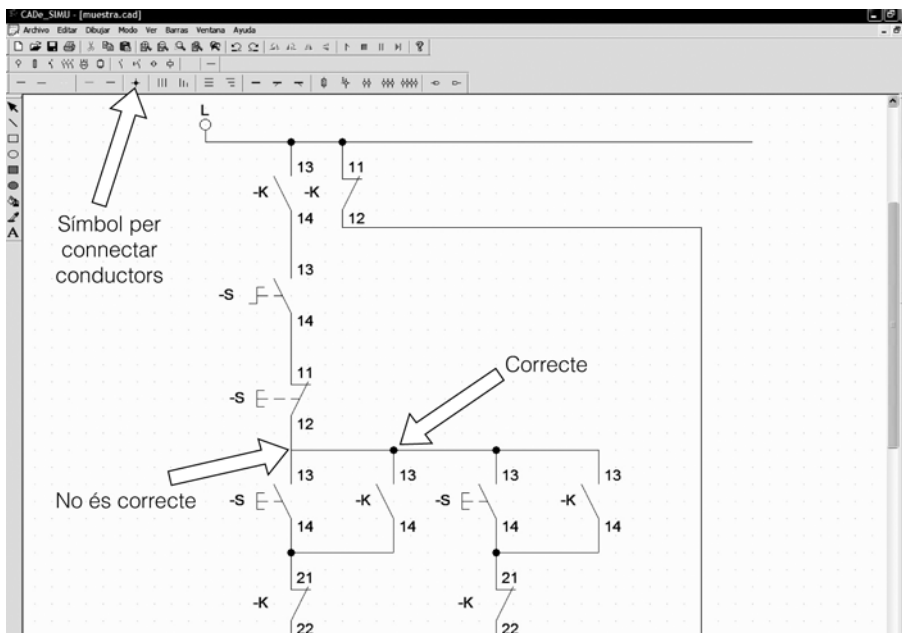
Per fer les connexions entre elements, és aconsellable establir primer la línia representativa de la fase L1 en la part de dalt, i la línia representativa

de neutre en la part de baix. A continuació es fan la resta de connexions. Encara que no hi ha una norma específica quant a l'ordre, és aconsellable fer primer les connexions verticals de la línia o línies principals, i després la resta de connexions en horitzontal.

Per **garantir una simulació** sense problemes de connexió, totes les connexions, excepte la unió de les bobines i bombetes al neutre, es faran seleccionant el conductor de fase de la barra de símbols corresponent.

En el moment de connectar un conductor amb un altre, ha de sortir el símbol de connexió (un cercle negre): això garanteix una simulació correcta. Si no hi és el símbol de connexió es pot afegir manualment seleccionant-lo a la barra de símbols dins de la categoria de símbols de *Cables y conexiones*. Aquesta apreciació es pot comprovar en la figura 90.

Figura 20. Connexions entre conductors



3) Identificació i referenciació dels components

Una vegada estan fetes totes les connexions es poden referenciar els diferents elements amb un procediment idèntic al que es fa servir en l'esquema de potència, és a dir, polsant amb el ratolí sobre el símbol i editant la finestra emergent. En l'edició de les bombetes de senyalització es pot definir el color de la bombeta; aquesta definició només serà vàlida per a la simulació posterior.

A l'hora de fer la identificació dels elements i la referenciació dels contactes s'han de tenir en compte els criteris següents:

- La lletra i el nombre dels dispositius del circuit de maniobra que fan referència a elements del circuit de potència han de coincidir.

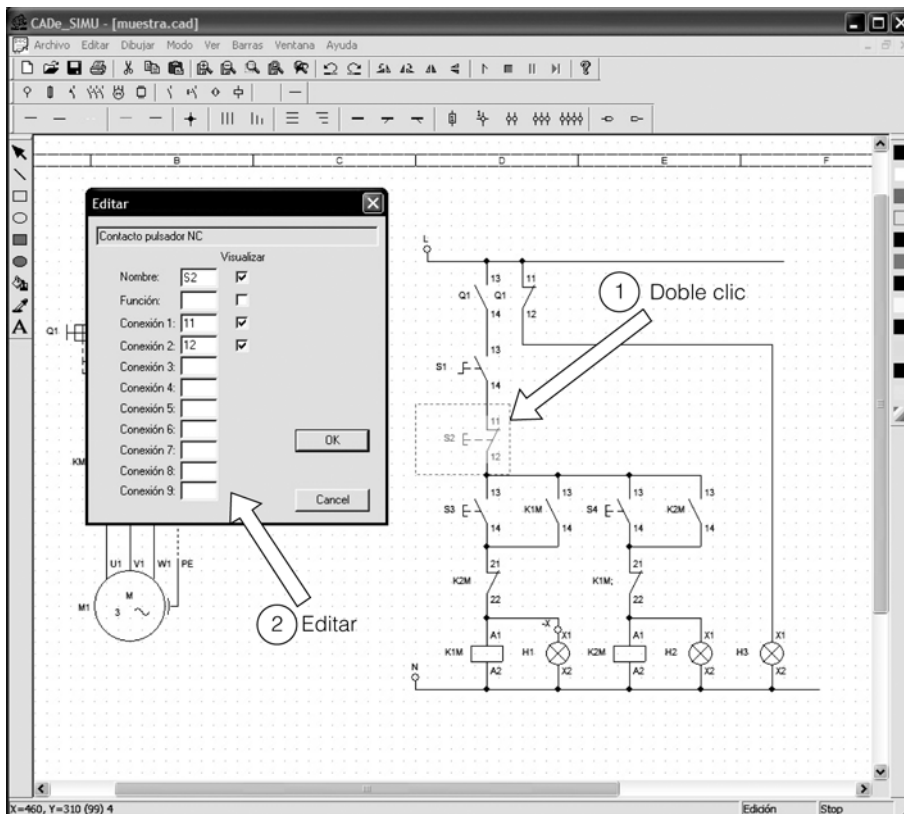
- No hi hauria d'haver mai dos elements identificats amb la mateixa lletra, nombre i numeració de borns en el circuit de maniobra.
- S'ha de respectar sempre la numeració establerta per als contactes NA (sempre acaben en 3-4) i NC (sempre acaben en 1-2).
- La numeració dels contactes auxiliars dels contactors i el disjuntor haurien de definir-se segons una determinada realitat, és a dir, no seria lògic tenir dos contactes del mateix contactor amb la mateixa numeració. La numeració s'hauria de fer segons la informació tècnica real de cada element.

Així doncs, els elements del circuit de maniobra es podrien identificar de la manera següent:

- Contactes del disjuntor: Q1 amb la numeració de l'NA 13-14 i l'NC 11-12.
- Selector: S1 contacte 13-14.
- Polsador d'aturada: S2 contacte 11-12.
- Polsador de marxa d'un sentit de gir: S3 contacte 13-14.
- Polsador de marxa d'un altre sentit de gir: S4 contacte 13-14.
- Contactor K1M amb contactes NA 13-14 i NC 21-22.
- Contactor K2M amb contactes NA 13-14 i NC 21-22.
- Bombetes de senyalització H1, H2 i H3.

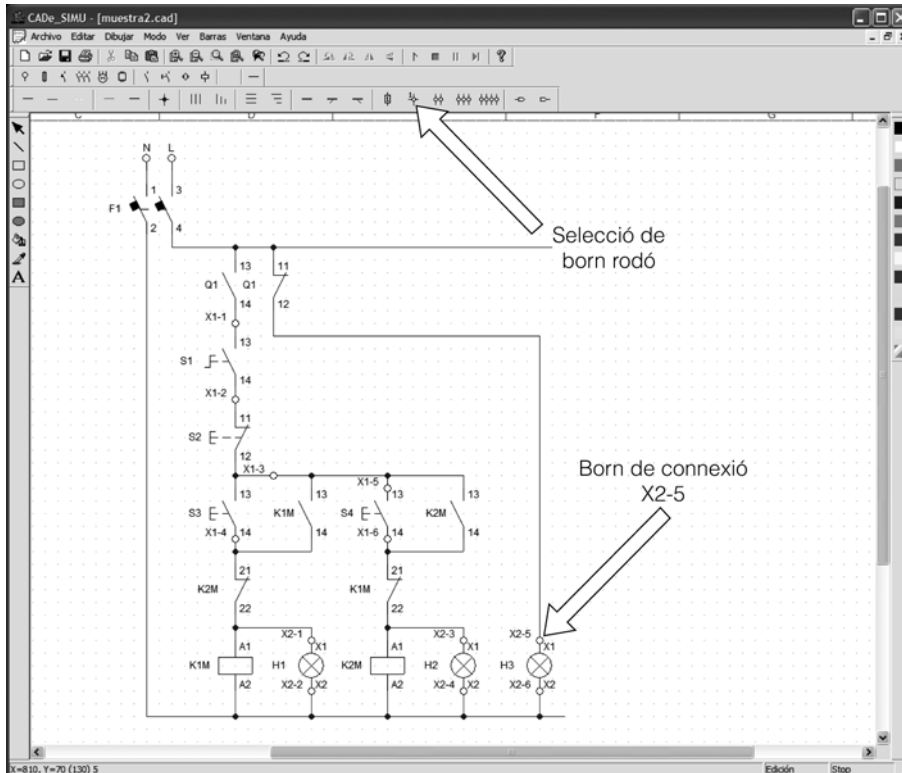
L'esquema de maniobra definitiu amb les connexions i identificació final és el de la figura 21.

Figura 21. Esquema de maniobra amb les connexions i la referenciació



L'esquema de maniobra es podria completar amb la definició dels borns de connexió, si se sap prèviament la distribució real del muntatge en un quadre d'automatismes. També es podria fer referència a l'element de protecció del circuit de maniobra, com un interruptor automàtic contra els curtcircuits. Aquestes opcions poden donar com a resultat l'edició d'un esquema de maniobra com el que es mostra en la figura 22.

Figura 22. Esquema de maniobra editat amb borns de connexió i protecció amb interruptor automàtic



1.3.3. Simulació d'una instal·lació d'automatismes amb CADe_SIMU

El programari de disseny CADe_SIMU disposa d'una aplicació que no és comuna a la resta d'eines informàtiques de disseny que hi ha en el mercat, que és la de simulació del funcionament dels esquemes d'automatismes editats.

Per accedir a la simulació des d'un projecte ja editat s'ha de prémer la icona de *Simulació* de la barra d'eines. Prèviament és aconsellable determinar la velocitat de simulació en el menú *Archivo* en l'apartat de *Configuración*.

En aplicar la simulació, les línies que representen els cables sense tensió es difuminen lleugerament, i dins les línies amb tensió destaquen amb un to vermellós els cables de fase i amb un to blau els cables amb el neutre. Els receptors quan es connecten ressalten el seu aspecte. Per activar un element d'accionament com pot ser un polsador, s'ha de polsar amb el botó esquerre del ratolí damunt del símbol. En els elements que formen

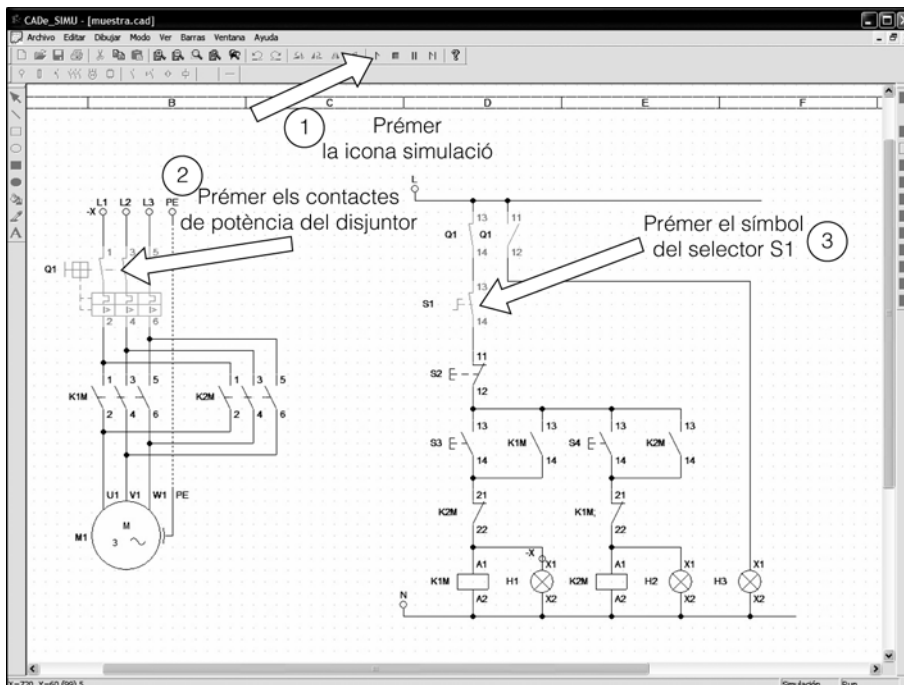
part del circuit de potència amb contactes auxiliars al circuit de maniobra, per simular l'activació s'ha de polsar sobre el símbol en l'esquema de potència; els auxiliars amb el mateix nom en la maniobra s'activaran al mateix temps.

1.3.4. Simulació d'un esquema de maniobra i potència

Per simular correctament els esquemes desenvolupats amb el CADe_SIMU s'hauria de procedir tal com s'indica en les figures 23, 24, 25 i 26, en què es mostra la simulació sobre el disseny de la inversió del sentit de girada d'un motor trifàsic.

- 1) Prémer amb el botó esquerre del ratolí la icona de simulació de la barra d'eines.
- 2) Prémer amb el botó esquerre del ratolí els contactes de potència del disjuntor Q1. Això implicarà que els seus contactes auxiliars amb el mateix nom en el circuit de maniobra commutin la seva posició.
- 3) Pulsar sobre el símbol del selector S1.

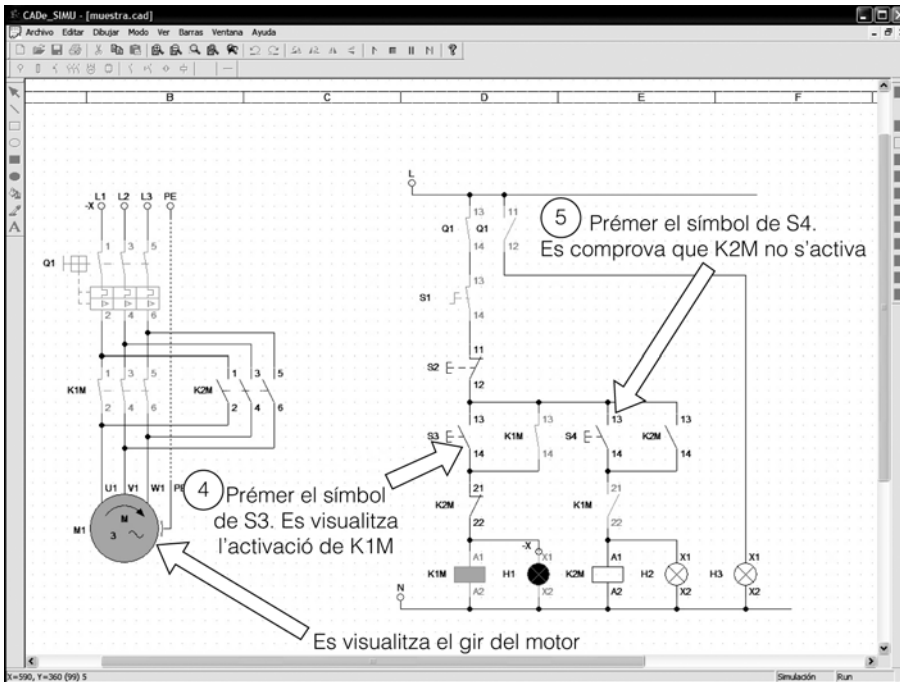
Figura 23. Accions per simular el funcionament del circuit de maniobra i potència d'una inversió del sentit de gir d'un motor trifàsic



- 4) Pulsar amb el botó esquerre del ratolí sobre el símbol del pulsador S3: s'activarà el contactor K1M i el contacte NO 13-14 es tancarà per fer la realimentació del mateix contactor. També s'obrirà el contacte NC 21-22. En l'esquema de potència el motor es tornarà de color gris i indicarà amb una fletxa el sentit de rotació. Al mateix temps la bombeta H1 es tornarà de color verd.

- 5) Pulsant amb el botó esquerre del ratolí sobre el símbol del pulsador S4, es comprovarà que el contactor K2M no es pot activar.

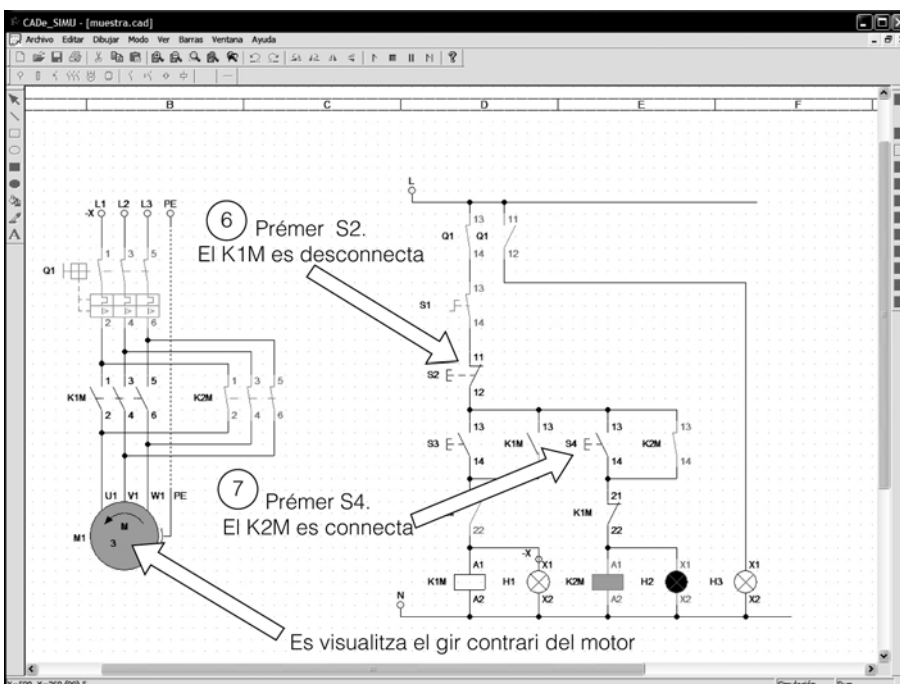
Figura 24. Accions per simular el funcionament del circuit de maniobra i potència d'una inversió del sentit de gir d'un motor trifàsic



- 6) Prèmer amb el botó esquerre del ratolí el símbol del pulsador S2. Es visualitzarà la desconexió de K1M i el motor es tornarà de nou de color blanc.

- 7) Pulsar amb el botó esquerre del ratolí sobre el símbol del pulsador S4. Es visualitzarà la connexió de K2M, la bombeta H2 es tornarà de color verd i el motor indicarà amb color gris i una fletxa el sentit contrari de rotació.

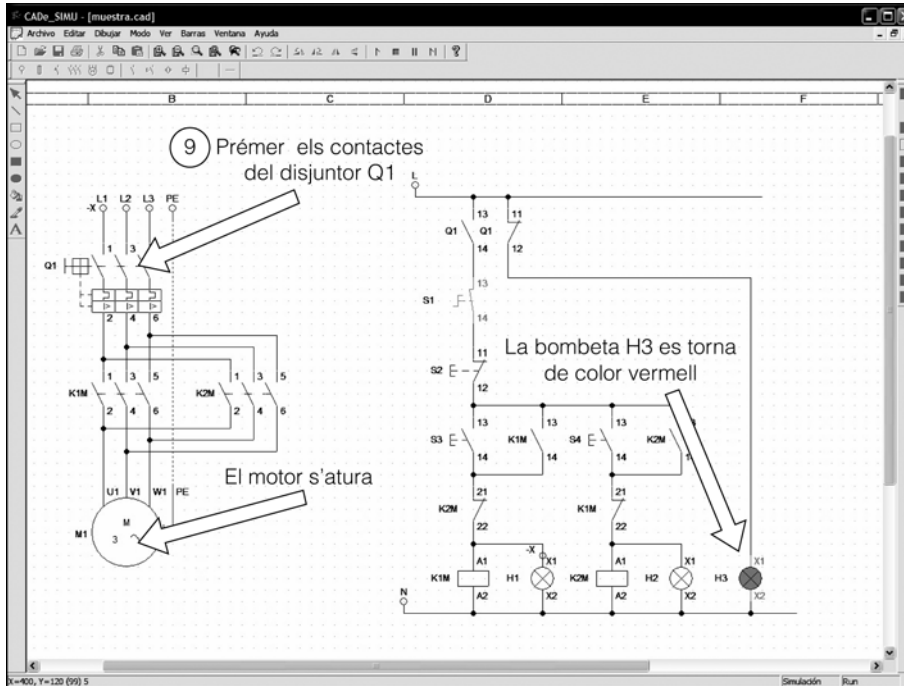
Figura 25. Accions per simular el funcionament del circuit de maniobra i potència d'una inversió del sentit de gir d'un motor trifàsic



8) Es podria prémer de manera opcional, amb el botó esquerre del ratolí, el pulsador S3 per comprovar que no es connecta K1M.

9) Per acabar, cal polsar amb el botó esquerre del ratolí sobre els contactes de potència del disjuntor Q1 per simular una avaria per sobrecàrrega o curtcircuit. Es visualitzarà la desconexió del motor i la bombeta H3 es tornarà de color vermell.

Figura 26. Accions per simular el funcionament del circuit de maniobra i potència d'una inversió del sentit de gir d'un motor trifàsic



1.3.5. Simulació d'elements amb característiques especials

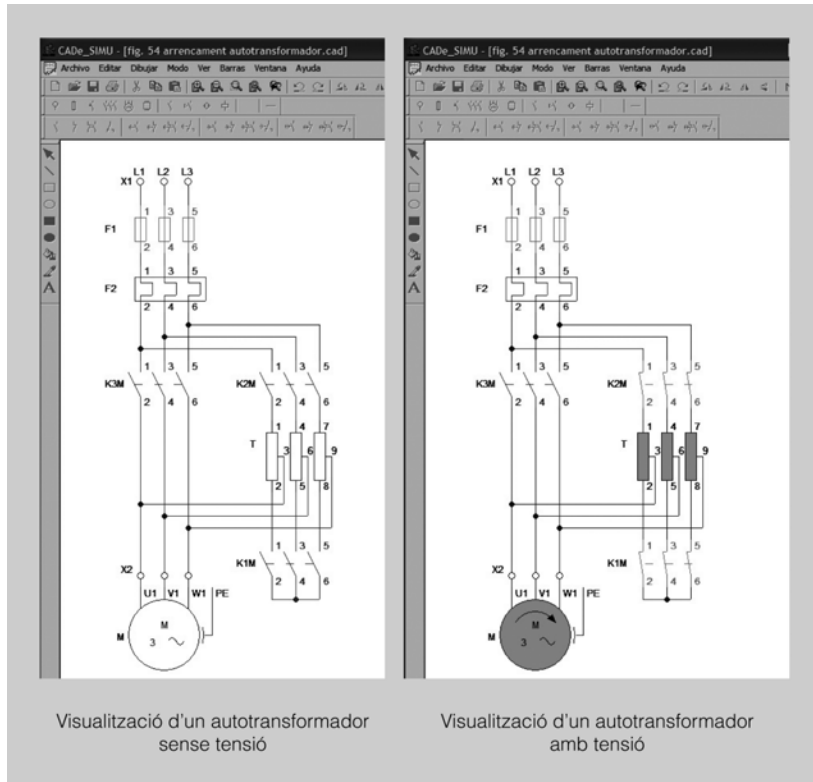
En projectes editats amb el CADe_SIMU, la simulació de l'actuació dels elements actuadors com pulsadors, interruptors, finals de cursa i també els detectors, es fa polsant sobre el símbol. En els elements receptors la visualització o activació en la simulació es fa mentre el símbol adquireix un color gris. Però hi ha elements amb característiques especials d'edició i simulació que s'han de tenir presents. Entre aquests elements destaquen els següents:

- Els motors de dues velocitats.
- Els temporitzadors.
- L'autotransformador.
- El variador de velocitat CA.

1) Simulació dels motors de dues velocitats

La visualització del funcionament dels motors de dues velocitats es representa de manera diferent segons sigui una velocitat o una altra. La

Figura 28. Visualització del funcionament d'un autotransformador



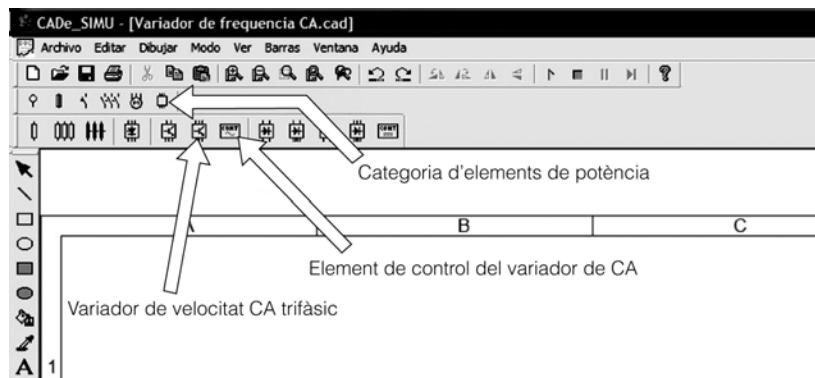
4) Simulació del variador de velocitat de motors de CA

En el moment d'editar esquemes amb variadors de freqüència, s'han de considerar qüestions d'edició i de simulació, característiques d'aquest tipus d'elements.

L'edició dels esquemes del variador es fa amb la utilització de dos símbols diferents de la categoria d'elements de potència, necessaris per a una simulació correcta, tal com es mostra en la figura 29.

- El símbol del variador de velocitat CA, que pot ser de monofàsic o trifàsic.
- El símbol del control de variador de velocitat.

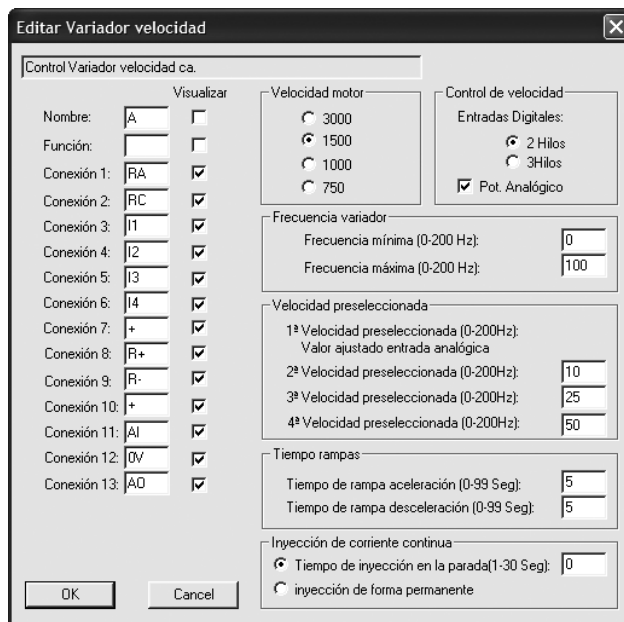
Figura 29. Selecció de símbols per editar un variador de velocitat de CA



Un cop fet l'esquema s'han de determinar els paràmetres necessaris en el controlador del variador per poder fer una simulació real de l'esquema. Es farà doble clic sobre el símbol del controlador i en la finestra emergent es podrà determinar la velocitat màxima del motor, el control de les entrades

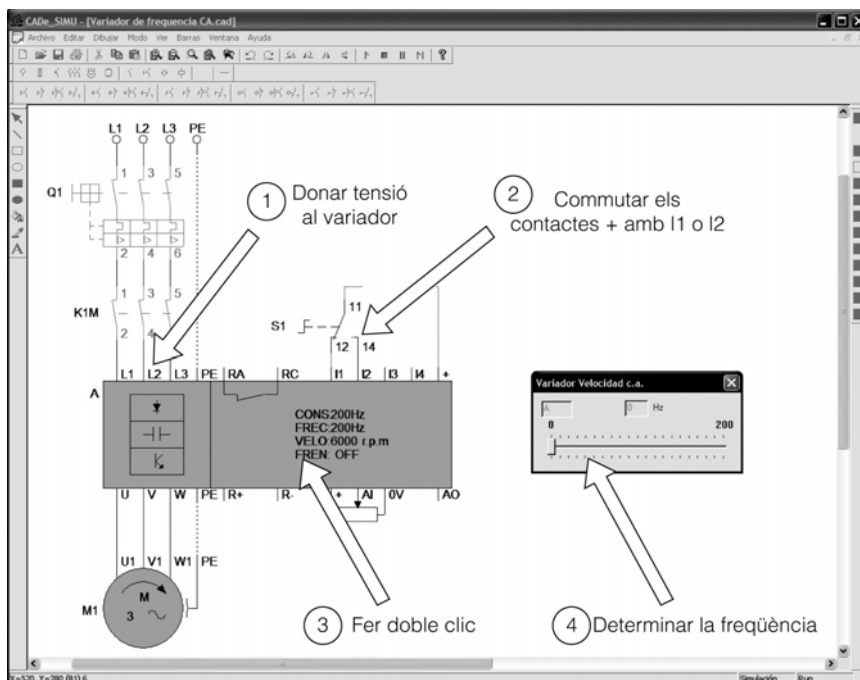
digitals per posar en marxa el controlador i aspectes com la freqüència mínima i màxima, i també altres paràmetres que s'indiquen en la figura 30.

Figura 30. Finestra emergent per a l'edició del controlador de velocitat



Per fer la simulació correctament ha d'arribar tensió als borns dels variadors L1, L2 i L3, i a més han d'estar commutats els contactes de la part de dalt del controlador, concretament el + amb l'I1 o l'I2 (aquests contactes determinen el sentit de rotació del motor). El segon pas serà fer doble clic amb el botó esquerre del ratolí sobre el símbol del controlador, i sortirà una finestra emergent en la qual es podrà variar la freqüència en el controlador amb una barra lliscant. Sobre el símbol del controlador es visualitzarà la modificació de valors de freqüència i velocitat. La figura 31 mostra la simulació d'un esquema amb variador de velocitat CA.

Figura 31. Simulació d'un variador de velocitat CA



2. Tècniques per a la seguretat, prevenció de riscos laborals i detecció d'averies

Els riscos laborals són presents en el dia a dia de qualsevol activitat, i una prevenció adient serà sempre necessària. En la finalització de qualsevol projecte d'automatització haurien de ser evidents les mesures que fan possible aquesta prevenció. De la mateixa manera, un pla de manteniment adequat a la complexitat de la instal·lació estaria lligat no tan sols a la fiabilitat del seu funcionament, sinó també al fet de reforçar d'alguna manera la prevenció de riscos que poden afectar les persones i els materials.

La possibilitat de reduir al 100% el nombre d'averies és pràcticament impossible; per això el manteniment i una actuació adequada en cas de mal funcionament són estrictament necessaris en el cas dels automatismes elèctrics cablats.

2.1. Prevenció de riscos i proteccions

La prevenció de riscos en els automatismes elèctrics, com qualsevol instal·lació elèctrica, ha de tenir com a base fonamental el Reial decret 614/2001 de 8 de juny, BOE núm. 148, sobre el risc elèctric, i també el Reglament electrotècnic de baixa tensió en allò que fa referència als sistemes o dispositius de protecció.

Qualsevol tecnologia té la seva problemàtica vinculada als riscos laborals; en el cas dels automatismes elèctrics cablats, per una raó obvia d'utilització de components i sistemes elèctrics, aquesta problemàtica està en principi focalitzada en l'ús de l'electricitat, amb el perill que pot tenir una formació deficient i l'aplicació de mesures preventives. Però en la realització, muntatge i mecanització dels components hi ha també presents altres tipus de riscos; aquests, doncs, estarien concentrats en dos tipus:

- Els riscos elèctrics.
- Els riscos mecànics.

2.1.1. Els riscos elèctrics

Els riscos elèctrics són presents tant en la manipulació d'una instal·lació d'automatismes de manera incorrecta o en el moment d'una possible actuació en-

front d'una avaria. El tècnic estaria exposat, doncs, a una descàrrega elèctrica per contacte directe o indirecte amb unes conseqüències que podrien arribar a ser greus: paràlització del cor, atròfia dels músculs del tòrax, cremades, etc. Tenint en compte que els cossos humans reaccionen de manera diferent, el corrent elèctric seria perillós quan circula pel cos d'una persona a partir de 25 mA durant un temps superior a 0,2 segons. També qualsevol descàrrega pròxima, segons el valor de la tensió, podria produir efectes nocius sobre el cos del tècnic, encara que no hi hagi contacte.

Per prevenir aquests riscos elèctrics s'han de prendre mesures actives com les següents:

- L'ús de guants aïllants.
- Ulleres de protecció.
- Ús de botes de seguretat.
- Ús de casc de protecció.
- Ús d'eines amb un aïllament adequat.
- Seguir les normes d'ús pròpies dels materials, o dispositius segons les directrius del fabricant.

De la mateixa manera s'han de preveure mesures passives com les següents:

- Tallar la tensió en la reparació d'avaries.
- Fer servir sempre eines adequades.
- Aïllament de les parts de la instal·lació en què s'hagi de treballar.
- Conservació de les eines sempre en bon estat.

Treballs sense tensió

Sempre que les condicions en el moment del manteniment o reparació d'avaries ho permetin, els treballs han de ser sense tensió.

Quan s'ha identificat l'element o elements en què s'ha de fer la intervenció, el procés correcte abans de manipular-los consistirà sempre en tres etapes, que són:

- 1) Desconnectar la tensió obrint els interruptors o seccionadors corresponents.
- 2) Prevenir qualsevol possibilitat de realimentació, enclavant o bloquejant els aparells de tall.
- 3) Verificar l'absència de tensió.
- 4) Posar a terra i en curtcircuit les fonts de tensió.



Símbol d'avertència de risc elèctric.



La utilització de guants aïllants és una de les mesures actives per a la protecció contra el risc elèctric.

5) Establir una senyalització de seguretat per delimitar la zona de treball.

Treballs amb tensió

El Reial decret 614/2001 de 8 de juny, BOE núm. 148, sobre el risc elèctric, preveu la possibilitat de treballs amb tensió, que s'haurien de portar a terme sempre per part de personal qualificat, i seguint un procediment prèviament estudiat. El mètode de treballar amb contacte es farà adoptant les precaucions següents:

- Utilització de guants aïllants per protegir les mans.
- Portar roba de feina sense cremallera o qualsevol element conductor.
- No portar cadenes, polseres o qualsevol element conductor.
- Fer servir sempre eines aïllades.
- Si és possible aïllar les parts actives i elements metàl·lics amb protectors adequats.

2.1.2. Els riscos mecànics

El muntatge del quadre, el muntatge dels elements, dels dispositius de l'ancoratge i, en definitiva, la part de mecanització que representa tot això, pot esdevenir en diferents riscos que no tenen res a veure amb el corrent elèctric. Aquests riscos poden ser els següents:

- Talls amb eines com tisores, arcs de serra, etc.
- Cremades per espurnes.
- Els encenalls a l'hora de fer forats amb el trepant.
- Els riscos que poden esdevenir de la manipulació o transport de grans peces.
- Caiguda d'objectes.

Per prevenir aquests riscos mecànics s'han de prendre mesures actives com les següents:

- Utilització de guants.
- Utilització d'ulleres.
- Utilització de roba adequada.
- Utilització de casc.
- Aplicació de les mesures de seguretat dels diferents utensilis segons les directrius dels fabricants, i les mesures de seguretat pròpies del tipus de feina que es faci.

La previsió de les mesures passives enfront dels riscos mecànics se centralitza bàsicament en una bona conservació i el bon estat de les eines i utensilis propis dels treballs mecànics.



La utilització d'ulleres és una de les mesures actives contra el risc mecànic.

2.1.3. Graus de protecció IP i IK

És necessària una classificació normalitzada dels graus de protecció sobre persones o cossos i dels graus de perill que pot representar el contacte amb l'aigua de determinats elements. D'aquesta manera es garanteix que qualsevol tècnic interpretarà de la mateixa manera els nivells de protecció i, per tant, es garantirà la unificació de criteris.

Graus de protecció IP

El Reglament electrotècnic de baixa tensió defineix l'embolcall en la ITC 01, de la manera següent:

“L'embolcall és l'element que assegura la protecció dels materials contra certes influències externes i la protecció, en qualsevol direcció, davant contactes directes.”

El contacte directe és el contacte de persones amb parts actives dels materials i equips.

Així doncs, els quadres d'automatismes, caixes de derivació, canalitzacions o elements que formin part de l'estructura d'una instal·lació tindran un nivell de seguretat sobre allò que protegeix i sobre les persones. Aquest nivell es classifica en diferents graus segons el sistema de codificació IP.

El **codi IP** és un sistema de codificació per indicar els graus de protecció proporcionats per l'embolcall contra l'accés a les parts perilloses, contra la penetració de cossos sòlids estranys, contra la penetració d'aigua i per subministrar una informació addicional lligada a la protecció referida. Aquest codi està format per dos nombres d'una xifra cadascun, situats després de les lletres IP, que són independents un de l'altre.

La primera xifra indica el nivell de protecció de les persones contra l'accés a parts perilloses, limita o impedeix la penetració d'una part del cos humà o d'un objecte agafat per una persona, i al mateix temps garanteix la protecció de l'equip contra la penetració de cossos sòlids estranys. Aquesta primera xifra està graduada des de 0 fins a 6, i a mesura que augmenta el nombre augmenta el nivell de protecció. El significat es pot comprovar en la taula 1.

La segona xifra indica el nivell de protecció de l'equip en l'interior de l'embolcall contra els efectes deguts a la penetració d'aigua. Va de 0 a 8, i a mesura que augmenta el nombre augmenta el nivell de protecció. El significat es pot comprovar en la taula 2.

Taula 1. Graus de protecció indicativa de la primera xifra

Xifra	Descripció abreviada	Indicació de l'objecte que no pot penetrar en l'embolcall
0	No protegit	Sense protecció
1	Protecció contra cossos sòlids de més de 50 mm	Cossos sòlids amb un diàmetre superior a 50 mm
2	Protecció contra cossos sòlids de més de 12 mm	Cossos sòlids amb un diàmetre superior a 12 mm
3	Protecció contra cossos sòlids de més de 2,5 mm	Cossos sòlids amb un diàmetre superior a 2,5 mm
4	Protecció contra cossos sòlids de més d'1 mm	Cossos sòlids amb un diàmetre superior a 1 mm
5	Protecció contra la penetració de pols	No s'impedeix totalment l'entrada de la pols, però sense que aquesta entri en quantitat suficient perquè arribi a perjudicar el funcionament de l'equip.
6	Totalment estanc a la pols	Cap entrada de pols

Taula 2. Graus de protecció indicativa de la segona xifra

Xifra	Descripció abreviada	Tipus de protecció proporcionada per l'embolcall
0	No protegit	Sense protecció
1	Protecció contra la caiguda vertical de gotes d'aigua	La caiguda de gotes d'aigua no ha de tenir efectes perjudicials.
2	Protecció contra la caiguda de gotes d'aigua amb una inclinació màxima de 15°	Les caigudes verticals de gotes d'aigua no han de tenir efectes perjudicials quan l'embolcall està inclinat fins a 15° respecte a la seva posició normal.
3	Protecció contra la pluja fina polvoritzada	L'aigua polvoritzada de pluja que cau en una direcció que forma un angle de fins a 60° amb la vertical no haurà de tenir efectes perjudicials.
4	Protecció contra les projeccions d'aigua	L'aigua projectada en totes les direccions sobre l'embolcall no haurà de tenir efectes perjudicials.
5	Protecció contra dolls d'aigua	L'aigua projectada amb l'ajuda d'un filtre, en totes les direccions, sobre l'embolcall, no haurà de tenir efectes perjudicials.
6	Protecció contra forts dolls d'aigua o contra la mar gruixuda	Sota els efectes de forts dolls o amb mar gruixuda, l'aigua no haurà de penetrar en l'embolcall en quantitats perjudicials.
7	Protecció contra els efectes de la immersió	Quan se submergeix l'embolcall en aigua en unes condicions de pressió i amb una duració determinada, no haurà de ser possible la penetració d'aigua en l'interior en quantitats perjudicials.
8	Protecció contra la immersió prolongada	L'equip és adequat per a la immersió prolongada en aigua sota les condicions especificades pel fabricant.

De manera opcional, amb l'objectiu de proporcionar informació suplementària sobre el grau de protecció de les persones contra l'accés a parts perilloses, es pot afegir una lletra després de la segona xifra. En la taula 3 es descriu el significat d'aquesta lletra.

Taula 3. Descripció de la informació addicional de la lletra final

Lletra	L'embolcall impedeix l'accessibilitat a parts perilloses en:
A	Una gran superfície del cos humà (però no impedeix la penetració deliberada). Prova amb esfera de 50 mm.
B	Els dits o objectes semblants que no excedeixin una longitud de 80 mm. Prova amb un dit de 12 mm de diàmetre i 80 mm de longitud.
C	Eines, filferros, etc., amb un diàmetre superior a 2,5 mm. Prova amb una vareta de 2,5 de diàmetre i 100 mm de longitud.
D	Filferros o cintes amb un espessor superior a 1 mm. Prova amb una vareta d'1 mm de diàmetre i 100 mm de longitud.

Graus de protecció IK

A part del grau de protecció IP, els embolcalls estan identificats per un altre codi anomenat *IK*.

El codi **IK** és un sistema de codificació per indicar el grau de protecció proporcionat per l'embolcall contra els impactes mecànics nocius, per salvaguardar els materials o equips del seu interior.

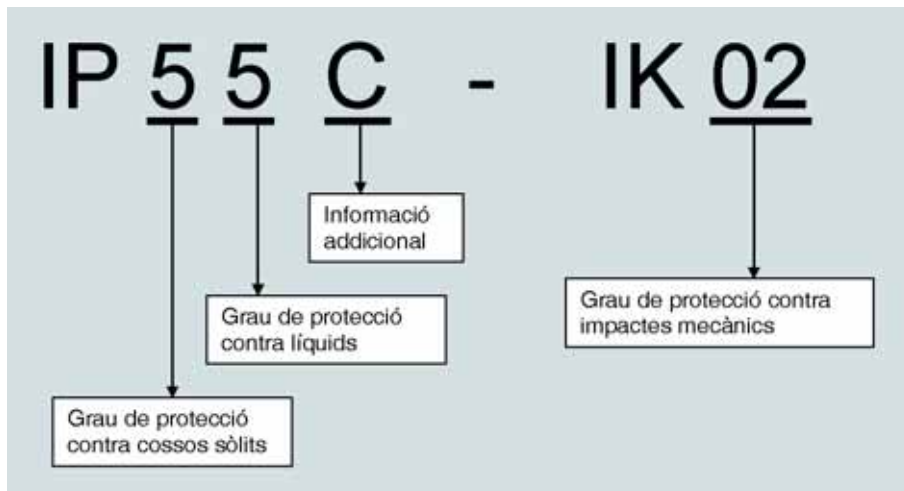
El codi IK es designa amb un nombre graduat de 0 a 10 mm; com més alt més protecció. Es mostrarà sempre amb dues xifres: 00, 01, 02, fins a 10. En la taula 4 es mostren els diferents graus IK, amb l'energia d'impacte que pot protegir, i també la seva equivalència en massa i alçada de caiguda de la peça de copejament sobre l'embolcall.

Taula 4. Graus de protecció IK

Grau IK	Energia (J)	Massa i alçada de la peça de copejament
00	--	--
01	0,15	0,2 kg i 70 mm
02	0,2	0,2 kg i 100 mm
03	0,35	0,2 kg i 175 mm
04	0,5	0,2 kg i 250 mm
05	07	0,2 kg i 350 mm
06	1	0,5 kg i 200 mm
07	2	0,5 kg i 400 mm
08	5	1,7 kg i 295 mm
09	10	5 kg i 200 mm
10	20	5 kg i 400 mm

Així doncs, els graus de protecció d'un determinat embolcall han d'identificar-se com en l'exemple de la figura 32.

Figura 32. Exemple de la identificació dels graus de protecció IP i IK



2.1.4. Protecció contra contactes directes o indirectes

La instrucció tècnica complementària del Reglament electrotècnic de baixa tensió que tracta el tema de la protecció contra contactes directes o indirectes és la ITC 24.

Per la contínua referència que fa el reglament a la *classe* de l'aparell, és convenient conèixer la classificació dels aparells que es fan servir en instal·lacions elèctriques segons la protecció o tipus d'aïllament per prevenir els contactes directes o indirectes. Els aparells en aquest sentit es classifiquen de la manera següent:

- Classe 0: són els aparells que no porten dispositius que permeten unir les parts metàl·liques que siguin accessibles a un conductor de protecció. El seu aïllament es bàsicament un aïllament funcional.
- Classe I: són els aparells que porten dispositius que sí que permeten unir les parts metàl·liques a un conductor de protecció. Si el conductor d'alimentació és flexible ha de portar el conductor de protecció. El seu aïllament es considera funcional.
- Classe II: són els aparells que no necessiten unir les parts metàl·liques accessibles a un conductor de protecció, ja que el seu aïllament es considera un doble aïllament.
- Classe III: són els aparells que estan dissenyats per ser alimentats a tensions no superiors a 50 V. No necessiten connectar les parts metàl·liques a cap conductor de protecció.

El Reglament electrotècnic de baixa tensió defineix l'**aïllament funcional** com aquell que és necessari per garantir el funcionament normal i una protecció contra els xocs directes o contactes directes. A més, el **doble aï-**

Contacte indirecte

El contacte indirecte és el contacte de persones amb parts que s'han posat sota tensió com a resultat d'una fallada d'aïllament.

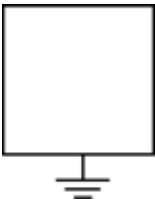
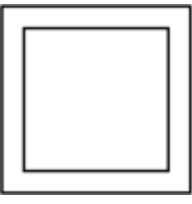

Conductor de protecció

El conductor de protecció és aquell que connecta les parts metàl·liques o masses amb el born principal de terra o amb la presa de terra.

Aïllament és aquell que està format, a més d'un aïllament principal, per un altre aïllament suplementari, amb la finalitat d'assegurar la protecció contra els contactes indirectes.

Els símbols identificatius de la classe d'aparell són els que figuren en la taula 5.

Taula 5. Símbols identificatius de la classe d'aparell

Classe 0	Classe I	Classe II	Classe III
Sense símbol			

Sistemes de protecció contra els contactes directes

Les mesures de seguretat que es poden establir en un quadre o instal·lació d'automatismes cablats contra els contactes directes poden ser:

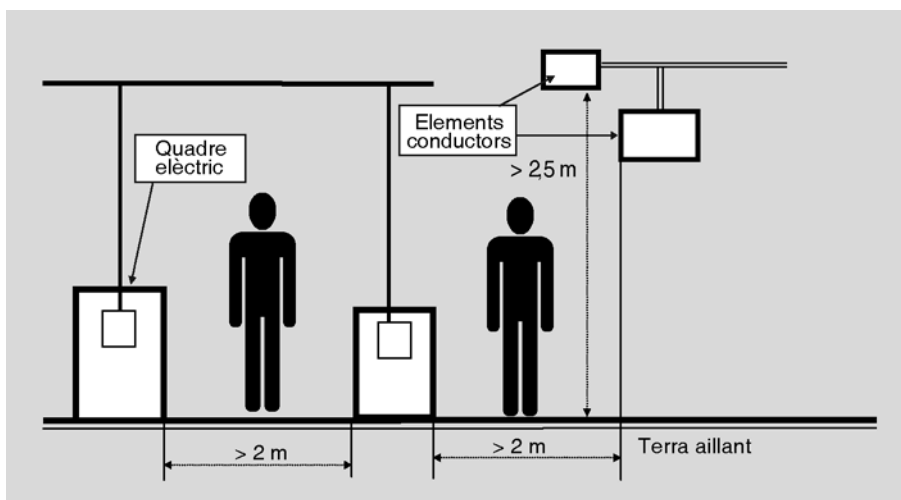
- **Protecció per aïllament de les parts actives.** Les parts actives han d'estar recobertes d'un aïllament que no pugui ser eliminat sense que sigui destruït. El Reglament deixa molt clar que els vernissos, pintures, etc., no es poden considerar aïllaments contra els contactes directes.
- **Protecció per mitjà de barreres o embolcalls.** Aquest sistema fa referència al fet que totes les parts actives d'un quadre d'automatismes haurien d'estar situades en l'interior del quadre mateix, amb un grau de protecció com a mínim d'IPXXB.
- **Protecció per mitjà d'obstacles.** Encara que és un sistema acceptat pel Reglament, no és molt habitual en automatismes elèctrics, i només és apte en locals on l'accessibilitat estigui limitada a personal autoritzat.
- **Protecció per posada fora d'abast per allunyament.** Té la mateixa consideració que el sistema de protecció per mitjà d'obstacles i està destinat a impedir els contactes fortuïts.
- **Protecció complementària per a dispositius de corrents diferencial-residual.** Consisteix en la utilització de dispositius com els relés de protecció diferencial, amb una sensibilitat de 30 mA com a màxim. Aquesta mesura estaria destinada només a complementar-ne d'altres i no per substituir-ne cap de les descrites anteriorment.

Sistemes de protecció contra els contactes indirectes

Les mesures que fa referència el reglament per a la protecció de contactes indirectes són:

- **Protecció per tall automàtic de l'alimentació.** En el supòsit que hi hagi una fallada que pugui tenir com a conseqüència un contacte indirecte, aquest tindrà un risc sobre les persones directament proporcional al temps que duri el contacte. L'ideal en aquest sentit és que es produeixi un tall del corrent d'alimentació en el moment de la fallada, i abans del contacte. El dispositiu de protecció adient seria un relé diferencial, i les parts metàl·liques accessibles connectades a terra amb el conductor de protecció.
- **Protecció per a la utilització d'equipament de classe II o per a aïllament equivalent.** En aquest cas la protecció estaria determinada per fer servir aparells de classe II, encara que s'admeten, en el Reglament, aparells construïts de fàbrica amb un aïllament equivalent a un de classe II. També es admissible muntar un aïllament suplementari sobre un aïllament funcional.
- **Protecció en locals o emplaçaments no conductors.** En un local amb el terra aïllant no seria necessari cap conductor de protecció. Però les masses o parts metàl·liques en què pugui produir-se una fallada en l'aïllament de les parts actives han d'estar situades de manera que no sigui possible el contacte simultani amb les dues masses, o una d'aquestes i qualsevol element conductor. Les distàncies mínimes que s'haurien de respectar són les que es mostren en la figura 33.

Figura 33. Distàncies entre parts metàl·liques



En la figura es poden veure les distàncies entre parts metàl·liques amb risc de fallada d'aïllament i amb elements conductors en locals o emplaçaments no conductors.

Connexió equipotencial

La connexió equipotencial és la connexió elèctrica que posa al mateix potencial les parts conductores accessibles i els elements conductors.

- **Protecció mitjançant connexions equipotencials locals no connectades a terra** Consisteix a connectar totes les masses o parts metàl·liques que siguin simultàniament accessibles entre si formant una connexió equi-

potencial. Perquè hi hagi circulació de corrent ha d'haver-hi un potencial diferent entre les masses que es poden tocar; amb la connexió equipotencial s'evita precisament això.

- **Protecció per separació elèctrica** Consisteix a alimentar, en aquest cas, una instal·lació d'automatismes amb un transformador d'aïllament, i s'aconsegueix el que es coneix com una *separació de circuits*, de manera que es mantenen aïllats de terra tots els conductors del circuit d'utilització.

2.2. Avaries d'instal·lacions d'automatismes

Tècnicament una *avaria* és el cessament de la capacitat d'una instal·lació per executar la seva funció específica, o la pèrdua total o parcial de la funció.

Una **avaria** també es pot definir com la fallada, el dany o el trencament d'un mecanisme o part d'una instal·lació que en perjudica el funcionament o la realització de la funció.

En aquest sentit, una avaria podria ser més o menys greu en relació amb el tipus de funció que quedaria afectada, que pot ser de tres tipus:

- Avaries que afecten la funció principal, com podria ser que, en un automàtic per controlar la posada en marxa d'una màquina, aquesta s'aturés sense cap condició establerta o simplement no arrenqués.
- Avaries que afecten funcions secundàries, com per exemple que la bombeta que senyalitza el sentit de gir a la dreta d'un motor no s'encengui.
- Avaries de funcions terciàries, relacionades amb la qualitat de la instal·lació, com podria ser el soroll excessiu que fa un contactor quan funciona.

S'ha de tenir present que una avaria en un automàtic elèctric no ha de comportar riscos de danys materials; en aquest sentit, tota màquina que pugui comportar un risc ha d'estar proveïda d'un dispositiu d'aturada d'emergència, generalment amb un polsador NC de bolet.

Aquest polsador d'emergència ha de ser sempre de color vermell, proveït d'enclavament, amb la finalitat de consolidar l'aturada pràctica de la màquina després de la pulsació, fins a una actuació nova sobre el polsador.

Una altra mesura de prevenció en cas d'avaría és la utilització de circuits de realimentació amb contactors o relés, per controlar màquines a fi d'evitar engegades imprevistes en el moment d'una recuperació de la tensió, després d'un tall del subministrament elèctric.

Les causes d'una avaría poden ser molt variades, i dependran de molts factors, com la qualitat dels mecanismes, el temps de funcionament, una errada humana, o una causa externa aliena a la instal·lació. A més, en el cas d'un automatisme pot afectar el circuit de potència, incloent-hi les màquines, o el circuit de maniobra. Podem classificar les avaries segons els efectes sobre la instal·lació, de la manera següent:

- Un **curtcircuit**, que pot ser en el circuit de potència o maniobra, per unió de dues parts de la instal·lació amb diferent potencial, que entren en contacte sense cap resistència entre elles, per causes diverses. L'efecte immediat és l'augment del valor del corrent que podria arribar a destruir els components.
- Una **sobrecàrrega**, generalment en el circuit de potència. L'efecte és una pujada del valor de corrent per damunt de valors nominals, i si s'allarga en el temps pot ser perjudicial per als components o mecanismes. Les causes poden ser variades, com una càrrega excessiva en un motor, una baixada anormal de la tensió aplicada a una màquina, la fallada d'una fase en un sistema trifàsic, etc.
- Fallades en l'aïllament, que podrien provocar un contacte indirecte.
- Un funcionament anòmal o incorrecte, produït per una errada humana o un mal funcionament d'un dispositiu, un mal contacte, etc., més freqüentment en el circuit de maniobra, encara que es pot produir en els dispositius del circuit de potència, però sense afectar la integritat dels components o instal·lació.

2.2.1. Elements de protecció

No és admissible cap automatisme elèctric sense els seus dispositius de protecció adients, tant en el circuit de maniobra com en el circuit de potència.

Els **dispositius de protecció** són els elements encarregats de detectar determinades avaries que es poden arribar a produir en els circuits de potència o maniobra i eliminar els seus efectes nocius sobre la instal·lació o sobre les persones.

En relació amb el tipus d'avaría podem classificar els dispositius de protecció d'un automatisme elèctric cablat com es pot veure en la taula 6.

Taula 6. Tipus de dispositiu de protecció en relació amb l'avaria

Dispositiu de protecció	Avaria
Relé tèrmic	Sobrecàrrega
Fusibles	Curtcircuit Sobrecàrrega
Interruptor automàtic	Sobrecàrrega Curtcircuit
Relé diferencial	Fallades en aïllament

Relé tèrmic

Generalment una sobrecàrrega o sobreintensitat es produirà en el circuit de potència en un automatisme elèctric.

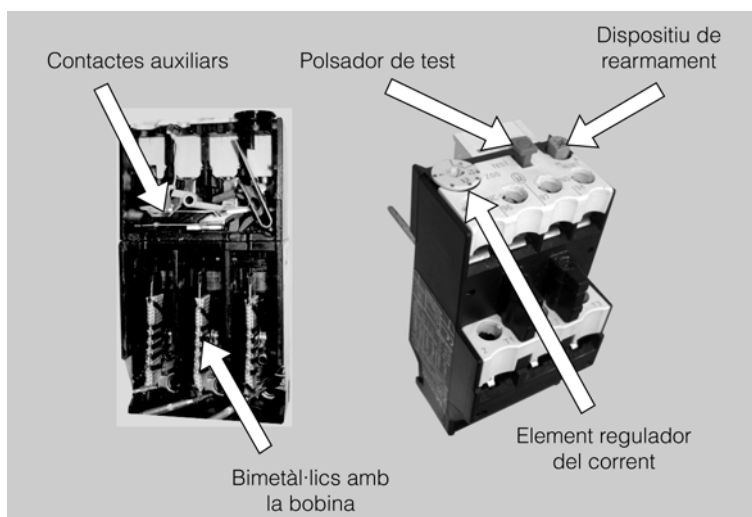
Un **relé tèrmic** de protecció és un dispositiu que detecta les sobrecàrregues produïdes en el circuit de potència que superen un valor nominal, i actua en el circuit de maniobra desconnectant el receptor.

Bàsicament estan formats per:

- **Tres elements bimetàl·lics**, formats per dos metalls amb coeficient de dilatació diferent, i una bobina per cada bimetall.
- **Contactes auxiliars**, generalment un contacte NC i un NO, per desconnectar el contactor o contactors principals, i per senyalitzar l'anomalia en el circuit de maniobra.
- **Polsador de test**, per comprovar el funcionament del relé tèrmic.
- **Un dispositiu de rearmament**, per fer retornar el dispositiu a un estat de reinici, en el moment que desapareix la sobrecàrrega. Aquest dispositiu pot ser amb accionament manual o automàtic.

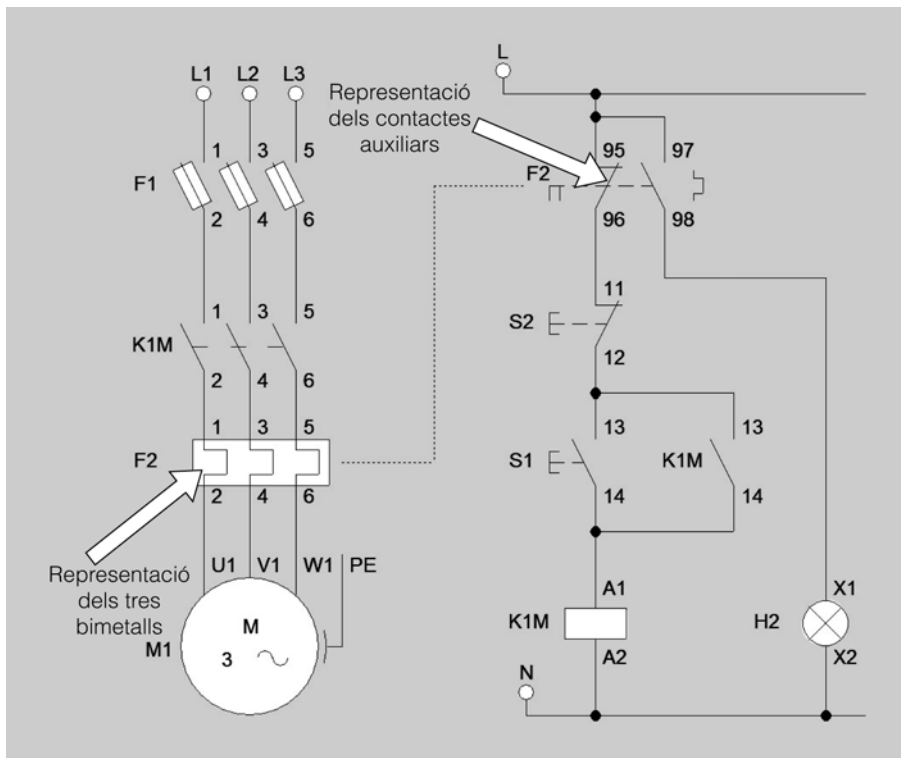
En la figura 34 es poden apreciar les diferents parts d'un relé tèrmic, per dins i per fora.

Figura 34. Parts d'un relé tèrmic de protecció



En el moment en què es produeix una sobrecàrrega o sobreintensitat en el circuit de potència, es provoca una deformació en els bimetalls per efecte de l'escalfament en les bobines. Aquesta deformació produeix el desplaçament dels contactes auxiliars, obre el contacte NC i desconnecta el receptor; també tanca el contacte NO i activa l'element de senyalització. Amb el refredament de les bobines els bimetalls tornen a la posició inicial; els contactes auxiliars recuperen la posició de manera automàtica o manual. L'esquema de la figura 35 mostra la representació d'un relé tèrmic en un circuit d'automatismes.

Figura 35. Representació d'un relé tèrmic en un circuit d'automatismes



Tots els relés tèrmics de protecció tenen un marge de regulació del corrent. El corrent que absorbeix el relé, del receptor que ha de protegir, ha d'estar comprès entre la zona de regulació del relé tèrmic, i l'ajustament correcte serà la intensitat assignada del motor.

Un relé regulat a un valor massa baix impedeix d'alguna manera el rendiment del motor, i si es regula massa alt, no garanteix cap protecció contra sobrecàrregues.

Fusibles

Els fusibles són els elements de protecció més antics, i el seu ús està bàsicament avalat per la simplicitat que presenta.

Els **fusibles** són elements de protecció amb capacitat per detectar i eliminar els curtcircuits i les sobrecàrregues o sobreintensitats. En condicions normals el corrent travessa els fusibles, i la interrupció del corrent en el cas d'una pujada anormal del seu valor es fa per la fusió de l'element intern del fusible

L'element que es fon pot ser un fil o una làmina de coure dins d'un cartutx ceràmic ple de sorra de quars. Una vegada es fon, el cartutx s'ha de substituir per un altre de nou. La instal·lació dels cartutxos es fa sobre portafusibles adients, que és on realment es fa la connexió dels cables conductors.

Els fusibles es classifiquen segons les seves característiques, adients a diferents aplicacions. Es designen amb dues lletres: la primera fa referència a la funció i la segona al tipus de receptors a protegir. Aquesta designació és la que apareix en la taula 7.

Taula 7

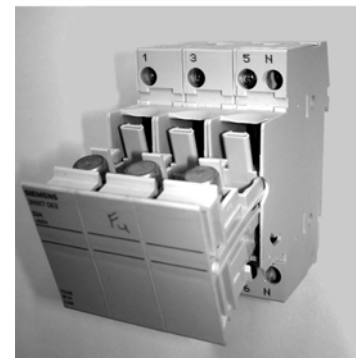
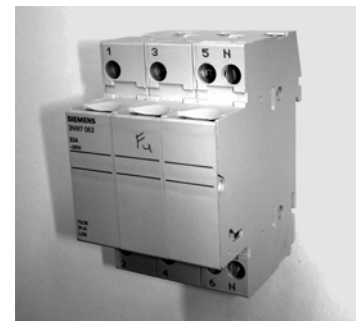
Designació del fusible	Protecció contra	Aplicacions
gL	Curtcircuits Sobrecàrregues	Protecció general de conductors i cables elèctrics
aM	Curtcircuits	Protecció d'aparells de connexió amb acompanyament d'un altre dispositiu de protecció
gR	Curtcircuits Sobrecàrregues	Protecció de circuits electrònics
aR	Curtcircuits	Protecció de circuits electrònics amb acompanyament d'un altre dispositiu de protecció
gTr	Curtcircuits Sobrecàrregues	Protecció de transformadors

Així doncs, en automatismes elèctrics es farien servir els fusibles aM complementats, per exemple, amb un relé tèrmic.

Elecció d'un fusible

Per a l'**elecció d'un fusible** s'ha de tenir en compte que els fusibles es comercialitzen amb una gamma de calibres normalitzada que es pot consultar en els catàlegs tècnics dels fabricants. El calibre en amperes dels fusibles per a un automàtic amb relé tèrmic ha d'estar sempre per damunt del corrent del tèrmic que s'ha ajustat sobre el marge de regulació.

Per exemple: per a un receptor amb un corrent de servei de 27,8 A, el relé tèrmic, una vegada consultades les taules amb les dades d'un determinat fabricant, hauria de tenir una regulació entre 23 i 35 A. Els fusibles haurien de tenir un calibre de 32 A, ja que el calibre anterior que es comercialitza és de 25 A, que estaria per sota del corrent de servei.

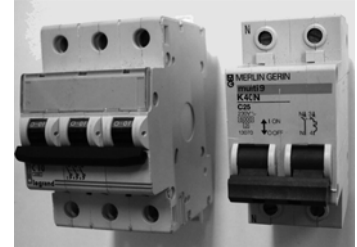


Un sistema d'instal·lació dels fusibles és sobre bases seccionables per poder canviar els fusibles obrint al mateix temps el circuit.

Interruptor automàtic

Els interruptors automàtics són elements de protecció per a curtcircuits i sobrecàrregues, també anomenats *interruptors magnetotèrmics* o *disjuntors* en el cas dels dissenyats per a la protecció de motors.

Els **interruptors automàtics** són dispositius de protecció amb capacitat per establir, mantenir i interrompre les intensitats de servei, o d'interrompre automàticament, en determinades condicions, intensitats anormalment elevades, com els corrents de curtcircuit.

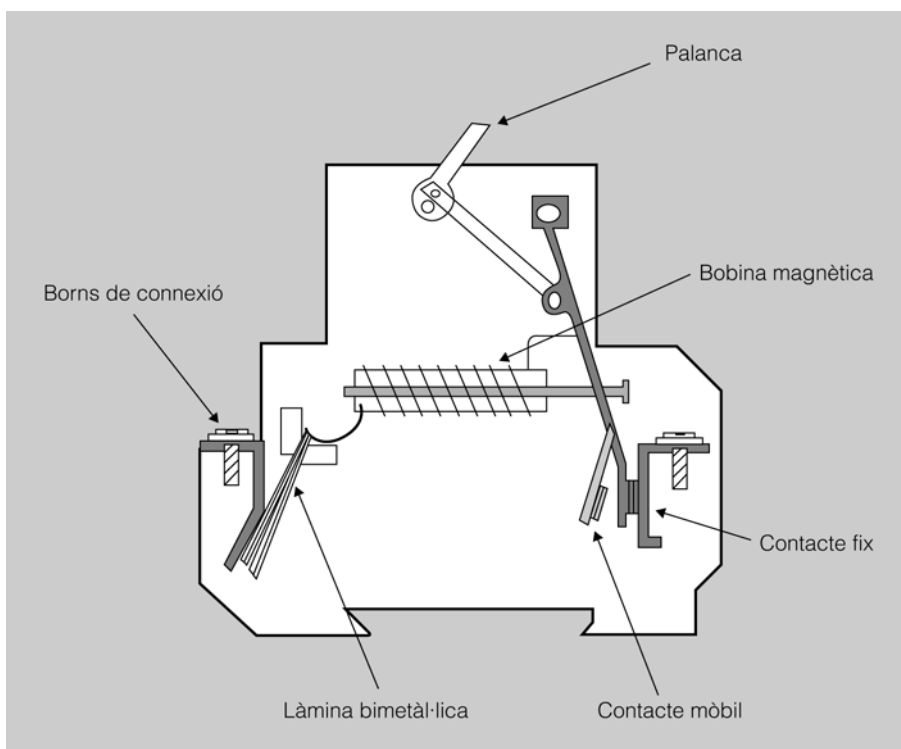


Els interruptors automàtics poden ser bipolars, tripolars o tetrapolars.

Les parts d'un interruptor automàtic estan representades en la figura 36; bàsicament estan formats pel següent:

- Palanca amb un enclavament per mantenir la posició de connexió.
- Bobina magnètica que actua sobre un contacte mòbil, quan la intensitat que passa és superior a la seva intensitat nominal o *corrent de magnetisme*.
- Làmina bimetàl·lica, que actua sobre el contacte mòbil quan es doblega per acció tèrmica, deguda a una sobrecàrrega.
- Contacte mòbil, que s'obre quan actua la bobina o la làmina bimetàl·lica i desconnecta el corrent.
- Contacte fix unit al born de connexió que suporta l'acció del contacte mòbil.
- Borns de connexió, on es fa la connexió del conductors elèctrics.

Figura 36. Parts d'un interruptor automàtic



Per conèixer les característiques d'un interruptor automàtic, s'han de tenir presents dues característiques tècniques en relació amb el corrent que han de controlar:

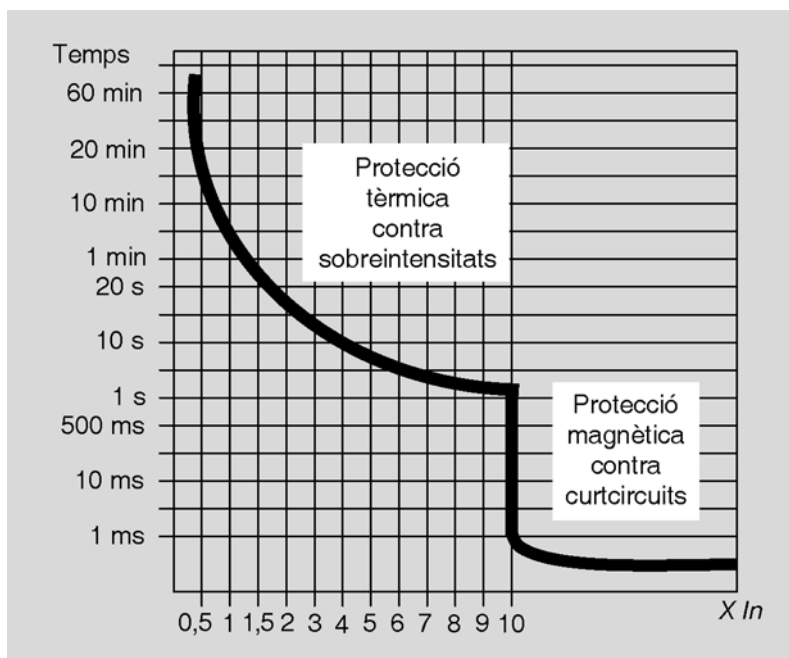
- 1) Corrent nominal o calibre (I_n): el valor del corrent que circula per l'interruptor automàtic sense provocar l'obertura o desconnexió.
- 2) Corrent de magnètic (I_m): el valor del corrent que provoca l'obertura instantània de l'interruptor, que es representa per un nombre de vegades el corrent nominal. Així doncs, els interruptors automàtics es classifiquen segons la relació entre la I_n i la I_m , i s'identifiquen amb una lletra segons es mostra en la taula 8.

Taula 8. Tipus d'interruptors automàtics

Tipus	Corrent de magnètic	Aplicacions
B	entre 3 i 5 I_n	Protecció de cables, persones, generadors
C	entre 5 i 10 I_n	Protecció general
D	entre 10 i 20 I_n	Protecció de receptors amb forts corrents d'arrencada
MA	fix a 12 I_n	Protecció d'arrencada de motors
Z	entre 2,4 i 3,6 I_n	Protecció de circuits electrònics

En un curtcircuit la bobina actua desconnectant el corrent en qüestió de mil·lisegons, i en una sobrecàrrega la làmina bimetàl·lica actua en qüestió de segons o minuts, depenent de l'augment progressiu del valor de la intensitat. Aquesta relació entre el temps i el valor del corrent que provoca l'obertura de l'interruptor es representa normalment amb una gràfica o corba de desconnexió, com l'exemple de la figura 37.

Figura 37. Exemple de corba característica de desconnexió d'un interruptor magnetotèrmic



Per triar de manera correcta l'interruptor automàtic s'ha de considerar, d'una banda, el tipus d'aplicació, i de l'altra, la intensitat del receptor a protegir, que hauria de coincidir amb el calibre o intensitat de l'interruptor automàtic. En el cas de protecció de motors s'ha de considerar també la sobreintensitat admissible en el moment de l'arrencada; aquesta característica s'ha de comprovar amb la gràfica de desconnexió.

Així doncs, un motor amb una intensitat nominal de 10 A, però amb una intensitat d'arrencada superior a deu vegades la intensitat nominal, **no** es podria protegir amb un interruptor que tingués una gràfica de desconnexió o actuació com la de l'exemple de la figura 57, ja que l'interruptor desconnectaria la màquina en el moment de l'arrencada. En canvi, si la intensitat d'arrencada és sis vegades la nominal, la sobreintensitat seria admissible per a l'interruptor si l'arrencada no durés més de 10 s, segons indica la gràfica mateixa.

Una altra característica dels interruptors automàtics, a tenir en compte en fer l'elecció, és la capacitat de tall en càrrega, que és el màxim corrent que pot tallar l'interruptor sense escalfaments perillosos. El valors poden anar des d'1,5 kA fins a 40 kA.

Hi ha una sèrie d'avantatges de la utilització d'interruptors automàtics, en lloc de fusibles, per a la protecció contra curtcircuits:

- Desconnexió al mateix temps de les tres fases en un sistema trifàsic.
- Possibilitat de senyalitzar l'avaria amb la utilització de contactes auxiliars.
- No cal cap estoc de fusibles.
- Connexió immediata en el moment de reparar l'avaria.
- Possibilitat de connectar i desconnectar-lo manualment.

Els disjuntors o interruptors automàtics dissenyats per al control de motors ofereixen la possibilitat d'ampliar la seva aplicació amb la incorporació de mòduls addicionals que, fixats a l'interruptor mateix, permeten altres actuacions com les següents:

- Control a distància de connexió, desconnexió o test.
- Acoblament de mòduls de contactes auxiliars per a senyalització, seguretat addicional, etc.
- Protecció contra la fallada de tensió amb l'acoblament de bobines de mínima tensió, per evitar l'arrencada del motor si es recupera la tensió.



El disjuntors o interruptors automàtics per als motors ofereixen altres aplicacions amb vista a la protecció i control de màquines.

- Acoblament directe entre els contactes de potència de l'interruptor i del contactor que ha de comandar el motor, tot evitant part del cablatge.

Relé diferencial

Davant les possibles fallades d'aïllament i amb intenció d'evitar l'electrocució de persones amb un contacte indirecte, es fan servir el relés o interruptor diferencials.

Un relé diferencial és un aparell de protecció que desconnecta el corrent elèctric d'una xarxa en el moment en què algunes de les seves fases es posen a terra directament quan es produeix una fallada d'aïllament. Les parts metàl·liques amb risc de contacte indirecte han d'estar connectades a terra, per a una protecció òptima. El relé diferencial entra en funcionament, obrint els contactes principals i desconnectant el corrent, en detectar un corrent de defecte que sigui més gran que el seu marge de sensibilitat.

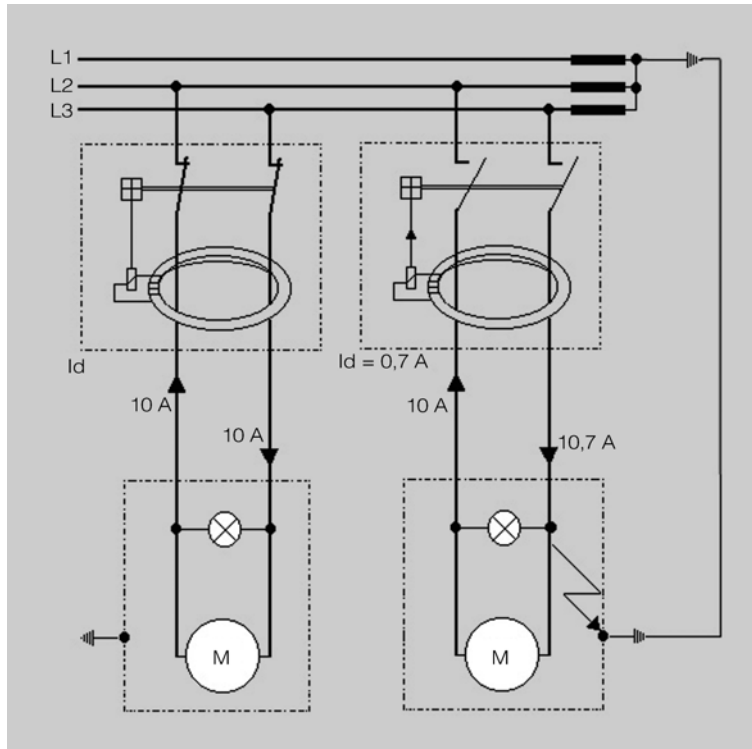
El corrent de defecte és el corrent que circula a causa d'un defecte d'aïllament.

Les parts d'un relé diferencial són bàsicament:

- Uns contactes principals o de potència, que obren el circuit per tallar o establir el corrent.
- Transformador toroïdal amb un primari format per les fases i el neutre de la xarxa, i un secundari format per una bobina que actua sobre el relé intern.
- Relé intern diferencial, que actua sobre el mecanisme de desconnexió.
- Polsador de test per provar l'eficàcia del relé diferencial.

Tenint en compte que en qualsevol nus de conductors la suma de les intensitats que hi arriben és igual a la suma de les intensitats que en surten, en el moment que una de les fases es deriva a terra hi ha un desequilibri entre la suma vectorial dels valors de intensitats de la xarxa. Aquest desequilibri és precisament el corrent de defecte detectat pel dispositiu de protecció. En condicions normals, en el transformador toroïdal del relé diferencial la suma vectorial de les intensitats que hi circulen és igual a zero. Amb un desequilibri en el transformador toroïdal, es genera un corrent en la bobina del secundari que activa el relé intern i provoca l'obertura dels contactes principals. Aquest principi queda il·lustrat en la figura 38.

Figura 38. Principi de funcionament del relé diferencial



La identificació dels relés diferencials es fa amb la intensitat nominal que tenen, i amb la sensibilitat, que és el valor del corrent de defecte a partir del qual es desconnectaria la xarxa. Hi ha una gamma de sensibilitats que va des de 10 mA fins a 1.000 mA; uns d'ús molt freqüent són de 30 mA (0,03 A).

A escala industrial, els relés diferencials estan fabricats en dues parts: per un costat es fa el muntatge del transformador toroïdal sobre la xarxa que s'ha de protegir i per l'altra part es fa el muntatge del relé diferencial, que inclou els elements de desconnexió i verificació. Aquests relés diferencials solen tenir regulable la sensibilitat en diferent graus de 0,03, 0,1, 0,3, 0,5, 0,8, 1 i 2 A.

2.2.2. Localització i reparació d'averies

Les feines principals dels tècnics en automatismes cablats són el muntatge d'una instal·lació, però també el seu manteniment i la localització i reparació d'averies. La capacitat del tècnic en aquests tipus de feina estarà condicionada per la complexitat de la instal·lació, però també per l'experiència i el coneixement d'aquesta.

És important que el tècnic encarregat de la localització i reparació de l'avaria hagi participat en el muntatge de la instal·lació i en tingui un coneixement íntegre. El procediment generalment variarà segons el tipus d'avaria, però davant d'un desconeixement de l'origen o causa s'hauran d'examinar els esquemes, concentrant l'atenció en la part de l'esquema en

què se suposa que pot ser l'avaría. Hi ha avaries, en segons quines instal·lacions, que són identificades de manera immediata amb senyalitzacions que indiquen el problema, com podria ser el cas de l'escalfament d'una màquina que té sonda de temperatura, o la falta de tensió, etc.; d'aquesta manera el tècnic té una orientació sobre l'origen del problema.

Si l'avaría implica l'actuació d'algun dispositiu de seguretat, es disposa de certa informació per començar la localització:

- Si es desconnecta l'interruptor automàtic o es fonen els fusibles, podem suposar un curtcircuit, i si és amb la màquina o motors desconnectats, s'ha de centralitzar l'anàlisi en la línia d'alimentació del circuit de potència, o en els receptors en el circuit de maniobra. Si el curtcircuit és amb les màquines connectades, s'hauria de començar l'anàlisi pel motor.
- Si es desconnecta un relé diferencial, s'ha de començar per una inspecció visual de possibles defectes d'aïllament, concentrant l'atenció en els conductors més propers a les parts metàl·liques, com connexions a borns o regletes sobre perfils ancorats sobre plaques metàl·liques, per exemple.
- Si es desconnecta la instal·lació per l'actuació del relé tèrmic, el problema pot ser la fallada d'una fase en un sistema trifàsic, algun defecte mecànic en el motor o una possible baixada de la tensió, i sempre en el circuit de potència.

Però si l'avaría té com a conseqüència un mal funcionament de la instal·lació, sense que cap dispositiu de protecció actuï, el procediment estarà molt més enfocat, primer, a conèixer amb exactitud el funcionament concret, i després, a una anàlisi més acurada sobre l'esquema.

Una primera actuació serà sempre visual, amb la comprovació de possibles cables desconnectats, o receptors que haurien d'estar connectats necessàriament i no ho estan. És sempre preferible treballar sobre la localització, amb la tensió desconnectada, però hi ha situacions que requereixen tenir el circuit amb tensió, sobretot en la maniobra, per determinar o localitzar més concretament la fallada.

Procediment de comprovació de continuïtat

Un funcionament incorrecte es pot donar, just en el moment de la primera posada en marxa, per una errada en les connexions o una mala interpretació de l'esquema, i es pot donar amb la instal·lació ja funcionant possiblement per la desconnexió accidental d'un conductor, o un mal contacte d'un cable amb algun element.



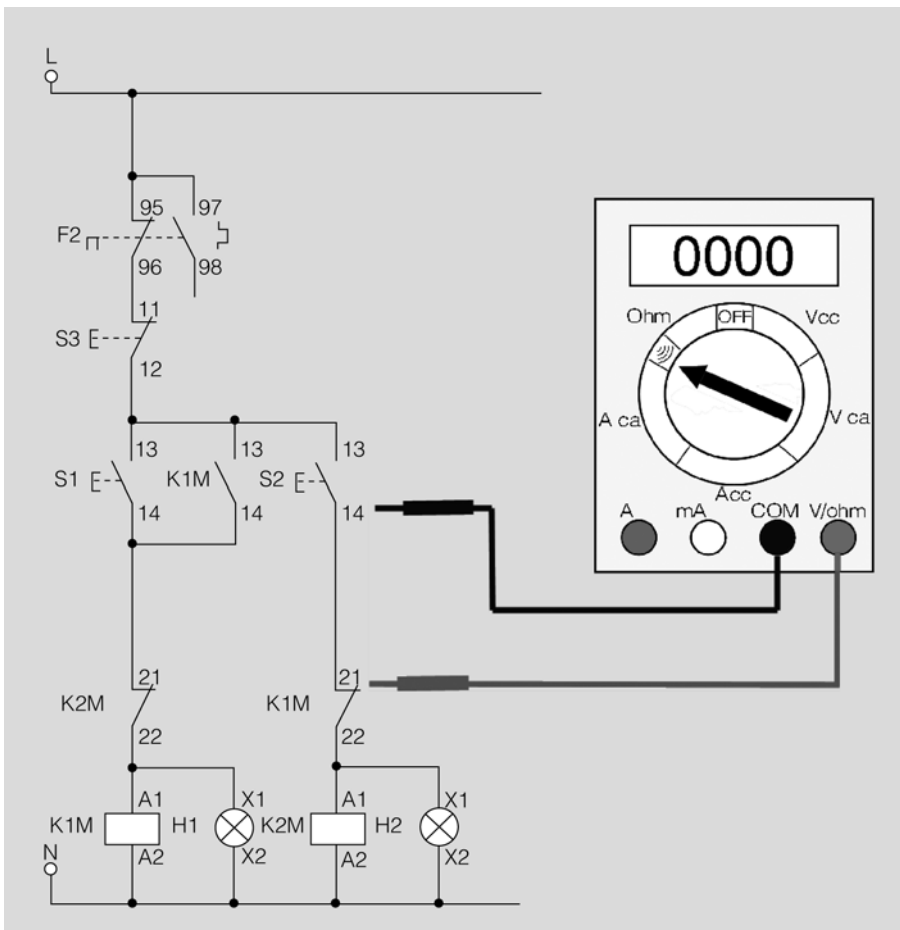
El polímetre és un dels utensilis necessaris per a la localització d'avaries.

Per saber si un cable està ben connectat, o si està feta correctament una connexió, podem comprovar-ne la continuïtat amb el procediment següent:

- Amb el selector del polímetre se seleccionarà el mesurament de resistències o ohms.
- Una de les puntes o sondes del polímetre les connectarà al connector comú, i l'altra al connector per mesurar resistències.
- Connectant les puntes entre si, se seleccionarà una escala que doni el valor zero en la pantalla.
- Separar les puntes i col·locar-ne una en un extrem del conductor que es vol comprovar o en el terminal on està connectat aquest, i l'altra punta en l'extrem contrari.
- Si en la pantalla surt un valor de zero, la connexió està feta, és a dir, hi ha continuïtat.
- Si en la pantalla surt la identificació de resistència infinita, no hi ha continuïtat.

En la figura 39 es veu un exemple per comprovar la continuïtat entre el contacte 14 de S2 i el contacte 21 de KM, en què ha d'haver-hi una connexió elèctrica.

Figura 39. Exemple de comprovació de continuïtat



De vegades és necessari desconnectar el neutre dels receptors amb bobina, com per exemple en les bobines dels contactors, per impedir que la comprovació doni una falsa continuïtat a través de la bobina mateixa. També és de molta utilitat fer servir l'indicador acústic de continuïtat, per fer la comprovació sense mirar el polímetre.

Procediment de comprovació de tensió

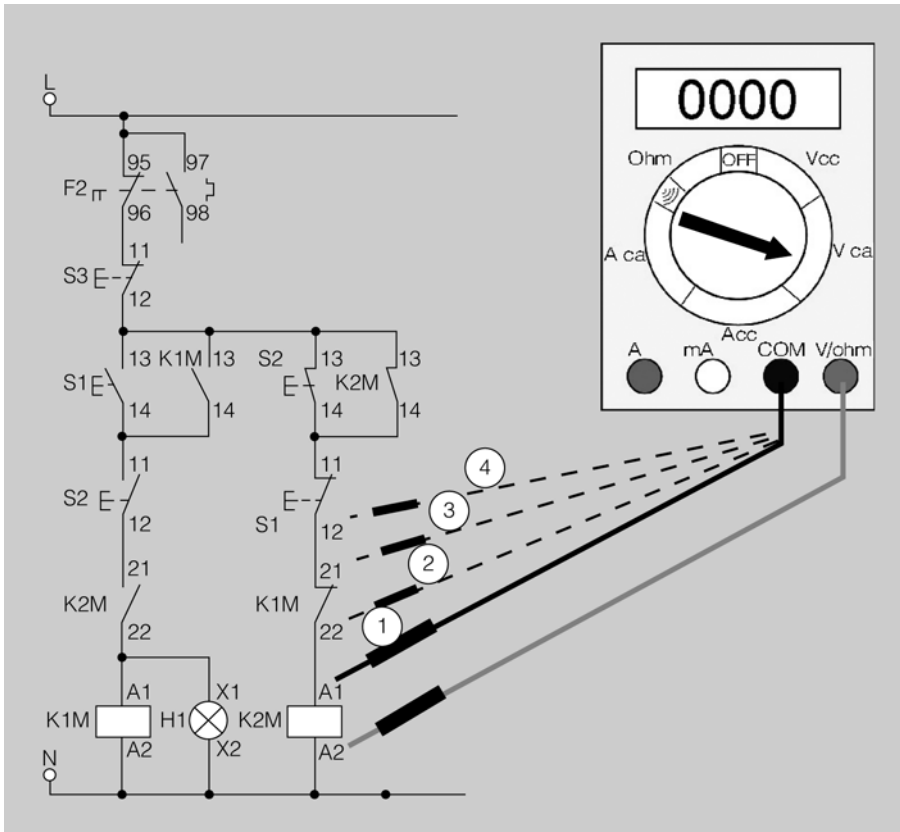
Si en un circuit de maniobra, després de fer les comprovacions de continuïtat, es confirma que està feta la connexió, pot ser útil la comprovació de tensió en els borns d'aquest receptor per determinar si la fallada està determinada per un defecte en aquest element.

El procediment serà el següent:

- Amb el selector del polímetre se seleccionaran mesures de tensió, CA o CC segons el tipus de corrent del circuit de maniobra.
- Una de les puntes o sondes del polímetre es connectarà al connector comú, i l'altra al connector per mesurar tensió.
- S'activarà l'element o elements necessaris per fer arribar tensió al receptor, per exemple, als borns de la bobina d'un contactor.
- Una punta del polímetre es posarà al born on es connecta el conductor de neutre (o negatiu, si és CC) i l'altra al born on teòricament ha d'arribar la fase (o el positiu, si és CC).
- Si en la pantalla surt el valor de la tensió teòrica i no està connectat el receptor, es pot confirmar que el problema està en el receptor.
- Si en la pantalla no surt la lectura de la tensió teòrica podem canviar la puntera de la fase (la puntera del neutre no s'ha de moure) al born de l'element immediatament superior, segons la línia de l'esquema, on ha d'arribar la tensió, per descartar un problema del conductor elèctric. Si tampoc no arriba la tensió, la mateixa puntera es col·locarà al born immediatament superior segons la línia de l'esquema, fins que es determini on ja no arriba la tensió.

En la figura 40 es representa la comprovació de tensió, primer als borns de la bobina de K2M (1); si hi arriba tensió, és evident que el problema és del contactor mateix. Si no hi arriba tensió, es passaria al punt 2, 3 o 4, en què es farien noves comprovacions de tensió, pujant en sentit ascendent en el circuit de maniobra, fins a determinar on ja no arriba la tensió.

Figura 40. Exemple de comprovació de tensió en un circuit de maniobra



2.3. Manteniment d'instal·lacions d'automatismes cablats

Una vegada feta la instal·lació d'automatismes cablats, s'ha de fer rendible de manera que estigui operativa en qualsevol moment, minimitzant les avaries, i augmentant el seu rendiment; aquests bàsicament serien els objectius d'un pla de manteniment.

2.3.1. Manteniment preventiu

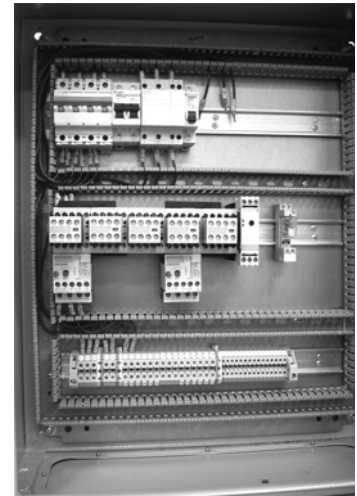
Una de les tasques del tècnic en instal·lació d'automatismes és fer el manteniment preventiu de la instal·lació després del muntatge i posada en marxa.

El **manteniment preventiu** es basa en la planificació de tasques sobre una instal·lació amb el corresponent registre, amb l'objectiu d'aconseguir un rendiment bo i una reducció d'aturades per problemes tècnics.

Les tasques i actuacions d'un manteniment preventiu, i també la seva periodicitat, estaran condicionades pel nivell de complexitat de la instal·lació, el nombre de maniobres, les instruccions dels fabricants dels dispositius que intervenen i per les directrius de l'empresa.

Algunes de les principals tasques del tècnic encarregat del manteniment preventiu són les següents:

- Si és possible participar en la posada en marxa inicial de la instal·lació.
- Recollir tota la informació tècnica, com manuals del fabricant, plànols, catàlegs, etc.
- Organitzar un estoc de peces de recanvi.
- Planificar fitxes de manteniment de les parts de la instal·lació amb més possibilitat de generar avaries.
- Planificar el canvi o substitució de dispositius abans de la finalització de la seva vida útil.
- Modificar esquemes si es generen canvis en la instal·lació.
- Enregistrar totes les tasques i actuacions i també les reparacions efectuades.
- Formar-se sobre la manipulació de nous dispositius o elements que puguin arribar a instal·lar-se.
- Conservar i mantenir les eines o dispositius de manipulació.



El manteniment d'un quadre d'automatismes cablat estarà en relació amb el nombre d'elements i de la complexitat de la instal·lació.

A continuació es detallen a manera d'exemple les possibles tasques de manteniment en un quadre d'automatismes amb contactors i relés tèrmics.

- **Sobre els contactors:**
 - Comprovar si fa soroll el circuit magnètic. Si és sorollós verificar que la tensió d'alimentació és correcta, ja que una alimentació a una tensió inferior pot ser la causa de la vibració de l'electroimant. Un altre motiu pot ser la brutícia entre la part mòbil i la fixa de l'electroimant; en aquest cas s'haurà de netejar.
 - Comprovar el possible deteriorament de les bobines dels contactors. Si el circuit magnètic no tanca correctament, pot escalfar-se en excés. Si s'ha de substituir, comprovar la tensió nominal de funcionament.
 - Comprovar el deteriorament dels contactes de potència. En segons quins contactors s'ha de controlar el nombre de maniobres, definit pel fabricant, a partir de les quals s'ha de fer la substitució dels contactes.
 - Comprovar l'estreny dels cargols dels contactes.
- **Sobre els relés tèrmics**
 - Netejar la pols o brutícia sobre la superfície del dispositiu si és necessari.
 - Comprovar la regulació correcta de la intensitat de desconexió.
 - Si és necessari fer un test de desconexió verificant la senyalització.

- **Sobre el quadre i armari**

- Netejar els dispositius de tancament.
- Netejar i greixar les frontisses.
- Comprovar l'estanquitat de la porta del quadre, dels passacables, de les juntes, etc.
- Netejar si és necessari.

2.3.2. Manteniment correctiu

El tècnic de manteniment preventiu és, en la majoria dels casos, el tècnic en el manteniment correctiu.

El **manteniment correctiu** és el que es desenvolupa en el moment de produir-se l'avaria, i consisteix en la reparació o substitució d'elements defectuosos.

Un dels objectius bàsics del manteniment correctiu és, sempre, intentar endarrerir al menys possible la posada en marxa de nou de la instal·lació després d'una avaria, ja que la tardança en la reparació afecta sempre negativament l'aspecte econòmic. És molt important, doncs, disposar ràpidament de tota la informació tècnica de la instal·lació, i tenir, en la mesura del possible, peces de substitució, per aconseguir minimitzar el temps de la reparació. Precisament la informació i l'estoc de peces són aspectes lligats directament amb el manteniment preventiu.

Algunes avaries clàssiques que afecten el manteniment correctiu són els curtcircuits, els defectes d'aïllament o les sobreintensitats. N'hi ha d'altres lligades amb les màquines que també són tractades en aquest tipus de manteniment:

- El motor no es posa en marxa, i les possibles causes poden ser:
 - Contactor defectuós.
 - Defectes en algun dispositiu del circuit de maniobra.
 - Circuit de potència sense tensió.
- Fallada en una o diverses fases; les causes poden ser:
 - Fusió dels fusibles o desconexió del disjuntor.
 - Mal contacte elèctric d'algun conductor de l'alimentació de potència.
- Dificultats en el moment de l'engegada del motor; les causes poden ser:
 - Variació del valor de la tensió d'alimentació del circuit de potència.
 - Connexió incorrecta dels borns del motor després d'una reparació.

- El motor s'escalfa excessivament, i les causes poden ser:
 - Fallada en una de les fases.
 - Falta de refrigeració.
 - Control de velocitat incorrecte.

- Desconnexió de l'interruptor automàtic o disjuntor o fusió dels fusibles; les causes poden ser:
 - Curtcircuit en el circuit de potència.
 - Dispositiu de protecció amb un calibre incorrecte després d'una reparació.
 - Bobines del motor curtcircuitades.

- Pujada de la intensitat en el motor; les possibles causes poden ser:
 - Motor defectuós.
 - Motor sobrecarregat.
 - Fallada d'una fase d'alimentació.