

# Mecanització de quadres elèctrics

Joseba Zubiaurre Lusa

**Automatismes industrials**



# Índex

<b>Introducció</b> .....	5
<b>Resultats d'aprenentatge</b> .....	6
<b>1. Mecanització</b> .....	7
1.1. Operacions de mecanització .....	7
1.1.1. Operacions de mesurar, marcar i traçar .....	7
1.1.2. Operacions de subjecció .....	8
1.1.3. Operacions de tall .....	11
1.1.4. Operacions de devastar i llimar .....	13
1.1.5. Operacions de doblegament i corbament .....	14
1.2. Unions .....	15
1.2.1. Unions roscades .....	15
1.2.2. Unions reblades .....	18
1.2.3. Unions soldades .....	19
1.3. Operacions amb màquines eina .....	21
1.3.1. Operacions de trepatge .....	21
1.3.2. Altres operacions .....	23
<b>2. Quadres elèctrics</b> .....	25
2.1. Tipus de quadres elèctrics .....	25
2.1.1. Envoltant d'un quadre elèctric .....	25
2.1.2. Material .....	26
2.1.3. Aplicació d'un quadre elèctric .....	28
2.2. Elements auxiliars .....	29
2.2.1. Elements auxiliars de muntatge .....	29
2.2.2. Elements auxiliars de connexió .....	31
2.3. Normativa per a quadres elèctrics .....	32
2.4. Elecció del quadre elèctric .....	32
2.4.1. Aspecte ambiental: condicionant del quadre elèctric ....	32
2.4.2. Aspecte elèctric: condicionant del quadre elèctric .....	34
2.4.3. Aspecte mecànic: condicionant del quadre elèctric .....	35
2.5. Comprovació d'un quadre elèctric .....	35
2.6. Enggada .....	36
2.7. Manteniment .....	36
2.8. Gestió tèrmica .....	37



## Introducció

Abans de portar a terme la instal·lació d'un quadre elèctric s'ha de fer la mecanització i preparació del mateix. Aquesta mecanització consisteix en una sèrie d'operacions que ens ajudaran, mitjançant unes apropiades eines, a fer aquesta instal·lació més tard.

Aquesta unitat es compon de dos apartats i en l'apartat denominat "Mecanització" es dóna una pinzellada a les operacions bàsiques de mecanitzat, com poden ser les operacions de marcar, traçar, tallar i llimar, entre d'altres.

Altra funció bàsica en qualsevol mecanitzat és la unió de peces que es pot fer de diferents maneres, mitjançant unions roscades, mitjançant unions reblades o bé mitjançant unions soldades.

Per completar aquest apartat, es descriuen altres operacions com les de trepar o perforar.

En l'altre apartat d'aquesta unitat s'estudien els quadres elèctrics, els seus tipus i les seves característiques més importants. Cal tenir en compte que poden estar fabricats de diferents materials i que, depenent de la seva utilització i aplicació, caldrà triar bé quin és l'adequat.

Els elements auxiliars que intervenen en un quadre elèctric són realment importants tant pel que fa al seu muntatge com en el referit a la seva connexió, respectant sempre la normativa i fent les comprovacions oportunes una vegada acabat tot el procés d'instal·lació.

Per acabar, una qüestió que no hem d'oblidar és la del manteniment del quadre elèctric, manteniment que ha de fer-se seguint un protocol adequat i unes pautes concretes de revisió que ens duran a detectar les possibles avaries o millor encara, a evitar que aquestes es produeixin.

## **Resultats d'aprenentatge**

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

1. Determinar el procés que cal seguir en les operacions de mecanització, interpretant plànols i utilitzant documentació tècnica.
2. Executar operacions de mecanització, aplicant tècniques de mesurament i marcat i utilitzant màquines i eines.
3. Complir les normes de prevenció de riscos laborals i de protecció ambiental en la mecanització de quadres elèctrics, identificant els riscos associats, les mesures i equips per prevenir-los.

## 1. Mecanització

El procés de **mecanització** és l'estudi de com cal mecanitzar o fabricar una peça o una sèrie de peces, establint-hi la prioritat de les operacions mecàniques de fabricació, i també l'elecció de les eines adequades al treball en qüestió, preparant-les i fent-ne la previsió al magatzem.

També és important calcular els temps de treball i les característiques i condicions de funcionalitat de les màquines emprades en cadascuna de les fases de treball, amb la finalitat de guiar l'operari i calcular els costos de fabricació. Aquests estudis es fan amb la finalitat d'optimitzar els recursos d'un taller, fàbrica o empresa tenint en compte tots els mitjans de què disposa, com ara: materials, eines, màquines, operatius, i estris de verificació i control.

Les fases de treball són cadascuna de les operacions mecàniques que s'han de dur a terme o que intervenen en la fabricació o muntatge d'una peça, des del material brut fins a l'obtenció final de la peça, la qual, una vegada acabada, ha de complir exactament les especificacions del plànol amb el qual s'ha fabricat.

### 1.1. Operacions de mecanització

Les operacions de mecanització són els processos que tenen la funció de transformar determinats materials en una peça funcional i útil. Solen ser operacions bàsiques de mecanització, segons les especificacions tècniques, com ara: mesurar, traçar, tallar, desbarbar, trossejar, trepar, rosca sobre xapes, tubs, perfils...

Així mateix, també hauríem de fer operacions pròpies del muntatge i desmuntatge mecànic (unions fixes, unions mòbils...), seguint les instruccions que figurin en plànols o que ja estiguin establertes.

#### 1.1.1. Operacions de mesurar, marcar i traçar

Les operacions de mesurar, marcar i traçar per mecanitzar un quadre elèctric consisteixen a prendre mesures i senyalitzar el contorn, les línies, els eixos de simetria, els forats o les ranures que cal efectuar sobre la superfície exterior d'una peça.

Generalment, la mesura, el marcatge i el traçat són operacions prèvies a l'ajustament i la mecanització de la peça. Si no duem a terme correctament aquestes tres operacions, l'exactitud de les operacions posteriors en quedarà afectada.

Les eines i els estris que fem servir més en aquestes operacions són els següents:

- **Punxó o punta de marcar.** Eina que usem comunament per marcar els llocs on treparem algun material. És una vareta d'acer duríssim, de forma cilíndrica o prismàtica, que acaba en punta cònica temperada i molt esmolada. La punta de traçar s'ha de mantenir esmolada i no s'ha d'emprar per a altres usos.
- **Compàs de traçar.** L'utilitzem per traçar arcs de cercle, determinar perpendicularitats, transportar distàncies i marcar divisions equidistants. El més utilitzat és el compàs de puntes. N'hi ha de senzills o amb una molla.
- **Escaire.** Els escaires són instruments que tenen un angle fix de 90° entre dues superfícies planes. N'hi ha de diversos tipus, de diferents grandàries, poden tenir una escala gràfica i poden estar fets de diversos materials.
- **Cinta mètrica** El metre, normalment fabricat de fleix metàl·lic o fibra tèxtil, té una escala gravada sobre la seva superfície, graduada i numerada, en el sistema mètric les divisions solen ser centímetres o mil·límetres. El fem servir per prendre mesures de les peces.



Punxó o punta de marcar



Escaire



Cinta mètrica

### 1.1.2. Operacions de subjecció

Una altra de les operacions prèvies a la mecanització és la subjecció de la peça. Un cop subjectem el material i no es mou, el podem tallar, llimar, foradar, etc., amb les eines corresponents i amb màxima precisió.

Les operacions de subjecció serveixen per mantenir un material en una determinada posició. D'aquesta manera podem treballar amb unes altres eines.

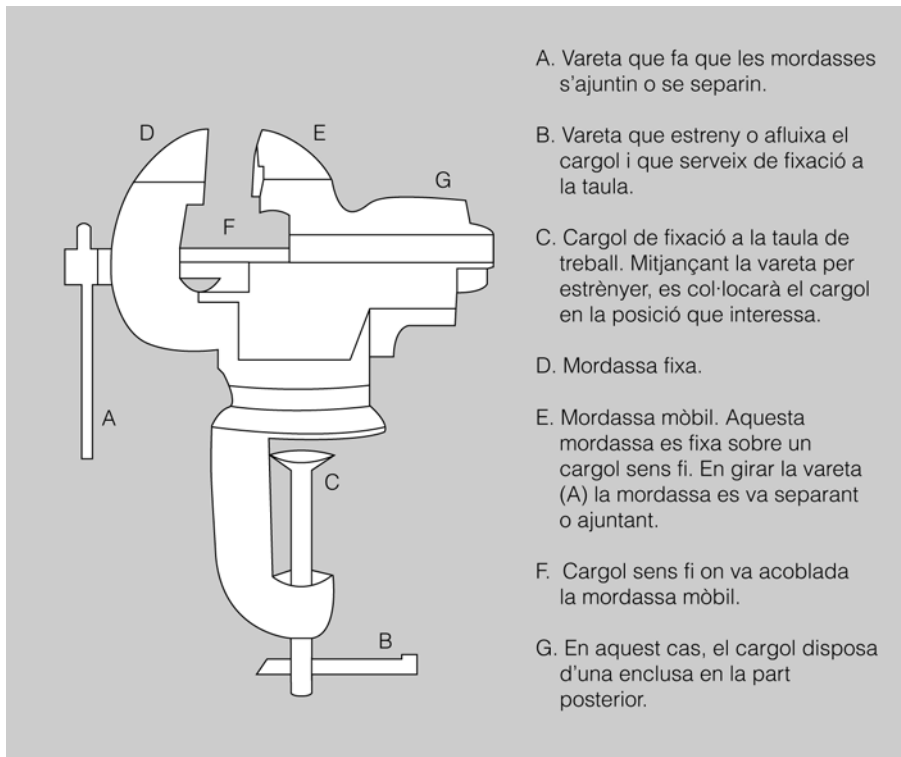
Les principals eines de subjecció són: alicates, cargol de banc, serjants, pinces i agafadors.

**Cargol de banc.** Com podem observar en la figura 1, consta d'una mandíbula fixa i d'una altra de mòbil. En la part superior de les mandíbules, duen unes peces anomenades *mordasses* amb estries perquè puguin subjectar les peces sense necessitat d'exercir sobre elles massa pressió.



Cargol de banc

Figura 1. Parts d'un cargol de banc

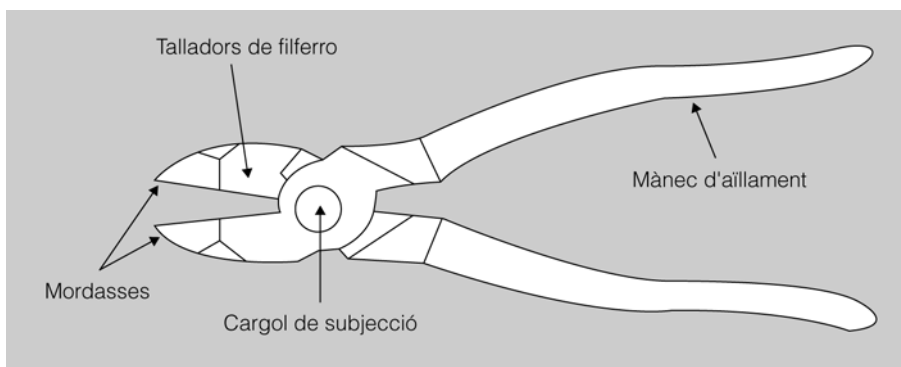


**Alicates.** Les alicates són eines manuals dissenyades per subjectar, doblegar o tallar. Les parts principals que les componen són les mordasses, tallador de filferro, cargol de subjecció i el mànec amb aïllament (figura 2). Es fabriquen de diferents formes, pesos i grandàries.



Alicate universal

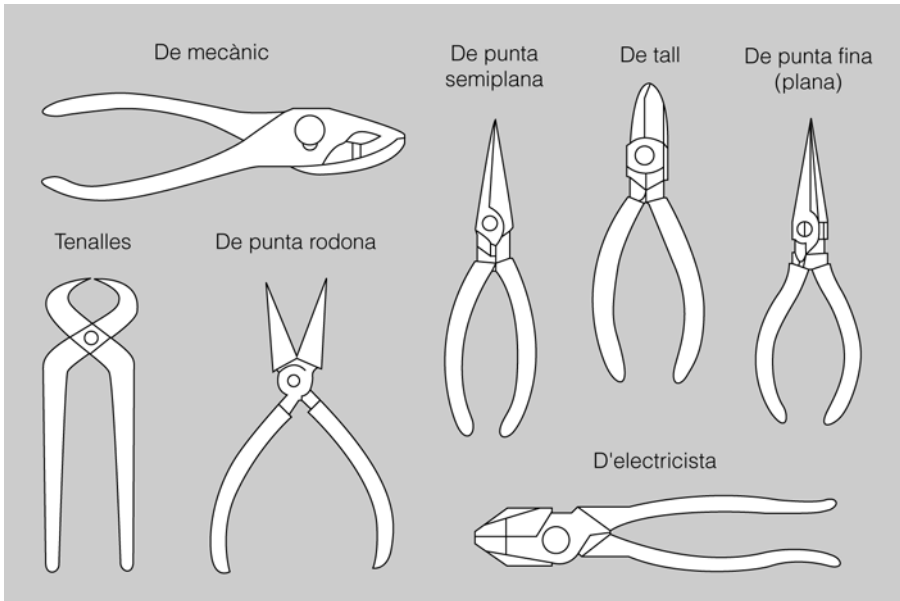
Figura 2. Parts de les alicates



Les alicates més utilitzades són les següents (figura 3):

- **Alicates de punta rodona.** Utilitzades per corbar fils i xapes i per a terminals de connexió.
- **De tenalles.**
- **De tall**
- **De mecànic.**
- **Alicates de punta plana o semiplana.** Utilitzades per doblegar conductors, filferros rígids i petits trossos de xapa.
- **D'electricista.**

Figura 3. Alicates més utilitzades



**Serjants o gats.** Eina manual d'ús comú en moltes professions i que es compon de dues mordasses, regulables amb un cargol de pressió. Utilitzem els serjants bàsicament per subjectar peces de metall que han de ser mecanitzades. Els serjants tenen grandàries i mesures diferents.

**Pinces.** Una pinça o pinces és una eina els extrems de la qual s'aproximen per subjectar. Funciona amb el mecanisme de palanques simples, que podem accionar manualment o amb mecanismes hidràulics, pneumàtics o elèctrics. Hi ha pinces per a diferents usos (figura 4): tall, subjecció, pressa o de pressió.



Serjant

Figura 4. Tipus de pinces



### 1.1.3. Operacions de tall

Les operacions de tall són totes les operacions en les quals dividim un material en dos o més trossos. Aquestes operacions les fem, segons l'eina que fem servir, per mitjà de diferents procediments:

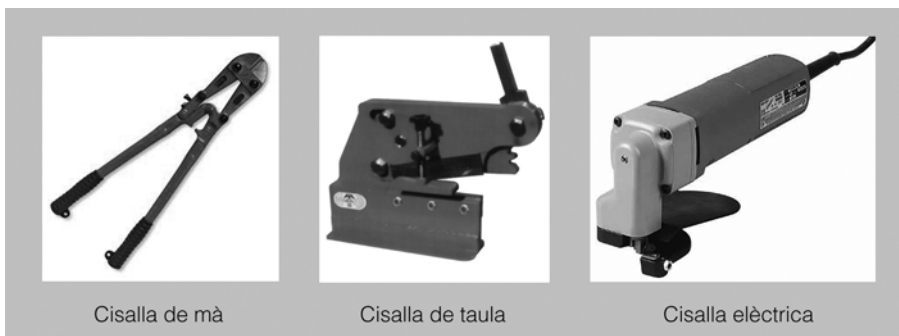
- Cisallament.
- Serrada.
- Cisellada.
- Burinada.

També repassarem les operacions de tall i manipulació de cables que tenen gran importància a l'hora de mecanitzar i muntar quadres elèctrics.

**Cisallament.** Entenem per *cisallament* les operacions en les quals tallem el material sense que es desprenguin llimadures. Podem fer aquests talls tant amb màquines de tall manual com amb màquines accionades amb motors.

Les màquines de tall manual (figura 5) són les tisores de taula o les cisalles de peu. Les màquines accionades per un motor són les cisalles amb guillotina i les tisores i cisalles mecàniques o amb motor.

Figura 5. Diferents tipus de cisalles



**Serrada.** Entenem per *serrada* el tall d'un material en el qual es desprenen llimadures. La serrada ens permet tallar gruixos molt més grans que en el cisallament. La fem amb serra de mà o amb serres mecàniques (figura 6).

La serra de mà té dues parts: d'un costat l'arc de serra, que aguanta i tensa la fulla de la serra, i de l'altre la fulla, que és la part activa de l'operació.

Figura 6. Diferents tipus de serres



Per utilitzar de manera correcta la serra, aquesta ha de formar un angle de 20 o 30 graus amb la superfície de la peça que volem tallar.

Pel que fa a la serra mecànica (figura 7), gairebé només s'utilitzen en l'entorn industrial i n'hi ha de diferents tipus:

- **Circulars.** L'eina de tall és un disc metàl·lic.
- **De vaivé.** Consisteix en una fulla disposada en una màquina que realitza uns moviments similars als de la serrada manual.
- **De cinta.** El tall és fet per una cinta tancada que es mou sempre en el mateix sentit.

Figura 7. Tipus de serres mecàniques



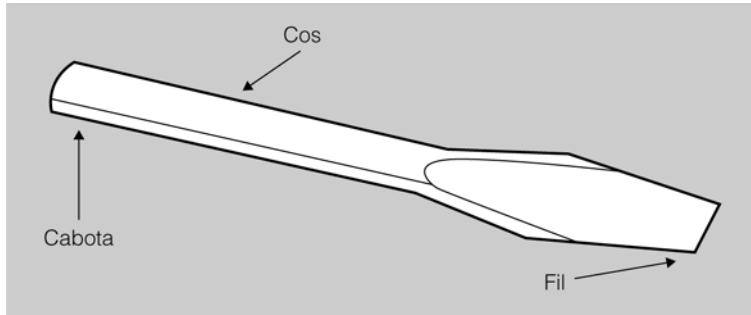
**Cisellada i burinada.** La cisellada i la burinada tenen tres funcions:

- 1) Tallar o trossejar xapes o perfils prims sense que es desprenguin llimadures.
- 2) Rebaixar el material sobrant d'una part de la peça, la qual volem treballar, amb despreniment de llimadures (**cisellada exterior**).
- 3) Rasurar les superfícies interiors (**cisellada interior**).

**Cisell.** Els cisells o tallaferros són eines de mà dissenyades per tallar, ranurar o escalabornar material en fred, mitjançant la transmissió d'un impacte. Són d'acer amb forma de barres, de secció rectangular, hexagonal, quadrada o rodona, amb fil en un extrem i bisellat en l'extrem oposat. Poden ser de diferents mides segons el treball que hàgim de dur a terme i consten de tres parts (vegeu la figura 8):

- **Cabota**, la part sobre la qual colpegem.
- **Cos**, secció rectangular o ovalada, i fàcil i còmode d'agafar.
- **Fil o tallant**, tal com indica el nom, és la part que talla.

Figura 8. Parts d'un cisell



**Burí i gúbies.** Aquestes dues eines són variants del cisell i les fem servir en treballs més específics com ara l'obertura de canals, tant si són rectes com corbats.

El burí té l'aresta tallant en sentit transversal a la secció del cos, la qual cosa fa que la longitud del fil sigui molt més petita. La fem servir per obrir canals o ranures.

Les gúbies són eines molt similars al burí o a la cisell pla, però tenen una boca o fil corbat. Poden tenir diferents formes i així les podem adaptar al treball que han de fer en cada moment.



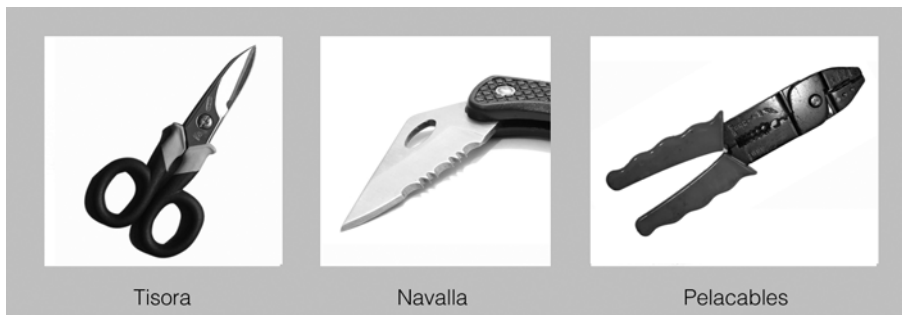
Burí

### Tall i manipulació de cables

Ja sabem la gran utilitat que tenen les **alicates** en els treballs d'electricitat i sobretot en la manipulació i tall de cables, però hi ha unes altres eines molt més específiques que fem servir en aquestes tasques (figura 9):

- Tisores.
- Navalles d'electricista.
- Ganivet pelacables.

Figura 9. Eines de tall i manipulació de cables



Tisora

Navalla

Pelacables



Gúbies

#### 1.1.4. Operacions de devastar i llimar

Les operacions de devastar i llimar són aquelles en què rebaixem o polim una peça, a partir de la seva erosió o hi arranquem petits trossets

emprant una llima adequada. Fem aquesta operació de llimar mitjançant el fregament, passant suaument la llima per la superfície que volem rebaixar.

En el procés de llimada hi ha tres operacions bàsiques:

**1) Devastar:** fem servir una llima de picar grossa que arrenca grans quantitats de material. Aquesta llimada deixa ratlles profundes a la superfície de la peça.

**2) Afinament:** fem servir en primer lloc llimes de picar intermèdies i a continuació llimes fines. Amb l'afinament esborrem les marques que observem fàcilment en la superfície de la peça que estem treballant.

**3) Poliment:** polim amb una llima fina amb guix. El guix es passa entre les dents de la llima fins que queda reomplerta. En aquest procés hem de fer poca força sobre la llima i cal ser molt escrupolosos i evitar que hi hagi llimadures a la picada, ja que això podria ratllar les peces que volem polir.

Quan ens trobem amb materials molt durs com ara l'acer o el ferro cal que utilitzem llimes de picar fines. Per contra, si els materials són tous, com ara el coure, la llima de picar haurà de ser grossa. Per al plom i la fusta, les llimes han de ser especials: s'anomenen *raspes*.

### 1.1.5. Operacions de doblegament i corbament

El **doblegament** o plegatge és una operació mecànica que modela una xapa, un perfil, un tub o una peça mecànica en unes cares o seccions, entre les quals es forma un determinat angle.

Pel que fa al **corbament** de xapes, és una operació que consisteix a dominar la xapa sobre un suport cilíndric, de manera que adquireixi la mateixa curvatura.

L'exemple més clar de corbament és el de l'obtenció de tubs cilíndrics a partir d'una planxa completament plana.

Podem corbar i doblegar manualment i en fred si els materials són poc espessos. Per portar a terme aquestes operacions necessitarem, a més de les eines de subjecció, les eines de percussió.

Per a xapes o perfils gruixuts, és necessari l'ús de màquines de premsatge, mentre que altres vegades serà convenient un escalfament previ del material per poder efectuar el treball més fàcilment.

## Eines de percussió

Entenem per *eines de percussió* les que ens serveixen per colpejar un material o una altra eina. Aquesta manera de fer és molt habitual en els processos de tall amb el cisell, de doblegament, d'aplatament, de clavament, etc.

El martell i la maça són, sens dubte, les eines de percussió més importants i per suposat també les més conegudes. Totes dues estan formades per dues parts: el mànec (que és la part per on l'agafem) i la cabota (que és la part amb la qual piquem).

Es poden trobar molts tipus de maces o martells segons l'ús que n'haguem de fer. Les principals diferències són els materials o formes de la cabota i les mides.

### 1.2. Unions

Una altra operació de mecanització són les unions de peces o elements. Podem diferenciar dos grans grups d'unions: les desmuntables i les fixes.

- **Unions desmuntables.** Són les que podem muntar i desmuntar diverses vegades sense necessitat de canviar el tipus d'unió i sense fer malbé les peces utilitzades. Les més importants, dintre d'aquest tipus, són les roscades. Tampoc convé oblidar les unions no roscades com ara els passadors, les clàvies, les llengüetes o els eixos estriats i les guies.
- **Unions fixes.** Les unions fixes són aquelles que una vegada muntades no podem tornar a desmuntar sense risc que trenquem les peces que hem fet servir. N'hi ha de diferents tipus: reblades, soldades, enganxades i clavades.

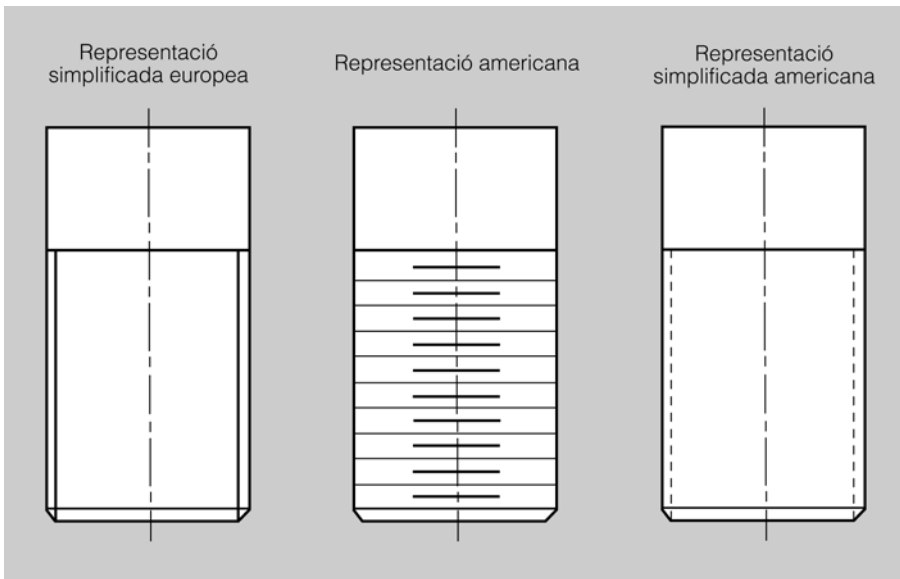
#### 1.2.1. Unions roscades

En el grup d'unions roscades podem distingir les **rosques**, els **cargols** i les **femelles**. Dintre d'aquest grup l'element principal és la **rosca** (figura 10).

Una rosca és una hèlix construïda sobre un cilindre, amb un perfil determinat i d'una manera continua i uniforme. Si l'hèlix és exterior, es tractarà d'un **cargol**; si, per contra, l'hèlix és interior es tractarà d'una **femella**. Les magnituds han de coincidir perquè es puguin enroscar.

La part sortint de l'hèlix rep el nom de *filet*, mentre que el canal que queda entre ells s'anomena *entrada*.

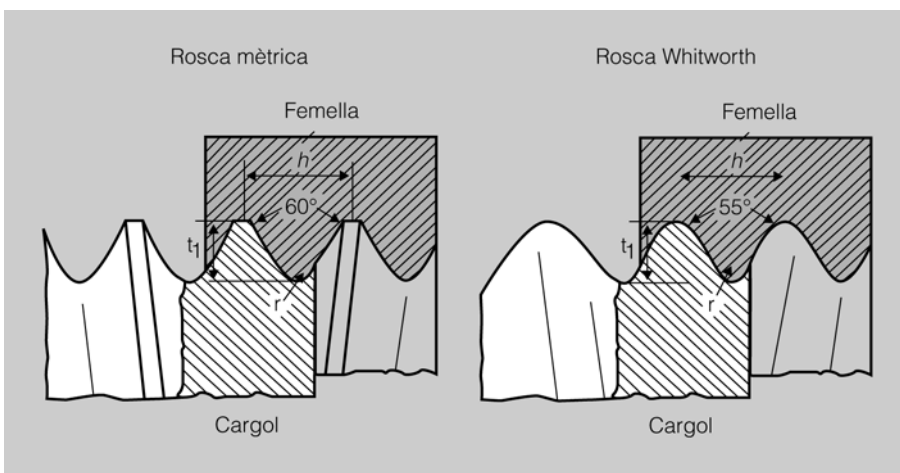
Figura 10. Representació de rosques



Per tal de poder estandaritzar de manera universal els cargols i les femelles, les rosques es normalitzen segons diferents sistemes internacionals. Al llarg del temps s'han creat diferents tipus de sistemes, però actualment els sistemes més utilitzats internacionalment són (figura 11):

- El sistema de roscatge ISO mètric (adaptat a Espanya per UNE).
- El sistema Whitworth (BSW).

Figura 11. Rosques mètrica i Withworth



### Eines per cargolar i descargolar

Entre les eines apropiades per cargolar i descargolar cal destacar les següents:

#### Tornavisos

Un tornavís és una eina que permet cargolar i descargolar cargols. Té tres parts: mànec, tija i boca o punta.



Tornavisos

La punta té la forma més adient per fer la força necessària. Moltes vegades el tornavís està imantat, per evitar que caigui el cargol.

El mànec permet agafar-lo amb força sense que faci mal a la mà. Està fet amb material aïllant, per evitar descàrregues. Els tornavisos d'electricista duen la tija protegida amb un cilindre de plàstic per extreure les precaucions.

Podem classificar-los segons:

- la punta: plans, d'estrella i pozidriv (figura 18),
- la utilitat: d'ajust, cercapols, d'electricista, de rellotger...

Figura 12. Tipus de tornavisos segons la punta



Els fem servir principalment per subjectar, collar i afluixar cargols que tenen una ranura en el cap.

La mida del tornavís que triem s'haurà de correspondre amb la mida i tipus de cargol que haguem de collar o afluixar.

És important mantenir els tornavisos sempre esmolats i hem de limitar-los a les funcions per a les quals serveixen. A més, si estem treballant en un circuit sota tensió, mai hem de tocar la tija ni la boca.

## Claus

Les claus són eines d'acer molt resistents que serveixen per collar i afluixar cargols i femelles. Quan fem muntatges d'automatismes i quadres elèctrics són imprescindibles. Les claus més conegudes són (figura 13):

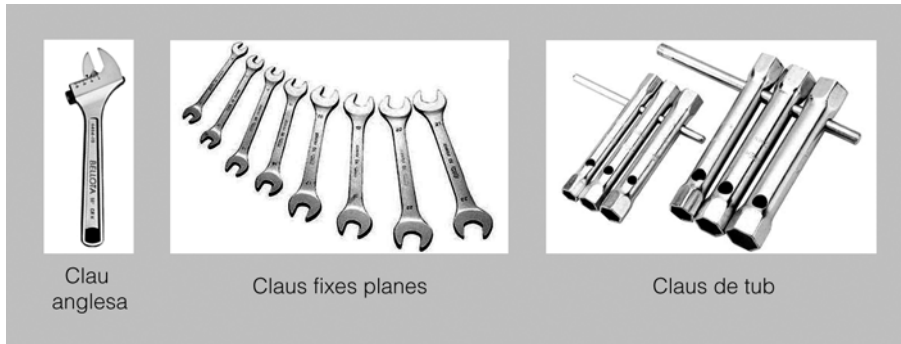
- **Claus fixes planes.** Serveixen per treballar amb cargols i femelles de cap hexagonal o quadrat. Són el tipus de clau més utilitzat i poden tenir una o dues boques.
- **Clau anglesa o ajustable.** És una clau extensible molt utilitzada. La seva cabota s'ajusta a la mida de la femella o el cargol per mitjà d'un cargol sense fi.
- **Claus Allen.** Per a cargols amb cabota hexagonal interior.
- **Claus d'estrella.** Només les utilitzem quan és possible un petit desplaçament de la clau.



Claus Allen

- **Claus de tub.** Són claus que fem servir per a femelles hexagonals. Són de tipus fix i es fan servir en espais inaccessible per altres tipus de claus.
- **Descargoladorclau.** Descargolador especial, amb boca hexagonal i buida que permet col·locar femelles i cargols amb aquest tipus de cabota.

Figura 13. Tipus de claus

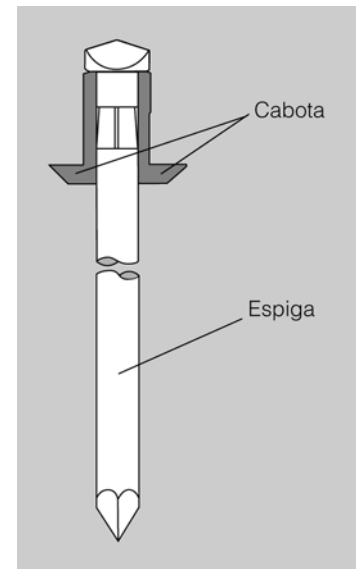
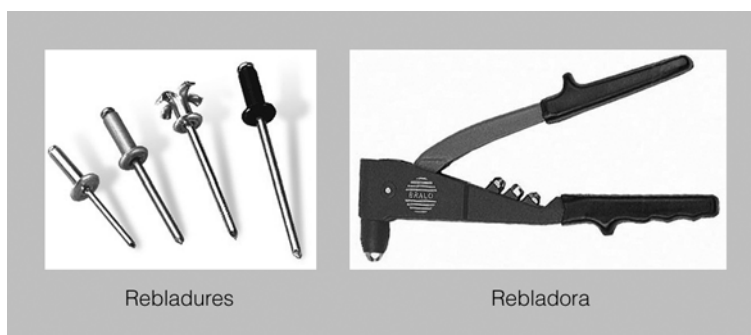


### 1.2.2. Unions reblades

L'acció de reblar és un procediment mitjançant el qual fem una unió fixa de dues o més peces, per mitjà de reblons.

Els reblons (vegeu figura 14) són varetes cilíndriques, generalment fetes d'acer dolç, coure, alumini o algun altre aliatge, amb una cabota en un dels dos extrems. Estan formats per un cos cilíndric anomenat *espiga* i per la *cabota*. Hem de col·locar-los amb material resistent al martelleig.

Figura 14. Elements de reblades



L'operació de reblar es pot fer de dues maneres:

1) Introduint l'espiga del rebló en els forats de les xapes que cal acoblar i martellejant la part sobrant de manera que quedi una nova cabota que en garanteixi la unió. Per a diàmetres superiors a 10 mm, aquesta operació se sol fer en calent.

2) Mitjançant rebladores automàtiques: introduïm la cabota del rebló en els forats de les xapes que cal acoblar. Llavors, per mitjà de la rebladora, comencem a extreure l'espiga de la cabota. Així, doncs, la cabota del rebló es deforma (esdevé més ample i curta) i consolidem la unió.

### 1.2.3. Unions soldades

La soldadura és un procés de fabricació en què unim dos materials, generalment metàl·lics, aplicant calor; les peces són soldades fonent-les i afegint-hi un altre material fos que té un punt de fusió inferior al de la peça a soldar.

Hi ha diferents tipus de soldadures, encara que les més importants són la soldadura blana, soldadura forta i soldadura oxiacetilènica.

#### Soldadura blana

És molt utilitzada per soldar fils, cables i components elèctrics, però també s'utilitza en la unió de xapes, peces de llautó, llauna, coure o bronze. També s'aplica en la soldadura de tubs.

Es basa en l'aprofitament de l'efecte Joule, juntament amb l'aportació, d'un altre material fàcil de fusionar, normalment l'estany o el plom.

Utilitzem aquest tipus de soldadura generalment per soldar peces que requereixen temperatures inferiors als 200 graus aproximadament.

Per fondre l'estany o el plom, les eines típiques són la llàntia de butà i el soldador elèctric.

- Llàntia de butà. Pesa poc i és econòmica i fàcil d'emprar. Està formada per una petita bombona i un bec o cremador. El cremador duu incorporat una clau de pas per regular la sortida del gas i de la flama. El cremador s'encén aplicant una flama petita a la boca i anar obrint la clau de pas del gas fins que la boca s'inflami.
- Soldador elèctric: N'hi ha de diferents tipus i formes (figura 15) però tots es basen en el mateix funcionament: una resistència elèctrica allotjada en una peça tubular refractària. Una punta de coure enganxada en aquesta peça refractària s'escalfa quan hi connectem el soldador i ens proporciona prou temperatura per fondre l'estany. La resistència està recoberta per un mànec que ens permet agafar el soldador sense cap problema.



Soldadura

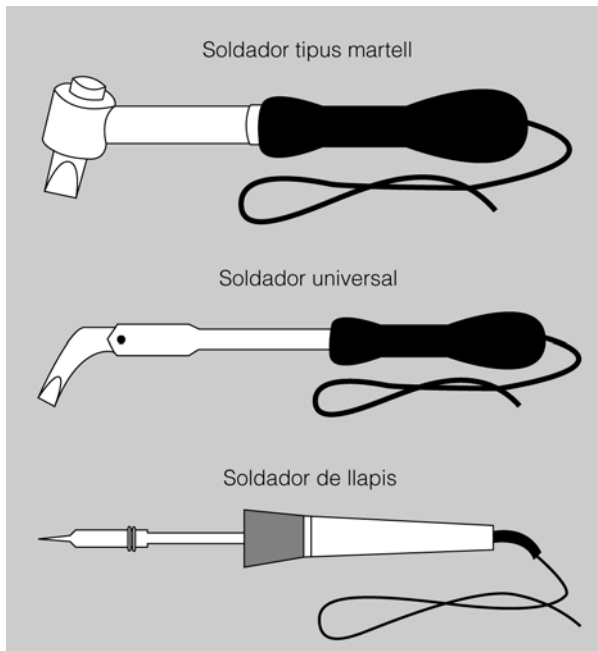
#### Efecte Joule

Quan per un conductor circula corrent elèctric, part de l'energia dels electrons es transforma en calor, fent augmentar la temperatura d'aquest. És per això que se'l coneix amb el nom d'*Efecte Joule* en honor al seu descobridor, el físic britànic James Prescott Joule.



Rotlle d'estany

Figura 15. Eines de soldadura tova



Hi ha un tipus de soldador elèctric anomenat **soldador ràpid** que té un transformador amb el secundari connectat a una punta especial que, en passar-hi el corrent s'escalfa ràpidament i produeix la fusió de l'estany.

La forma del soldador és de pistola, amb un gallet que serveix per encendre'l. La mesura i la potència del soldador han de ser adequades a la peça que es vulgui soldar.

### Soldadura forta

La soldadura forta, igual que la blana, es basa en la producció de calor per mitjà de l'efecte Joule, però en aquest cas, el material que sol intervenir té forma de varetes metàl·liques i una composició semblant a la dels metalls que cal unir. Les soldadures elèctriques fortes poden ser:

- **Per arc:** s'utilitza un transformador que proporcioni una gran quantitat de corrent en el seu secundari. A la sortida del transformador s'hi connecten dos cables flexibles. S'uneix un cable amb la peça metàl·lica que s'ha de soldar gràcies a una pinça que té un mànec aïllant, i l'altre cable s'uneix amb una altra pinça, a la qual fixem un elèctrode amb un revestiment especial.

Quan se separa lleugerament aquest elèctrode de la peça, es forma un arc lluminós que genera prou calor per fondre el material de les peces en el punt d'unió i de la mateixa vareta. Les peces queden soldades i la vareta pateix un desgast progressiu.

- **Per punts:** és un mètode molt utilitzat en la indústria automobilística i és força similar a la soldadura per arc. El principi de funciona-

### Transformador

Es denomina *transformador* a una màquina elèctrica que permet augmentar o disminuir la tensió en un circuit elèctric de corrent altern, mantenint-ne la freqüència. Té dues bobines, una *primària* o d'entrada i altra *secundària* o de sortida. Al secundari o a la sortida es connecta l'aparell elèctric que es vol alimentar a aquesta tensió que subministra el transformador.



Màquina de soldar



Soldadura per arc

ment està basat en la calor produïda pel corrent elèctric en els punts de contacte.

S'utilitza una màquina amb uns braços metàl·lics que tenen unes puntes de coure aliat amb cadmi, crom, etc. Els braços són articulats manualment per l'operari o bé automàticament per mitjà d'un ordinador programable. Aquesta articulació permet que s'obrin o es tanquin les puntes, entre les quals les peces que hem de soldar queden oprimides. Els corrents oscil·len entre 1.000 A i els 100 KA.

### Soldadura autògena o oxiacetilènica

Utilitza, com a font de calor per fondre els metalls que cal soldar, la flama d'un bufador alimentat per una barreja d'oxigen amb un combustible, generalment acetilè, que s'hi crema. L'acetilè s'inflama a 350 graus i genera una flama molt lluminosa quan crema en l'ambient.

Tant l'oxigen com l'acetilè se subministren independentment en bombones o ampolles equipades amb vàlvules d'obertures i manòmetres que indiquen la pressió. El dispositiu que utilitza l'operari per efectuar la soldadura, i pel qual surt la flama, és conegut amb el nom de *bufador*. Els gasos en combustió poden arribar fins a temperatures de l'ordre dels 3.160 graus.



Soldadura autògena

## 1.3. Operacions amb màquines eina

Avui dia, moltes de les operacions de mecanització es poden fer per mitjà d'unes màquines eina. Les anomenades *màquines eina* duen incorporada una eina que és moguda per l'acció d'un motor.

Aquestes màquines tenen la funció de substituir la feina manual pel treball automàtic en la fabricació de peces. També duen a terme operacions que són pràcticament impossibles d'efectuar manualment (treballs peril·losos, que requereixen molta precisió, etc.).

El foradament és l'acció que més habitualment fan els muntadors de quadres elèctrics amb màquines eina. Però també hi ha altres tipus d'operacions, més típiques d'entorns industrials com són el fresatge, la serrada, el torneigament i la rectificació.

### 1.3.1. Operacions de trepatge

El trepatge consisteix a fer forats per tall de llimadures sobre un determinat material.

## Broques

L'eina mitjançant la qual es fan els trepatges és la broca. Consisteix en una barra d'acer temperat amb una hèlix al llarg de la seva superfície, esmolada per un extrem de manera que, en girar, penetra en el cos que s'ha de foradar i en talla petites porcions o llimadures.

Avui dia, les broques més generalitzades són les anomenades **broques helicoïdals**. La resta poden considerar-se broques especials (broques helicoïdals de més de dues ranures, fresas, broques per aixamfrantar, broques amb ranures o broques de forats per a la lubricació, etc.).



Broques de metall

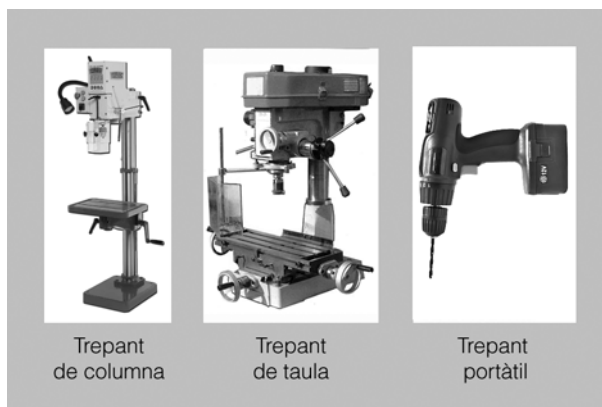
## El trepant

Per dur a terme l'operació del trepatge, cal que la broca faci dos moviments bàsics: un de principal i de rotació, per obtenir la velocitat de tall adequada, i un altre d'avanç o penetració, en la direcció de l'eix. Obtenim aquests dos moviments per mitjà d'una màquina eina anomenada *màquina de foradar* o, senzillament, *trepant*.

Hi ha diferents tipus de trepants, segons el tipus de constitució i complexitat. Els trepants més comuns són els següents (figura 16):

- **Trepant de columna.** La carcassa principal està constituïda per una columna rodona, en la qual es recolza un braç que pot lliscar verticalment i girar damunt seu.
- **Trepant de taula.** És semblant al trepant de columna, però més petit. Es caracteritza pel fet que podem col·locar-lo a sobre d'un banc o d'una taula.
- **Trepant portàtil.** És el tipus més estandarditzat, en part perquè té un preu baix. És una eina imprescindible, no només en un taller mecànic, sinó també a casa.

Figura 16. Tipus de trepants



Trepant de columna

Trepant de taula

Trepant portàtil

Les broques s'acostumen a subjectar als trepants per mitjà d'una pinça anomenada *portabroca*.

Cal col·locar la broca de manera que no oscil·li ni rellisqui o patini durant l'operació de trepatge. Per tant, ha de quedar ben fixada i centrada. D'altra banda, el portabroques ha d'estar sempre net per evitar que una possible acumulació de brutícia o llimadures provoqui que la broca quedi en una posició incorrecta. Mai no s'ha de colpejar ni forçar el portabroques.

Durant el procés de trepatge, és molt important triar la broca adequada. El tipus de broca que decidim triar dependrà, principalment, del material que hem de foradar. També és important triar la velocitat de foradament correcta i, si és necessari, refrigerar la broca.

### 1.3.2. Altres operacions

Les operacions de mecanitzat com ara l'ús del trepant o d'una serra automàtica, són molt comuns, fins i tot entre els aficionats al bricolatge. A banda de les operacions presentades, n'hi ha d'altres que requereixen una gran habilitat per part de l'operari: el tornejament, el fresatge i la rectificació. També veurem l'operació de serrada amb una serra automàtica.

Tot i que algunes d'aquestes operacions les podem realitzar amb màquines eina portàtils, avui dia hi ha màquines controlades per ordinadors, anomenades *màquines eina amb control numèric* o *màquines eina amb CNC (computerized numerical control)* per efectuar aquestes operacions.

El control numèric és un sistema de govern automàtic que consisteix bàsicament a transmetre a les màquines una sèrie d'ordres de treball (seqüència d'operacions) per mitjà d'un programa d'ordinador.

### El tornejament

El tornejament és l'operació mecànica que consisteix a treballar o mecanitzar una àmplia varietat de cossos de revolució (cilindres, cons, esferes, etc.) i a practicar-hi rosques de diferents tipus i formes, utilitzant una màquina eina anomenada **torn**.

Les operacions principals del tornejament són les següents:

- **Cilindratge.** Obtenció de superfícies cilíndriques de revolució.
- **Roscatge.** Obtenció de rosques, cargols i espàrrecs, en el cas d'un roscatge extern i de femelles en el cas del roscatge intern.
- **Trepatge.** Operació de fer forats en algun material.

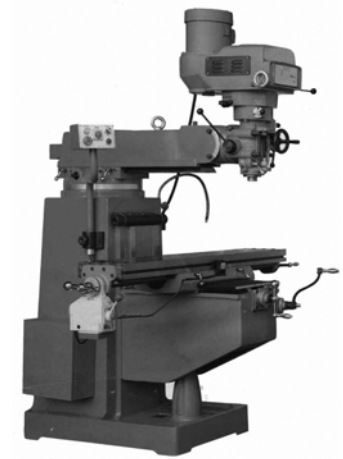


Fresadora de control numèric

## El fresatge

El fresatge és l'operació mecànica que consisteix a treballar o mecanitzar cossos prismàtics mitjançant l'acció d'arrencar llimadures. Alguns exemples són la mecanització de superfícies planes, la realització de ranures, les dents en peces i engranatges i, fins i tot, el treball sobre superfícies corbes i guerxades.

Aquestes operacions s'efectuen mitjançant eines de tall especials anomenades *freses*. Les freses estan muntades sobre una màquina eina que rep el nom de **fresadora**.



Fresadora

## La rectificació

La rectificació és una operació de conformació de peces en què el material sobrant que resta al damunt de la superfície d'una peça és eliminat per uns grans abrasius d'una eina que rep el nom de *mola*.

Les màquines eina sobre les quals es munta la mola s'anomenen **rectificadores**.



Rectificadora plana

## 2. Quadres elèctrics

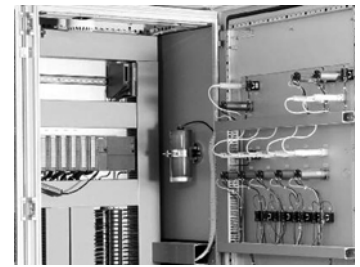
Un dels components més importants d'una instal·lació elèctrica és el quadre elèctric.

El **quadre elèctric**, entès com a tal i en conjunt, es defineix segons la norma **UNE EN 60439-1** com: la “combinació d'un o més aparells de connexió sota tensió, amb els materials associats de comandament, mesura, senyalització, protecció, regulació, etc., completament muntats sota la responsabilitat del constructor, amb totes les connexions internes, mecàniques i elèctriques i els elements estructurals”.

Un quadre elèctric és un armari protector on col·loquem i fixem tot l'aparellatge pertanyent a un circuit elèctric. Pràcticament, un quadre elèctric és tot l'envoltant que cobreix qualsevol tipus i grandària d'instal·lació elèctrica, el qual protegeix tots els elements de l'acció del temps i dels agents atmosfèrics.

En resum, és el conjunt que comprèn tots els aparells i accessoris necessaris per a la connexió i control dels circuits elèctrics.

La grandària i la forma d'un quadre elèctric poden variar notablement depenent del nombre d'aparells que hagi de tenir, de la distribució dels elements, del tipus de local on se situarà el quadre, etc.



Armari elèctric

### 2.1. Tipus de quadres elèctrics

Els diferents quadres que hi ha en el mercat cobreixen totes les necessitats que poden presentar-se per a la protecció dels equips i també compleixen les normes establertes per al tipus de circumstàncies a les quals es destinen. Podem fer una classificació en funció del següent:

- l'envoltant,
- el material i
- l'aplicació a utilitzar.

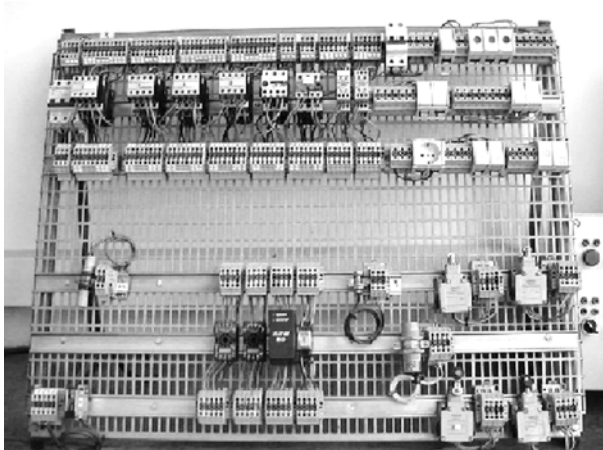
#### 2.1.1. Envoltant d'un quadre elèctric

Segons l'envoltant utilitzat en l'elaboració del quadre, podem dividir-los en: **armaris**, **pupitres** i **caixes**. També hi ha equips que es munten sense

caixa protectora (figura 17), és a dir, quadres elèctrics instal·lats a l'aire, en els quals no s'impedeix el contacte amb els elements quan aquests es troben sota tensió. Han d'estar situats en llocs d'accés permès únicament al personal encarregat de la revisió i manteniment, amb la qual cosa evitem el risc de contactes accidentals.

En aquest tipus de quadres hi ha la possibilitat d'acumulació de brutícia, pols, aigua i qualsevol altre element que pogués espatllar-los, per la qual cosa han d'instal·lar-se en llocs i sota circumstàncies en què puguin evitar-se tots els efectes anteriorment esmentats.

Figura 17. Quadre elèctric sense caixa protectora



### 2.1.2. Material

Atenent el material emprat en la fabricació dels quadres elèctrics, aquests es poden dividir-los en tres tipus: **metà·lics**, **termoplàstics** i **de polièster**.

#### Quadres metà·lics

Normalment estan fabricats en xapa d'acer, amb elements que en reforcen l'estanquitat segons les necessitats que actualment exigeix la indústria i també estan pensats per resoldre els muntatges que requereixin la instal·lació d'aparellatge i dispositius pesats. N'hi ha dos models típics, ben diferenciats, depenent de si la seva instal·lació és **mural** (els quals se subjecten a la paret), que també es denominen **cofres** i s'instal·len **sobre el sòl**, que són més grans i més pesats que els anteriors.

Els quadres d'**instal·lació mural** se subjecten a la paret mitjançant espàrrecs. Els armaris que s'instal·len sobre el sòl poden arribar a tenir dimensions tan grans que permetin l'accés a l'interior del personal que instal·la tots els elements, la revisió i verificació de tots els aparells que en formen part, i també de les tasques de reparació i manteniment que hagin de fer-se. Es fan servir generalment en instal·lacions industrials i solen dur una porta de vegades amb pany per impedir l'accés a tota persona aliena a les



Quadre metà·lic mural o cofre

tasques d'instal·lació o manteniment dels armaris elèctrics. Poden venir ja encaixats pel fabricant, encara que el tècnic electricista no tindrà cap problema a fer el muntatge mecànic si fos necessari. Un altre tipus d'armaris metàl·lics que també s'instal·len sobre el sòl són els denominats **pupitres de comandament**, que podem observar en la figura 18.

Figura 18. Pupitres de comandament



Armari metàl·lic d'instal·lació sobre sòl

En tots els models d'armaris metàl·lics és obligatòria la protecció dels operaris mitjançant el que es coneix com a **continuitat de les masses** (figura 19). És a dir, la connexió, o millor seria dir interconnexió, de tots els elements metàl·lics a terra.

Figura 19. Protecció per continuïtat de les masses



D'aquesta manera s'aconsegueix una **connexió equipotencial**, és a dir tots els elements de la instal·lació estan al mateix potencial o tensió pel que fa a massa o terra. L'equipotència constitueix un mitjà molt important per reduir el risc d'incendi, d'explosió i els riscos de mort pel xoc elèctric produït en l'espai que es vol protegir.

Hi ha diferents tipus d'armaris metàl·lics depenent de l'estanquitat que presentin. N'hi ha de tancats, que estan fabricats en xapa d'acer i recoberts d'una xapa protectora antioxidant i de pintura o esmalt d'assecat al forn; n'hi ha d'estancs que a més de tot l'anterior, impedeixen del tot l'entrada de pols i d'aigua i n'hi ha de blindats que es construeixen en fosa i estan protegits amb pintura; utilitzem aquests últims quan hem d'ins-

#### Envoltant antideflagrant

Un envoltant antideflagrant ha de complir tres requisits:

- Contenir una explosió interna sense deformació permanent.
- Garantir que la inflamació no pugui transmetre's a l'atmosfera circumdant.
- Presentar en qualsevol punt exterior una temperatura inferior a la temperatura d'actin-flamació dels gasos o vapors circumdants.

tal·lar-los en ambients oxidants o àcids, ja que estan fabricats amb materials als quals se'ls aplica un tractament anticorrosiu capaç de suportar l'acció d'aquestes atmosferes. Finalment, els quadres **antideflagrants** que protegeixen contra l'explosió, contra la pressió i contra gasos la temperatura d'inflamació dels quals sigui superior a 200 °C .

### **Quadres termoplàstics**

L'àmbit d'aplicació dels quadres termoplàstics cobreix des de la simple derivació de cables fins a la protecció de components electrònics. En el mercat hi ha una gran quantitat de models amb dimensions perfectament estudiades i diferents versions: amb tapes o ports transparents, fons amb semitroquelats i sense per al pas de cables, dispositius per a la fixació de material, etc.

### **Quadres de polièster**

Igual que els metàl·lics, els quadres elèctrics fabricats amb polièster solen ser estancs en més o menys proporció, i estan fabricats amb materials plàstics com ara el polièster, i fins i tot alguns d'ells van reforçats amb fibres que els fan més resistents.

Són els quadres més indicats per a tipus d'ambients molt concrets, però sobretot, quan a l'atmosfera hi ha presents gasos, humitats o altres elements que podrien espatllar els dispositius de la instal·lació. La col·locació és similar a la dels quadres metàl·lics.

#### **2.1.3. Aplicació d'un quadre elèctric**

Depenent de com els apliquem i els fem servir, els quadres elèctrics existents en el mercat, estan pensats, per resoldre les funcions següents:

- Distribució elèctrica.
- Protecció i mesura.
- Enllumenat públic.
- Caixa general de protecció.
- Armaris per a comptadors d'aigua.
- Armaris per a comptadors de gas.
- Automatismes.
- Centralització de comptadors.
- Electrònica, veu i dades.
- Control i comandament.
- Accessoris per a la instal·lació.
- Climatització.
- Telecomunicacions.

Lògicament, de tots aquests quadres disponibles en el mercat són merament elèctrics, per exemple, els de la figura 20.

Figura 20. Diferents tipus de quadres elèctrics segons la seva aplicació



## 2.2. Elements auxiliars

Un quadre elèctric no solament està compost per l'envoltant, sinó que és un conjunt format per tots els elements i dispositius que el constitueixen (contactors, relés, temporitzadors, etc.), el funcionament dels quals està clarament indicat en l'esquema de la instal·lació. Abans de muntar l'equip hauré de triar cadascun dels components que el constituïran, cosa que implica la utilització d'uns elements denominats *auxiliars*, que es classifiquen en dos grups: **elements auxiliars de muntatge** i **elements auxiliars de connexió** (que faciliten el muntatge).

### 2.2.1. Elements auxiliars de muntatge

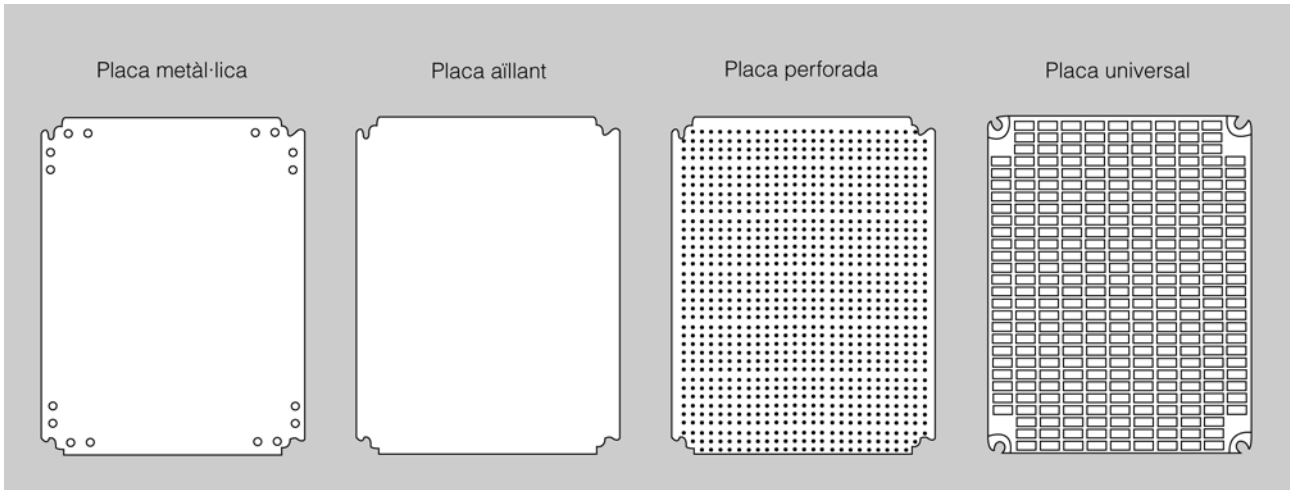
Els elements auxiliars de muntatge són els encarregats de facilitar el muntatge mecànic i el posterior cablatge elèctric d'un automatisme en l'interior d'un quadre o armari elèctric. Hi destaquen les plaques de muntatge i els carrils per suportar els dispositius.

#### Plaques de muntatge

En el mercat hi ha una gamma àmplia de plaques de muntatge (figura 21) que poden incorporar-se directament a les fixacions de l'armari o quadre elèctric; les més comunes són:

- Placa metàl·lica fabricada en acer.
- Placa aïllant en baquelita.
- Placa perforada de xapa d'acer galvanitzada i proveïda de trepants.
- Placa universal per a la fixació ràpida de l'aparellatge.

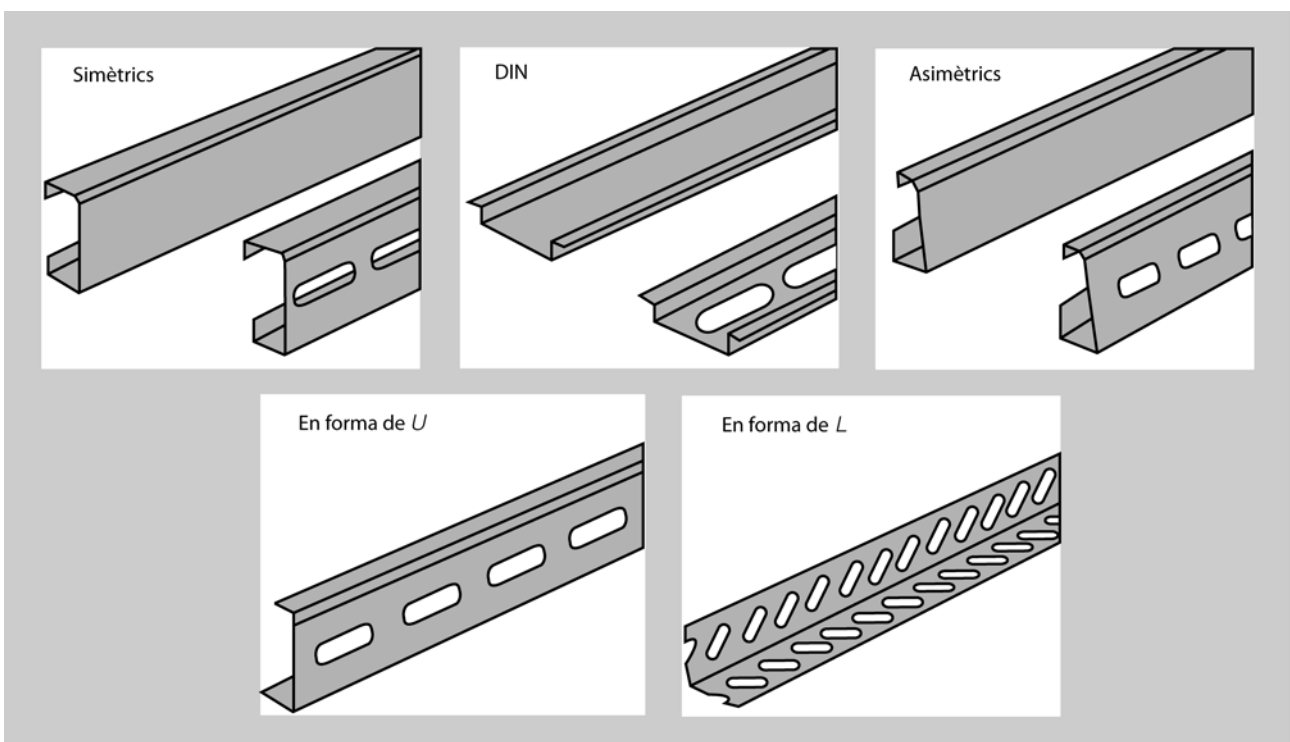
Figura 21. Diferents plaques de muntatge



### Carrils per suportar dispositius

Els carrils per suportar de dispositius són elements auxiliars del quadre elèctric que, subjectats mitjançant cargols al panell o bastidor del quadre, s'utilitzen per al suport i fixació d'aparellatge en quadres i armaris elèctrics. Els elements tenen un sòcol de la mateixa mesura que el carril, i exercint una petita pressió de l'element sobre el carril, aquest s'enganxa per mitjà d'una pestanya, que es desplaça per l'acció que realitza un petit moll allotjat en la base del dispositiu. N'hi ha de diferents models (figura 22) depenent de les necessitats.

Figura 22. Diferents tipus de carrils

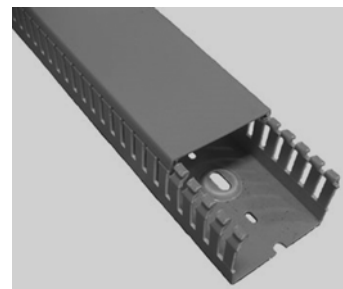


## 2.2.2. Elements auxiliars de connexió

Els elements auxiliars de connexió són els encarregats de facilitar el muntatge o cablatge elèctric d'un automatsme en l'interior d'un quadre elèctric. La seva funció consisteix a canalitzar tots els cables que es connectin als dispositius. Hi destaquen les canaletes perforades i els terminals i borns de connexió.

### Canaletes perforades

Fem servir les canaletes perforades per dur a terme el cablatge de la instal·lació dels equips, tant en forma vertical com en horitzontal. En el interior d'aquestes canaletes, s'introdueixen els diferents conductors que formen la instal·lació. Després de realitzar el connexionat dels equips, la canaleta es tapa, amagant els cables. Hi ha diferents grandàries de canaletes, depenent de la quantitat dels conductors a allotjar i de la secció d'aquests. Aquest sistema facilita la tasca de manteniment, ja que l'operari només ha de retirar la tapa de la canaleta per revisar la instal·lació.



Canaleta perforada

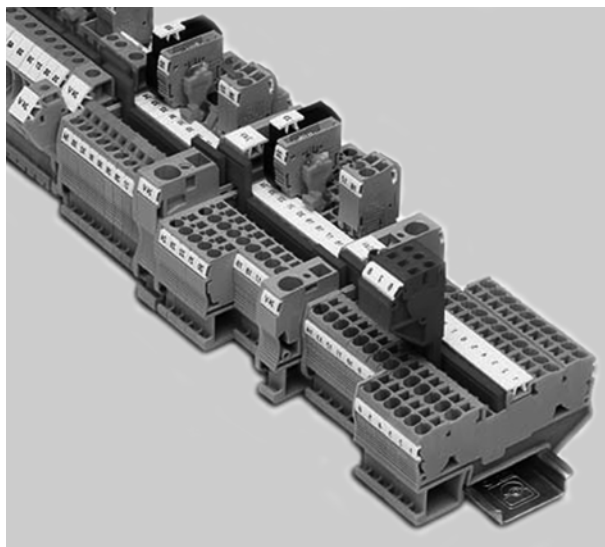


Terminals de connexió

### Terminals i borns de connexió

Els terminals o punteres són elements de connexió que col·loquem al final del cable. Consisteixen en unes peces metàl·liques amb diferents formes en un extrem, i en l'altre duen un orifici que és per on s'introdueix el cable que subjectem al terminal mitjançant pressió o soldadura. Com el seu nom indica, els borns de connexió o regletes de connexió, serveixen per connectar els conductors del quadre als dispositius instal·lats. Els muntem sobre carrils metàl·lics (figura 23) i duen dos cargols de connexió per inserir el cable.

Figura 23. Borns o regletes de connexió per al carril



### 2.3. Normativa per a quadres elèctrics

La normativa existent a Espanya per als quadres elèctrics de baixa tensió, és la UNE-EN 60439-1 (Conjunts d'aparellatge de baixa tensió), part 1 (Requisits per als conjunts de sèrie (CS) i els conjunts derivats de sèrie (CDS)).

Disposar, per tant, de conjunts provats segons la norma implica poder treballar amb una base segura per al desenvolupament posterior de noves solucions.

Els denominats **conjunts CS i CDS** poden entendre's de la manera següent:

- **CS:** conjunt d'aparellatge de baixa tensió, construït conforme a un tipus assajat segons la norma.
- **CDS:** conjunt d'aparellatge de baixa tensió, que deriva d'un CS completament assajat encara que amb parts modificades dels assajos tipus (per extrapolació, per càlcul) encara que han de complir els assajos corresponents.

De fet, els armaris que realment es fan servir tant en distribucions generals com secundàries responen al tipus CDS.

Això significa que el constructor del quadre, adquirint els diferents components (envoltant, jocs d'equipament, interruptors de potència, de tall en càrrega o jocs d'embarrats), pot efectuar únicament les proves tipus més simples, podent realitzar aquelles més crítiques, de curtcircuit i de sobretemperatura, de manera indirecta, per extrapolació o càlcul.

### 2.4. Elecció del quadre elèctric

El quadre elèctric és un component bàsic en el conjunt de la instal·lació elèctrica. L'elecció de les característiques que ha de tenir requereix una anàlisi molt detallada de les condicions de servei i de la fiabilitat que ha d'assegurar-se. Per a això, han de tenir-se en compte les importants sol·licitacions mecàniques i elèctriques que tenen lloc en un espai tan limitat.

Els aspectes que hem de considerar i que condicionen de manera determinant la definició geomètrica del quadre són diversos: ambientals, elèctrics, tèrmics i mecànics.

#### 2.4.1. Aspecte ambiental: condicionant del quadre elèctric

La norma UNE EN 60439-1 defineix les condicions normals de servei indicant valors ambientals límit dintre dels quals ha d'assegurar-se el

correcte funcionament. Hem de prendre en consideració: la temperatura ambient, la humitat relativa, l'altitud sobre el nivell del mar, i el grau de contaminació.

La part de l'aparellatge destinada a assegurar la protecció de l'equipament elèctric contra les influències externes i de l'entorn, realitza també la funció primària de protecció de les persones contra contactes directes (REBT ITC BT-24).

El grau de protecció que la norma UNE 20324 descriu per assegurar la protecció de les persones contra els contactes directes és similar a IP 2X. La primera xifra es refereix a la protecció contra la penetració de cossos estranys i contra l'accés per part de la persona a les parts actives contingudes a l'envoltant.

El significat de la **primera xifra** és assegurar la **protecció de les persones**. Durant el funcionament pot ser important controlar el valor de la magnitud elèctrica en joc (tensió, corrent) o realitzar el comandament manual d'un determinat aparell o dispositiu sense córrer el risc de tocar components en tensió.

La **segona xifra** es refereix a la **protecció contra l'entrada de líquids**. Si l'armari estigués instal·lat a l'exterior, el grau mínim de protecció requerit seria de 3 (IP X3).

Per a armaris instal·lats en interiors però sotmesos a variacions importants de temperatura (provocant condensació d'aigua...) la segona xifra no ha de ser inferior a 1 (IP X1).

En totes les instal·lacions previstes a cobert, que ja estan protegides de l'exterior gràcies a la construcció normal (parets, sostres...) és suficient, respectant la norma, un grau de protecció IP X0.

Així, els quadres de distribució utilitzats en centres residencials, escoles, biblioteques, sales de reunió o centres comercials, requereixen un nivell de protecció mínim de IP 20.

La **tercera xifra** es refereix a la **protecció contra cops o xocs** que es poguessin efectuar sobre l'envoltant; no se'n fa cap desenvolupament més perquè no es creu oportú per a aquest tema.

Resulta prou protegida un envoltant amb les dues primeres xifres que són les més habituals i normals en la pràctica. Podem observar una taula (taula 1), que identifica els graus de protecció d'un envoltant de material elèctric.



REBT

Taula 1. Graus de protecció d'un envoltant de material elèctric.

IP	Primera xifra	Segona xifra	Tercera xifra
	Protecció contra sòlids	Protecció contra líquids	Protecció mecànica
0	Sense protecció	Sense protecció	Sense protecció
1	Protegit contra cossos sòlids superiors a 50 mm (exemple: contactes involuntaris de la mà)	Protegit contra la caiguda de gotes verticals d'aigua	Energia de xoc 0,150 J
2	Protegit contra cossos sòlids superiors a 12 mm (exemple: dits de la mà)	Protegit contra caigudes d'aigua fins a 15° de la vertical	Energia de xoc 0,200 J
3	Protegit contra cossos sòlids superiors a 2,5 mm (exemple: eines, cables...)	Protegit contra l'aigua de pluja fins a 60° de la vertical	Energia de xoc 0,350 J
4	Protegit contra cossos sòlids superiors a 1 mm (exemple: eines fines, petits cables...)	Protegit contra les projeccions d'aigua en totes direccions	Energia de xoc 0,500 J
5	Protegit contra la pols (sense sediments perjudicials)	Protegit contra el llançament d'aigua en totes direccions	Energia de xoc 0,700 J
6	Totalment protegit contra la pols	Protegit contra el llançament d'aigua similar als cops de mar	Energia de xoc 1,00 J
7		Protegit contra la immersió	Energia de xoc 2,00 J
8			Energia de xoc 5,00 J
9			Energia de xoc 10,00 J
10			Energia de xoc 20,00 J

#### 2.4.2. Aspecte elèctric: condicionant del quadre elèctric

L'esquema elèctric de la instal·lació és determinant en l'elecció de l'armari pel que fa a les dimensions. Limitant-nos estrictament al criteri dimensional, l'espai (dimensions de l'armari) a preveure, que ha de contenir l'embolcallat, es pot deduir molt fàcilment a partir de l'àmplia oferta disponible en el mercat i de les dimensions de l'aparellat, modular i no modular, que ha de contenir l'embolcallat.

Altres aspectes que poden determinar l'estructura de l'armari són els següents:

- L'entrada de l'alimentació (per la part superior o inferior, mitjançant cables o platines).
- Els espais suficients per assegurar la facilitat d'inspecció, verificació i manteniment.

L'elecció completa de l'armari contempla òbviament les característiques elèctriques relatives a la secció de la instal·lació en la qual s'instal·larà.

Uns valors característics que poden servir com exemple d'una instal·lació són els següents:

- Tensió nominal d'aïllament: 1.000 V
- Corrent nominal màxima d'ocupació: 3.200 A
- Corrent de curtcircuit: 70 CA, 1 s
- Corrent de cresta: 154 CA

### 2.4.3. Aspecte mecànic: condicionant del quadre elèctric

L'armari ha de ser adequat per plantar cara a les sol·licitacions mecàniques produïdes pel corrent de curtcircuit.

Prenent com a exemple una xapa d'un gruix de 2 mm, aquesta assegura les prestacions elèctriques fins als valors màxims d'un quadre elèctric estàndard. També els elements d'unió de les peces estan a l'altura de la situació, les unions de les peces i de les cel·les asseguren la perpendicularitat de les cel·les així com la rigidesa mecànica.

Si prenem com a exemple que utilitzem el fons com estructura base, sobre aquest aniran incorporats els muntants de fixació dels jocs d'equipament així com els blocs de fixació de la resta de l'estructura externa: laterals i tapes (superior i inferior) o sòcol.

## 2.5. Comprovació d'un quadre elèctric

Per començar la comprovació d'un quadre elèctric comprovarem totes les connexions sobre tots i cadascun dels elements del quadre i ajustarem els aparells de protecció existents; després començarem a realitzar la verificació per l'ordre següent:

**1) Prova del circuit de comandament.** Farem aquesta prova amb el circuit de potència desconnectat, és a dir sense càrrega. Els elements de comandament com actuadors, sensors, etc., se simularan mitjançant l'obertura o tancament d'un contacte (un cable que uneixi els borns corresponents). Si les proves resulten vàlides, passarem a la comprovació del circuit de potència.

**2) Prova del circuit de potència.** Farem aquesta prova sense tensió, per la qual cosa caldrà desconnectar el circuit de potència de l'alimentació. Utilitzem un mesurador de continuïtat per comprovar cadascun dels

dispositius (contactors, relés, temporitzadors, etc.) que anirem accionant manualment per verificar-ne el bon funcionament.

**3) Prova del circuit de protecció.** Consisteix a comprovar cadascun dels elements de protecció que hi ha al quadre. Verificarem els diferencials amb la tecla de test que disposen, comprovarem els magnetotèrmics revisant el calibre i la corba de tir de cadascun d'ells, per corroborar que els hem triat apropiadament i revisarem els fusibles per verificar-ne el calibre i la classe de servei. Quant al conductor de protecció (presa de terra), en comprovarem la continuïtat en tots els elements metàl·lics del quadre, així com a la porta d'aquest, si és que l'armari en disposa.

Una vegada comprovats tots i cadascun dels punts anteriors, procedirem a la verificació final del quadre, aquesta vegada amb tensió, i simulant el funcionament de tots els elements del quadre.

Un cop concloses aquestes proves donarem per acabada la comprovació i verificació del quadre i passarem a l'engegada de la instal·lació.

## 2.6. Engegada

Un cop feta la comprovació i verificació del quadre, cal engegar-lo en el lloc d'emplaçament, seguint els passos que se citen a continuació:

- 1) Col·locar i fixar l'equip en el lloc d'emplaçament.
- 2) Alimentar el quadre amb els cables i connectors elèctrics adequats.
- 3) Comprovar les connexions d'alimentació dels receptors.
- 4) Verificar la prova en buit del circuit de comandament.
- 5) Verificar la prova en càrrega del circuit de potència.

Un cop hem arribat a aquest punt donem per acabada l'engegada del quadre, controlarem el bon funcionament de la instal·lació a través de les tasques de manteniment.

## 2.7. Manteniment

Per portar a terme el manteniment del quadre, hem de confeccionar una plantilla o llibre de manteniment en el qual figuri la data en què vam fer el manteniment i les parts específiques de cada element a verificar, com són, contactors, relés tèrmics, temporitzadors, elements auxiliars de comandament, aparells de mesura, etc.

Resulta fonamental una bona neteja, comprovar la temperatura interna que arriba a l'armari a ple rendiment, vigilar que tingui bona ventilació i

que tots els filtres estiguin nets, comprovar que tots els terminals de components i elements estiguin bé atapeïts i recordar que tots els components deurien estar identificats i marcats en el quadre elèctric així com els cables que els interconnecten.

## 2.8. Gestió tèrmica

L'aparició de nous elements i dispositius basats en l'electrònica de potència fan de la gestió de la temperatura una necessitat que cal tenir en consideració, cada vegada amb més freqüència, per a la concepció dels quadres elèctrics.

El temps de vida dels components, en funció de les condicions de temperatura i d'humitat a l'armari, fa que els valors ideals siguin de 10 a 40 °C per a la temperatura i de 30% a 90% per al d'humitat relativa (HR).

Hi ha diferents solucions per eliminar els problemes de temperatura en els quadres elèctrics, de les quals podem destacar les següents:

- Dispositius de ventilació forçada i natural.
- Grups de climatització.
- Intercanviadors aire-aigua / aire-aire.
- Resistències calefactores.
- Dispositius de control: termòstat, higròmetre, higròstat.

