

Dibuix tècnic aplicat als automatismes

Joseba Zubiaurre Lusa

Automatismes industrials

Índex

Introducció	5
Resultats d'aprenentatge	6
1. Interpretació de la documentació tècnica	7
1.1. Simbologia	7
1.1.1. Símbols utilitzats en automatismes elèctrics	7
1.1.2. Identificació de components d'un automa-tisme	17
1.1.3. Referència de components d'un automa-tisme	18
1.2. Programari d'esquemes elèctrics	23
1.2.1. Introducció a Dia	25
1.2.2. Baixada i instal·lació de Dia	25
1.2.3. Elements principals de Dia	30
1.2.4. Elements del diagrama	41
1.3. Pràctiques del programari d'esquemes elèctrics	49
1.3.1. Creació d'un objecte elèctric	49
1.3.2. Afegir formes noves	50
2. Dibuix tècnic aplicat	54
2.1. Representació	54
2.2. Croquis	64
2.3. Acotació	65

Introducció

La importància que té el control automàtic de màquines i sistemes en la nostra vida és cada vegada més palpable. En qualsevol moment, en qualsevol instant, ara mateix s'està utilitzant algun automatisme elèctric i no únicament en el món laboral, que és un dels sectors de més gran concentració d'aquests tipus de sistemes. Davant la necessitat d'aquests tipus d'instal·lacions comença aquesta unitat denominada "Dibuix tècnic aplicat als automatismes", que està dividida en dos apartats.

A l'apartat "Interpretació de documentació tècnica", es tracta el sistema de representació amb una simbologia normalitzada utilitzada en els automatismes elèctrics i per a rematar aquesta unitat, es fa una introducció als diferents programaris de dibuix vectorial. En particular es descriu l'aplicació Dia, tant la seva baixada i instal·lació, com els elements i eines que la componen.

Per a completar aquest primer apartat i amb el nom de "Pràctiques del programari d'esquemes elèctrics", es detalla la creació de nous objectes elèctrics i com afegir aquests nous objectes a les biblioteques de l'aplicació Dia.

A l'apartat "Dibuix tècnic aplicat", s'estudien les representacions més típiques a l'hora de dissenyar i dibuixar una peça per a després portar a terme la seva fabricació i adaptació al quadre elèctric. Es fa un repàs a les vistes més comunes d'una peça i a la realització d'un croquis d'aquesta en la qual es detallaran les cotes mínimes i suficients per a la seva posterior fabricació.

Resultats d'aprenentatge

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

1. Dibuixar elements bàsics i conjunts, aplicant la normalització

1. Interpretació de la documentació tècnica

Els components o identificacions que formen part d'un esquema elèctric han d'estar representats per un símbol normalitzat. A Espanya es fa servir la norma UNE (una norma espanyola), controlada i certificada per l'Associació Espanyola de Normalització (AENOR).

Cada país té la seva norma particular però en l'àmbit internacional es fa servir la norma CEI (Comissió Electrotècnica Internacional) i en un àmbit més proper la norma europea EN, elaborada pel CEN (Comitè Europeu de Normalització). La norma EN ha estat afavorida, d'alguna manera, per la llibertat de mercat entre empreses de material elèctric de la Unió Europea.

1.1. Simbologia

Tots els elements o parts determinades d'un automatisme elèctric han d'estar representats per un símbol en relació amb una normativa. Això n'assegura la interpretació per part de qualsevol tècnic en el moment de dissenyar un esquema o de seguir-lo per fer el muntatge o cablatge en un quadre elèctric o en una instal·lació.

Podem classificar els símbols elèctrics que fem servir en automatismes segons els criteris següents:

- Símbols per a la designació de corrents.
- Símbols per a la designació de conductors, connexions o borns.
- Símbols de contactes.
- Símbols d'elements de comandaments de control (bobines).
- Símbols que es fan servir per identificar comandaments mecànics dels elements d'accionament.
- Símbols que es fan servir per identificar comandaments elèctrics dels elements d'accionament.
- Símbols de senyalitzacions.
- Símbols d'elements de protecció.
- Símbols de màquines.

1.1.1. Símbols utilitzats en automatismes elèctrics

Els símbols identificatius de corrents més representatius utilitzats en els esquemes d'automatismes són els que figuren en la taula 1.

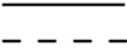





AENOR

AENOR (Associació Espanyola de Normalització i Certificació) és una institució espanyola, privada, independent, sense ànim de lucre que contribueix, mitjançant el desenvolupament d'activitats de normalització i certificació (N + C), a millorar la qualitat a les empreses, els seus productes i serveis, així com a protegir el medi ambient i, amb això, el benestar de la societat. Està reconeguda en els àmbits nacional, comunitari i internacional per al desenvolupament de les seves activitats.

UNE



Les UNE (una norma espanyola) són un conjunt de normes tecnològiques creades pels comitès tècnics de normalització (CTN), dels quals formen part totes les entitats i agents implicats i interessats en els treballs del comitè. Per regla general, aquests comitès solen estar formats per AENOR, fabricants, consumidors i usuaris, administració, laboratoris i centres d'investigació. Després d'haver-les creat, tenen un període de sis mesos de prova en el qual són revisades públicament, i després són redactades definitivament per la comissió, sota les sigles UNE. Per descomptat, són actualitzades periòdicament. Les normes es numeren seguint una classificació decimal.

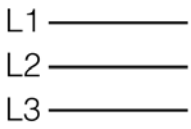


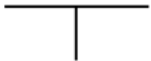

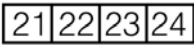
Taula 1. Designació de corrents

Símbol	Descripció
	Corrent continu: el valor de la tensió pot senyalitzar-se a la dreta del símbol.
	Corrent altern: el valor de la freqüència pot indicar-se a la dreta del símbol.
	Corrent rectificat
3 ~ 50 Hz	Corrent altern trifàsic a 50 Hz
	Polaritat positiva
	Polaritat negativa
	Posada a terra

Els símbols identificatius de conductors, connexions o borns més representatius són els que figuren en la taula 2.

Taula 2. Designació de conductors, connexions i borns


Símbol	Descripció
	Conductor del circuit de maniobra
	Conductor del circuit de potència



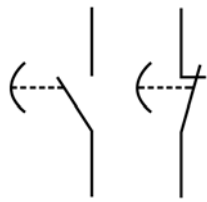
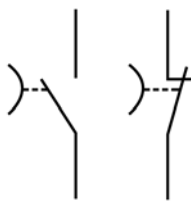
Símbol	Descripció
	Conjunt de 3 conductors (sistema trifàsic)
	Conductor neutre
	Conductor de protecció
	Derivació
	Connexió fixa
	Borns de connexió. Conjunt de regletes

Els contactes poden ser per ells mateixos elements operatius propis, com és el cas d'un interruptor, o formar part d'altres mecanismes com ara els contactes d'un contactor, un relé o un pressòstat.

Els símbols de contactes dins d'un automatsme elèctric més freqüents són els que figuren en la taula 3.

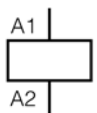
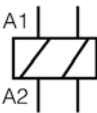
Taula 3. Designació de contactes

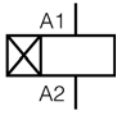
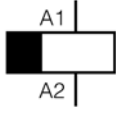
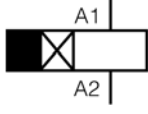
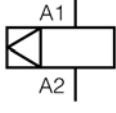
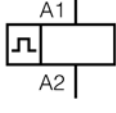
Símbol	Descripció
	<p>Contacte obert NO o contacte de tancament</p> <p>Símbol genèric aplicable als contactes d'un contactor, relé o dispositiu d'accionament</p>

Símbol	Descripció
	Contacte obert NC o contacte d'obertura Símbol genèric aplicable als contactes d'un contactor, relé o dispositiu d'accionament
	Contacte commutat obert-tancat amb un born comú.
	Contacte temporitzat obert a la connexió i contacte temporitzat tancat a la connexió
	Contacte temporitzat obert a la desconexió i contacte temporitzat tancat a la desconexió

Els símbols d'elements de comandaments de control més comuns són els de la taula 4.

Taula 4. Símbols de comandaments de control

Símbol	Descripció
	Comandament electromagnètic. Símbol genèric Pot representar la bobina d'un contactor (amb designació K1M, per exemple) o la bobina d'un relé (amb designació K1, per exemple)
	Comandament electromagnètic amb dues bobines o dos enrotllaments

Símbol	Descripció
	Comandament d'un relé temporitzador a la connexió
	Comandament d'un relé temporitzador a la desconexió.
	Comandament d'un relé temporitzador a la connexió-desconnexió
	Comandament electromagnètic amb enclavament mecànic. Bobina d'un teleruptor
	Comandament electromagnètic d'un relé temporitzador d'intermitència

Teleruptor

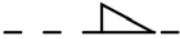


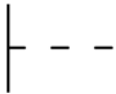
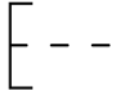
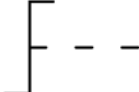
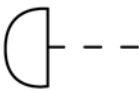
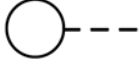
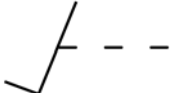
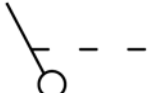
El teleruptor és un relé amb un enclavament mecànic. Amb un impuls a la bobina en commutem els contactes i amb un altre impuls els contactes tornen a la posició inicial.

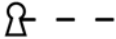
Hi ha elements que hem de representar amb una combinació de més d'un símbol. Molts dispositius de comandament es representen amb un contacte obert o tancat associat a un símbol que representa el sistema d'actuació o comandament sobre l'element.

Els símbols més representatius que fem servir per complementar un mecanisme d'accionament, segons el sistema de comandament mecànic, són els que figuren en la taula 5.

Taula 5. Símbols de comandaments mecànics

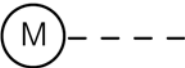
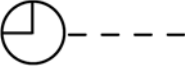
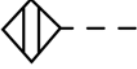

Símbol	Descripció
a) - - - -	Enllaç mecànic llarg (a) i enllaç mecànic curt (b)
b) = = = =	

Símbol	Descripció
	Dispositiu d'enclavament
	Dispositiu automàtic amb retorn a la posició
	Dispositiu no automàtic amb retorn a la posició
	Símbol genèric d'un comandament mecànic manual
	Accionament manual per polsador
	Accionament manual per rotació
	Accionament manual de bolet
	Accionament mecànic per corró. Típic accionament d'un final de cursa
	Accionament per pedal
	Accionament manual per palanca

Símbol	Descripció
	Accionament amb el dispositiu amb la utilització d'una clau

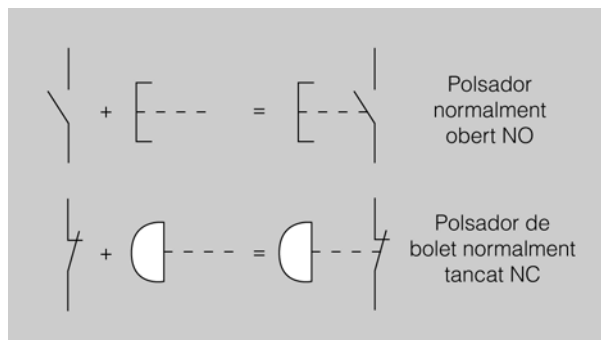
Altres vegades els contactes oberts o tancats dels diferents dispositius canvien en la posició de repòs en funció d'un accionament que depèn d'una actuació elèctrica, com passa amb els accionaments que figuren en la taula 6.

Taula 6. Símbols elèctrics de comandament

Símbol	Descripció
	Accionament per l'acció d'un motor elèctric
	Accionament per l'acció d'un rellotge elèctric
	Accionament per proximitat (símbol genèric)
	Accionament per proximitat d'un imant


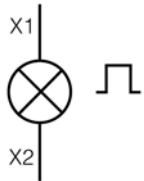

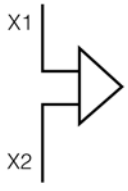
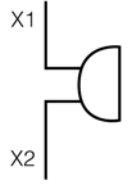
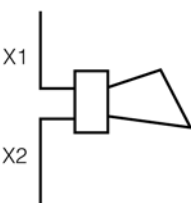
Si hem de representar el símbol d'un polsador ho farem amb la suma de dos símbols, tal com es representa en la figura 1.

Figura 1. Complementació de símbols. Polsador NO i polsador de bolet NC




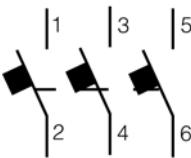
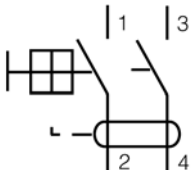
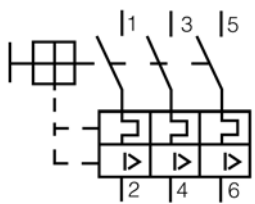
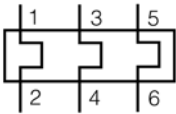

Els símbols més representatius de les senyalitzacions que es fan servir en un automatisme elèctric són els que figuren en la taula 7.

Taula 7. Símbols de senyalitzacions

Símbol	Descripció
	<p>Bombeta de senyalització</p>
	<p>Bombeta de senyalització de funcionament intermitent</p>
	<p>Timbre</p>
	<p>Sirena</p>
	<p>Brunzidor</p>
	<p>Botzina</p>

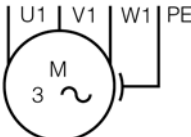
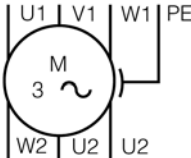
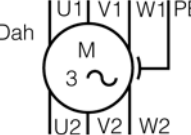
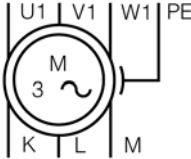
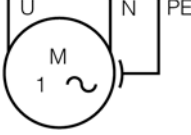
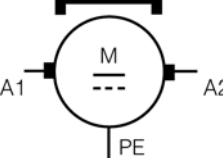
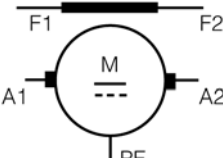
En els esquemes d'automatismes, molt sovint s'han de representar els elements de protecció. En la taula 8 figuren els més representatius.

Taula 8. Símbols d'elements de protecció

Símbol	Descripció
	Interruptor automàtic de protecció contra curtcircuits i sobrecàrregues per un sistema monofàsic
	Interruptor automàtic de protecció contra curtcircuits i sobrecàrregues per un sistema trifàsic
	Relé diferencial
	Disjuntor per a la protecció d'un motor trifàsic
	Representació del relé tèrmic per al circuit de potència
	Fusible per a la protecció de curtcircuits

Les màquines o motors elèctrics són molt sovint els receptors finals d'un automatsme. Els símbols més significatius són els que figuren en la taula 9.

Taula 9. Símbols de màquines

Símbol	Descripció
	Motor trifàsic de gàbia d'esquirol
	Motor trifàsic de dos enrotllaments estatòrics separats, de dues velocitats
	Motor trifàsic Dahlander de dues velocitats
	Motor trifàsic de rotor bobinat
	Motor monofàsic
	Motor de corrent continu amb imant permanent
	Motor de corrent continu amb excitació independent

1.1.2. Identificació de components d'un automatisme

Els símbols elèctrics d'un automatisme han d'estar sempre identificats correctament dins d'un esquema.

Tots els símbols que formen part d'un esquema s'identifiquen amb una lletra que indica el *tipus d'aparell*, seguit d'un número que el diferencia d'altres aparells dins de l'esquema. Podem afegir també una lletra final que indica el *tipus de funció* associada a l'element.

En la taula 10 s'identifiquen les lletres que fan referència al tipus d'aparell. Serà sempre la primera indicació que complementarà el símbol d'un element.

Taula 10. Identificació del tipus d'aparell

Lletra	Tipus d'aparell	Exemple
A	Conjunts, grups constructius	Amplificadors, regulador de velocitat, autòmata programable, etc.
B	Transductor de magnituds no elèctriques en magnituds elèctriques i al contrari	Detector fotoelèctric, detector de proximitat, pressòstat, termòstat
C	Condensador	
D	Dispositiu de temporització, dispositiu de memòria, operador binari	Elements d'enllaç, conductors de retard, elements monoestables i biestables
E	Materials varis	Enllumenat, calefacció, o elements no identificats en aquesta taula
F	Dispositiu de protecció	Relés de protecció, fusibles, disjuntors protector de motor, limitadors de sobretensions
G	Generador, dispositiu d'alimentació	Generador, alternador, bateries
H	Senyalització	Bombetes de senyalització, timbres, sirenes, botzines
K	Contactador, relé	Contactors de potència, relés de comandament, relés temporitzadors
L	Inductància	Bobines d'inducció
M	Motor	Motors de CA i motors de CC
N	Amplificador o regulador	Circuits integrats
P	Aparell de mesura o prova	Aparells de mesura, comptadors, commutadors horaris
Q	Aparell de maniobra per circuit de potència	Seccionador, interruptors de potència
R	Resistència	Resistència regulable, potenciòmetres
S	Aparell mecànic de connexió	Polsadors, interruptors, commutadors, selectors rotatius, interruptors fi de cursa
T	Transformador	Transformadors de tensió o intensitat
U	Modulador, convertidor	Convertidor de freqüència, convertidor-rectificador
V	Vàlvula, semiconductor	Tubs de buit, bombeta de descàrrega, rectificador
W	Via de transmissió, antena	Fils de connexió, dipols, antenes, antenes parabòliques

Lletra	Tipus d'aparell	Exemple
X	Borns, endoll	Clavilla, born o regleta de connexió
Y	Equip mecànic amb accionament elèctric	Electrovàlvula pneumàtica, electroimant
Z	Equip de compensació, filtre	Equilibradors, correctors

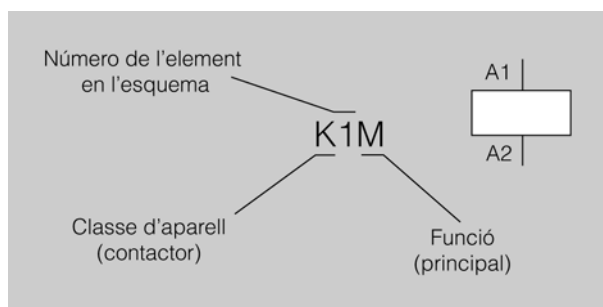
En la taula 11 s'identifiquen les lletres que fan referència al tipus de funció.

Taula 11. Identificació de funcions

Lletra	Funció	Lletra	Funció
A	Funció auxiliar	N	Mesura
B	Direcció de moviment	P	Proporcional
C	Comptar	Q	Estat (marxa, aturada)
D	Diferenciar	R	Reposició, reinicialització, posada a zero
E	Funció connectar	S	Memoritzar, registrar
F	Protecció	T	Retardar
G	Prova	V	Velocitat
H	Senyalització	W	Sumar
J	Integració	X	Multiplicar
K	Servei polsant	Y	Analògica
L	Designació de conductors	Z	Digital
M	Funció principal		

Així, doncs, la identificació final d'un element dins d'un esquema d'automatisme pot quedar com el de l'exemple de la figura 2.

Figura 2. Exemple d'identificació d'un element



1.1.3. Referència de components d'un automatisme

La identificació dels components d'un automatisme és essencial tant per al disseny com per al muntatge posterior de la instal·lació. Aquesta identificació es fa amb números quan es tracta d'identificar cada un dels borns dels contactes elèctrics, i amb lletres i números quan es tracta de designar components. És un sistema estandarditzat que garanteix sempre la mateixa interpretació.

1) Referència dels borns

Quan hem de muntar o cablejar una instal·lació segons un esquema, ho fem seguint la referència de **tots els borns** de connexió dels elements que formen part de la instal·lació. El marcatge dels borns facilita també les operacions de manteniment o reparació.

La referència és la identificació dels borns amb un número o amb una lletra i un número segons element. Aquesta identificació és la que indica, de manera expressa, el fabricant en l'aparell mateix al costat de cada born, o en alguns casos, en la placa de característiques.

Els borns de les bobines dels contactors, bobines dels relés de comandament o relés temporitzadors es referencien de manera normalitzada amb A1 i A2.

Els borns de connexió de tots els elements de senyalització òptica o acústica es referencien amb X1 i X2.

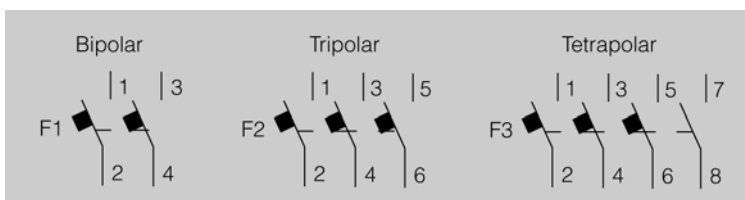
Els borns dels contactes (tant oberts com tancats) dels diferents elements mereixen una consideració especial.

2) Referència dels contactes principals

El marcatge dels borns dels contactes principals o de potència de contactors, interruptors automàtics, disjuntors, els borns principals de relés tèrmics, etc. es fa amb un sol número, que serà sempre imparell en el born d'entrada (dalt), i amb el número immediat superior en el born de sortida (baix).

Els contactes poden ser bipolars, tripolars o tetrapolars; per això, la numeració es fa en progressió d'esquerra a dreta, segons l'exemple de la figura 3.

Figura 3. Exemple de referència dels contactes principals d'un interruptor automàtic de protecció



3) Referència dels contactes auxiliars de contactors i relés de comandament i contactes d'elements d'accionament

També hem de referenciar els contactes dels elements d'accionament com ara pulsadors o interruptors, els contactes auxiliars dels contactors o contactes dels relés de comandament segons un mateix criteri.

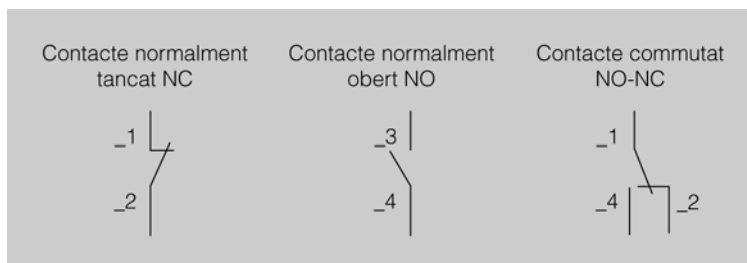
Tots els borns dels contactes auxiliars dels contactors o relés de comandament i dels contactes d'elements d'accionament s'han de marcar amb un número de dues xifres:

- La primera xifra indicarà el número d'ordre, o la posició del contacte sobre l'aparell.
- La segona xifra indica el tipus de funció que fa el contacte, o d'obertura o de tancament.

La segona xifra variarà, doncs, de la manera següent:

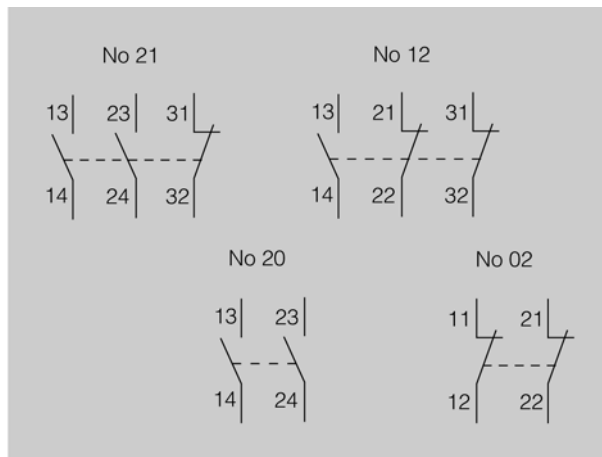
- En un contacte normalment tancat o d'obertura (NC), identificarem sempre la segona xifra de cada un dels dos borns amb un 1 i un 2, respectivament.
- En un contacte normalment obert o de tancament (NO), identificarem sempre la segona xifra de cada un dels dos borns amb un 3 i un 4, respectivament.
- En un contacte commutat, identificarem sempre la segona xifra de cada un dels tres borns amb un 1 en el born que sigui comú, un 2 en el born que estigui normalment tancat i un 4 en el born que estigui normalment obert.

Figura 4. Referència de contactes auxiliars o d'elements d'accionament segons la funció del contacte



La identificació final dels contactes auxiliars d'un contactor podria ser com la que es mostra en la figura 5. Cal tenir en compte que la disposició o nombre de contactes auxiliars NO i NC pot variar en funció del model o tipus de contactor.

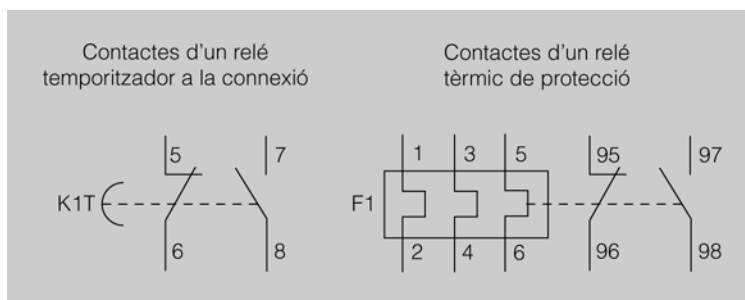
Figura 7. Exemple d'identificació del nombre característic de contactors o relés de comandament



Els contactes auxiliars d'elements de protecció contra sobrecàrregues, que intervenen en la maniobra d'un automatsme elèctric, els referenciem sempre:

- Contactes NO: 97 i 98
- Contactes NC: 95 i 96

Figura 8. Exemple de contactes de temporitzador i relé tèrmic



4) Referència d'elements del circuit de potència

Els símbols amb els quals desenvoluparem i completarem un circuit de potència també han d'estar referenciats de manera convenient, per exemple:

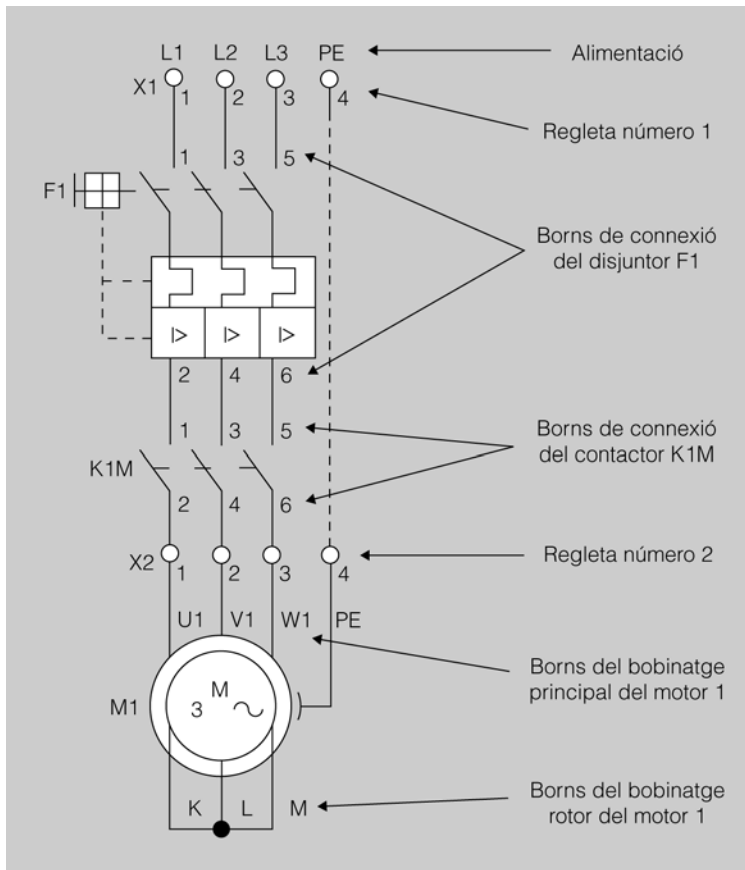
- L'alimentació d'un circuit es referencia: L1, L2, L3 per als conductors de fase; N per al conductor neutre; i PE per al conductor de protecció.
- Borns de màquines o motors elèctrics: U, V, W per a borns d'entrada de les bobines; Z, X, Y per a borns de sortida de les bobines. K, L, M per a borns de bobines d'un rotor bobinat.

5) Referència dels borns de connexió

Els borns de connexió o regletes, que connecten elements exteriors d'un quadre d'automatsme amb els aparells o elements de l'interior del quadre, també els referenciem en els esquemes elèctrics d'automatismes.

Referenciem un grup de borns o regletes amb un nombre determinat de borns amb una X més un número que identifica el conjunt i el diferencia amb un altre grup de borns o regletes (exemple: X1 serà el conjunt de regletes 1 i X2 serà el conjunt de regletes número 2). També cada born de connexió d'un mateix conjunt l'identifiquem amb un número que normalment coincideix amb l'ordre dins del mateix conjunt (exemple: X1-3 serà el born 3 del conjunt de regletes número 1) (figura 9).

Figura 9. Exemple de referència dels elements d'un circuit de potència



1.2. Programari d'esquemes elèctrics

La representació d'un dibuix tècnic es pot fer en paper o sobre pantalla. Les eines que s'utilitzen són regles, compassos, llapis, esquadres, cartabons, tiralínies i equips informàtics (maquinari i programari).

Un **programari de dibuix tècnic** és una aplicació informàtica que representa sobre una superfície plana tot tipus d'objectes, amb l'objectiu que proporcioni la informació necessària per a la seva construcció o instal·lació.

El disseny assistit per ordinador (CAD) és l'ús d'eines informàtiques per fer els plànols i esquemes de qualsevol tipus. Els usos d'aquestes eines varien des d'aplicacions basades en vectors i sistemes de dibuix en dues di-

mensions (2D) fins a modelitzadors en tres dimensions (3D). Consisteix en una base de dades d'entitats geomètriques (punts i línies) amb la qual es pot operar mitjançant una interfície gràfica.

Entre les eines informàtiques per fer esquemes elèctrics i electrònics hi ha AutoCAD, Visio i Dia.

AutoCAD és un programa de disseny assistit per ordinador (CAD) per a dibuix en 2D i 3D de l'empresa Autodesk.

El programa disposa d'una interfície gràfica d'usuari (GUI) que processa imatges de tipus vectorial, encara que admet incorporar mapa de bits, en què es dibuixen figures bàsiques o primitives (línies, arcs, rectangles, textos), i mitjançant eines d'edició es creen gràfics més complexos.

El programa permet organitzar els objectes per mitjà de capes o estrats, i ordenar el dibuix en parts independents amb diferents colors i grafismes. L'ús de blocs permet la definició i modificació única de múltiples objectes repetits. Part del programa AutoCAD s'orienta a la producció de plànols, i per a això fa servir els recursos tradicionals de grafisme en el dibuix, com color i grossor de línies.

L'extensió de l'arxiu d'AutoCAD és DWG, però permet exportar en altres formats com DXF, que permet compartir dibuixos amb altres plataformes de dibuix CAD.

Altres productes similars a AutoCAD són CATIA, QCAD, Microstation, ArchiCAD, Architectural DeskTop ADT i Mechanical DeskTop MDT.

Visio és un programari de dibuix vectorial de l'empresa Microsoft.

Les eines de Visio permeten fer plànols d'oficines, diagrames de bases de dades, diagrames de flux de programes i UML. L'extensió Visio és VSD.

Inicialment, Visio era una aplicació per a dibuix tècnic per a l'enginyeria i l'arquitectura i amb eines per desenvolupar diagrames de negocis i en possible competència amb els programaris de CAD. Avui dia, Visio s'orienta més a desenvolupar diagrames i esquemes.

Dia és un programari de dibuix vectorial desenvolupat com a part del projecte GNOME (entorn d'escriptori per a sistemes operatius de tipus Unix). Està concebut de manera modular, amb diferents paquets o biblioteques de formes.

Dia és l'alternativa lliure del programari comercial Visio. Es pot utilitzar per dibuixar diferents tipus de diagrames i disposa de biblioteques per elaborar diagrames UML, diagrames de flux, diagrames de xarxes i diagrames de circuits elèctrics i electrònics.

S'hi poden afegir nous objectes, dibuixar-los amb un subconjunt de SVG i incloure'ls en un arxiu XML. El format per llegir i emmagatzemar gràfics és XML.

UML

UML, llenguatge unificat de modelatge, és el llenguatge de modelatge de sistemes de programari més conegut i utilitzat en l'actualitat. És un llenguatge gràfic per visualitzar, especificar, construir i documentar un sistema de programari. És un estàndard per descriure un plànol del sistema o model, inclosos aspectes conceptuals i aspectes concrets. S'utilitza per definir un sistema de programari, per detallar els artefactes en el sistema i per documentar i construir.

1.2.1. Introducció a Dia

Dia és una aplicació per fer esquemes i diagrames.

Dia és una aplicació amb llicència GPL, fàcil, intuïtiva i versàtil. Entre altres característiques permet l'exportació a diferents formats i la possibilitat de crear objectes.

Dia és un instrument de dibuix vectorial similar a Visio que es pot utilitzar per fer diagrames de flux de dades, diagrames de relació d'entitats, organigrames d'organitzacions, esquemes de circuits elèctrics i electrònics, relacions entre elements d'un programa o esquemes de xarxes d'ordinadors. L'extensió de Dia és DIA.

Disposa d'unes biblioteques es amb objectes ja creats per ajudar a la creació dels esquemes de manera que facilita els diagrames amb formes que es repeteixen i són connectades per línies.

Dia es pot ampliar amb l'ús de diferents fulls que contenen els diferents objectes per usar en els diagrames.

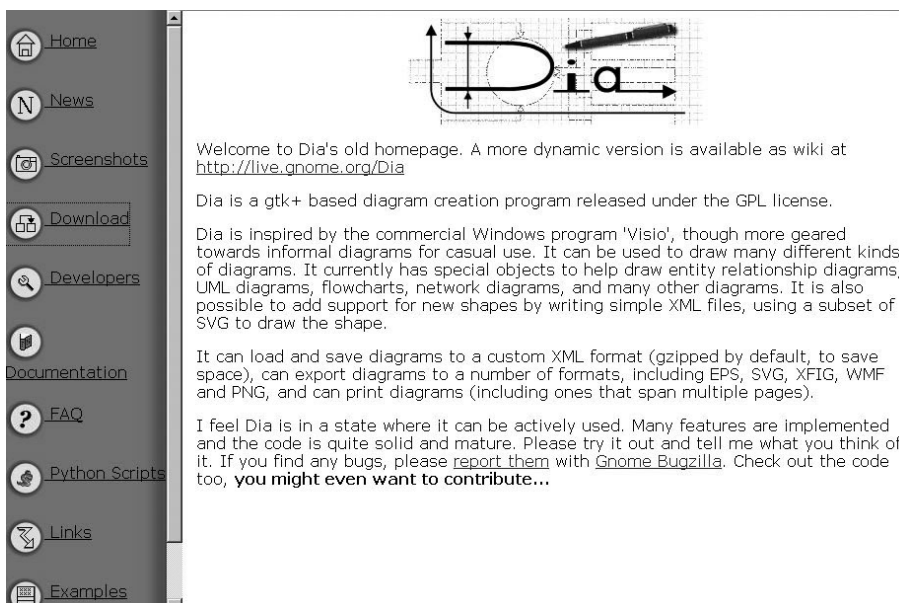
Llicència GPL

GPL (licència pública general) és una llicència creada per protegir la lliure distribució, modificació i ús de programari. El seu propòsit és declarar que el programari cobert per aquesta llicència és programari lliure i protegir-lo d'intents d'apropiació que restringeixin aquestes llibertats als usuaris.

1.2.2. Baixada i instal·lació de Dia

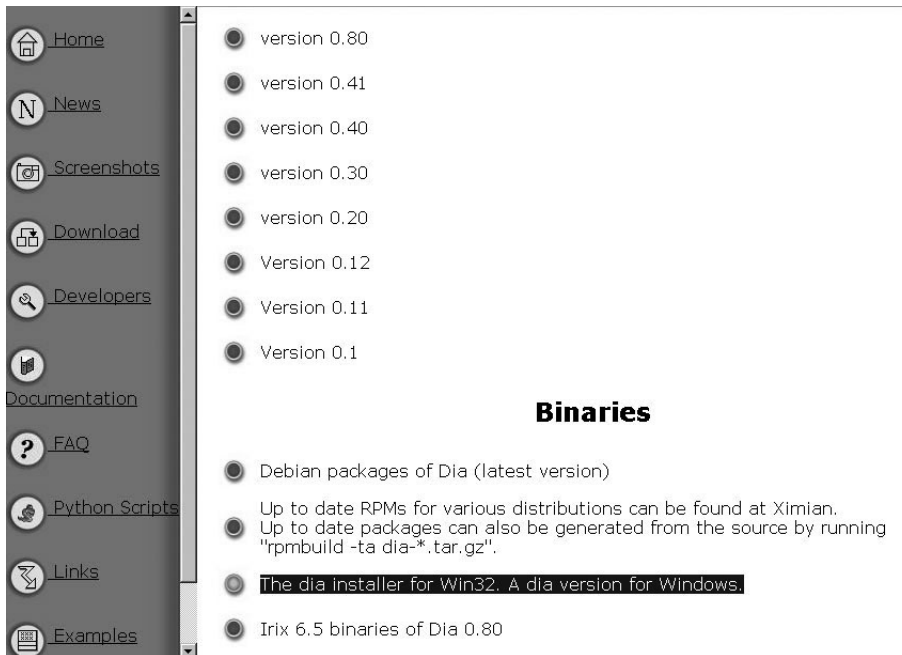
La baixada del programa Dia es pot fer des de la pàgina oficial: <http://www.gnome.org/projects/dia/>. La figura 10 en mostra la pàgina principal.

Figura 10. Pàgina principal de Dia



Des de la secció *Download* del menú de l'esquerra de la pàgina principal es pot baixar el programa Dia. La figura 11 en mostra la pàgina de baixar.

Figura 11. Pàgina de baixada de Dia



Fent clic sobre *The dia installer for Win32. A dia version for Windows* s'accedeix a la pàgina de descàrrega de l'última versió. La figura 12 mostra la pàgina de descàrrega de l'última versió de Dia.

Figura 12. Pàgina de baixada de l'última versió



S'ha de baixar l'última versió fent clic en la imatge de la pàgina 13.

Figura 13. Finestra de baixada del fitxer d'instal·lació Dia



La figura 14 mostra la finestra de baixada del fitxer d'instal·lació Dia.

Figura 14. Finestra de baixada del fitxer d'instal·lació Dia



Instal·lació

A partir de la descàrrega se'n pot fer la instal·lació executant el fitxer descarregat *dia-setup-0.96.1-9.exe*.

El primer pas de la instal·lació és definir l'idioma del procés d'instal·lació. Les opcions són alemany, francès o anglès. La figura 15 mostra la finestra de la selecció de l'idioma de la instal·lació.

Figura 15. Finestra de la selecció de l'idioma de la instal·lació



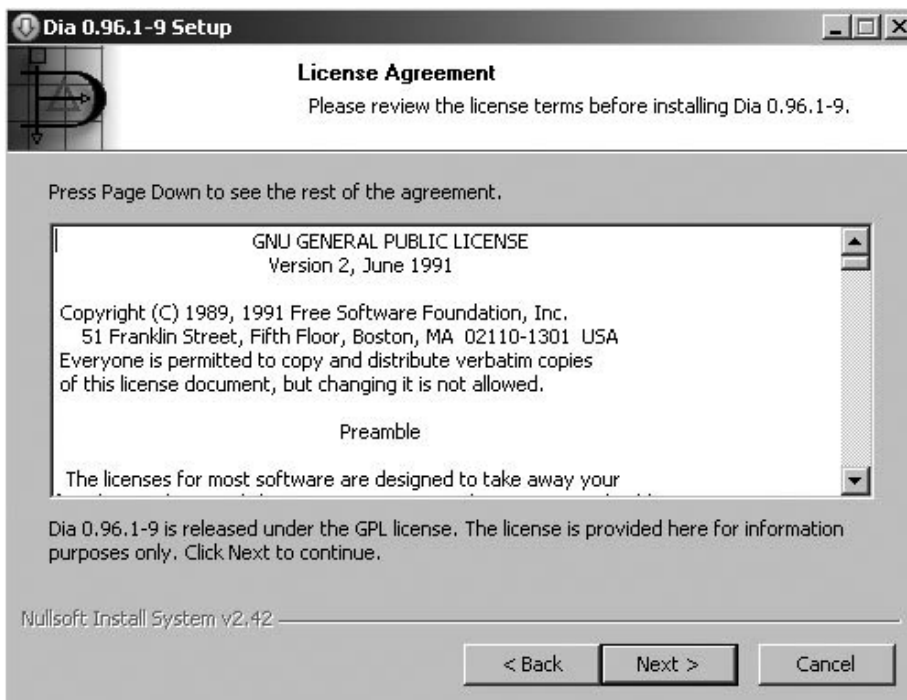
S'accepta l'idioma d'instal·lació anglès *English* i, després, *OK*, i comença el procés d'instal·lació amb una finestra d'inici. La figura 16 mostra la finestra d'inici d'instal·lació.

Es continua amb la instal·lació amb el botó *Next* i la finestra següent (figura 17) mostra la llicència d'ús del programa.

Figura 16. Finestra d'inici de la instal·lació



Figura 17. Finestra de llicència d'ús del programa



Es continua amb la instal·lació amb el botó *Next* i la finestra següent mostra els components que s'instal·len del programa (figura 18).

Els components que s'han d'instal·lar són *Dia Diagram Editor* i *Translations*. Es continua amb la instal·lació amb el botó *Next* i la finestra de la figura 19 mostra la carpeta en la qual s'ha d'instal·lar el programa.

Figura 18. Finestra dels components que s'han d'instal·lar

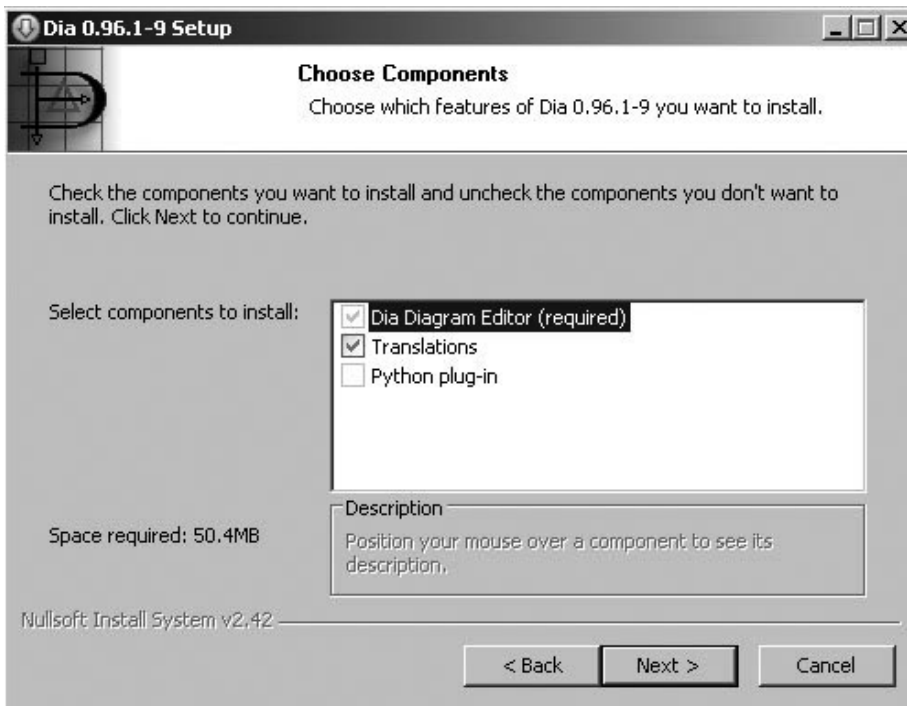
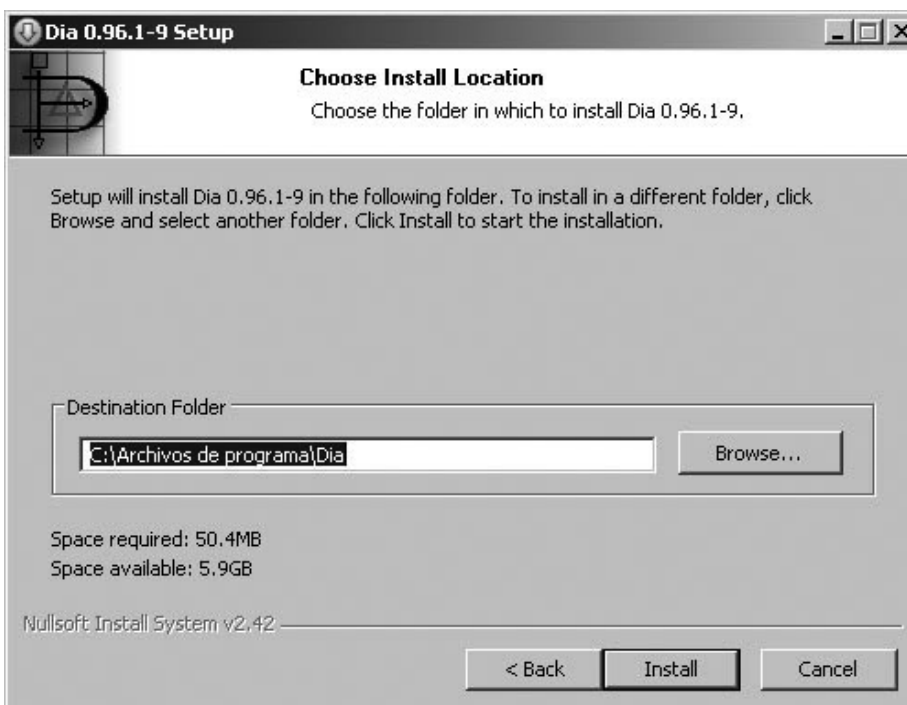


Figura 19. Finestra de la carpeta en què s'instal·la el programa



Es pot canviar el directori d'instal·lació amb el botó *Browse...*

Es continua amb el botó *Install* i comença la instal·lació. La figura 20 mostra el procés d'instal·lació.

La instal·lació finalitza. La figura 21 mostra l'última finestra que indica que la instal·lació ha finalitzat.

Figura 20. Finestra del procés d'instal·lació

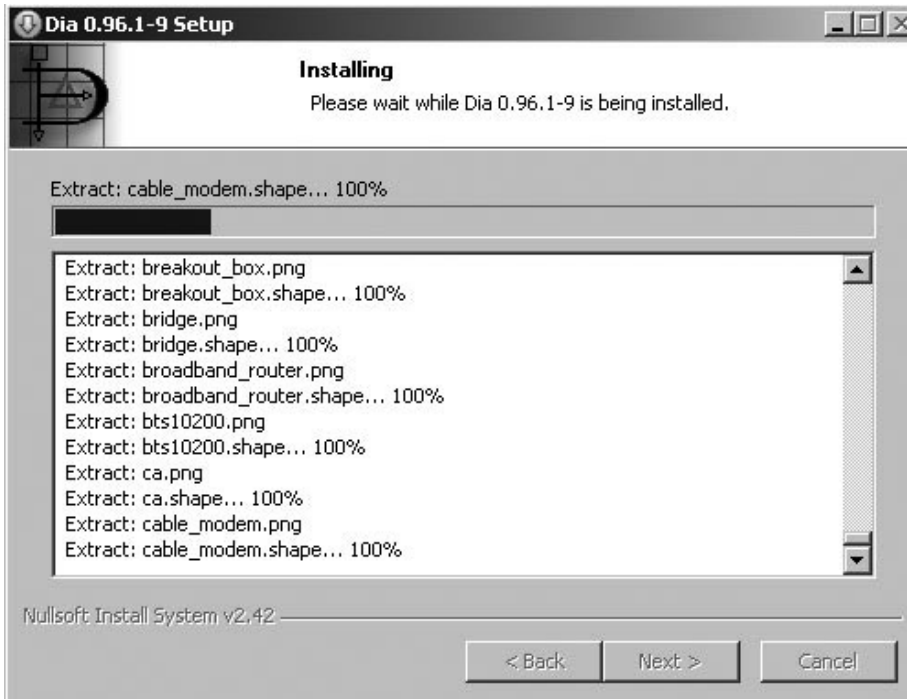


Figura 21. Finestra de finalització de la instal·lació



Es finalitza la instal·lació amb el botó *Finish*.

1.2.3. Elements principals de Dia

La finestra principal d'eines de Dia permet crear nous esquemes o diagrames, seleccionar les eines que cal utilitzar i modificar les característiques o preferències generals de Dia. La figura 22 mostra la finestra principal d'eines de Dia.

La finestra d'eines principals es divideix en quatre àrees:

- 1) La primera és el menú que conté la gestió d'arxius, del programa i l'ajuda.
- 2) L'àrea següent és la del punter i les formes estàndard.
- 3) La tercera són les biblioteques de formes. Aquestes biblioteques es poden escollir en el menú desplegable.
- 4) L'última àrea és la del color i la forma de les línies de dibuix.

Es pot obtenir informació de la funció d'una forma o icona passant el cursor per sobre de la forma.

El menú de gestió

La finestra d'eines principals conté a la part superior el menú de gestió d'arxius, del programa i l'ajuda.

Des d'arxiu es pot crear un nou diagrama, obrir un diagrama ja creat, definir o modificar les preferències o característiques dels diagrames, consultar les relacions entre els diferents diagrames, modificar el contingut dels objectes de la biblioteca, activar o desactivar les biblioteques o complements i sortir del programa. En la figura 23 es mostra el menú Arxiu amb totes les opcions possibles.

Figura 23. Finestra del menú de gestió

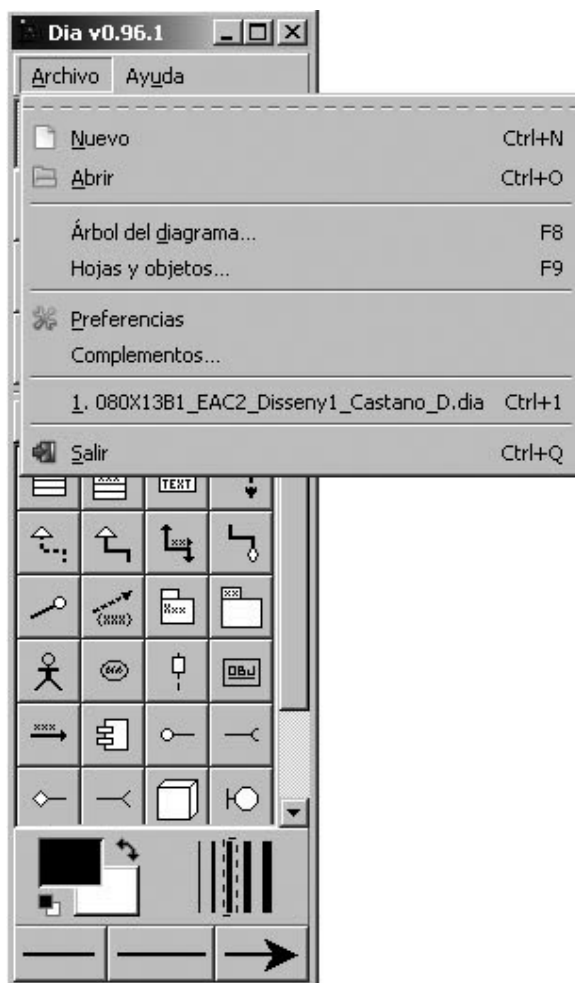
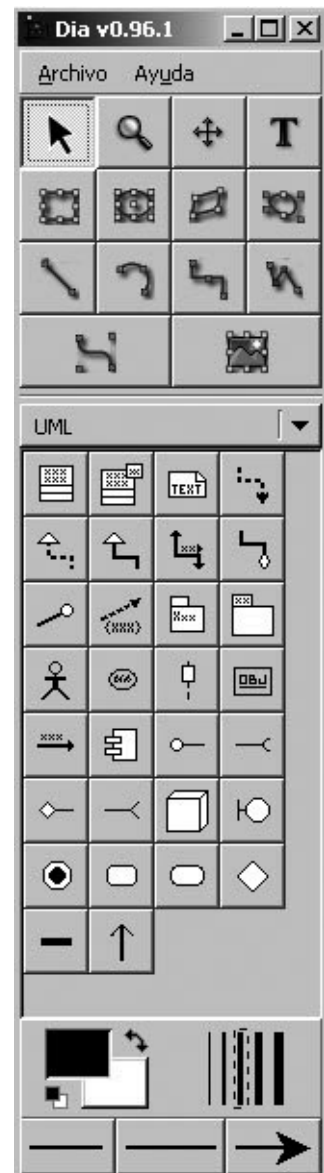
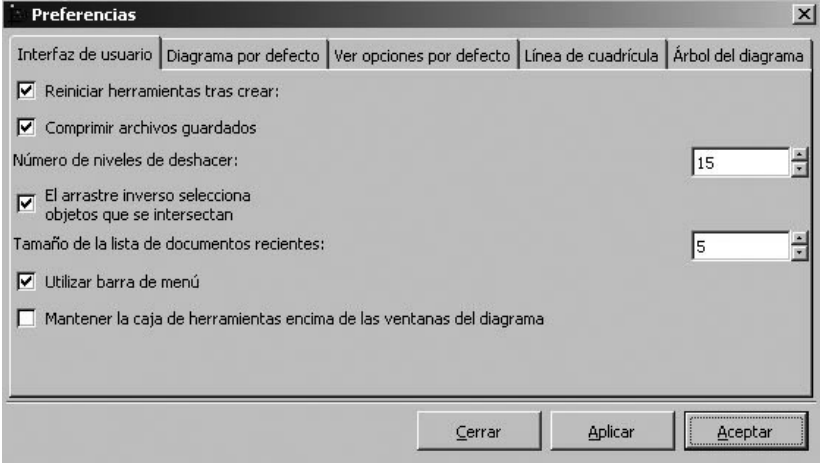
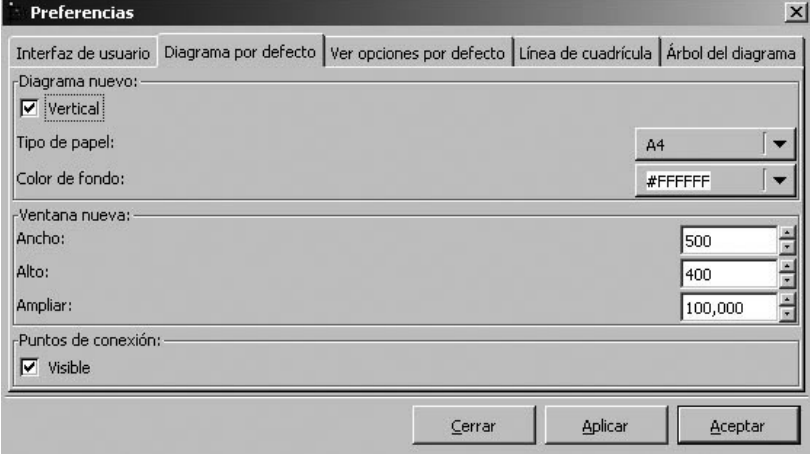
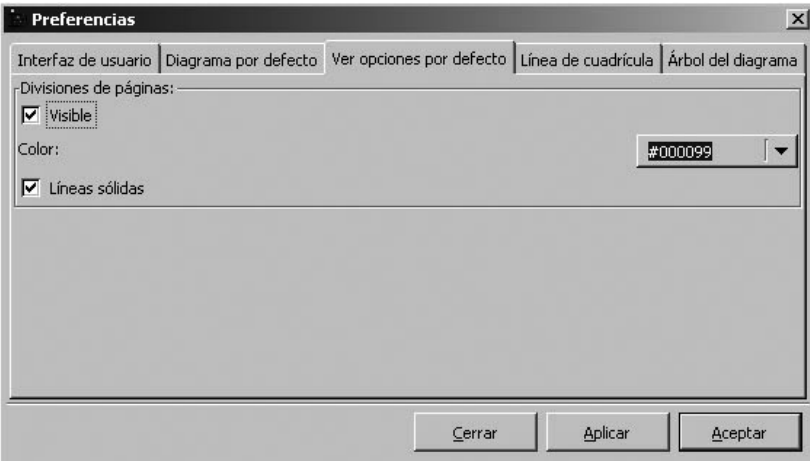


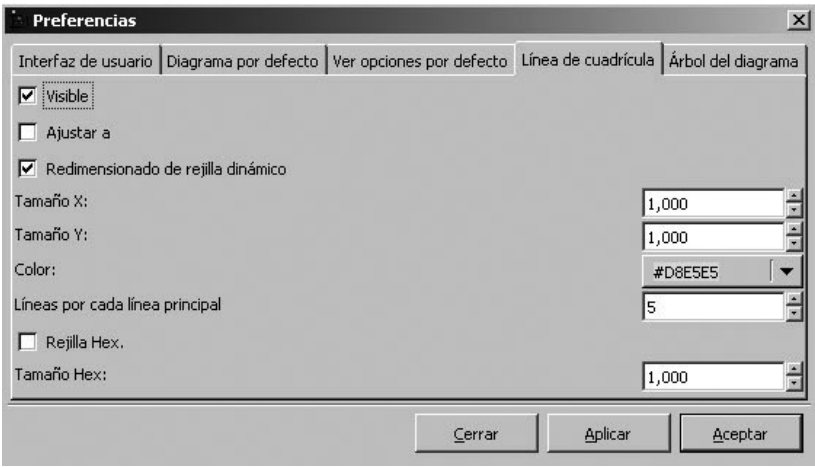
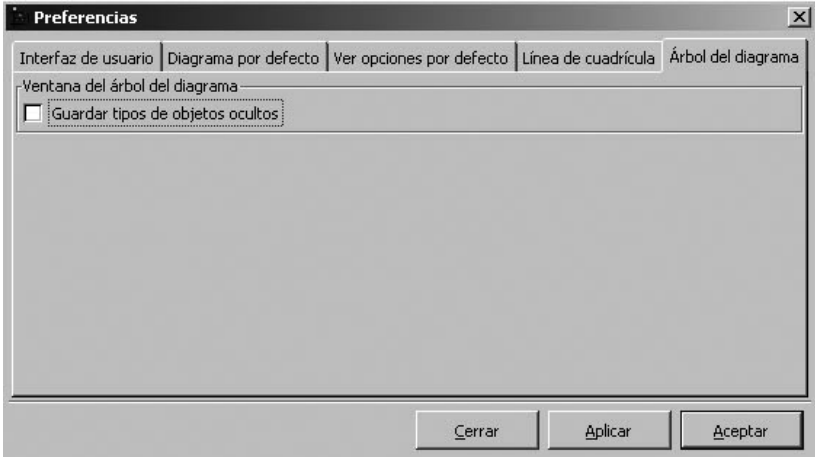
Figura 22. Finestra principal d'eines de Dia



En l'apartat de preferències es defineixen les característiques generals dels diagrames. L'apartat de preferències s'organitza en cinc carpetes. En la taula 12 es descriuen les funcions més importants de cada carpeta del submenú de preferències.

Taula 12. Submenú de preferències

Carpeta del menú de preferències	Descripció
	<p>Es pot definir el nombre de vegades que es poden desfer les accions i el nombre dels últims documents oberts.</p>
	<p>En crear un nou diagrama es pot definir per defecte el tipus de paper, el color del fons i la grandària de la finestra.</p>
Carpeta del menú de preferències	Descripció
	<p>Es pot definir la grandària de la reixeta que serveix de guia per col·locar els objectes, i també el color i el comportament amb les ampliacions o reduccions (reixeta dinàmica).</p>

Carpeta del menú de preferències	Descripció
	<p>Es pot definir que la divisió del tipus de paper sigui visible.</p>
	<p>És possible desar els tipus d'objectes ocults.</p>

L'àrea de punter, text i formes bàsiques















La finestra d'eines principals conté a la part inferior del menú de gestió un grup d'icones que conté el punter i les formes més bàsiques. Són els elements que s'utilitzen per crear formes rectes o arrodonides, per unir o relacionar formes, per afegir imatges creades, per seleccionar, augmentar o disminuir l'àrea de dibuix, o per afegir text.

Alguns d'aquest elements permeten modificar les seves característiques fent doble clic amb el botó esquerre del ratolí sobre la icona corresponent.

Els objectes també es poden modificar una vegada dibuixats en el diagrama amb un doble clic amb el botó esquerre del ratolí o també admeten variacions fent clic amb el botó dret del ratolí.

En la taula 13 es descriuen els elements de l'àrea de punter, text i formes bàsiques.

Taula 13. Elements de l'àrea de punter, text i formes bàsiques

Element	Descripció
	Selecció d'objectes.
	Ampliació. Amb el <i>Shift</i> se'n pot fer una reducció.
	Desplaçament sobre el diagrama.
	Introduir text. Amb un doble clic sobre la icona permet definir l'alineació del text, la font i la grandària.
	Rectangle. Amb un doble clic sobre la icona permet definir un radi de curvatura a les cantonades.
	El·lipse.
	Polígon. Es pot afegir un vèrtex amb el botó dret del ratolí sobre el polígon. Per defecte, és un triangle.
	Polígon Bézier. Permet crear formes ovalades i arrodonides. Es pot afegir un segment amb el botó dret del ratolí sobre de la figura.
	Línia. Es poden afegir punts de connexió amb el botó dret del ratolí sobre de la línia. Amb un doble clic sobre la icona permet afegir un espai blanc a l'inici de la línia o al final.
	Arc.
	Línia en ziga-zaga. Amb un doble clic sobre la icona permet definir un radi de curvatura a les cantonades.
	Polilínia. Permet afegir segments amb diferent direcció amb el botó dret del ratolí a sobre de la línia. Amb un doble clic sobre la icona permet definir un radi de curvatura a les cantonades i afegir un espai blanc a l'inici de la línia o al final.
	Línia Bézier. Permet crear línies arrodonides. Es pot afegir un segment amb el botó dret del ratolí a sobre de la línia. Amb un doble clic sobre la icona permet definir un radi de curvatura a les cantonades i afegir un espai blanc a l'inici de la línia o al final.
	Afegir imatge. Amb el botó dret del ratolí i propietats s'insereix una imatge. Amb un doble clic sobre la icona permet inserir una imatge.

Biblioteques de formes

Dia disposa d'una sèrie de formes creades que s'agrupen en biblioteques segons el tipus de diagrama. Aquestes biblioteques es poden augmentar afegint-hi formes noves o importades d'altres biblioteques. També és possible crear noves biblioteques o importar-les.

Es pot modificar la grandària de la finestra principal d'eines per poder veure tots els elements d'una biblioteca.

Les biblioteques de Dia més utilitzades en electricitat i en electrònica són:

- Circuit.
- Elèctrica.
- FS.
- Lògica.
- Xarxa.
- SADT/IDEFO.
- Assortiment.

Biblioteca circuit

La biblioteca circuit conté els elements més utilitzats en electrònica analògica. Hi ha diferents representacions de cada element, i també diferents orientacions (vertical i horitzontal).

Els elements més importants són:

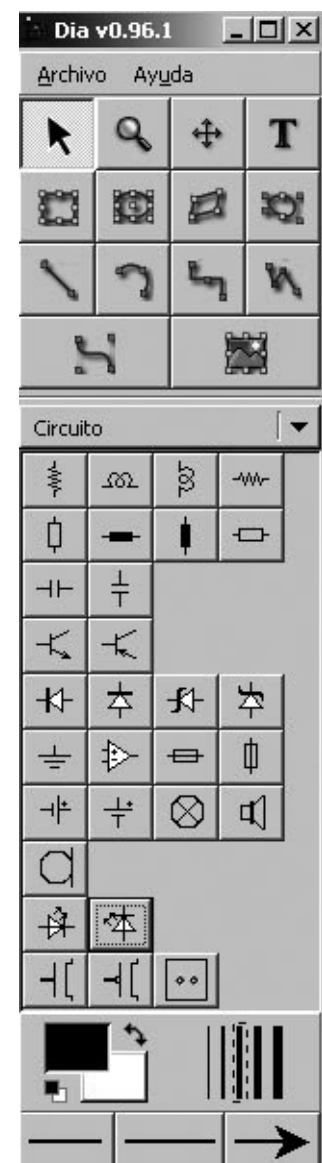
- Font d'alimentació.
- Referència a terra.
- Resistència.
- Inductància.
- Condensador.
- Díode, díode Zener, LED.
- Transistor bipolar npn i pnp i transistor NMOS i PMOS.
- Amplificador operacional.
- Làmpada.
- Altaveu i micròfon.

En la figura 24 es mostren els elements de la biblioteca circuit.

Biblioteca elèctrica

La biblioteca elèctrica conté elements utilitzats en electrònica i en electricitat. Hi ha diferents representacions de cada element, i també diferents orientacions (vertical i horitzontal).

Figura 24. Biblioteca circuit



Els elements més importants són els següents:

- Contacte normalment obert i tancat.
- Relé.
- Làmpada.
- Punt de connexió.

En la figura 25 es mostren els elements de la biblioteca elèctrica.

Figura 25. Biblioteca elèctrica



Biblioteca FS

La biblioteca FS (*Function Structure*) conté els elements per relacionar diferents estructures. És possible canviar el tipus de relació amb el botó dret sobre cada element.

Els elements de la biblioteca són:

- Fletxa de relació directa.
- Fletxa de relació amb segments.
- Caixa de funció.

En la figura 26 es mostren els elements de la biblioteca FS.

Figura 26. Biblioteca FS

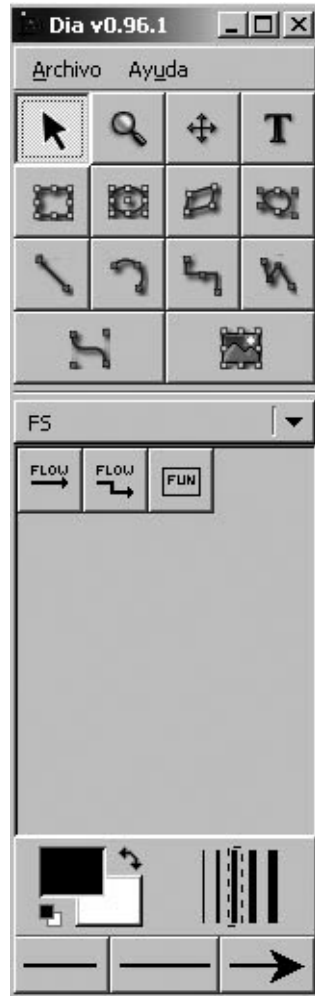
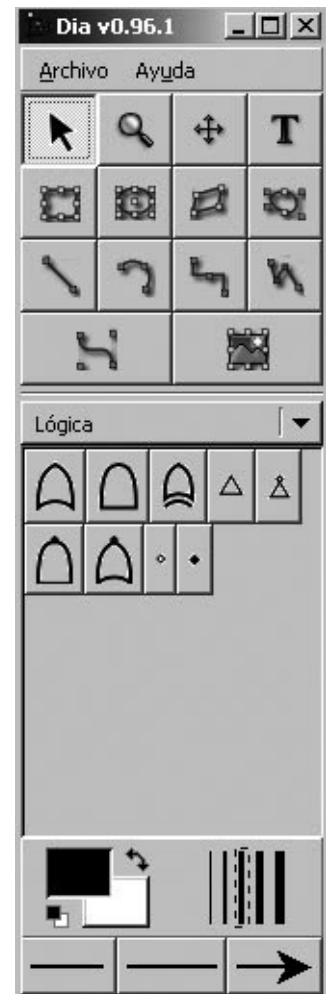


Figura 27. Llibreria lògica



Biblioteca lògica

La biblioteca lògica conté els elements més utilitzats en electrònica digital.

Els elements més importants són:

- Porta I.
- Porta NO-I.
- Porta O.
- Porta NO-O.
- Porta NO.
- Connexió.

En la figura 27 es mostren els elements de la biblioteca lògica.

Biblioteca xarxa

La biblioteca xarxa conté els elements més utilitzats en els diagrames amb xarxes de dades i informàtica.

Els elements més importants són:

- Ordinador amb diferents configuracions.
- Impressora.
- Encaminador.
- *Switch* i *hub*.
- Referència a terra.

En la figura 28 es mostren els elements de la biblioteca xarxa.

Figura 28. Biblioteca xarxa



Biblioteca SADT/IDEFO

La biblioteca SADT/IDEFO (*Structured Analysis and Design Technique*) conté una sèrie d'elements organitzats en forma d'arbre.

Els elements SADT són fletxes que representen flux de dades, material o informació i caixes que representen activitats o dades.

Els elements de la biblioteca són:

- Fletxes (flux).
- Caixa.
- Etiqueta de flux.

En la figura 29 es mostren els elements de la biblioteca SADT/IDEFO.

Figura 29. Biblioteca SADT/IDEFO



Biblioteca d'assortiment

La biblioteca d'assortiment conté les formes geomètriques bàsiques, fletxes i altres formes de suport per als diagrames.

Els elements més importants són:

- Figures geomètriques en diferents configuracions.
- Estrelles amb diferents nombres de puntes.
- Creus.
- Fletxes.

En la figura 30 es mostren els elements de la biblioteca d'assortiment.

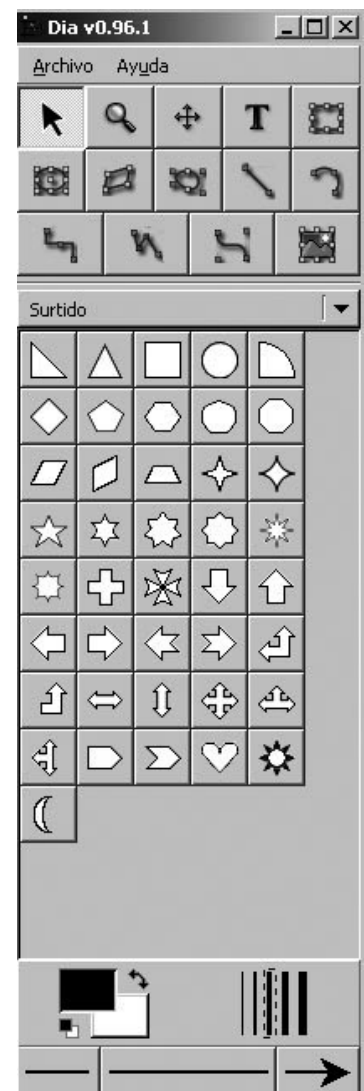
L'àrea del color i formes de línia

La part inferior de la finestra d'eines principal conté les opcions de línia de les fletxes i dels objectes en general.

Es pot definir el color de l'element nou i el seu fons amb els rectangles de color:

- El rectangle en primer pla gran defineix el color de l'element.
- El rectangle en segon pla gran defineix el color de fons de l'element.
- La fletxa permet intercanviar els colors element-fons.
- Els dos rectangles petits restableixen els colors originals amb negre per a l'element i blanc per al fons.

Figura 30. Biblioteca d'assortiment



En la figura 31 es mostren els rectangles per modificar el color dels elements i del fons.

Figura 31. Selecció dels colors dels objectes i dels fons



Per modificar el color de l'element o del fons s'ha de fer clic sobre del rectangle en primer pla o en segon pla gran. La figura 32 mostra la finestra per seleccionar-ne el color.

Figura 32. Finestra de selecció del color



Les opcions per escollir un color són:

- Movent el vèrtex del triangle per trobar el matís i després dins del triangle per determinar-ne la saturació i la lluminositat.
- Fixant els valors de matís, saturació i lluminositat numèricament.
- Fixant els valors dels components de vermell, verd i blau.
- Els colors predefinits en la paleta. Es pot modificar la paleta amb el botó dret del ratolí.
- L'eina degotador permet capturar qualsevol color de la pantalla.

L'amplada de línia dels elements es pot definir seleccionant una de les cinc amplades per defecte. Per definir-ne manualment l'amplada s'ha de fer doble clic sobre les icones de les amplades de línia. La figura 33 mostra la selecció de l'amplada de línia.

Figura 33. Selecció de l'amplada de línia



La forma de la línia i la forma de la fletxa d'inici i de final es poden definir seleccionant una de las formes disponibles. Es poden definir les característiques d'amplada i llargada de la fletxa, i també la distància en les discontinuïtats amb l'opció de detalls. La taula 14 mostra les formes de les línies disponibles.

Taula 14. Formes de les línies

Inici	Inici	Línia	Final	Final

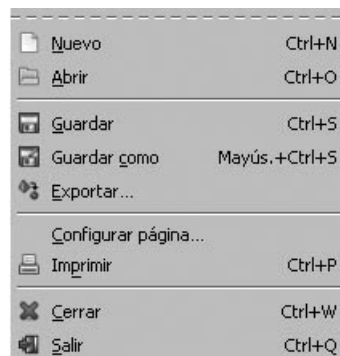
La finestra del diagrama es divideix en tres àrees:

- 1) La primera és el menú, que conté la gestió d'arxius, del diagrama (editar, veure, objectes, seleccionar i eines) i l'ajuda.
- 2) La part següent de la finestra del diagrama és l'area de treball, que conté una graella petita que s'utilitza de referència quan es col·loquen els elements i una graella més gran que indica l'àrea d'impressió de cada pàgina. La creu que es troba a la part inferior dreta mostra tot l'esquema fet, independentment de les pàgines que ocupi.
- 3) La tercera és la part inferior que conté, d'esquerra a dreta, l'ampliació o disminució de la visualització de l'esquema, l'activació de la graella de col·locació dels elements i l'activació d'unió de les connexions als elements.

El menú Arxiu

El menú Arxiu permet crear un nou diagrama, obrir un diagrama ja creat, exportar el diagrama a un altre tipus d'arxiu, configurar la pàgina d'impressió, tancar el diagrama o el programa. En la figura 35 es mostra el menú Arxiu amb totes les opcions possibles.

Figura 35. Menú Arxiu



En l'apartat Exportar és possible canviar el tipus d'arxiu amb l'objectiu que sigui compatible amb un altre programa.

Els tipus d'arxius que es poden exportar des de Dia es mostren en la taula 15.

Taula 15. Tipus d'arxius i la seva extensió que es poden exportar des de Dia

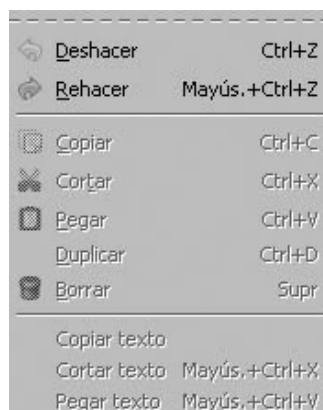
Extensió	Tipus d'arxiu	Descripció
bmp	BMP	Imatge de mapa de bits
cgm	CGM	Metaarxiu gràfic
code	XSL	Filtre de TransArray XSL
dia	Dia	Arxiu de Dia
cur	Windows	Arxiu de cursor
dxf	AutoCAD	Fitxer gràfic d'intercanvi: s'utilitza en altres aplicacions de gràfics vectorials com AutoCAD
emf	EMF	Metaarxiu millorat
eps	EPS	PostScript encapsulat

Extensió	Tipus d'arxiu	Descripció
fig	XFig	Format XFIG
hpgl	HP	Llenguatge de gràfics de Hewlett-Packard
ico	Icona	Fitxer d'icona
jpeg	JPEG	Joint Photographic Experts Group. Imatge comprimida
jpe	JPEG	Joint Photographic Experts Group. Imatge comprimida
jpg	JPEG	Joint Photographic Experts Group. Imatge comprimida
mp	TeX	Macros de Metapost de TeX
pdf	PDF	Format de document portàtil
plt	HP	Arxiu d'HP
png	PNG	Gràfic de xarxa portàtil: és un estàndard lliure per a gràfics
ps	PostScript	Gràfic de xarxa portàtil PostScript
svg	SVG	Gràfic escalable vectorial
shape	Dia	Arxiu de forma de Dia
tex	TeX i Latex	Macros de TeX PSTricks
tiff	TIFF	Tagged Image File Format
tif	TIFF	Tagged Image File Format
vdx	Visio	Format XML de Visio
wmf	Windows	Metaarxiu de Windows
wpg	WordPerfect	Gràfics de WordPerfect

El menú Editar

El menú Editar permet desfer o refer una acció, copiar, tallar i enganxar. En la figura 36 es mostra el menú Editar amb totes les opcions possibles.

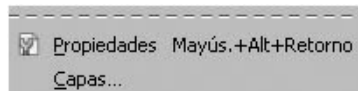
Figura 36. Menú Editar



El menú Diagrama

El menú Diagrama permet modificar les propietats del diagrama com el color del fons, de la graella o de la graella de salt de pàgina, o les característiques de la graella. En la figura 37 es mostra el menú Diagrama amb les opcions possibles.

Figura 37. Menú Diagrama



Capes

Les capes permeten organitzar els objectes, i ordenar el dibuix en parts independents.

Tots els objectes d'una mateixa capa poden pujar o baixar sobre els objectes d'altres capes, es poden ocultar o esborrar a la vegada.

En la figura 38 es mostra la finestra de capes.

Figura 38. Finestra de capes



Es pot canviar el nom d'una capa fent clic dues vegades sobre la capa.

El menú Veure

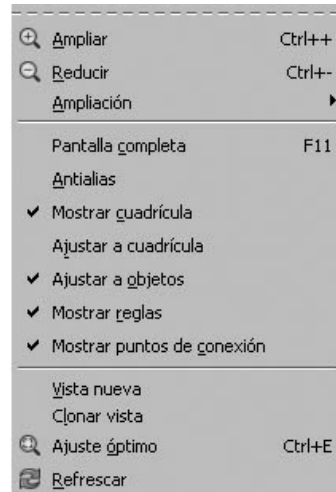
El menú Veure permet modificar la visió del diagrama.

És possible ampliar o reduir la visió del diagrama. En el menú d'Ampliació hi ha unes escales predeterminades d'ampliació o reducció. Amb l'ajust òptim es pot veure tot l'esquema.

Altres característiques es poden activar o desactivar com l'ajustament a la graella o als objectes, mostrar la graella, la regla o els punts de connexió.

En la figura 39 es mostra el menú Veure amb totes les opcions possibles.

Figura 39. Menú Veure



El menú Objectes

El menú Objectes permet posicionar objectes davant o darrere d'altres, alinear o agrupar objectes.

Els objectes es poden seleccionar individualment amb el botó esquerre del ratolí sobre l'objecte. Per seleccionar més objectes s'ha de prémer la tecla *Shift* juntament amb el botó esquerre del ratolí. També es pot seleccionar un grup d'objectes a la vegada mantenint el botó esquerre del ratolí i movent el ratolí per crear una àrea de selecció rectangular. Les opcions per treballar amb els objectes seleccionats són: enviar al fons, portar al davant i enviar enrere.

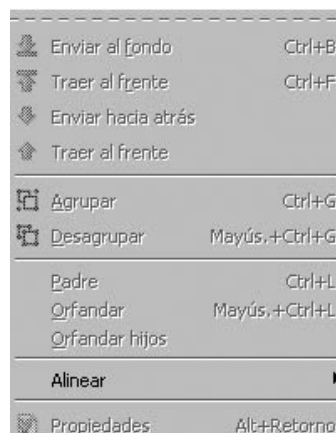
Una altra opció disponible entre dos objectes o més és l'agrupació. L'agrupació crea un objecte nou a partir de dos objectes o més seleccionats.

L'alineació permet ordenar els objectes en el diagrama.

Les propietats defineixen les característiques dels objectes com l'amplada de línia, el color i la forma de la línia.

La figura 40 mostra el menú Objectes.

Figura 40. El menú Objectes



Alineació

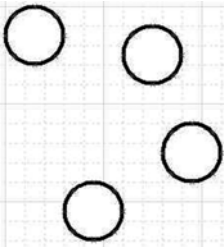
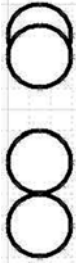
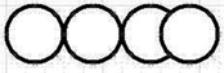
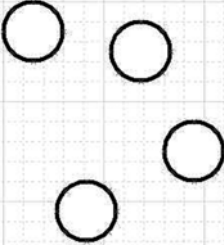
El submenú alineació permet ordenar els objectes del diagrama. La figura 41 mostra les opcions d'aquest submenú.

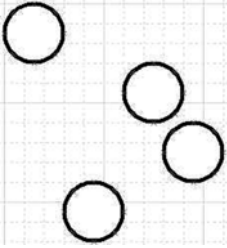
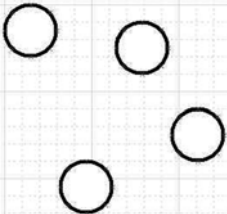
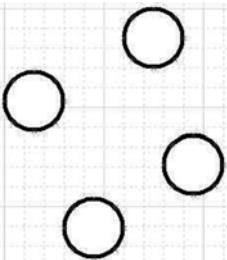
Figura 41. Submenú Alineació

<input checked="" type="checkbox"/> Izquierda	Mayús.+Alt+L
<input checked="" type="checkbox"/> Centrar	Mayús.+Alt+C
<input checked="" type="checkbox"/> Derecha	Mayús.+Alt+R
Superior	Mayús.+Alt+T
Medio	Mayús.+Alt+M
Inferior	Mayús.+Alt+B
Extender horizontalmente	Mayús.+Alt+H
Extender verticalmente	Mayús.+Alt+V
Adyacente	Mayús.+Alt+A
Apilado	Mayús.+Alt+S

En la taula 16 es presenten els tipus d'alineació dels objectes mostrant una distribució original sense cap alineació i els diferents resultats d'alineació.

Taula 16. Tipus d'alineació dels objectes

Alineació	Resultat
Original	
Esquerra, centrar o dreta	
Superior, mitjana, inferior	
Estendre horitzontalment	

Alineació	Resultat
Estendre verticalment	
Adjacent	
Apilat	

L'alineació esquerra, centrar o dreta fa una alineació vertical i pren com a referència l'objecte més a l'esquerra, el centre dels objectes seleccionats o l'objecte més a la dreta.

L'alineació superior, mitjana o inferior fa una alineació horitzontal i pren com a referència l'objecte més superior, la part enmig dels objectes seleccionats o l'objecte més inferior.

Estendre horitzontalment permet distribuir de manera equidistant els objectes entre l'objecte de més a l'esquerra i l'objecte més a la dreta, i mantenir la posició vertical de cada objecte.

Estendre verticalment permet distribuir de manera equidistant els objectes entre l'objecte de més amunt i l'objecte de més a baix, i mantenir la posició horitzontal de cada objecte.

L'opció adjacent permet distribuir horitzontalment i adjacentment els objectes mantenint la seva posició vertical.

L'opció apilat permet distribuir verticalment i adjacentment els objectes i mantenir la seva posició horitzontal.

El menú Seleccionar

El menú Seleccionar permet seleccionar tots els objectes, cap objecte o tots els objectes excepte els que ja s'havien seleccionats. En la figura 42 es mostra el menú Seleccionar.

En seleccionar un objecte amb l'opció transitiu se seleccionen totes les unions i objectes relacionats amb l'objecte inicial.

Figura 42. Menú Seleccionar

Todo	Ctrl+A
Nada	
Invertir	Ctrl+I
Transitivo	Ctrl+T
Conectado	Mayús.+Ctrl+T
Mismo tipo	
Reemplazar	
• Unión	
Intersección	
Eliminar	
Inverso	

En seleccionar un objecte amb l'opció connectat se seleccionen totes les unions de l'objecte. Amb l'opció mateix tipus se seleccionen tots els objectes de la mateixa classe.

El menú Eines

El menú d'Eines permet accedir a les mateixes eines de la finestra principal d'eines com la selecció d'objectes, ampliació, desplaçament sobre el diagrama, introduir text, rectangle, el·lipse, polígon, polígon Bézier, línia, arc, línia en ziga-zaga, polilínia, línia Bézier o afegir imatge. En la figura 43 es mostra el menú d'Eines.

Figura 43. Menú d'Eines

Modificar	Mayús.+Alt+N
Ampliar	Mayús.+Alt+M
Desplazar	Mayús.+Alt+S
Texto	Mayús.+Alt+T
Caja	Mayús.+Alt+R
Elipse	Mayús.+Alt+E
Polígono	Mayús.+Alt+P
Polígono Bézier	Mayús.+Alt+B
Línea	Mayús.+Alt+L
Arco	Mayús.+Alt+A
Línea en zigzag	Mayús.+Alt+Z
Polilínea	Mayús.+Alt+Y
Línea Bézier	Mayús.+Alt+C
Imagen	Mayús.+Alt+I

El fet de disposar del menú d'Eines permet accedir a les eines mitjançant una combinació de tecles.

1.3. Pràctiques del programari d'esquemes elèctrics

Els esquemes de la instal·lació elèctrica d'un habitatge, comerç o indústria es fan amb eines informàtiques que simplifiquen i reutilitzen tant els plànols i esquemes com els símbols normalitzats.

Dia és un programari de dibuix vectorial que està concebut de manera modular, amb llibreries de formes per elaborar diagrames o esquemes de circuits elèctrics i electrònics.

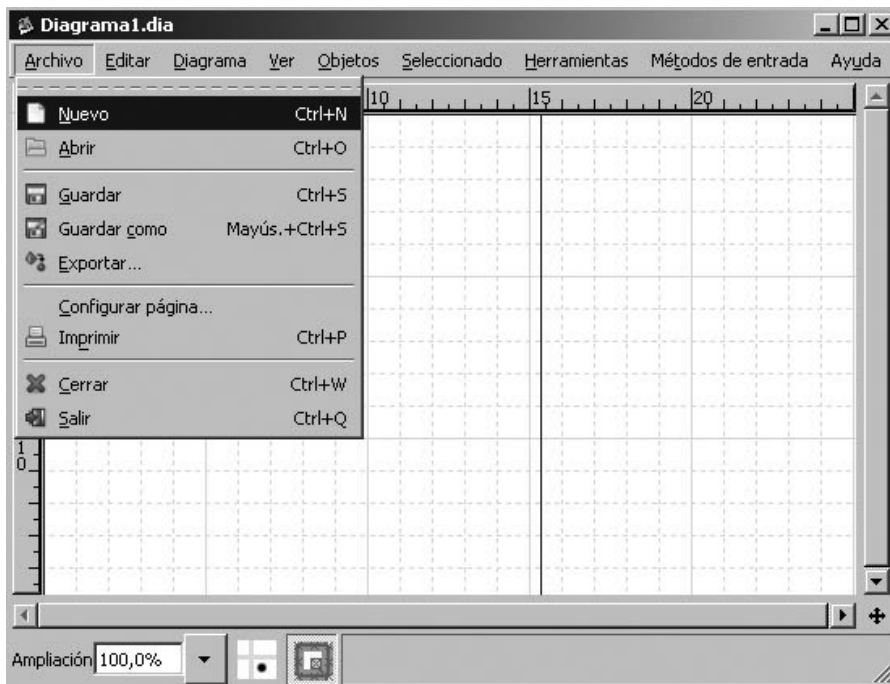
A partir de les formes existents es poden crear objectes nous, i aquests objectes es poden afegir a les llibreries ja existents o crear-ne de noves.

1.3.1. Creació d'un objecte elèctric

La creació d'esquemes o diagrames nous es pot fer en obrir el programa Dia o una vegada obert des del submenú Nou, del menú Arxiu.

En la figura 44 es mostra com obrir un diagrama nou.

Figura 44. Creació d'un diagrama nou



El full de diagrama disposa d'una graella que serveix de guia per fer els esquemes. Aquesta graella es pot configurar per canviar les seves dimensions o perquè s'adapti a la grandària de la pàgina.

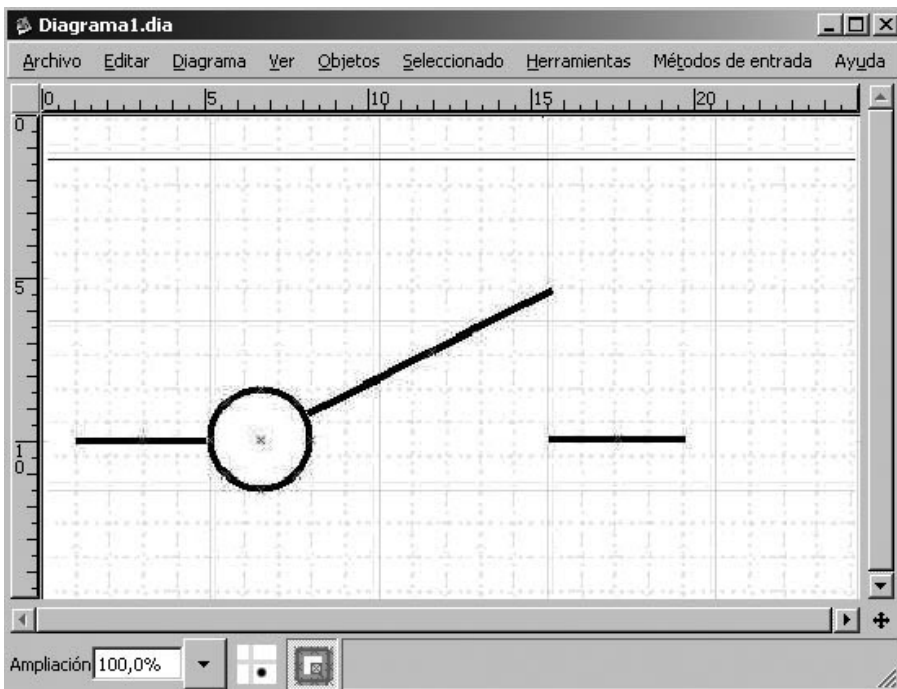
Una vegada obert el full de diagrama ja es poden dibuixar els objectes i les relacions entre ells.

Com a exemple de creació d'un objecte es dibuixa un interruptor a partir d'elements bàsics:

- a) El primer pas és fer un dels contactes de l'interruptor mitjançant un cercle.
- b) A continuació, amb l'opció d'activació d'unió de les connexions als elements es fa una recta amb origen el centre del cercle.
- c) L'altre contacte es fa amb una altra recta.

En la figura 45 es mostra l'interruptor acabat.

Figura 45. Interruptor



1.3.2. Afegir formes noves

En molts esquemes i diagrames els objectes es repeteixen. Una manera d'evitar fer cada objecte cada vegada és copiar i enganxar l'objecte. Una altra manera és crear una nova forma i afegir-la a la llibreria. Així serà accessible per als futurs diagrames.

Com a exemple de creació d'una nova forma s'afegirà un interruptor a la llibreria elèctrica:

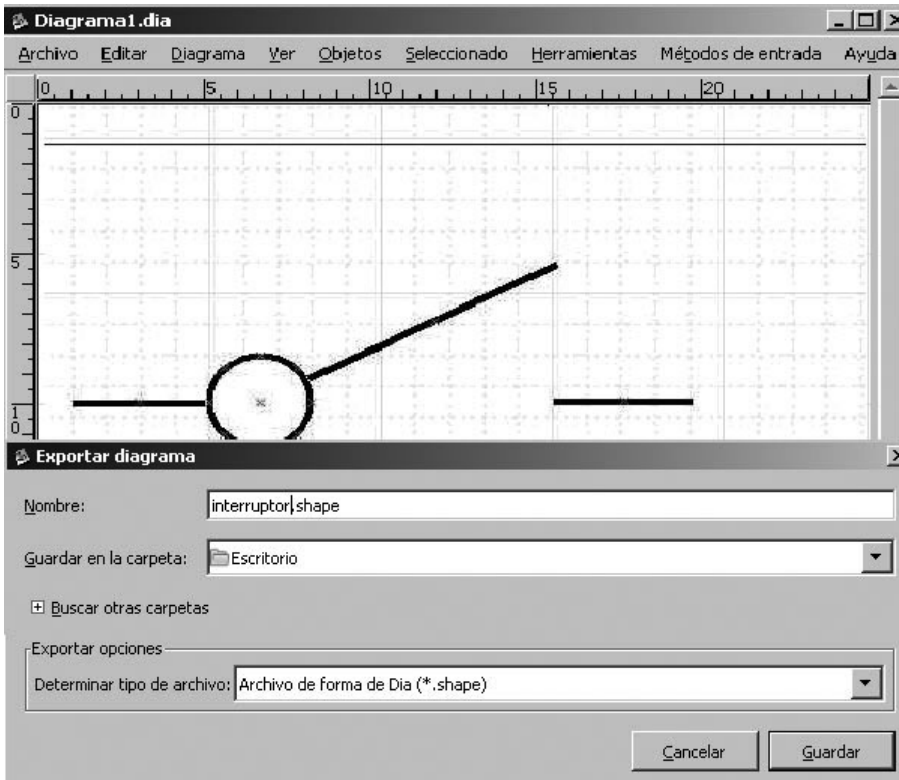
- a) El primer pas és dibuixar l'interruptor.
- b) A continuació, s'ha de convertir l'esquema a forma mitjançant Arxiu i Exportar.

c) S'obre una nova finestra en la qual s'ha d'indicar el nom de la nova forma, l'extensió shape (tipus d'arxiu *.shape) i la carpeta en què es desa.

En la figura 46 es mostra la finestra d'exportació.

S'ha d'utilitzar un nom que sigui significatiu i que representi la forma nova. Es pot col·locar en qualsevol carpeta, però és recomanable utilitzar alguna carpeta del programa Dia.

Figura 46. Finestra d'exportació



A continuació, es demana la resolució de la icona que s'utilitzarà a les llibreries de formes de les eines principals de Dia.

Es pot utilitzar qualsevol resolució però és recomanable utilitzar 22 píxels d'amplada, que és la grandària utilitzada per a les formes a les llibreries de Dia.

En la figura 47 es mostra la finestra de la creació de la icona.

Figura 47. Creació de la icona



Resolució

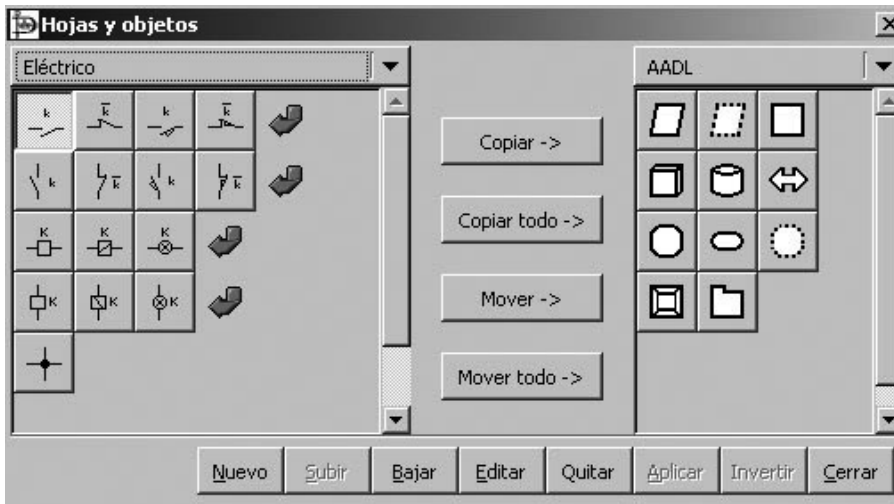
La resolució d'una imatge dona informació del detall de la imatge. Tenir una resolució més gran és tenir una imatge amb més detall o qualitat visual. Per a les imatges digitals emmagatzemades com a mapa de bits, la convenció és descriure la resolució de la imatge amb dos nombres sencers, en què el primer és la quantitat de columnes de píxels (ample) i el segon és la quantitat de files de píxels (alt). Una altra manera és indicar el nombre total de píxels en la imatge.

Una vegada creada la forma s'ha d'afegir a la llibreria mitjançant Arxiu i Fulls (o llibreries) i objectes.

També es pot accedir a la finestra de Llibreries i formes mitjançant la tecla F9.

En la figura 48 es mostra la finestra de Llibreries i formes.

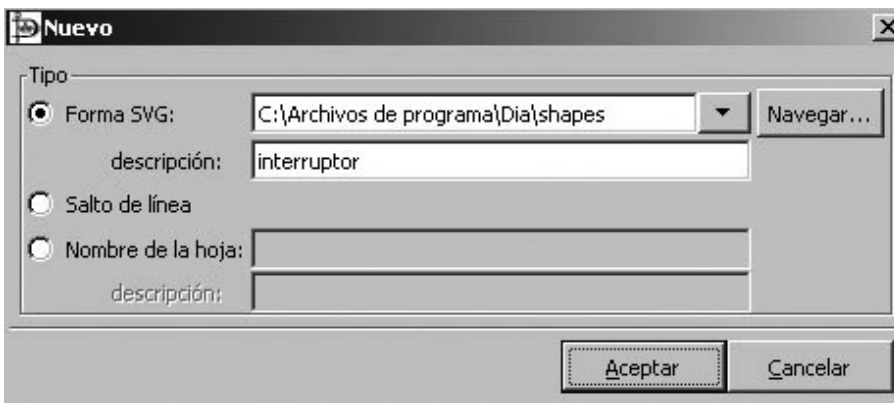
Figura 48. Finestra de les llibreries i formes



Per afegir una nova forma s'ha de seleccionar primer la llibreria. En la figura 51 es mostra seleccionada la llibreria elèctrica.

A continuació, s'ha de prémer el botó Nou i s'obre la finestra per afegir una nova forma a la llibreria com es mostra en la figura 49.

Figura 49. Finestra per afegir una nova forma a la llibreria



Amb el botó de Navegar se selecciona el fitxer amb la forma nova a partir d'una finestra nova que permet buscar aquest fitxer. Per exemple, en la figura 49 es mostra el fitxer "interruptor.shape".

És recomanable emplenar el camp amb la descripció de la forma nova.

A continuació, amb el botó Acceptar es finalitza el procés d'afegir una forma nova a una llibreria.

En la figura 50 es mostra la forma interruptor afegida a la llibreria.

La nova forma de l'interruptor ja és accessible des de les llibreries de les eines principals de Dia.

Figura 50. Finestra de les llibreries i formes amb la nova forma afegida

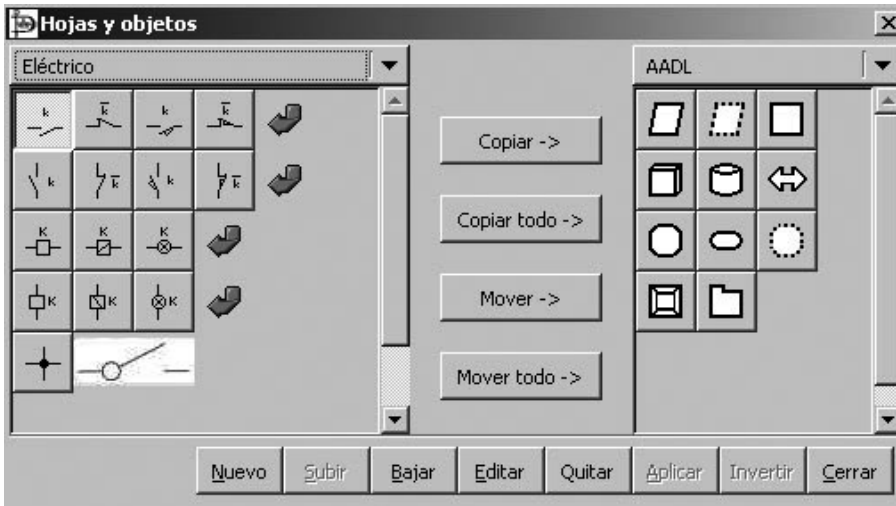
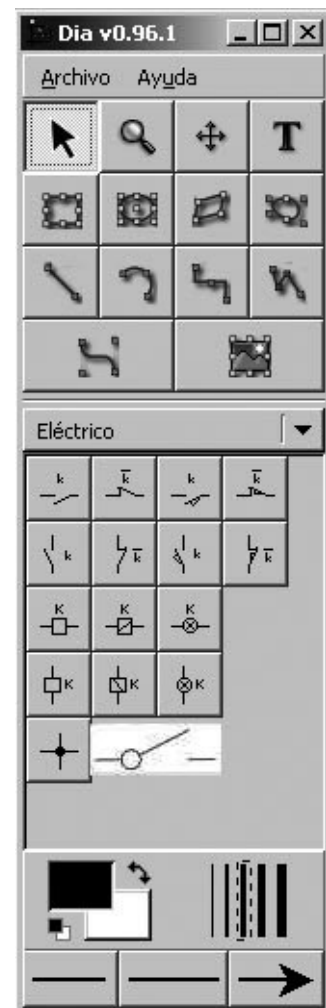


Figura 51. Finestra principal d'eines de Dia amb la llibreria elèctrica i la nova forma afegida



En la figura 51 es mostra la finestra principal d'eines de Dia amb la llibreria elèctrica i la nova forma interruptor afegida.

Figura 52. Sobre programa Dia



2. Dibuix tècnic aplicat

El dibuix tècnic és un sistema de representació gràfic de diversos tipus d'objectes, amb la finalitat de proporcionar prou informació per facilitar l'anàlisi, ajudar a elaborar el disseny i possibilitar-ne la futura construcció i manteniment.

El dibuix tècnic acostuma a fer-se amb l'ajut de mitjans informatitzats o, directament, sobre paper o altres suports plans. Els objectes, peces, màquines, edificis, plans urbans, etc., se solen representar en planta (vista superior, vista de sostre, planta de pis, coberta, etc.), alçat (vista frontal o anterior i lateral; almenys una) i seccions (o talls ideals) indicant-hi clarament les dimensions mitjançant acotacions; són necessàries un mínim de dues projeccions (vistes de l'objecte) per aportar informació útil de l'objecte.

El dibuix tècnic engloba treballs com ara esbossos o croquis, esquemes, diagrames, plànols elèctrics i electrònics, representacions de tot tipus d'elements mecànics, plànols d'arquitectura, urbanisme, etc., resolts mitjançant l'auxili de conceptes geomètrics, en què són aplicades la matemàtica, la geometria euclidiana, diversos tipus de perspectives, escales, etc.

El dibuix pot ser plasmat en una gran varietat de materials, com per exemple diversos tipus de paper, llenç o acetat; també podem projectar-lo en pantalla, mostrar-lo en un monitor, recrear animacions gràfiques dels volums, etc. Per fer el dibuix tècnic empram diversos estris o instruments: regles de diversos tipus, compassos, llapis, esquadres, cartabò, tiralínies, retoladors, etc. Actualment, es fa servir sobretot la informàtica, en el vessant de disseny assistit mitjançant programes (CAD, 3D, vectorial, etc.) amb resultats òptims i en procés de millora continu.

2.1. Representació

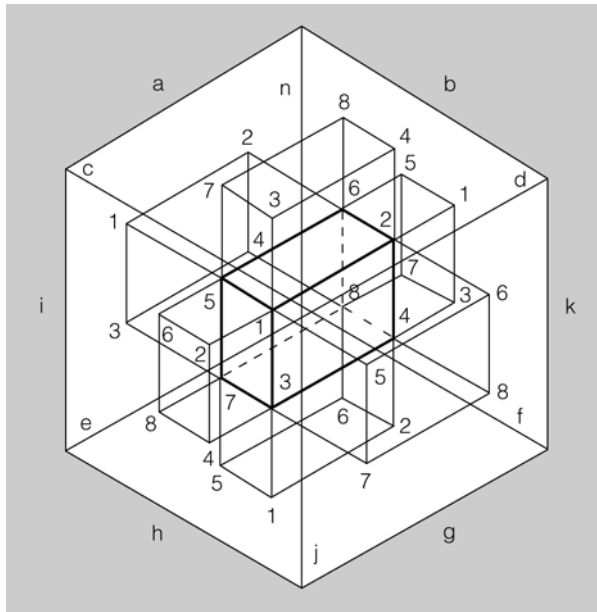
Per a la representació i la realització de peces de mecanització hem de tenir en compte tot un seguit de normes tècniques de dibuix que són molt útils per a aquesta representació i realització.

Els cossos geomètrics, peces i elements de mecanització es representen i queden definits per les projeccions ortogràfiques sobre sis plànols perpendiculars entre ells que reben el nom de **plànols principals**.

Aquestes sis projeccions, anomenades correntment **vistes**, reben els noms d'*alçat*, *planta*, *perfil esquerre*, *perfil dret*, *vista inferior* i *vista posterior*.

Aconseguem la representació en un únic pla (figura 53) fent coincidir tots sis plànols en un d'ells mitjançant girs d'aquests sobre les arestes corresponents.

Figura 53. Representació dièdrica

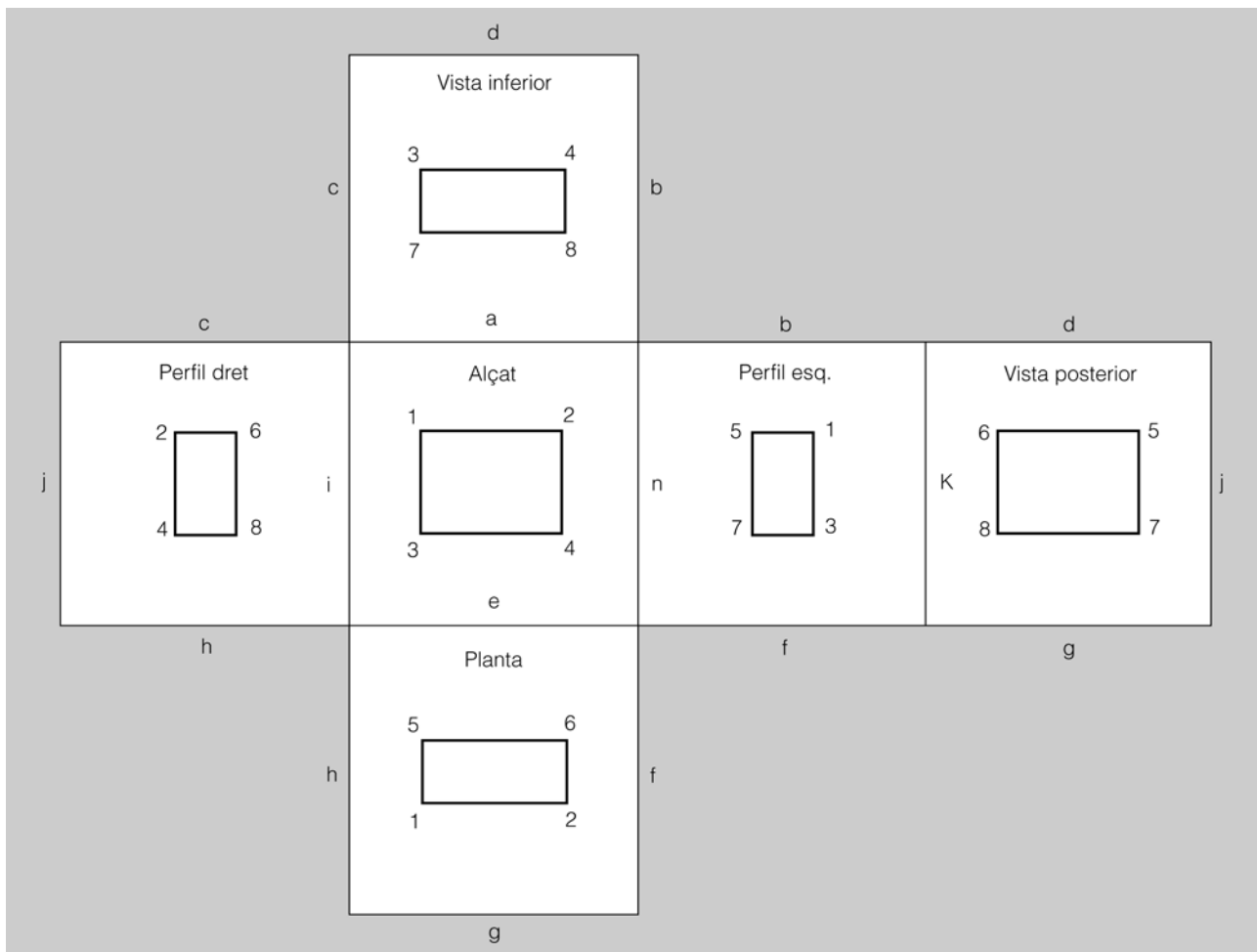


Sistema dièdric

El sistema dièdric és un sistema de representació geomètric dels elements de l'espai sobre un plànol, és a dir, la reducció de les tres dimensions de l'espai a les dues dimensions del plànol, utilitzant una projecció ortogonal sobre dos plànols que es tallen perpendicularment. Per generar les vistes dièdriques, un dels plans s'abat sobre el segon.

En el sistema europeu de representació, i si res ho impedeix, les vistes (figura 54) haurien d'ocupar necessàriament la posició assenyalada en la figura 53.

Figura 54. Vistes

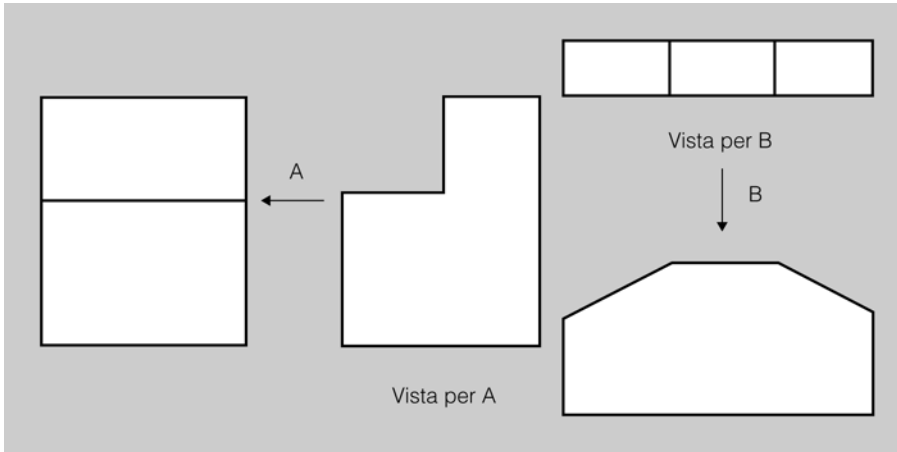


Quan per alguna raó una de les vistes no ocupa la posició que li toca d'acord amb la regla anterior, al peu haurà de dur la indicació següent:

“Vista per...”

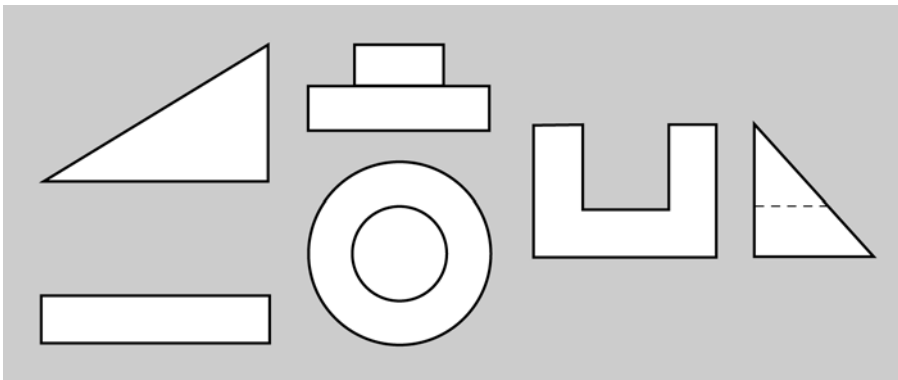
La visual que origina l'esmentada vista s'identificarà amb una fletxa i una lletra majúscula, tal com es pot observar en la figura 55.

Figura 55. Exemples de “Vistes per...”



A la pràctica n'hi ha prou amb tres vistes per deixar definida qualsevol peça. Normalment, dibuixem l'alçat (vista principal), la planta i un dels perfils. En algunes peces n'hi ha prou amb dues vistes (alçat i planta o alçat i perfil) per definir-les completament (figura 56). En aquest cas, no dibuixarem la tercera vista.

Figura 56. Exemples de peces amb només dues vistes



Quan una peça pugui ser representada per l'alçat i planta o per l'alçat i perfil, triarem les dues possibilitats que donin lloc a menys línies de traços. En podem observar dos exemples en la figura 57.

Altres peces poden quedar perfectament definides per una sola vista amb l'ajuda de l'acotació, signes especials o indicacions complementà-

ries. En aquest cas només haurem de dibuixar aquesta vista. Vegem la figura 58.

Figura 57. Exemples d'eliminació de vistes

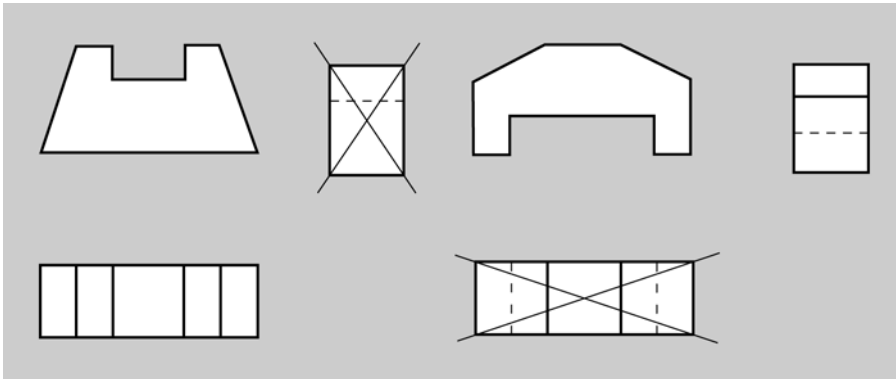
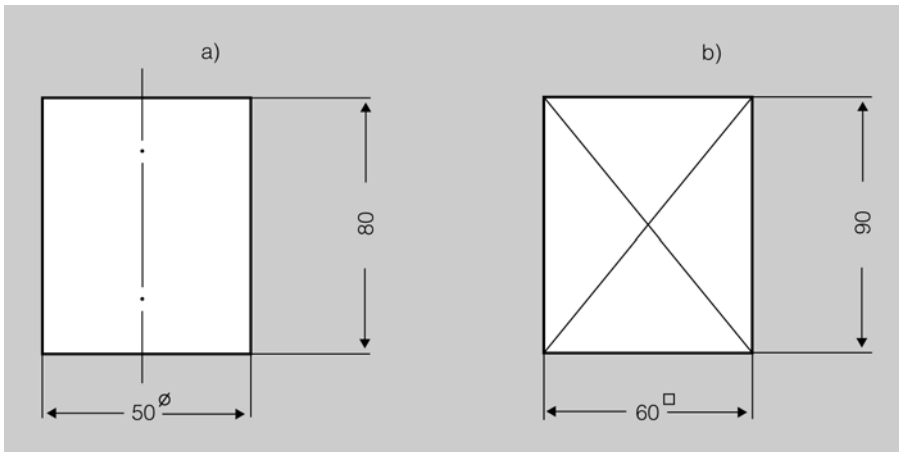


Figura 58. Exemples de peces d'una sola vista



En la figura 58 s'han representat un cilindre (figura 58a) i un prisma (figura 58b). En la figura 58a, la cota 50 amb el signe \varnothing com a exponent indica que la secció recta és un cercle de 50 mm de diàmetre. En la segona peça (figura 58b) la cota 60 amb el signe \square com a exponent indica que es tracta d'un prisma la secció recta del qual és un quadrat de 60 mm de costat.

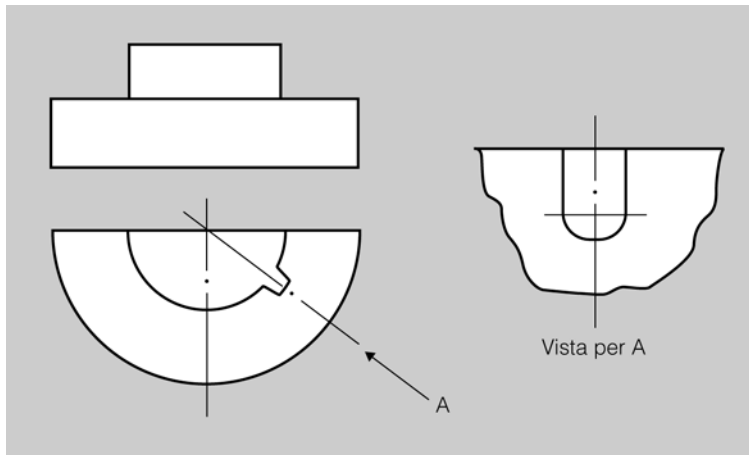
Com a regla general no hem de dibuixar més vistes que les indispensables per a la definició exacta i completa de la peça. Són excepcions de la regla anterior les peces complicades en les quals una altra vista o vistes, a més de les indispensables, poden facilitar el treball de lectura i interpretació del dibuix de la peça.

Si algun detall de la peça no queda clarament definit en les vistes normals, podem dibuixar-ne una vista parcial. Al peu d'aquesta vista parcial hem de posar la indicació següent:

“Vista per...”

i identificarem la visual que la va originar amb una fletxa i una lletra majúscula. Vegem la figura 59.

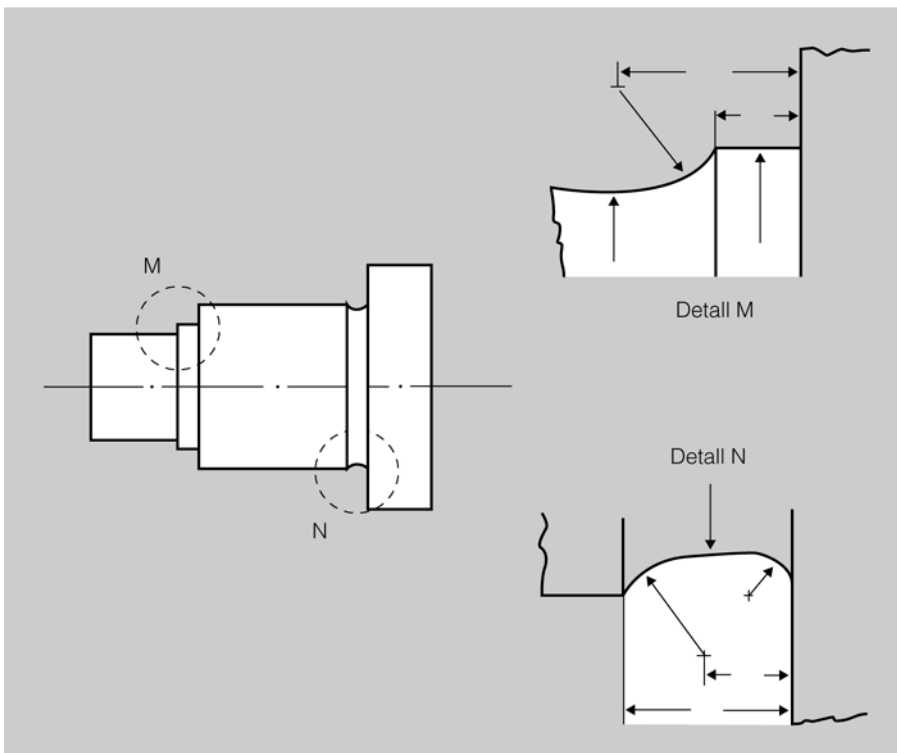
Figura 59. Exemple de "Vista per..."



Quan en el dibuix d'una peça hi hagi zones de difícil lectura perquè la mida dels detalls continguts en aquestes zones és petita, les dibuixarem a part, ampliant-les convenientment (figura 60). Envoltarem la zona ampliada amb un cercle de punt i traç i una lletra majúscula.

El detall ampliat durà al peu la indicació: "Detall...".

Figura 60. Exemple d'una peça amb dos detalls: M i N



No hem de dibuixar les vistes d'una peça ni massa juntes ni excessivament separades. Els espais lliures entre les vistes dependran de la

grandària de les vistes i seran prou amplis per col·locar les **cotes** o anotacions necessàries.

La **vista de front o alçat** és la vista principal i ha de ser escollida currosament perquè permeti apreciar allò que és més important i característic de la peça.

En els dibuixos de conjunt hauríem de representar les peces en la posició d'ocupació o funcionament. En els dibuixos de detall, representarem les peces en la posició de fabricació. Si una peça adopta diverses posicions en el procés de fabricació, per dibuixar-la triarem la posició predominant en aquest procés.

Dibuixem les arestes i línies de contorn de superfícies visibles per l'observador amb línia contínua i gruixuda. L'espessor d'aquest tipus de línies dependrà de la grandària del dibuix.

En dibuixos de gran grandària convindran línies d'espessors grans i en dibuixos petits línies d'espessor més fi. **!!**

Dibuixem les **arestes i línies de contorn ocultes** amb línies de traços d'espessor igual a la meitat d'allò que hem escollit per a les línies contínues corresponents a les arestes vistes.

Els traços tindran la mateixa longitud i els espais entre ells haurien de ser iguals i molt petits (figura 61).

Figura 61. Línies de traços

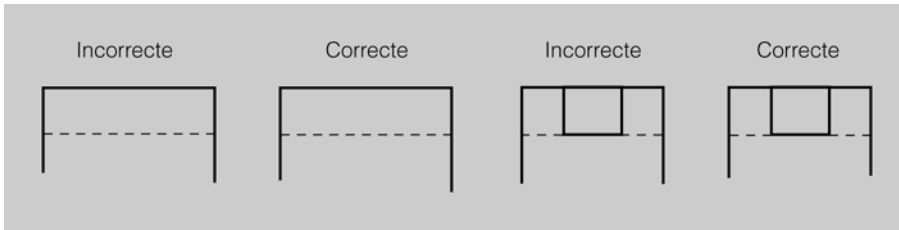


Les línies de traços han de començar i acabar en traç, llevat que siguin prolongació de línies contínues. Només en aquest cas començaran i acabaran en espai. Vegem-ne exemples en la figura X62.

Cotes

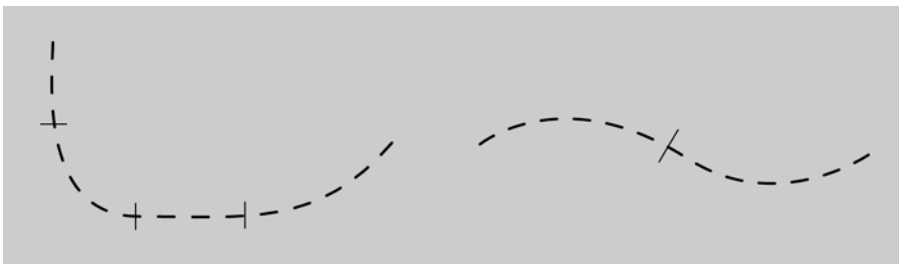
Els plànols són documents que defineixen completament els objectes que representen. Per definir aquests objectes necessitem: les vistes que defineixen la forma geomètrica i les cotes que defineixen les dimensions. Una cota és el valor numèric expressat a les unitats de mesura apropiades, que es representa mitjançant línies, xifres, símbols i textos.

Figura 62. Exemples de línies de traços en dues peces



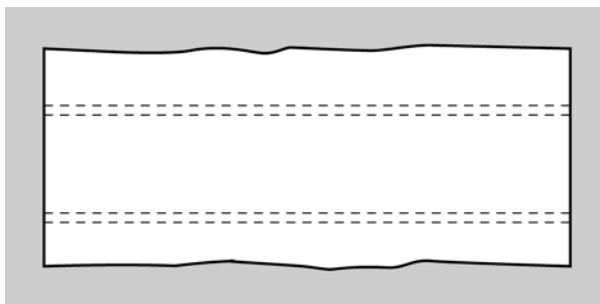
Tallarem les línies de traços sempre en traç (figura 63). Quan les línies de traços estiguin compostes per arcs, o arcs i rectes, els traços haurien de tenir el principi o el final als punts de tangència.

Figura 63. Exemples de línies de traços compostes per arcs, o arcs i rectes.



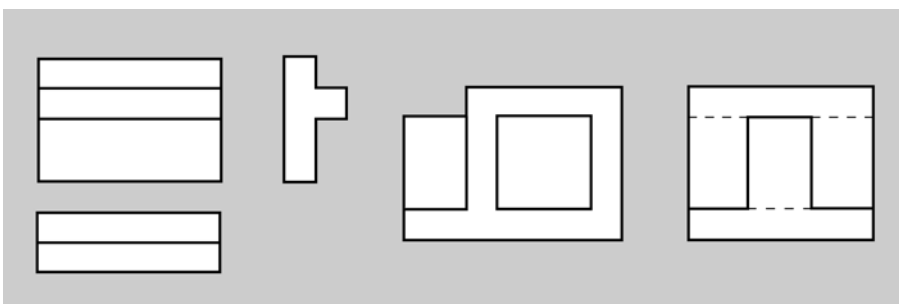
Quan dues línies de traços paral·leles estiguin molt juntes (figura 64), hauríem de dibuixar-les amb els traços desplaçats entre elles.

Figura 64. Exemple de línies de traços paral·leles i juntes



Si en una vista coincideixen una línia contínua i una de traços, dibuixarem només la primera (figura 65).

Figura 65. Exemples de coincidència d'una línia contínua amb una de traços



Només cal que dibuixem línies de traços que siguin totalment necessàries per a la definició exacta de la peça. Si en una o dues vistes d'una peça queda definit un detall que en altres vistes estaria representat en línies de traços, podem prescindir d'aquestes mateixes línies de traços en les altres vistes (figura 66).

Les **vistes simètriques** han de dur eixos de simetria de traç i punt (figura 67). L'espessor d'aquests eixos és la tercera part del de les línies contínues d'arestes vistes. La longitud dels traços haurà de ser uniforme i dependrà de la grandària del dibuix. Col·locarem els punts, d'igual espessor que els dels traços, a la meitat de l'espai lliure entre aquests. Els espais seran molt petits.

Figura 66. Exemples de supressió de línies de traços en una de les vistes si en les altres queden definides

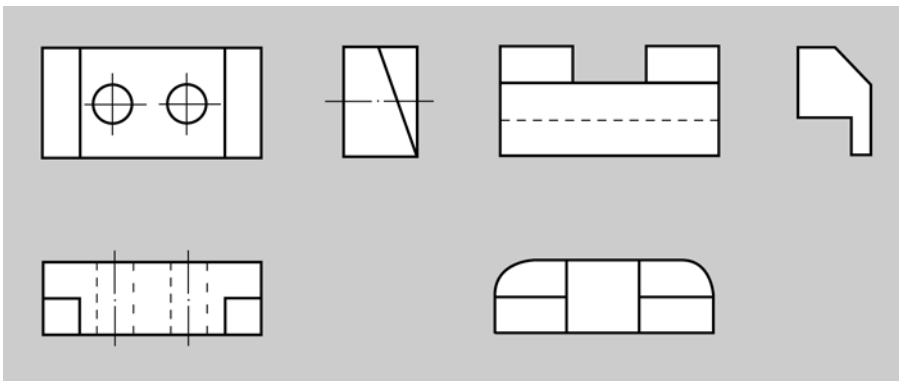
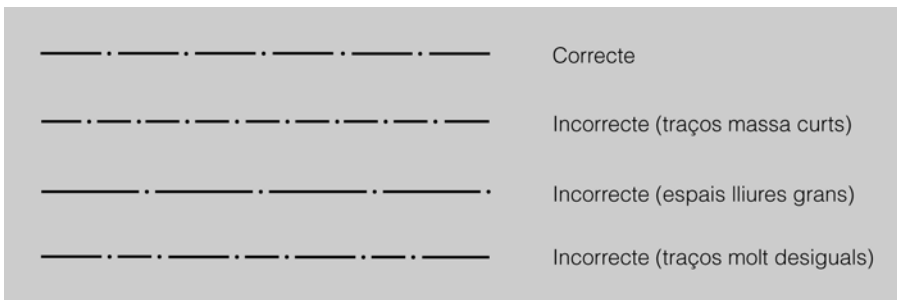
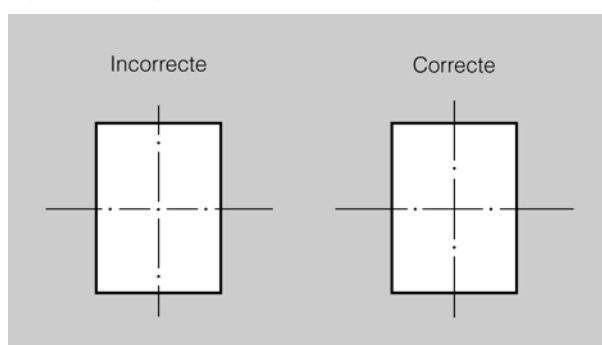


Figura 67. Exemple correcte d'eix de simetria



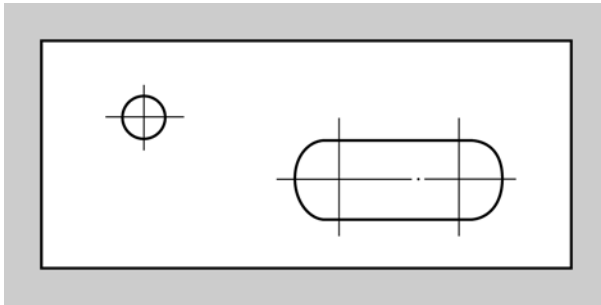
Només podem tallar els eixos en traç.

Figura 68. Exemple de tall entre eixos de simetria



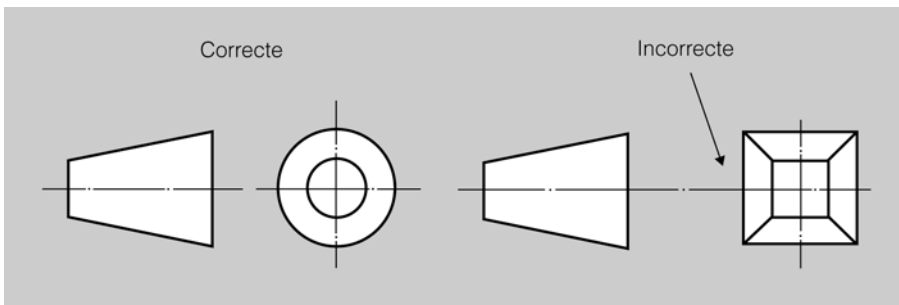
Quan els eixos siguin molt curts (figura 69), els dibuixarem amb línia contínua.

Figura 69. Exemple d'eixos curts de simetria



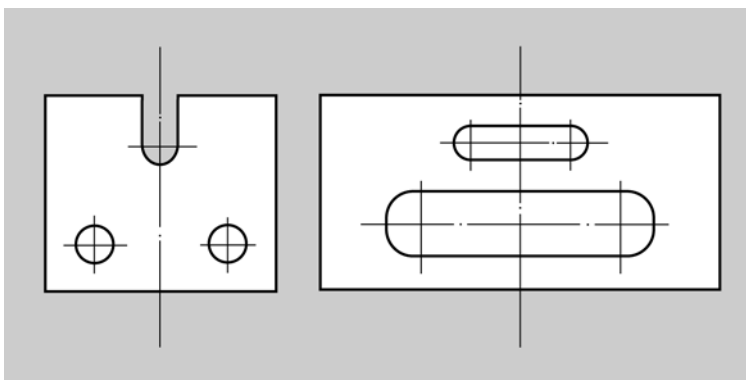
Els eixos han de sobresortir una mica de les vistes però no podem perllongar-los d'una vista a una altra (figura 70).

Figura 70. Exemple correcte d'eixos de simetria



Els eixos que es refereixen solament a un detall de la peça haurien de limitar la longitud a ell mateix.

Figura 71. Exemple correcte d'eixos de simetria



Només podem ometre els eixos en els casos senzills en què no calgui indicar-ne la simetria.

No hem de dibuixar eixos transversals (figura 73) en l'eix longitudinal de les peces.

Quan una línia de traços coincideix amb un eix (figura 73), dibuixarem només en la zona de coincidència.

Figura 72. Exemples d'omissió d'eixos de simetria

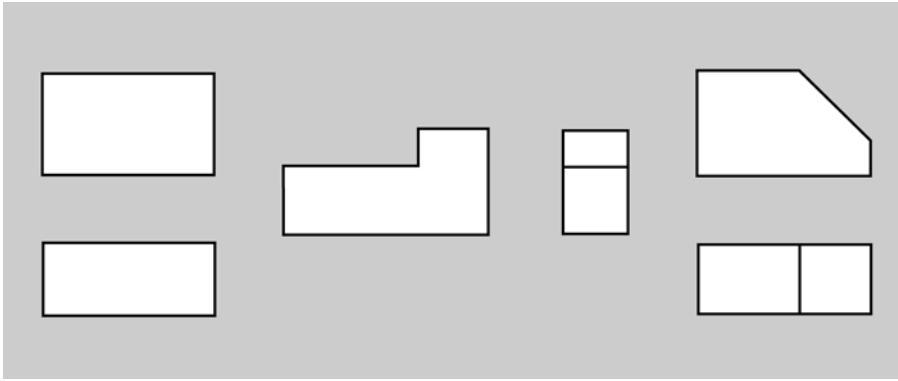


Figura 73. Exemple d'eix transversal

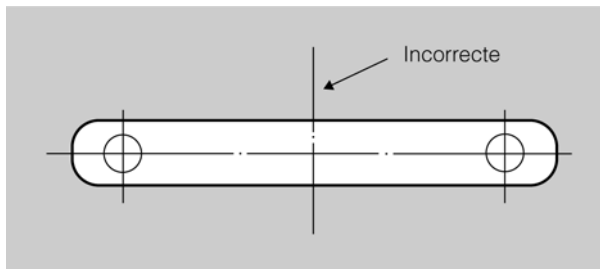
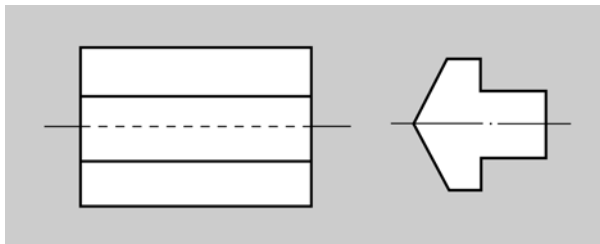
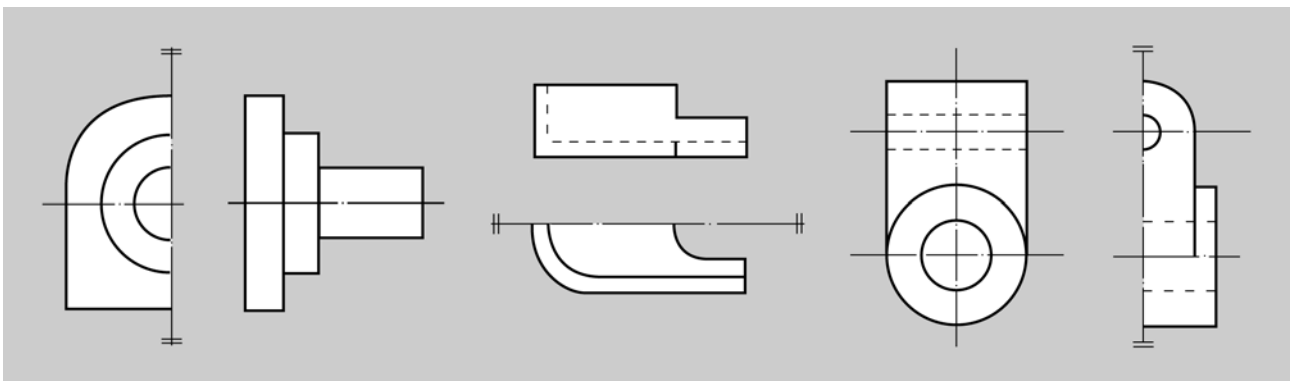


Figura 74. Exemple de coincidència de línia de traços amb un eix



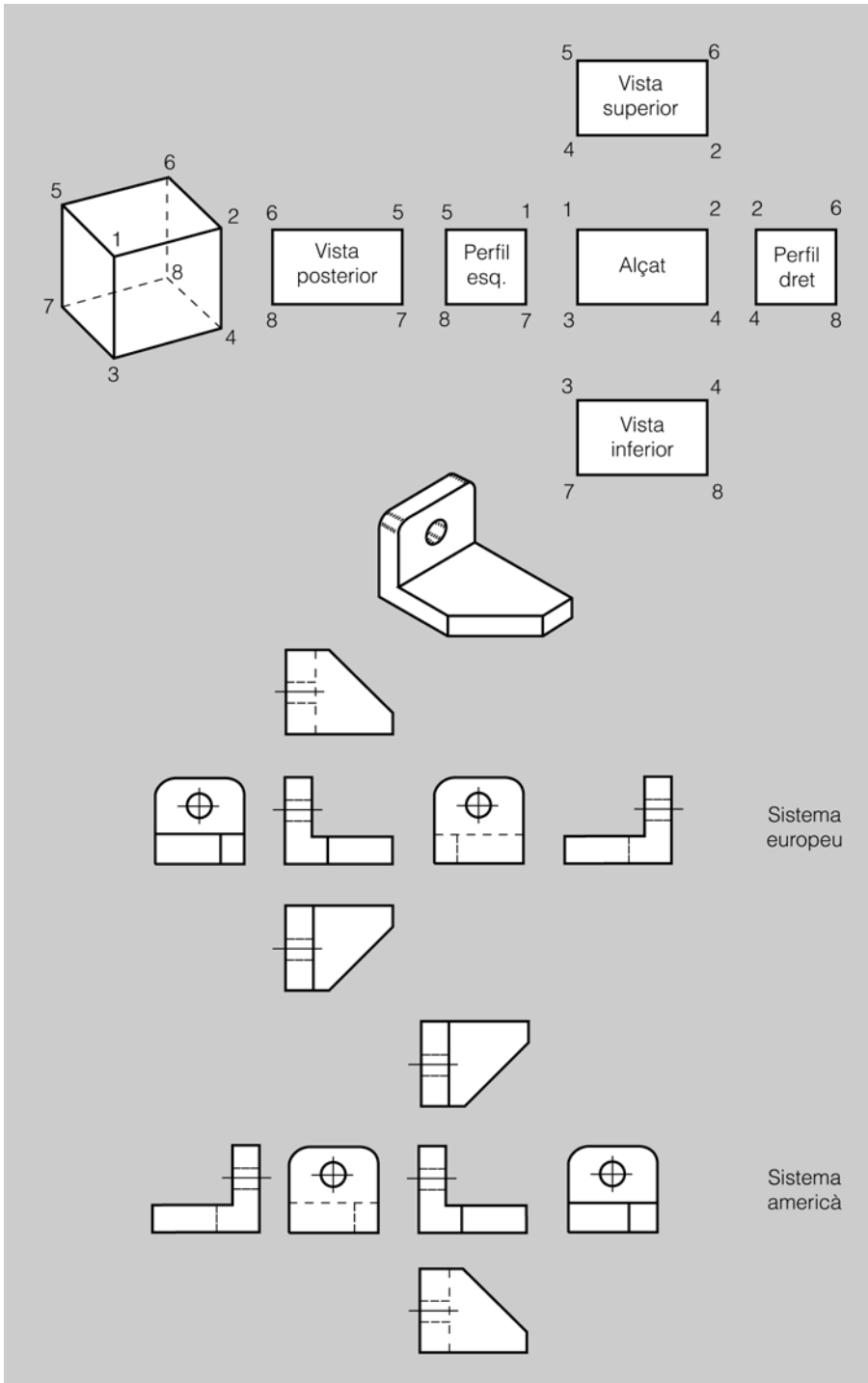
En les peces simètriques (figura 75) podem dibuixar només la meitat de les vistes, fins a l'eix de simetria. Aquest haurà de dur la indicació de la simetria mitjançant dues ratlles curtes paral·leles. En tot cas convé que una de les vistes mostri la peça completa.

Figura 75. Exemples de peces simètriques



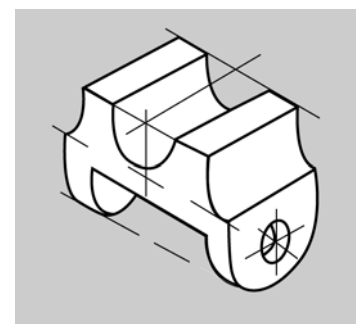
En el sistema europeu hi ha una posició obligada de les vistes diferent del sistema americà. Podeu veure aquestes posicions en la figura 76.

Figura 76. Posició de les vistes en el sistema europeu i americà



2.2. Croquis

Un croquis és fonamental per a la mecanització d'una peça. Els **croquis** o **esbossos** són una representació feta a mà sense gran exactitud però amb totes les característiques que en defineixen el disseny. Serveixen per a una primera transmissió d'idees entre el dissenyador i la resta de persones implicades en el disseny. El fem a mà amb llapis o retoladors amb un suport molt variat (paper, cartolina...), entre els quals destaca el paper mil·limetrat.

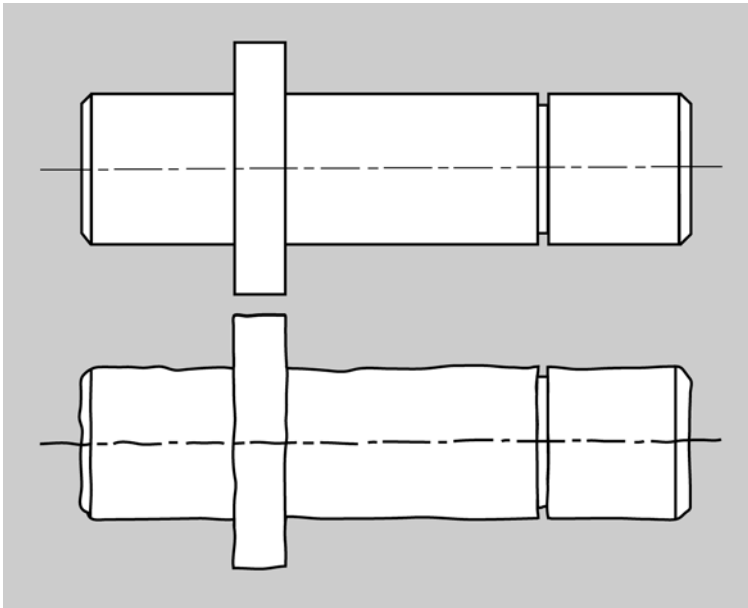


Croquis d'una peça

Els croquis no estan afectats per l'escala, tot i que sí han de ser proporcionats.

La diferència entre un plànol i un croquis és la qualitat de les línies dibuixades (figura 77). Les línies dels plànols són perfectes i el dibuix està proporcionat. Les línies del croquis es fan a mà alçada i no són perfectes, encara que convé mantenir-ne les proporcions.

Figura 77. Diferència entre un plànol i un croquis



2.3. Acotació

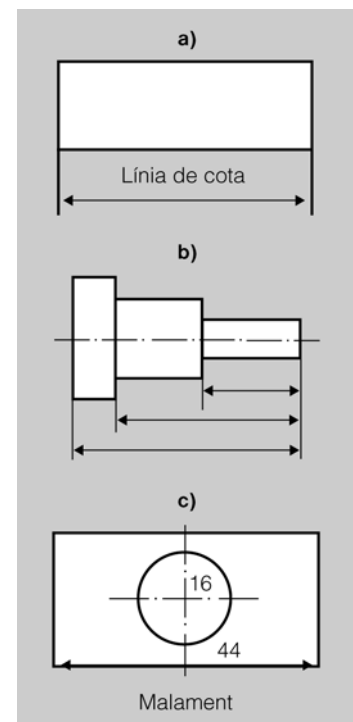
Després de seleccionar les vistes necessàries perquè puguem interpretar la peça que volem fer al taller i després de dibuixar-la a mà alçada sobre el paper de fer croquis, l'operació més important que queda per fer és l'acotació.

Acotar una peça és indicar sobre el dibuix fet totes les dimensions de la peça, de tal manera que l'operari i altres persones que hi intervinguin en l'elaboració no hagin de fer cap operació aritmètica, ni mesurar una cota sobre l'esmentada pàgina per conèixer-la.

Els elements que intervenen per acotar una peça són els següents:

- **Línies de cota.** Serveixen per indicar les mesures i es col·loquen generalment perpendiculars a les arestes o paral·lelament a la dimensió que s'ha de acotar (figura 78a). Hem de col·locar aquestes línies a tot estirar a 8 mm de les arestes del cos. Les línies de cota paral·leles han d'estar a una distància prou gran entre elles i sempre que sigui possible aquesta distància hauria de ser uniforme i mai de menys de 5 mm (figura 78b). No hem de fer servir els eixos i les arestes com a línies de cota (figura 78c), sinó que els dibuixem amb una línia contínua fina.

Figura 78



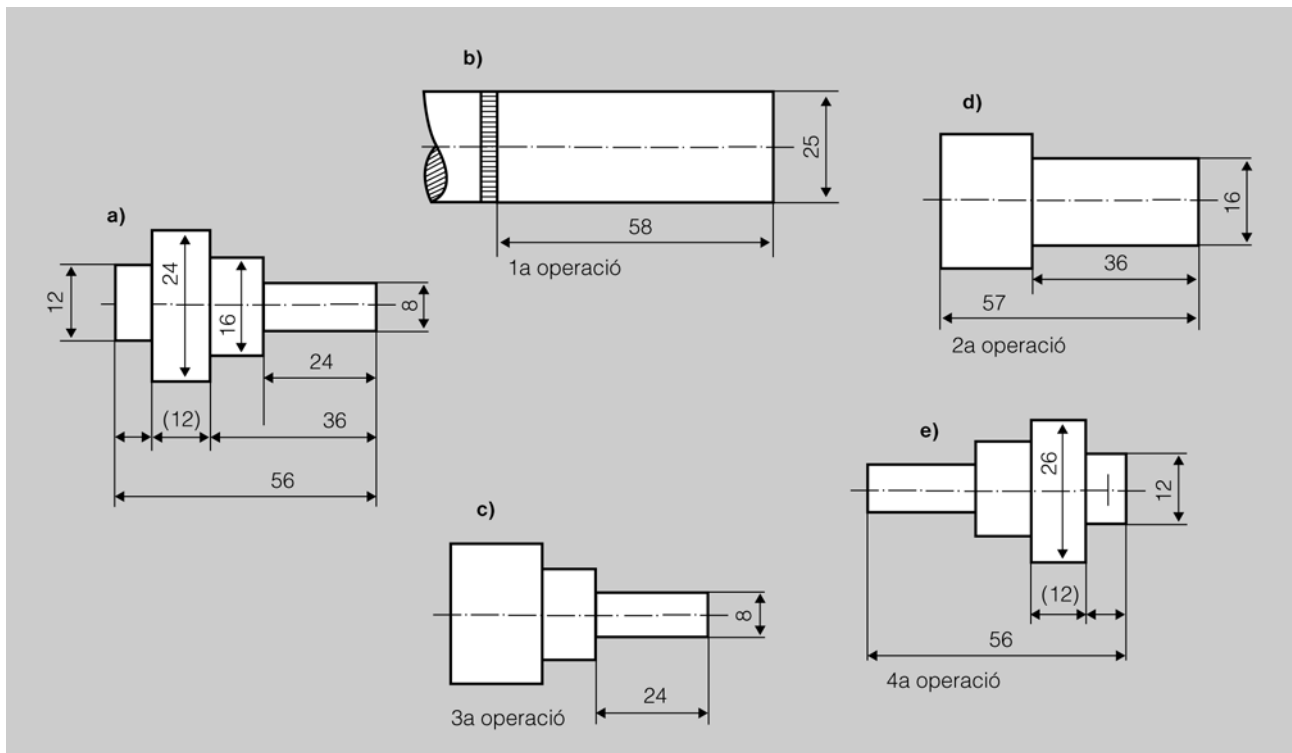
- **Línies auxiliars de cota.** Les mesures que no posem entre les arestes del cos les posarem per mitjà de línies auxiliars de cota que s'indicaran directament en les arestes del cos i sobresurten aproximadament uns 2 mm de les línies de cota. Sempre que sigui possible, no hem de creuar aquest tipus de línies amb altres línies (figura 79a). Les dibuixem amb línia contínua fina. Assenyalen els extrems de les línies de cota amb fletxes la longitud de les quals és aproximadament cinc vegades l'amplària de les arestes del cos, és a dir, si dibuixem les arestes visibles amb línies contínues de 0,5 mm, la longitud de la fletxa serà de 2,5 mm. La punta de la fletxa forma un angle de 15° aproximadament (figura 79b).

En el procés de mecanització d'una peça l'operari que la mecanitzarà, segons el croquis que se li ha lliurat, no ha de tenir cap dubte sobre les mesures representades, ni ha d'haver de fer cap càlcul. El fet d'acotar amb aquest sistema l'orienta en la mecanització. Si vol afegir-hi alguna cota més, com a ajuda, la posarà entre parèntesis.

Vegem-ne un exemple:

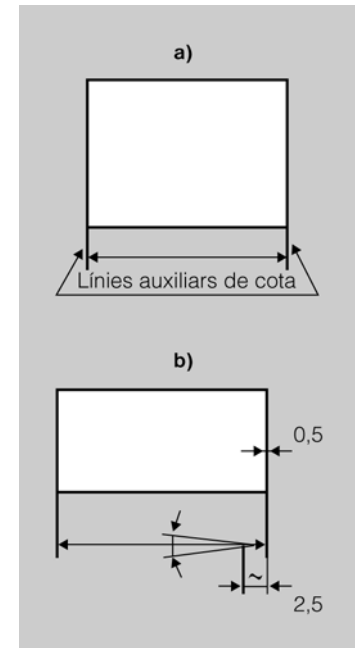
El procés de fabricació per mecanitzar la peça de la figura 80a és el següent: a partir d'una barra de 25 mm de Ø (figures 80b, 80c, 80d i 80e).

Figura 80



Com podem observar en la figura 80, la cotació de la peça acabada està basada en el procés de mecanització que s'ha seguit en el torn. El mateix es fa si es tracta d'una altra peça i una altra màquina.

Figura 79



Una de les característiques fonamentals d'un croquis és que les seves figures estan acotades. Que el dibuix d'una peça o objecte inclogui el valor de les seves dimensions, és a dir, que estigui acotat, és fonamental, sobretot per a l'operari que, seguint els plànols que se li presenten, ha de fabricar les peces o objectes.

Les dimensions d'una peça estan indicades per l'acotació corresponent. L'acotació d'una peça ha de correspondre's a les seves dimensions al final del procés de fabricació, és a dir, a la peça completament acabada i preparada per treballar.

Hem de triar i indicar les cotes als dibuixos, tenint en compte les operacions de fabricació, funció i comprovació de les peces. Per aquest motiu és important que el projectista o dibuixant conegui a fons aquestes operacions per arribar a una acotació correcta.

L'acotació ha de ser de tal manera que en el taller puguem deduir sense cap esforç i sense possibilitat de dubte o error les dimensions de la peça. Per això hem de col·locar les cotes de manera clara i fàcilment llegible. !!

Per la mateixa raó cal fitar les dimensions necessàries per construir la peça sense ometre'n cap.

Una cota important oblidada invalida tot el dibuix. Les cotes han de correspondre a dimensions que puguem mesurar directament sobre la peça una vegada construïda.

L'acotació de peces està normalitzat, és a dir, està subjecte a determinades normes i regles, cosa que permet que qualsevol persona que conegui la normativa pugui interpretar perfectament qualsevol dibuix, pel que fa a les seves dimensions.

Podem classificar les cotes en dos grups:

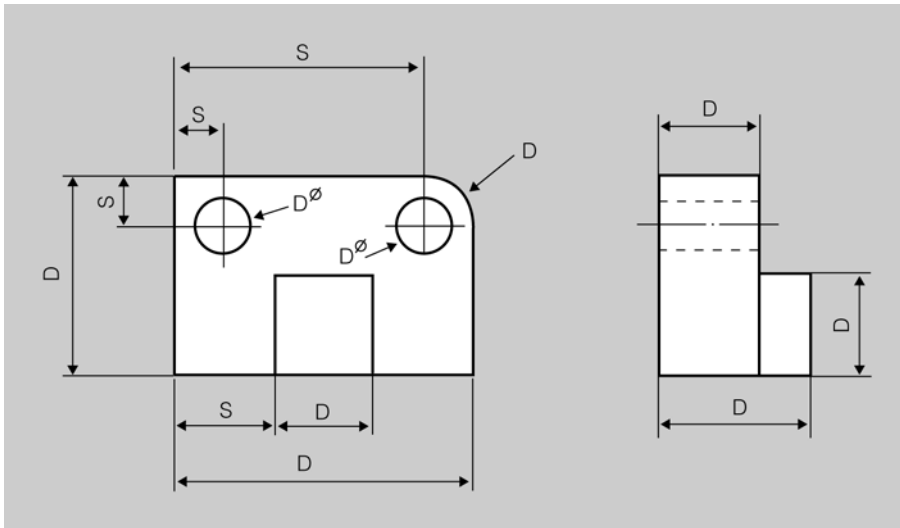
- a) Les **cotes de dimensió** fan referència a la grandària de les formes o elements bàsics com ara prismes, cilindres, cons, etc., que constitueixen la peça.
- b) Les **cotes de situació** són les que indiquen la posició d'aquests elements bàsics, els uns en relació amb els altres, en el conjunt de la peça. En la figura 81, assenyalarem les cotes de dimensió amb una D i les de situació, amb una S.



Torn

S'anomena *torn* a un conjunt de màquines eina que permeten mecanitzar peces de forma geomètrica. Aquestes màquines-eina operen fent girar la peça a mecanitzar (subjecta en el capçal o fixada entre els punts de centrament) mentre una o diverses eines de tall són empeses en un moviment regulat d'avanç contra la superfície de la peça, tallant l'encenall d'acord amb les condicions tecnològiques de mecanitzat adequades i el croquis presentat.

Figura 81. Exemple de cotes de dimensió i cotes de situació



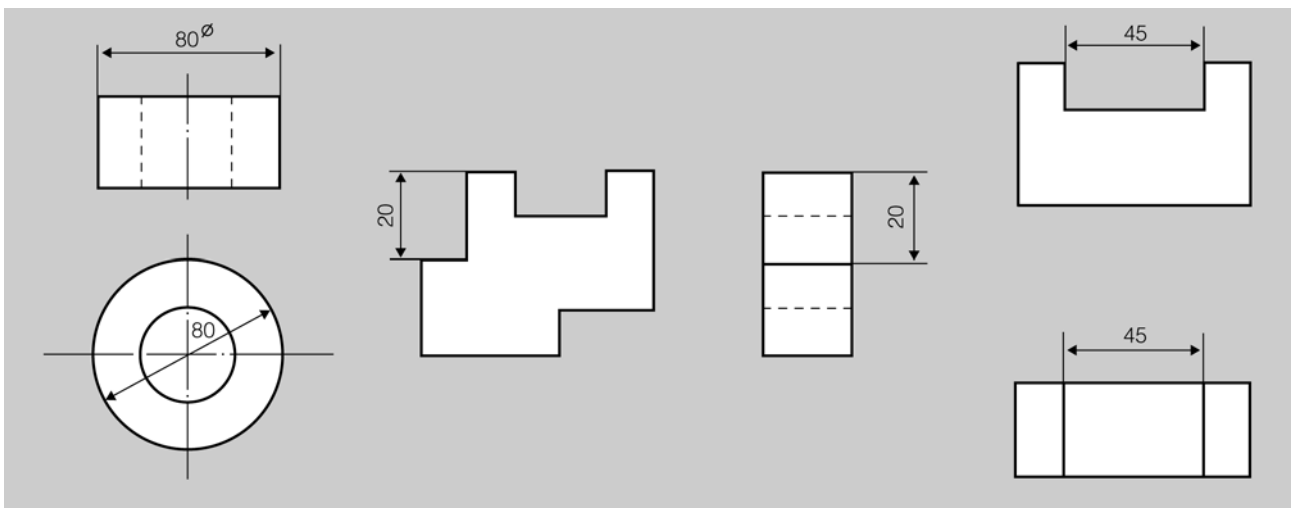
Per fer una **acotació** correcta hem de començar per les cotes de dimensió i una vegada col·locades aquestes, hem de posar les cotes de situació.

Fitarem cada dimensió només un cop, ja que cal fer-ho sobre la vista que defineixi millor la forma de la dimensió a mesurar.

Les magnituds que acotem són les longituds i els angles. Expressem les longituds en mil·límetres, i, tret que s'utilitzin altres unitats, només escriurem la xifra que representi la magnitud sense necessitat de posar la unitat (figura 82). Expressem els angles en graus, minuts i segons sexagesimals.

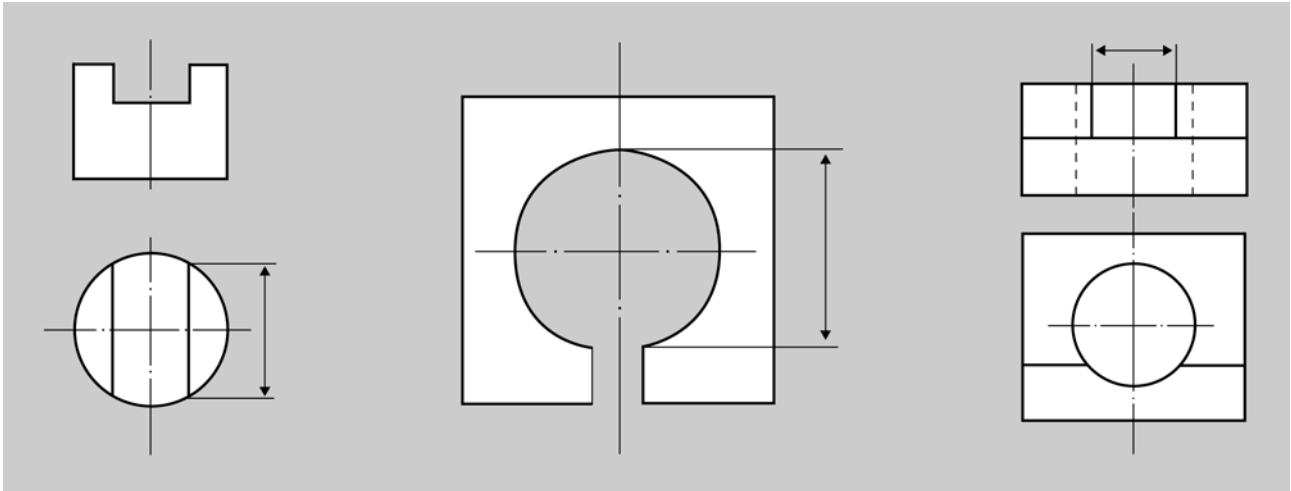
Hem d'evitar les cotes duplicades per la confusió que un excés de xifres pot originar en la lectura del dibuix. Anomenem *duplicades* les cotes col·locades en vistes diferents que indiquen la grandària d'una mateixa dimensió.

Figura 82



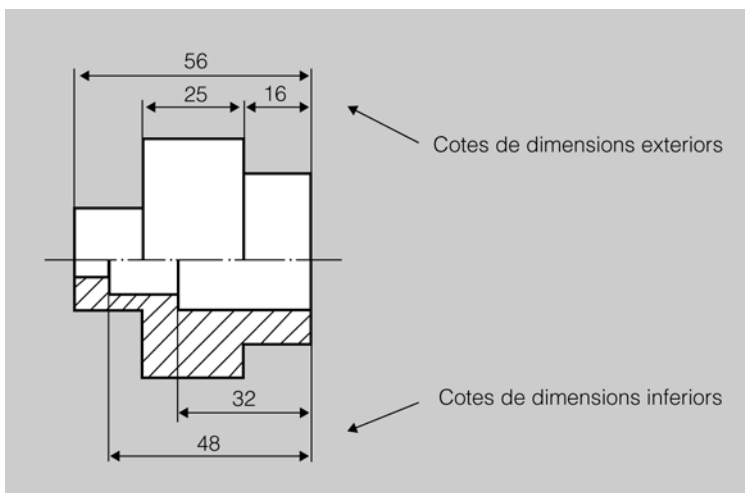
També hem d'evitar les cotes innecessàries, i ho són les que no són precises per a la construcció de la peça ni per a cap altra operació posterior de comprovació. No hem de fitar les dimensions de les formes que resultin de per si en el procés de fabricació.

Figura 83



En general, és preferible fitar les vistes per l'exterior. No obstant això, podem col·locar cotes per l'interior si amb això no perjudiquem la claredat del dibuix (figura 84). Quan en una peça hàgim de fitar dimensions exteriors i interiors procurarem disposar ambdós grups de cotes separats entre ells.

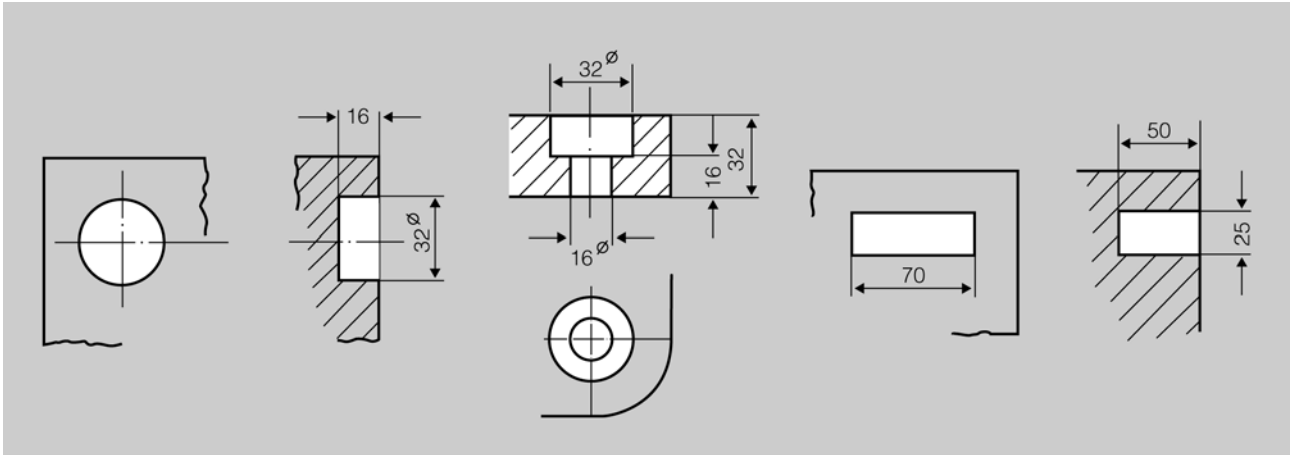
Figura 84



Farem la col·locació o repartiment de cotes pel dibuix sempre tenint en compte la claredat (figura 85). Les col·locarem de manera ordenada, repartides uniformement i mai amuntegades.

Hem d'aplicar l'acotació amb línies plenes, evitant sempre que sigui possible fer-ho a línies de traços.

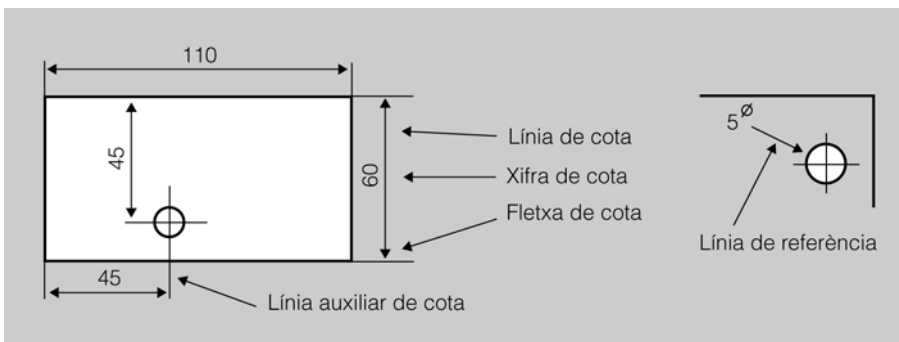
Figura 85



Per a l'acotació d'un dibuix fem servir els elements següents:

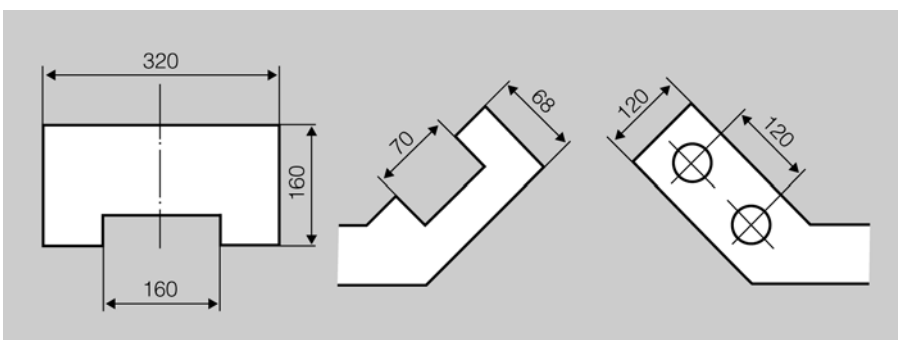
- a) Línies de cota
- b) Línies auxiliars de cota
- c) Fletxes de cota
- d) Xifres de cota
- e) Línies de referència (figura 86)

Figura 86



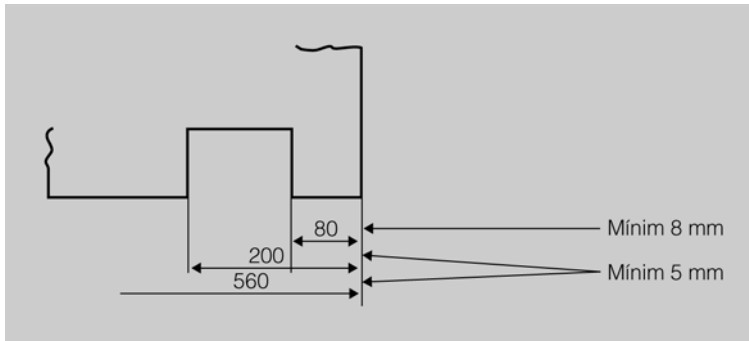
Disposem les línies de cota paral·leles a la dimensió a fitar (figura 87). Són de traç fi i continu i duen un buit al centre per a l'escriptura de la xifra de cota.

Figura 87



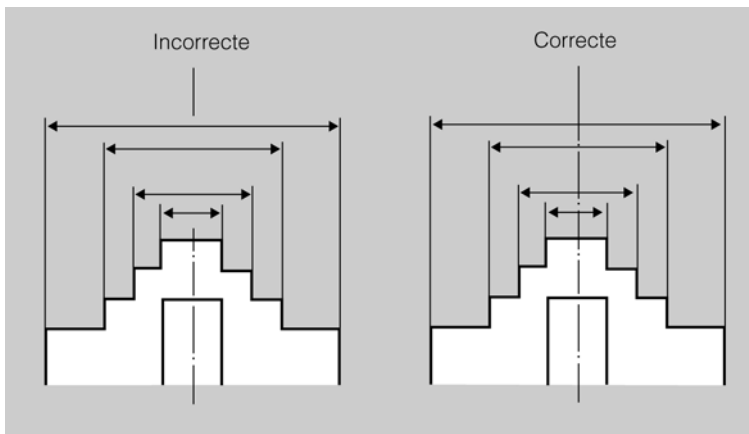
Les línies de cota han d'estar separades de les arestes del cos a una distància proporcional a la grandària del dibuix. En cap cas aquesta distància serà **menor de 8 mm** (figura 88). Entre dues línies de cota paral·leles hi haurà una separació també proporcional a la grandària del dibuix, però mai serà inferior a 5 mm.

Figura 88



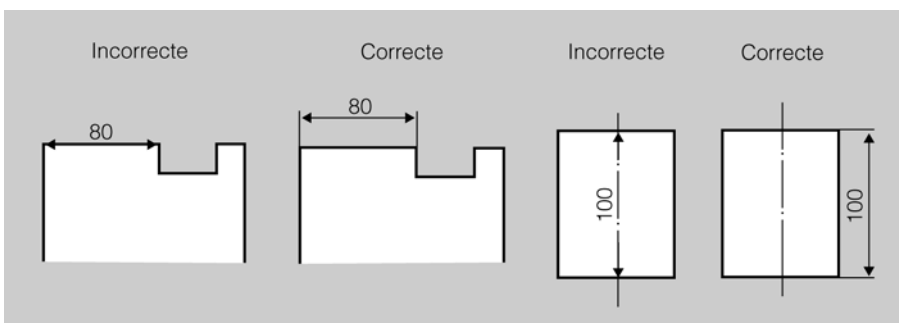
Les línies de cota paral·leles haurien de tenir una separació uniforme entre elles (figura 89).

Figura 89



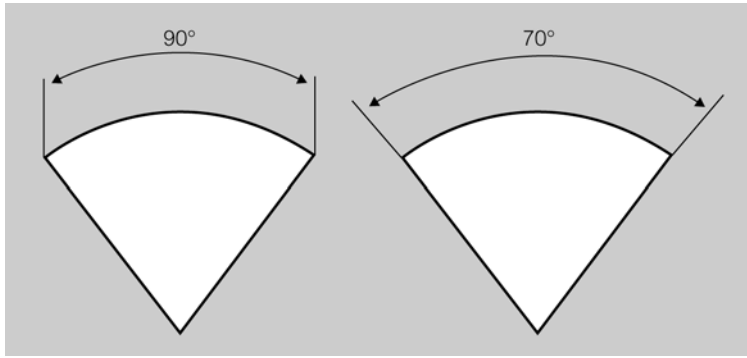
No podem utilitzar les arestes i eixos en cap cas com a línies de cota vegem la figura 90).

Figura 90



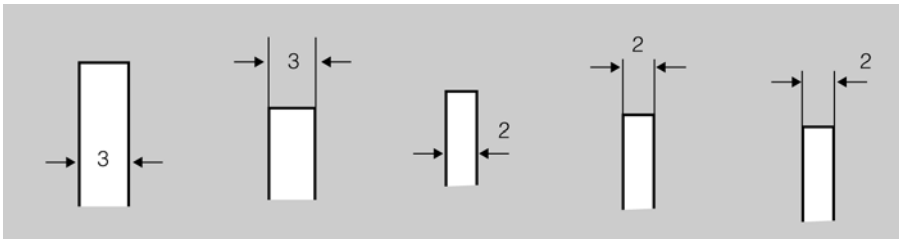
En arcs i angles les línies de cota són un arc concèntric (figura 91).

Figura 91. Exemples vàlids d'acotació d'angles



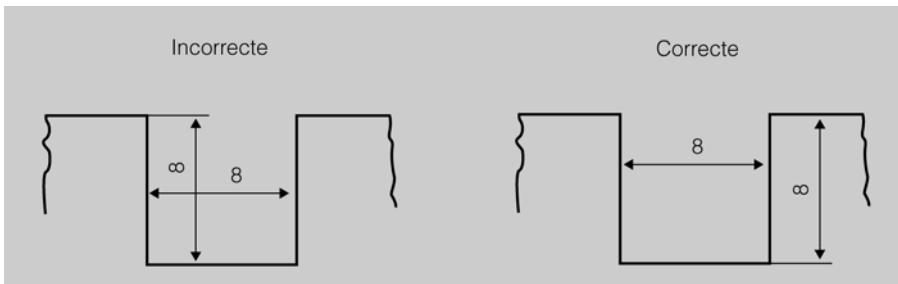
En cas de falta d'espai, podem col·locar les línies de cota tal com s'indica en la figura 92.

Figura 92. Exemples vàlids d'acotació



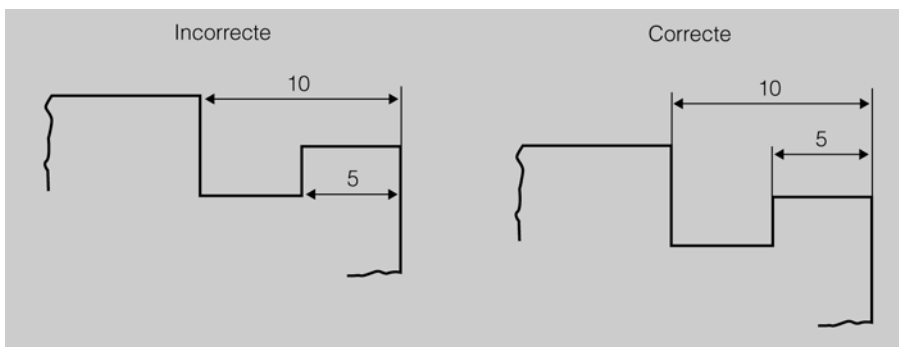
Procurarem, sempre que sigui possible, que les línies de cota no es tallin entre elles ni amb altres línies.

Figura 93



No podem traçar línies de cota en prolongació de les arestes de la peça (figura 94).

Figura 94



En l'acotació de peces simètriques, dibuixades completes, les línies de cota indicaran dimensions entre punts i eixos d'elements simètrics i mai entre aquests i l'eix de simetria (figura 95).

Figura 95

