

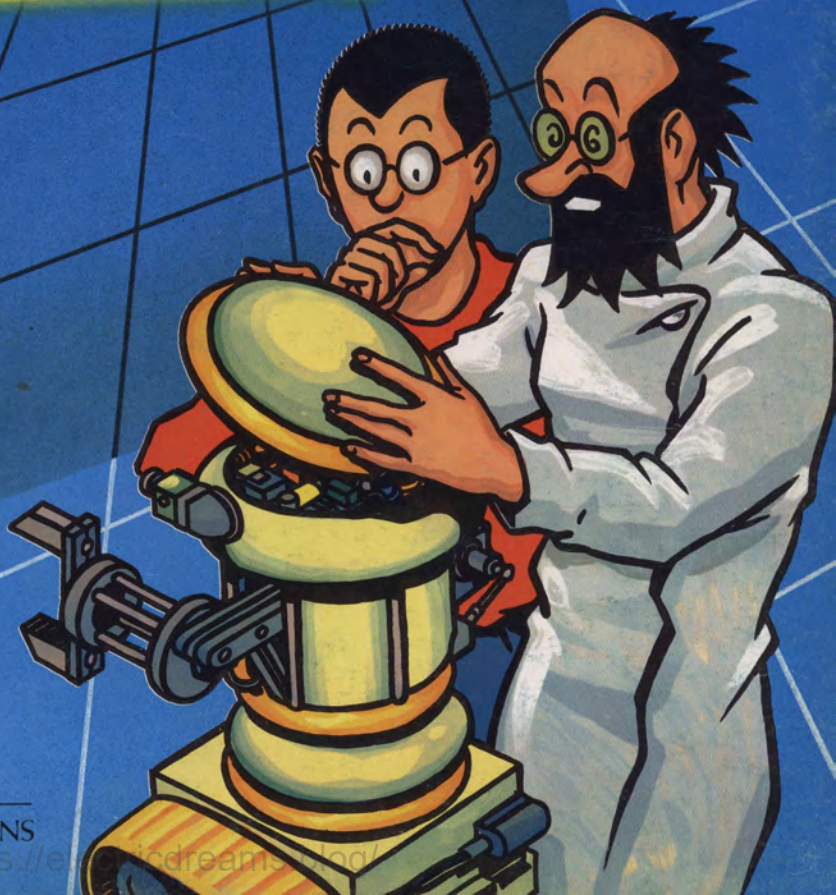


connecta el micro



ROBOTS I INTEL·LIGÈNCIA ARTIFICIAL

CURS
DE BASIC



FUNDACIÓ CAIXA DE PENSIONS

<https://eodreams.com/>

connecta el micro

ROBOTS I INTEL·LIGÈNCIA ARTIFICIAL



FUNDACIÓ CAIXA DE PENSIONS

<https://electricdreams.blog/>

Edita:
FUNDACIÓ CAIXA DE PENSIONS

President Executiu de la Fundació
Caixa de Pensions:
JOSEP VILARASAU I SALAT

Vice-President Executiu:
RICARD FORNESA I RIBÓ

Director Executiu de la Fundació
Caixa de Pensions:
JOAN JOSEP CUESTA

Cap de Control de l'Obra Social de la Caixa de Pensions:
JOSEP MARIA ARENAS I PASCUAL

Coordinadors de l'edició:
JORDI SALA
ALBERT SÒRIA

Autors:
FRANCESC FRANCO I JACOBO, MERCÈ GRIERA I FISA*, LLORENÇ HUGUET I ROTGER; DAMIÀ CASAS I PESSAFERRER*.
*U.A.B. Departament d'Informàtica

Disseny de portada i compaginació:
EQUIP 30/53

Dibuix:
ROGER

Fotografia:
ESPARBÉ

Fotocomposició:
CATALANA DE FOTOCOMPOSICION, S.A.

Gestió edició:
MUNDO CIENTÍFICO

Guió de televisió:
JAUME AGUSTÍ I CULELL

Primera edició: juny 1985

© FRANCESC FRANCO I JACOBO, MERCÈ GRIERA I FISA, LLORENÇ HUGUET I ROTGER, DAMIÀ CASAS I PESSAFERRER. 1985.

Tots els drets d'aquesta edició:
FUNDACIÓ CAIXA DE PENSIONS, Via Laietana, 56, 08003 Barcelona

Impressió:
TONSA, Herrera-Alza. Donostia

ISBN: 84-505-1478-9
Dipòsit legal: S.S. 300-85

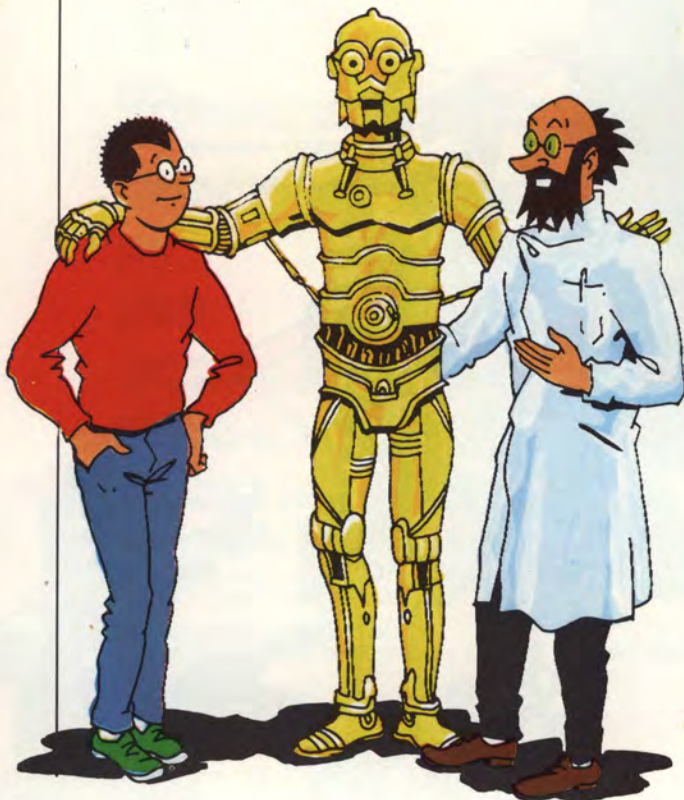
Treballar i raonar

La revolució informàtica que s'esdevé en els nostres dies té com a objectiu ajudar l'home en aquelles feines que li són del tot rutinàries, deixant-li així temps lliure per dur a terme altres tasques més enriquidores. Ja hem parlat del gran avantatge que suposa l'ordinador en les feines de càlcul, la seva exactitud i la seva velocitat. També hem parlat de la capacitat d'emmagatzemar dades i d'operar-hi salvant així temps i distàncies. Pensem, però, que tot això són feines que en podríem dir «de despatx» o, si voleu, «de paper i llapis». Queden encara altres feines que són perfectes rutines i que, a més, suposen un gran esforç físic: són els treballs que cal fer a les fàbriques, als tallers, als ports... i a les cases, com ara teixir, soldar, cargolar, carregar, descarregar, llimar, polir, pintar, planxar, rentar... una llista gairebé inacabable.



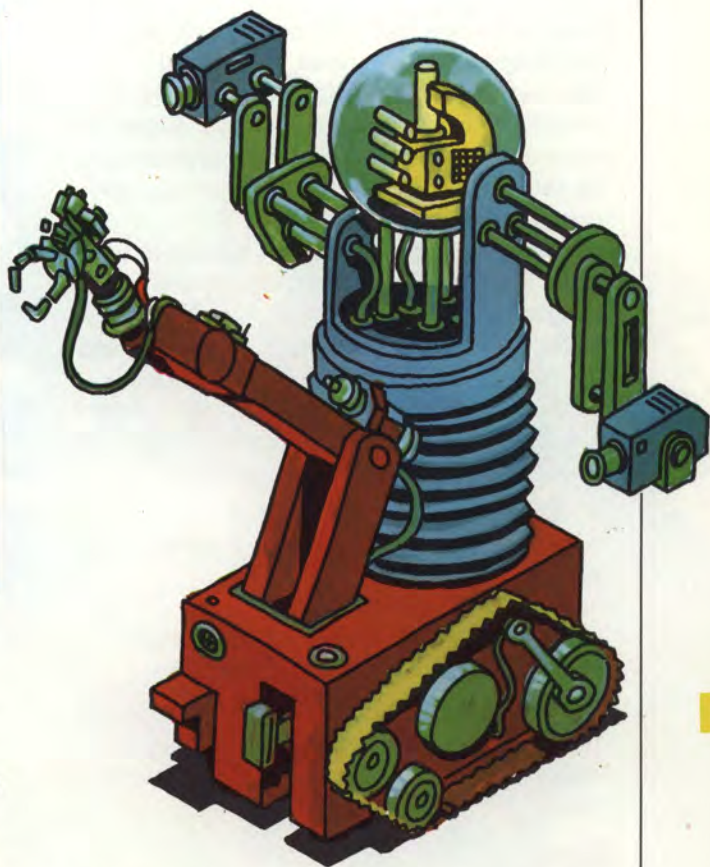
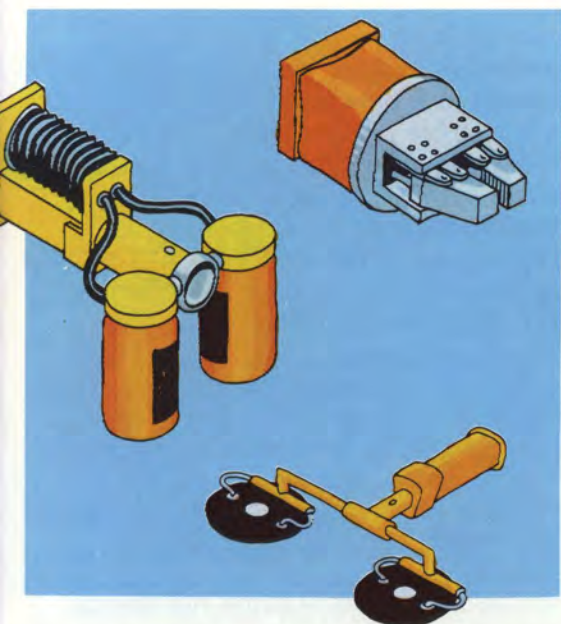
És tan vell com l'home això de tractar d'inventar màquines per tal d'evitar esforços; només cal pensar en les destrals, la roda, la palanca, les politges, els molins i, més tard, els telers i la màquina de vapor. L'home crea noves invencions a ritme sorprenent. Però si, fins al segle passat, allò que dominava la ment humana era la idea de potència i energia, avui, en els nostres dies, aquestes nocions han quedat desfasades davant els conceptes missatge i informació. Així, les màquines es tornen sistemes de comunicació que manipulen grans quantitats de dades. Els circuits electrònics i els microprocessadors multipliquen per infinit les possibilitats d'invenció. Les màquines d'avui són ràpides, programables i exactes: són els anomenats **ROBOTS**.

No cal pensar però en figures androides, d'aspecte gairebé humà, com les que ens presenten els dibuixos animats o les pel·lícules de ciència-ficció. Els robots d'avui,



Robot on la part principal és el braç

si els comparem amb el cos humà, tot el que podem dir és que són un **braç**; i un braç que intenta imitar la feina que fa l'home no pas la seva constitució física. Acostumen a ésser de metall o de fibra de vidre i no acaben amb cinc dits sinó que ho fan amb pinces, ventoses o qualsevol altra cosa apropiada per al material que hagin de manipular.



Cal tenir ben clar que un robot és un 80 % de mecànica i un 20 % d'electrònica-informàtica. L'ordinador és qui fa la funció de «cervell». Els programes donen les ordres als robots per tal d'efectuar els moviments que calguin, de manera que, si s'ha de variar la feina, no sigui necessari canviar el robot sinó, només, reprogramar-lo. A més, hi ha robots capaços de percebre l'entorn i adaptar-se a les circumstàncies. Són les màquines **realimentades**.

La robòtica és una ciència que avança a passes de gegant. Així com a Europa hi ha «microteques», als Estats Units hi ha actualment allò que en diuen «club de joves robòtics», on, amb l'ajut d'instruments com ara el «Meccano» i microordinadors, els joves es dediquen a la construcció de petits robots. Hi ha també robots domèstics a la venda, com és el cas d'en **BOB XA** de la casa ANDROBOT o en **GENUS** de ROBOTICS INTERNATIONAL; el preu, però, és elevat (entre 500.000 i 1.250.000 pessetes) i les possibilitats que tenen són molt limitades. Parlen amb veu cavernosa, diuen l'hora, la temperatura ambient i es mouen sense xocar contra els obstacles, però de forma poc segura.

Els americans asseguren que, el 1990, un de cada deu posseïdors de micros adquirirà un robot domèstic.

Aquestes prediccions no són difícils d'acceptar, perquè tal com va passar amb els ordinadors, els quals, tot i que nasqueren per a feines científiques i tècniques, s'han ficat a les nostres cases, passarà amb els robots. Ara només n'hi ha als centres de recerca i a les grans fàbriques, però ben aviat en podrem tenir un al costat nostre. La **robòtica** és, doncs, una nova ciència. Però té molt a veure amb la informàtica clàssica. Tant els programes que duen a terme les feines anomenades «de paper i llapis» com els que comanden els robots són a l'actualitat basats en operacions matemàtiques, i construïts en llenguatges de programació d'alt nivell com el BASIC, el FORTRAN o el COBOL, o bé, quan es vol

guanyar rapidesa en les operacions, en llenguatges de baix nivell, propers al llenguatge de màquina, com és el cas de l'ASSEMBLER; però tant uns com altres són només vàlids per a realitzar programes que es recolzen en operacions elementals i en comparacions.

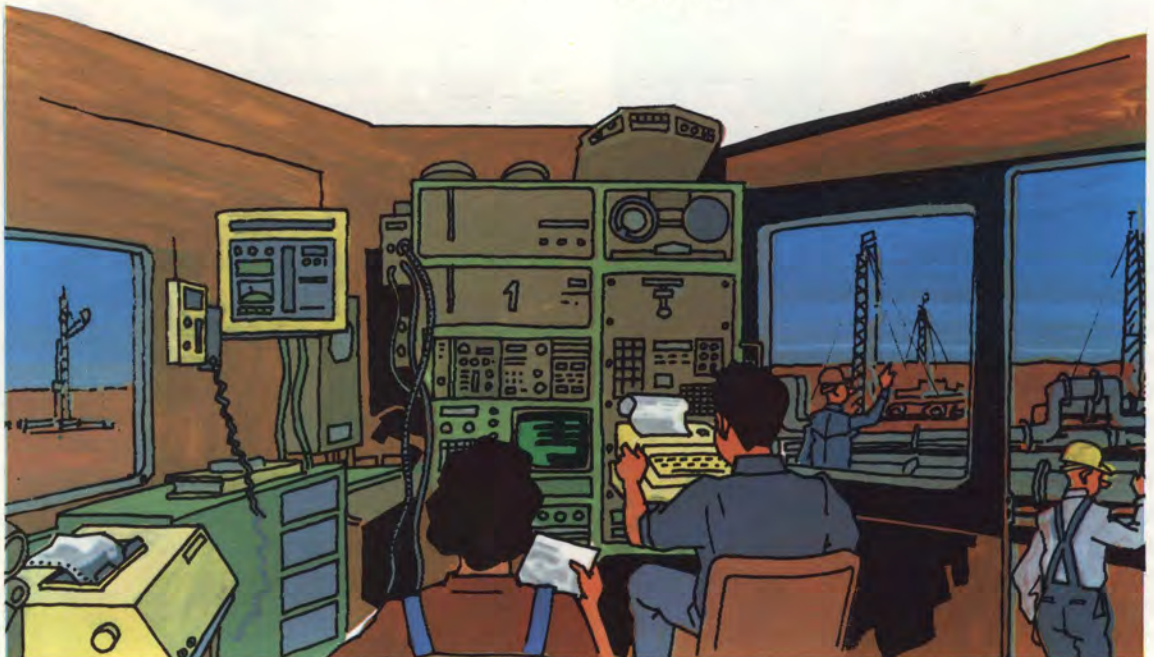
A mitjan els anys cinquanta, aparegué una nova filosofia per a la concepció dels llenguatges de programació, basada en l'intent d'imitar la **capacitat de raonament** de l'home: aparegueren els llenguatges **PROLOG** i **LISP**. Els anys han anat passant i, a l'actualitat, un ordinador programat amb un d'aquests llenguatges pot:

- diagnosticar una malaltia,
- preveure l'emplaçament d'un jaciment de petroli,
- aconsellar una inversió de borsa,
- determinar les causes de pana d'un sistema electrònic,

Són feines ja no d'un obrer qualificat, sinó tasques d'un veritable especialista: un metge, un enginyer, un agent de canvi i borsa...

Això no és un miracle, ja que aquests programes exploten els coneixements dels experts que, prèviament, han estat introduïts a la memòria de l'ordinador. Està naixent una «nova informàtica» que depassa l'estadi del càlcul aritmètic per especialitzar-se en el **tractament lògic** de la informació. És l'anomenada **INTEL·LIGÈNCIA ARTIFICIAL**, la qual tracta de simular el raonament humà per tal de resoldre problemes complexos. Aquest nom nasqué l'any 1954, a Xicago (USA), en un Congrés que agrupava, d'una banda, investigadors en el domini de la interpretació del **llenguatge natural** (anglès, francès, català, castellà,...) i, per l'altra, científics especialitzats en el **reconeixement de formes** (pels robots que analitzen l'entorn).

Per ajudar a aclarir el terme intel·ligència artificial, us direm que així com l'home inventà la roda per tal de simular el moviment, l'ordinador simula el coneixement, la manera de pensar; però cal tenir ben clar que, així com la roda no és un «parell de cames», l'ordinador tampoc no és un «cervell».



La intel·ligència artificial deixà d'ésser només un domini de recerca i entrà en el món econòmic-empresarial l'any 1980 quan demostrà la seva utilitat en el terreny de la geologia. La companyia minera americana AMAX demanà ajut als científics del SRI (Stanford Research Institute) per tal de confirmar un jaciment de molibdè (metall rar) al Mont Tolmar. Els geòlegs explicaren als investigadors del SRI els criteris en què ells es fonamentaven per determinar la presència d'aquell material. Aquestes informacions foren introduïdes al paquet de programes anomenat PROSPECTOR. Ningú no hauria pogut imaginar que aquest **sistema expert** (tal i com l'anomenaren els seus creadors) vencés, en llur propi terreny, els geòlegs d'una de les companyies mineres més importants del món. PROSPECTOR no només confirmà el jaciment de molibdè que els geòlegs havien pronosticat, sinó que en detectà, a poca distància, un segon jaciment. Aquest sistema explotava els coneixements del geòlegs de la mateixa manera que ho fan ells quotidianament, però l'ordinador treballa a gran velocitat i, gràcies a la seva capacitat de memòria, pot tractar a l'hora totes les dades del problema.

A partir d'aleshores, la intel·ligència artificial trobà les portes obertes per entrar en els dominis més diversos: les clíniques, la borsa, els laboratoris...

La cosa, però, no acabà aquí. L'octubre de 1981, el Japó llançà a l'opinió pública el seu projecte de nou tipus d'ordinador que anomenà **cinquena generació**. Aquest projecte és finançat a meitats iguals pel Govern japonès i per la indústria privada. Té un pressupost de 850 milions de dòlars (uns cent quaranta mil milions de pessetes), i abraça un període de realització de deu anys.

Aquest projecte no tracta de crear programes intel·ligents, tal i com s'havia fet fins ara, sinó que pretén de crear **ordinadors intel·ligents**.

Al llarg d'aquest llibre tractarem d'explicar tots els conceptes que ara hem exposat



breument. El nostre objectiu és, doncs, clarificar els termes: ROBOT, INTEL·LIGÈNCIA ARTIFICIAL, LENGUATGES PROLOG I LISP, ORDINADORS DE CINQUENA GENERACIÓ, DISSENY I FABRICACIÓ ASSISTITS PER L'ORDINADOR, així com d'altres que aniran apareixent. Creiem que són nocions que cal tenir clares per tal de no quedar desfasats davant la nova revolució informàtica que hom preveu en un futur ben immediat. No volem fer futurisme; per tant, no us direm allò que nosaltres en pensem, de la societat del demà. Però sí que de la forma més objectiva possible, us presentarem els nostres coneixements actuals; perquè en tota revolució no hi ha cap altra víctima que el posseïdor d'ignorància i por.

La robòtica

Els autòmats:

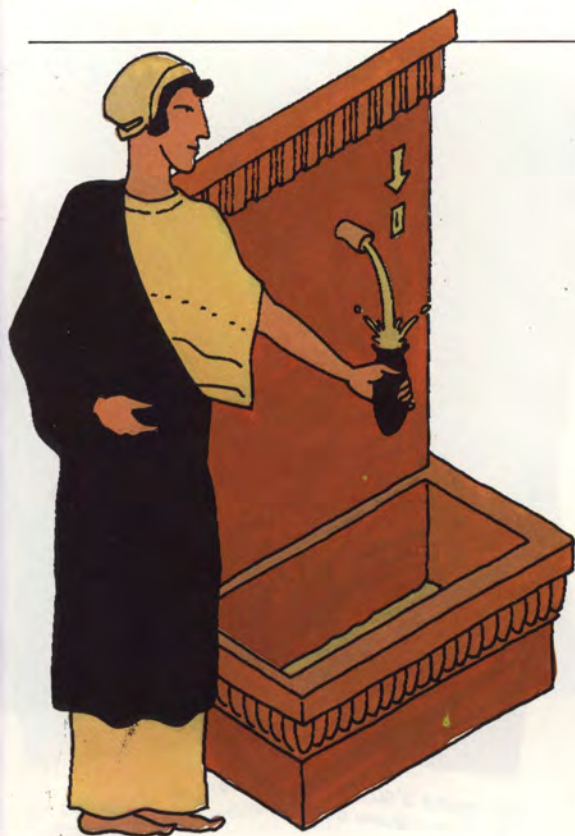
màquines

de ja fa temps

L'home, des de sempre, ha usat la seva capacitat de raonament en diverses tasques; la majoria d'elles, encaminades a aconseguir un estalvi d'esforç en les feines més comunes, tot procurant d'evitar la rutina i el perill.

Aquest és el principi de l'**automàtica**; amb aquesta paraula es fa referència als mitjans i les tècniques destinats a estalviar, d'alguna manera, feina a l'home.





L'androïde McAndroid

(London Pictures)

D'autòmats ja n'hem vistos. De moderns, qualsevol tipus d'ordinador; i d'antics, per exemple, el teler de Jacquard. Les mateixes màquines de servir refrescs tenen el seu precedent en un dispositiu de l'antiga Grècia, del qual introduïnt-hi una moneda de cinc dracmes en sortia una certa quantitat d'aigua.

Un altre motiu que va moure l'home a inventar màquines automàtiques fou l'afany d'imitar la Natura, i a ell mateix. Així, es van construir els rellotges astronòmics, i també un ànec mecànic que, degudament «alimentat», caminava i a la fi expulsava les «restes» del seu menjar. Els autòmats andròides (còpies físiques de l'home, però amb poca capacitat d'acció) es construïen ja amb una certa qualitat, en els segles XVII i XVIII, a Suïssa i al Japó.

Si pugeu al Tibidabo, sota mateix de l'avió trobareu el Museu d'Autòmats, on podreu admirar:

– **El pallasso i el mico.** Autòmat del 1908, fabricat a París. Els micos fan equilibris i toquen una musiqueta. El pallasso mou les mans i el cap, i talment fa la impressió que respira.



El pallasso i els micos
(E. Climent/Museu d'autòmats)



L'orquestra prodigiosa
(E. Climent/Museu d'autòmats)



El poeta s'adorm
(E. Climent/Museu d'autòmats)



Equilibristes meravellosos
(E. Climent/Museu d'autòmats)



La «Monyos»
(E. Climent/Museu d'autòmats)



El pallaso i la granota
(E. Climent/Museu d'autòmats)

- **L'orquestra prodigiosa.** Comprada a París, el 1909. Quatre músics negres, una mona pianista i el director. És una còpia de les primeres orquestres de jazz.
- **El poeta s'adorm.** Construit per Vichy, a París, el 1910. Encèn i apaga el llum, escriu i s'adorm.
- **El pallaso i la granota.** És del 1911, i francès. El pallaso es treu i es posa el barret amb el peu. La cara té molts moviments. Toca música i hi ha un joc de llums que li dóna molt d'efecte.
- **Els equilibristes.** Fabricat al 1913 per la Maison Triboulet (França). L'equilibrista de dalt de tot es posa cap per avall, i les senyoretes del costat saluden el públic.
- **La «Monyos».** Fabricat per Vichy, a París, el 1913. Aplaudeix i fa l'ullet. És la representació d'un personatge molt popular a la Barcelona dels anys vint.

Al museu hi ha altres màquines, així mateix interessants i divertides, però no són autòmats.

Totes aquestes idees desenvolupades al llarg de la història convergeixen en un concepte comú: la màquina útil. Fins ara, però, només hem parlat de dispositius totalment mecànics que, per la seva forma i construcció, es destinen a realitzar una única tasca, o han estat construïts pensant en un problema o distracció concrets i molt determinats. L'home però no s'ha acontentat amb això; s'ha proposat de construir aparells capaços de resoldre a l'hora diverses feines diferents. Per a fer-ho, ha aprofitat tots els coneixements que ha assolit en els darrers anys en el camp de la informàtica; l'electrònica i la mecànica. El procés ha estat molt similar o més ben dit, paral·lel al que ha succeït des de la Pascalina fins als ordinadors actuals.



Robot experimental

(Foto Stock)

Els robots:

les màquines d'ara

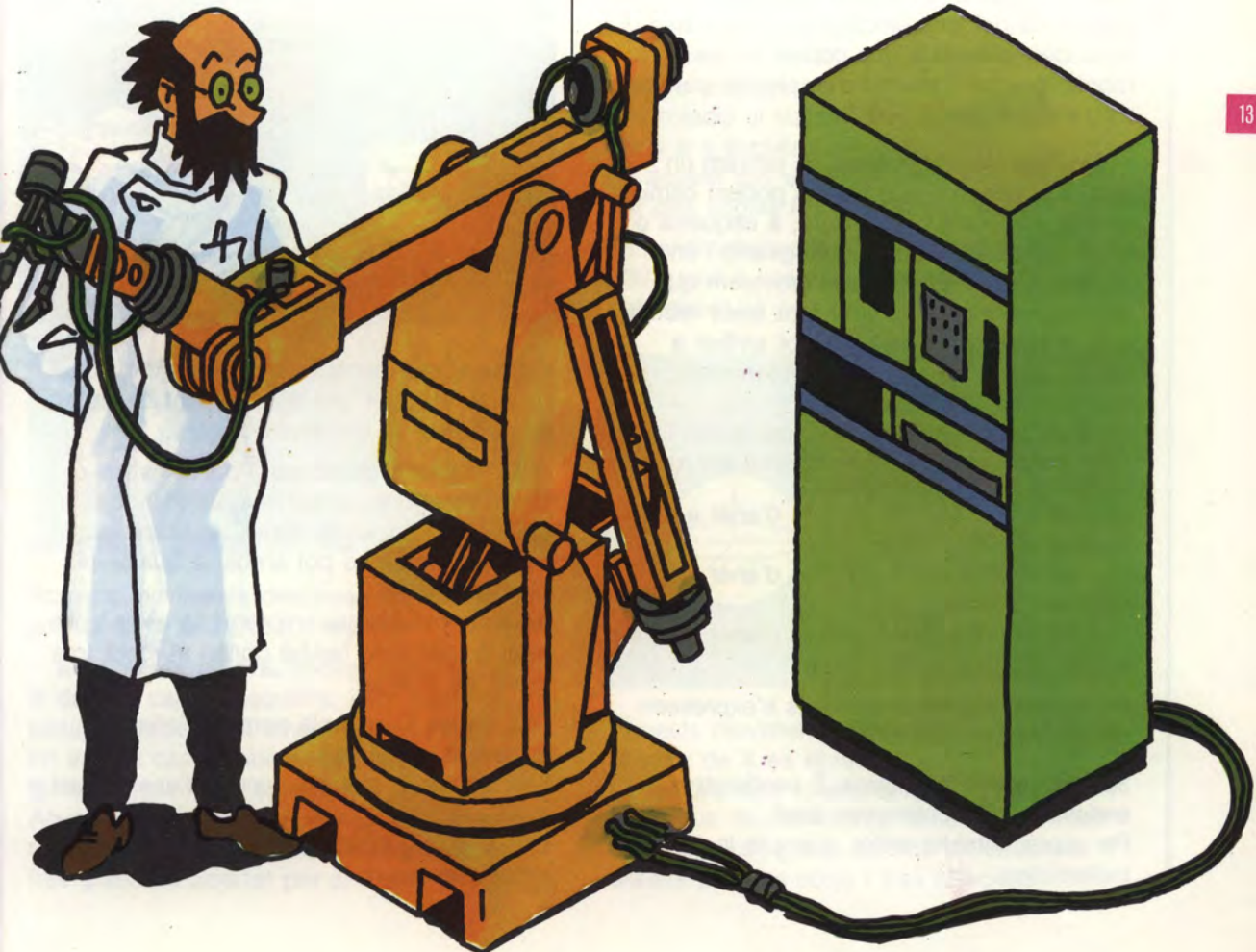


El concepte d'energia, de màquina capaç de desenvolupar una potència superior a la de l'home tot fent tasques determinades, ha anat deixant pas al concepte d'informació, en el sentit de disposar de màquines capaces de rebre i entendre una certa informació sobre la tasca a efectuar en un moment donat. En els primers autòmats, aquesta informació, o ordres, estava implícita en els seus engranatges (rodes, pinyons, corretges...); s'havien muntat de forma que, en funcionar, actuessin d'acord amb la idea que els havia generat. Si era necessari resoldre un problema diferent, no hi havia cap més remei que construir una nova màquina o, en el millor dels casos, desmuntar la que hi havia, afegir-li unes quantes peces, treure'n d'altres i muntar-les en una nova estructura. No podia passar gaire temps sense que l'home no pensés com traslladar el concepte de programa dels primers ordinadors als autòmats. S'havien de construir màquines programables i, si era possible, capaces de moure's i de prendre certes decisions; es començava a parlar dels **ROBOTS** (aquesta paraula aparegué per primer cop el 1924, i prové de la paraula txeca **robot**, que vol dir treball).

Així com un ordinador és un dispositiu capaç de manipular, transformar i classificar una informació inicial per convertir-la en uns resultats útils per a l'home (uns resultats també donats en forma d'informació gràfica o escrita), els robots són màquines que, a partir d'una informació donada en forma d'ordres, són capaces de manipular, moure i transformar objectes fent servir eines que l'home ja ha dissenyat prèviament.

**Què és
un robot i
com es mou**

La paraula robot sol provocar la imatge d'una màquina amb forma d'home que actua com nosaltres. Aquesta no és però una manera prou exacta de pensar. Els robots estan dissenyats per tal de tenir una estructura (no pas una forma) similar a la humana: un tronc, unes extremitats i unes articulacions. Però no estan pensats perquè vagin pel carrer i entrin a comprar-se un capell, o perquè vagin a dormir quan ho desitgin. Si l'home encara ha de descobrir per què té capacitat de voler, desitjar o pensar, ¿com podem creure



que serà capaç de construir una màquina amb aquestes aptituds?

Un robot és un esquelet mecànic amb tronc, braç, avant-braç i un canell acabat amb una mà que habitualment serà una eina. Tots aquests òrgans mecànics estan articulats i moguts per uns músculs, que són motors. Aquest conjunt és governat pel «cervell», un ordinador que treballa a temps real. La mà del robot ha de poder arribar a qualsevol punt de l'espai que l'envolta i poder moure's adequadament un cop posicionada.

Els moviments d'un robot queden definits pels anomenats **eixos o graus de llibertat**; aquests depenen totalment de la forma en què s'ha construït el robot: de si s'hi han usat guies rectes o corbes, o peces amb eixos de rotació, o ròtules (com les palanques del jocs electrònics). Hi ha tres tipus de moviments que poden fer els robots; per tal d'entendre'ls, els compararem amb els del nostre cos:

– **Moviments cartesianes.** Si estirem un braç, i si pensem que només podem caminar un pas endavant o endarrera, a esquerra o a dreta (no pas en diagonal ni girant) i ens podem ajupir i aixecar, comprovarem que ens podem moure sempre fent línies rectes, i que, d'aquesta manera, es pot arribar a qualsevol lloc, encara que (evidentment) no pas pel camí més curt.

Aquests moviments empen tres eixos; i, per tant, donen tres graus de llibertat als robots:

l'eix de les X, que els permet d'anar a l'esquerra o a la dreta,

l'eix de les Y, que els permet d'anar endavant o endarrera, i

l'eix de les Z, que els permet d'anar amunt o avall.

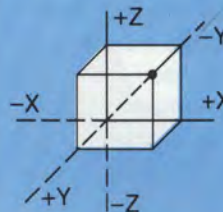
En aquest cas, els moviments s'expressen en distàncies i podem dir:

30 centímetres a la dreta, 2 centímetres endavant i 15 centímetres avall.

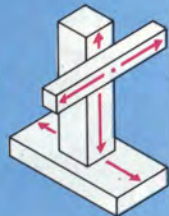
Per representar-ho millor, s'empra la notació matemàtica.



Així, el moviment anterior, s'expressa per:



$X = +30$
 $Y = +2$
 $Z = -15$



Aquests moviments descriuen un dau (un cub) on el robot, per anar al punt demanat, recorre tres de les seves arestes.

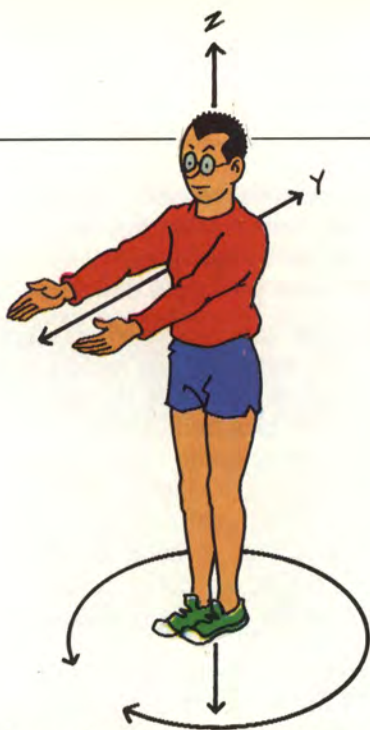
– **Moviments cilíndrics.** Podem estirar o encongir el braç, ajupir-nos, aixecar-nos i girar sobre nosaltres mateixos. D'aquesta manera, també es pot arribar a qualsevol punt de l'espai.

Aquests moviments empen dos eixos i una rotació; per tant, també donen al robot tres graus de llibertat:

l'eix de les Y, que els permet d'anar endavant o endarrera,

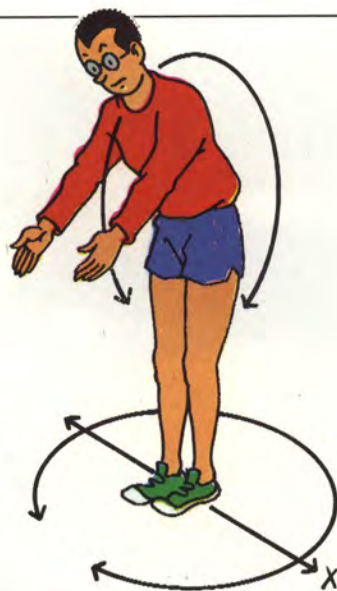
l'eix de les Z, que els permet d'anar amunt o avall, i

una rotació a l'entorn de l'eix de les Z, a dreta o esquerra.



Ara, els moviments s'expressaran en dues distàncies i un angle mesurat amb graus; podem dir:

2 centímetres endavant, 15 centímetres avall i 45 graus a la dreta.

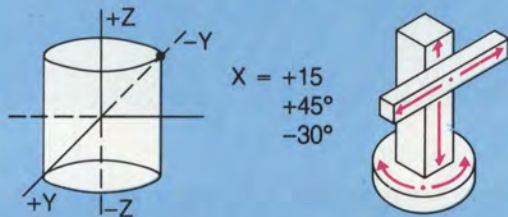


l'eix de les X, que els permet d'anar a l'esquerra o a la dreta, una rotació al voltant de l'eix de les Y, a dreta o a esquerra, i una rotació al voltant de l'eix de les Z, a dreta o a esquerra.

En aquest cas els moviments s'expressen per dos angles i una distància, podem dir:

15 centímetres a la dreta, 45 graus a la dreta i 30 graus a l'esquerra (respectant l'ordre dels eixos).

que s'expressarà



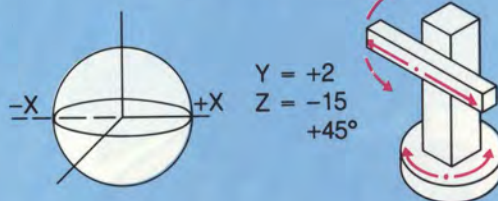
Aquests moviments descriuen un cilindre on la Y dóna el radi i, la Z, l'alçada.

- **Moviments polars.** Podem caminar cap a la dreta o cap a l'esquerra, girar sobre la cintura i doblegar-la amunt o avall.

En aquest cas, també podem arribar a qualsevol punt de l'espai.

Aquests moviments empren un eix i dues rotacions; per tant, igual que abans, tenim tres graus de llibertat per al robot:

que s'expressarà



Aquests moviments descriuen una esfera on el valor de X és el radi.

La majoria dels robots combinen aquests tres tipus de moviments, essent el nombre més comú de graus de llibertat el de sis, donats per tres eixos i tres rotacions.

Els músculs: els motors



16

Per moure l'esquelet mecànic que constitueix un robot calen uns motors que fan la funció dels músculs en el cos humà.

S'usen tres tipus principals de motors:

- Els **elèctrics**, que funcionen en rebre impulsos. Són semblants als motors que activen la majoria d'aparells domèstics, com un trepant o un picador automàtic. Tenen l'avantatge d'ésser petits i molt ràpids, cosa que fa que es puguin instal·lar al mateix braç. El motor més usat és l'AXEM, que té la forma d'un disc i fou inventat els anys seixanta, a França, per cobrir certes necessitats de les centrals nuclears.

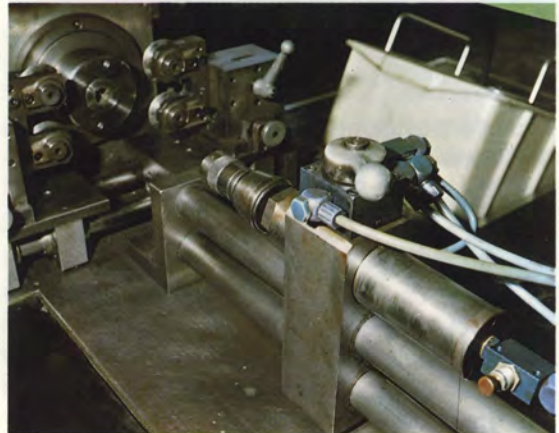
Motor pneumàtic

(Festo Neumàtic)



Motor mecanitzat

(Festo Neumàtic)



L'ordinador:

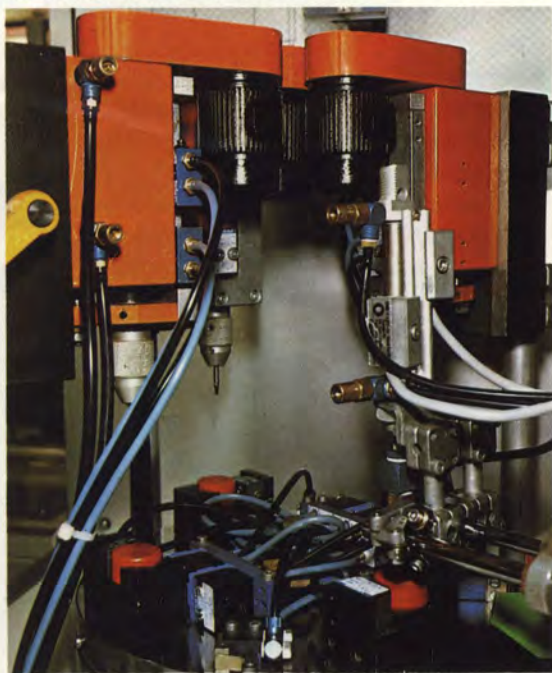
el cervell

– Els **hidràulics**, que transmeten els moviments amb la impulsió que es crea en alliberar un líquid sotmès a una certa pressió. Proporcionen una gran potència i una bona precisió però necessiten un grup motohidràulic i canalitzacions d'alta exactitud. Són emprats en robots grans, sobretot en la soldadura de carrosseries d'automòbil per punts.

– Els **pneumàtics**, es basen en la potència creada en alliberar l'aire comprimit. S'empen per a robots petits, que hagin de fer feines ràpides i molt repetitives. Es regulen mitjançant vàlvules controlades mitjançant vàlvules controlades

Per comprendre fins on el cos humà pot arribar a inspirar l'estructura d'un robot, pensem que s'està estudiant la possibilitat d'emprar, per a moure les articulacions del robot, una mena de boles de cautxú (globus) que, en inflar-se, semblarien un múscul i, en deixar anar l'aire, farien un moviment de contracció semblant al del nostre braç.

Motors pneumàtics instal·lats en transfer rotatiu de mecanitzat (Festo Neumàtic)



Hi ha robots que han de fer feines variades i molt diferents les unes de les altres; aleshores no poden ésser controlats per ordinador, és a dir, programats, sinó que s'han de guiar per control remot. En aquest cas, l'**home** és el cervell del robot.



Caixa de comandament



Unitat de disquet

(Konic)



Microprocessador

(Foto Stock)

També n'hi ha que fan feines poc complicades, com ara portar una peça de la dreta a l'esquerra, i sempre hauran de fer el mateix. Aquests robots poden ser controlats amb un **microprocessador** que va incorporat al mateix braç.

Per últim, per a fer feines complexes, com una soldadura a l'arc, el pintat d'una peça o tenir visió, cal que els robots estiguin connectats a un **ordinador**; normalment, és un micro.

En aquest cas, els robots tenen una unitat de programació que consisteix en un teclat per on es fan entrar els programes; la majoria també tenen una unitat de disquet (**floppy**) per emmagatzemar-los.

La primera cosa que cal fer és posar en marxa el sistema: endollar el robot; aleshores, cal inicialitzar-lo, és a dir, porsar-hi els eixos a zero. El robot ens donarà un missatge com ara «READY» o «WAIT» o «OK»...

Aleshores es comença, eix per eix o angle per angle, a introduir tots els paràmetres (distàncies i graus) que ens definiran el moviment.

Ara només cal carregar el programa a la memòria i, en donar l'ordre d'execució, el robot començarà a moure's.

Gairebé cada empresa que fabrica robots crea el propi llenguatge de programació, però molts d'ells deriven del famós FORTH. Aquests llenguatges estan formats per instruccions del tipus:

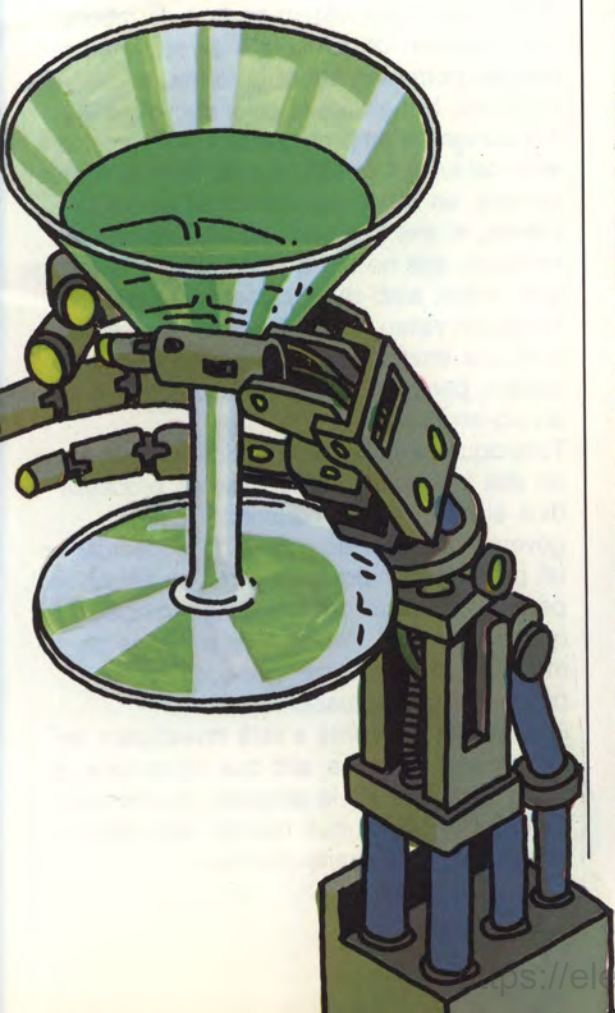
50 AV D o 180 ROT E

que voldrien dir: avança 50 centímetres cap a la dreta, o gira 180 graus (mitja volta) a l'esquerra.

També hi ha robots on la programació es pot fer interactivament; és a dir, a través d'un diàleg home-màquina.

La mà

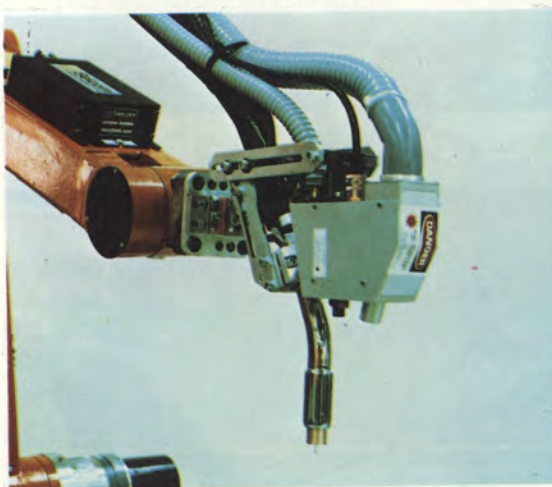
del robot



No cal pensar que la mà d'un robot sigui construïda «a imatge i semblança» de les nostres. La seva forma i constitució depenen de la feina que hagi de realitzar. Es pot dir que el «programa» i la «mà» d'un robot són les seves peces canviables.

Aquesta mà pot ésser: un tornavís, un soldador, un trepant, unes pinces de dos, tres o més ganxos, un llapis, una pistola de pintar, una clau anglesa, ventoses, electro-imants... una escombra.

Robot IRB-L 6/2 per soldadura a l'arc amb buscador de cordons per raigs làser



Robot IRB-60/2 en aplicació de taller





Armari de control i accessoris



Robot de soldadura per punts



Robot verificant un eix

La mà pot localitzar de dues maneres els objectes sobre els que treballa: l'una, sabent abans de moure's el lloc on són; l'altra, buscant-los.

En el primer cas, estem parlant de robots controlats directament per l'home, a distància (com una avioneta teledirigida), o per palanques electromecàniques que van des de l'home al robot (de la mateixa manera que fem girar un cotxe amb el mecanisme de direcció), o són robots programats que troben la peça sempre en el mateix lloc i col·locada de la mateixa manera.

En el segon cas, estem parlant de robots que disposen de sensors o altres sistemes que els permeten saber la forma, la dimensió, la posició, el color de l'objecte... Actualment, s'empren bastant les càmeres amb cèl·lules foto-elèctriques. Amb una sola càmera, un robot pot identificar peces planes; si ens tapéssim un ull, tindríem la sensació que no hi ha profunditat a la imatge que veiem; amb dues càmeres, tindrà una «visió» en relleu, com nosaltres. Això sí, no serà una imatge perfecta, car tal com ja sabem, per captar-la s'ha de procedir a una divisió en pixels.

Tota aquesta informació òptica es converteix en una informació digital, que es processa dins el robot o dins l'ordinador que el governa; aquesta activitat s'ha d'efectuar en un processador que respongui en temps real, perquè l'actuació del robot sigui rendible, ja que normalment treballen en cadenes de muntatge o bé realitzen tasques on és primordial una actuació ràpida.

En aquests moments s'està investigant, en els sensors acústics, allò que s'anomena el «reconeixement de la paraula». De moment, però, és un camp que resulta molt difícil, i encara no hi ha grans resultats.

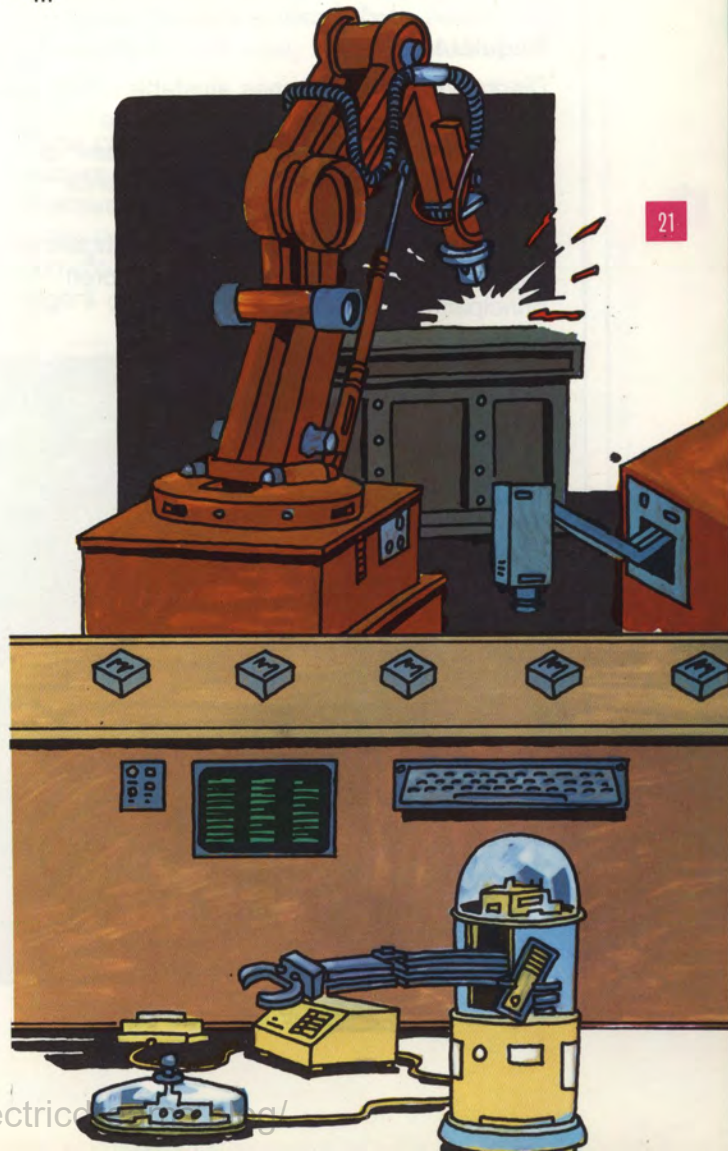
Tipus de robots

Segons sigui la manera de comandament, els robots poden dividir-se en:

Dirigits a distància

Són robots que reproduïxen els moviments d'un operador. La seva connexió amb l'home és mitjançant un aparell de control remot o bé amb palanques articulades. S'empren per substituir l'home en tasques molt exactes o perilloses, com ara:

- exploració submarina a grans profunditats,
- desactivació de bombes,
- manipulació de materials radioactius,
- operacions amb productes químics,
- ...





El robot Whellbarrow de la Policia Nacional

Regulables

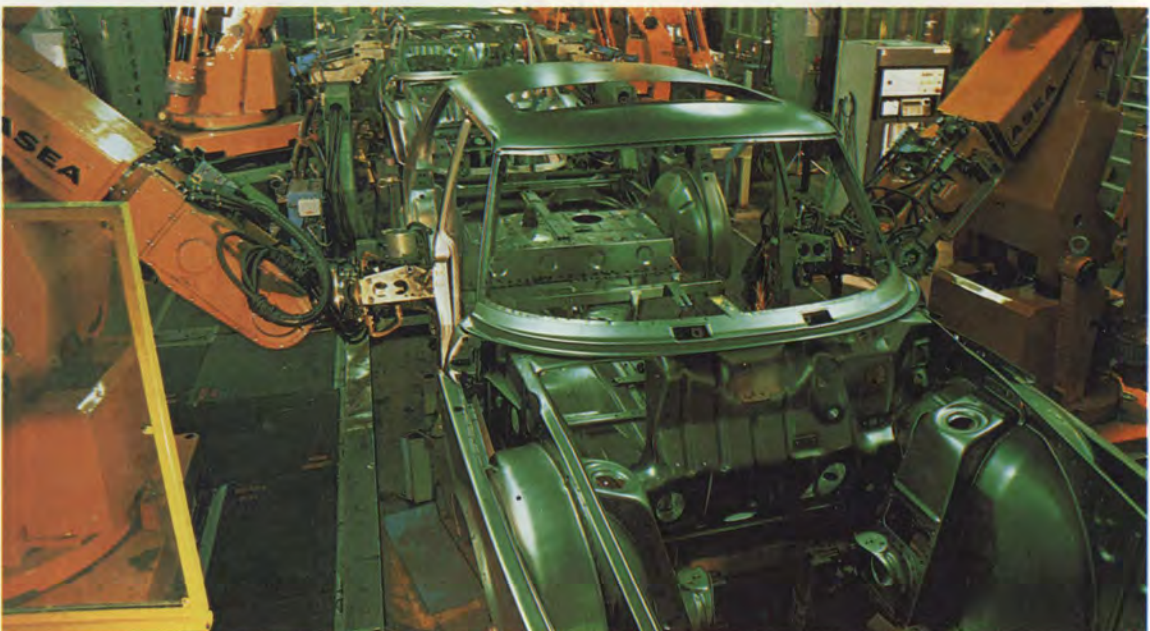
Disposen de mecanismes ajustables, com ara guies de longitud variables, lleves de diferents dimensions (com les del canvi de marxes d'un cotxe), braços de diferents longituds... Executen ràpidament un determinat cicle de moviments mitjançant un seguit de comandes manuals. S'empren principalment a:

- tallers tèxtils,
- fàbriques d'automòbils,
- transports de peces en una fàbrica,
- muntatge,
- ...

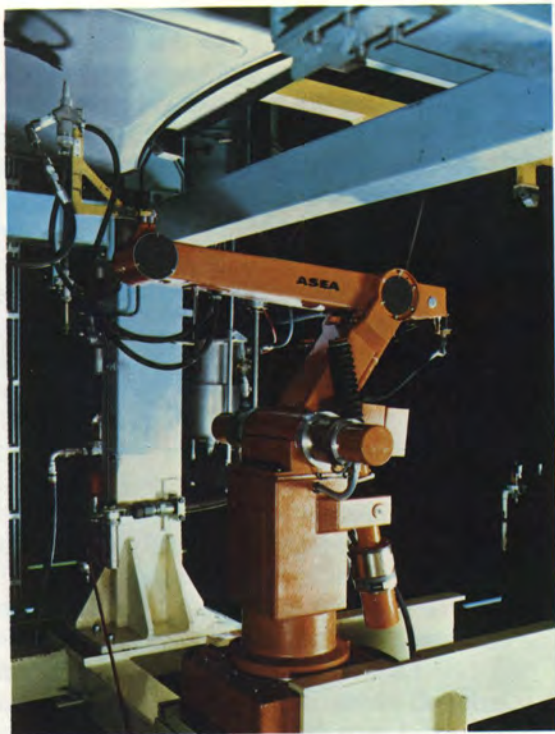
Programables

Els seus moviments són guiats per un programa carregat al processador que té el robot o a l'ordinador que el governa. N'hi ha que són capaços d'«aprendre» què han de fer; això s'aconsegueix mitjançant un dispositiu que es pot acoblar al robot (o a l'ordinador) al qual l'home, normalment, li fa fer els moviments que haurà d'efectuar després de manera automàtica. A mesura que es manipulen les palanques d'aquest dispositiu, el processador converteix els moviments en ordres que, més tard, conformaran un programa carregat al micro que governa el robot. Són útils en:

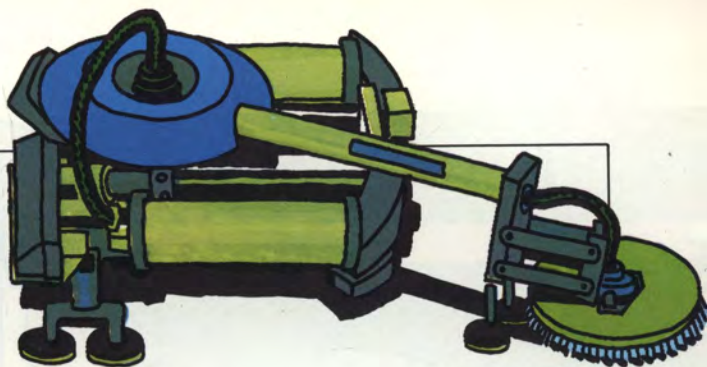
- soldadura de peces,
- pintat i laminatge,
- fàbriques d'automòbils,
- ...



Línia de robots efectuant soldadura per punts



Robot per a l'aplicació d'adhesiu.
Montat invertit per aquesta funció.

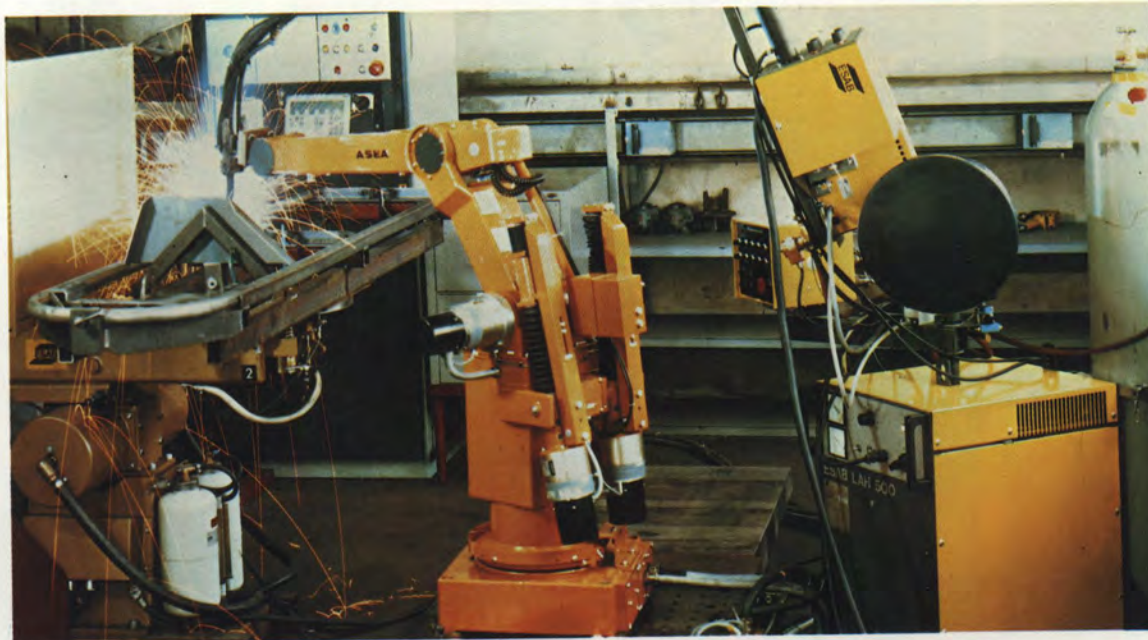


Intel·ligents

Són com els anteriors, però disposen de sensors; això els permet de triar peces, cercar on s'han de posar, evitar obstacles, localitzar el lloc on han d'anar... Tenen una certa capacitat de decisió, encara que limitada, doncs poden observar el seu entorn. S'empren en:

- control de qualitat en fabricació,
- treballs domèstics (escombrar, netejar...),
- inspecció submarina,
- ...

Hi ha prototips que es poden programar de manera que entenguin una petita quantitat d'ordres parlades. Actualment encara no estan prou perfeccionats per poder comercialitzar-los, però ben segur que no es trigarà gaire a poder-ho fer.

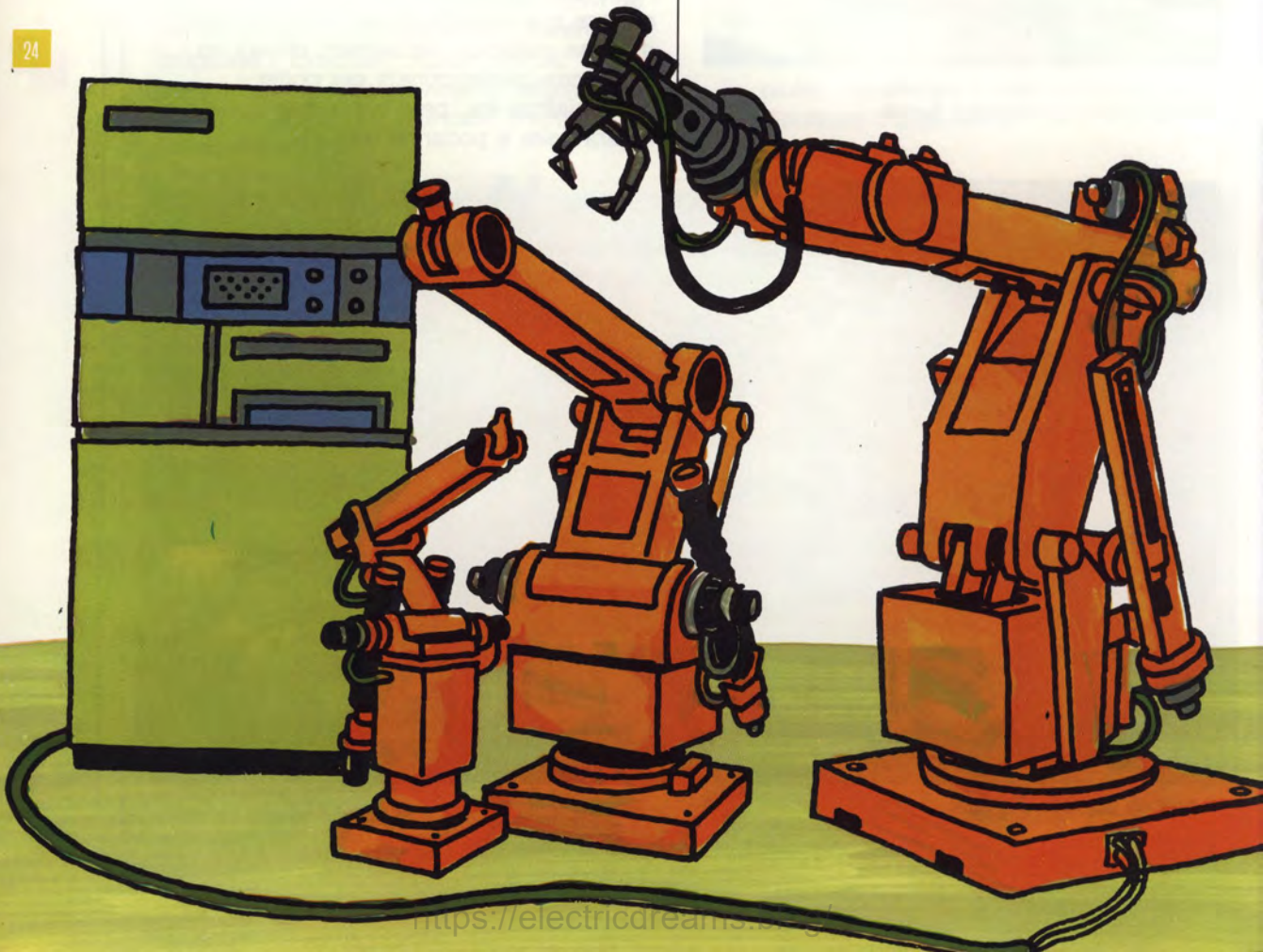


Robot de soldadura a l'arc.

Cada cop hi ha més robots

Actualment, a Espanya hi ha uns 600 robots en funcionament. Però, per tal de fer-nos més bé una idea del que això vol dir en el context mundial, us donem una llista on surten uns quants països, amb el nombre aproximat de robots que tenen:

PAÍS	nombre de ROBOTS
Japó	17.000
Estats Units de Nord-amèrica	9.000
Alemanya Federal	5.000
Suècia	3.000
França	3.000
Gran Bretanya	2.500
Itàlia	2.500
Espanya	600

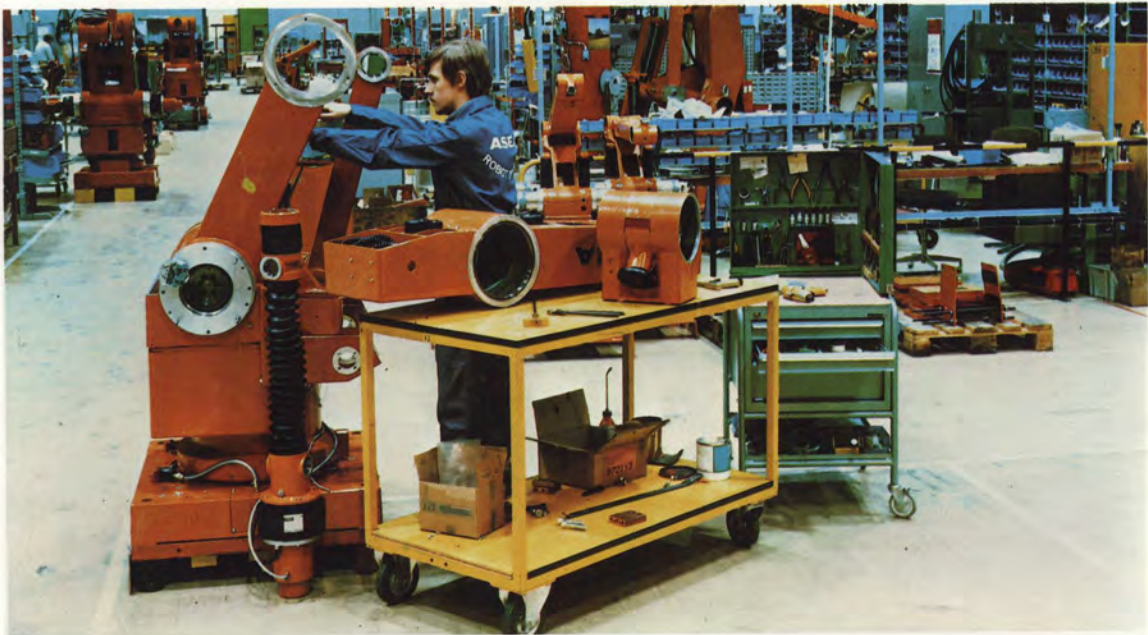
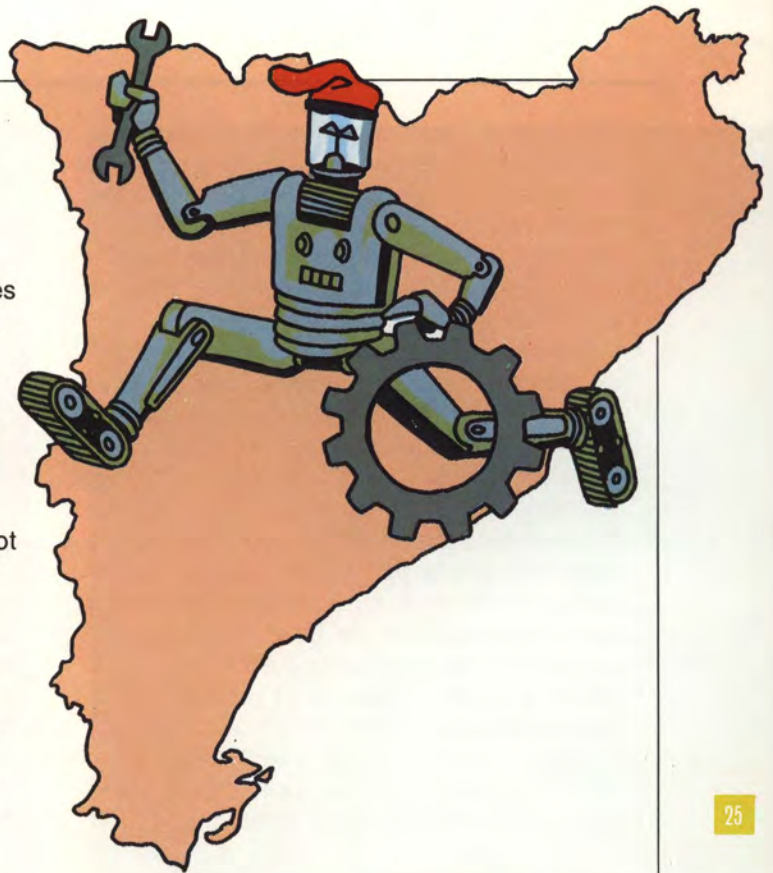


A Catalunya, els robots van començar a instal·lar-se fa uns dos anys, i la quantitat dels que s'hi instal·len creix de manera exponencial.

Hem visitat a Sant Quirze del Vallès l'empresa ASEA, que forma part d'una de les més importants multinacionals fabricants de robòtica. La seva activitat es centra principalment en la fabricació i la comercialització de motors elèctrics, equips electrònics..., i, des de fa dos anys, robots industrials.

Tenen un grup propi d'enginyeria d'aplicacions; això fa que no venguin el robot només, sinó que resolguin el problema des de la programació fins a la instal·lació, passant per la simulació del procés.

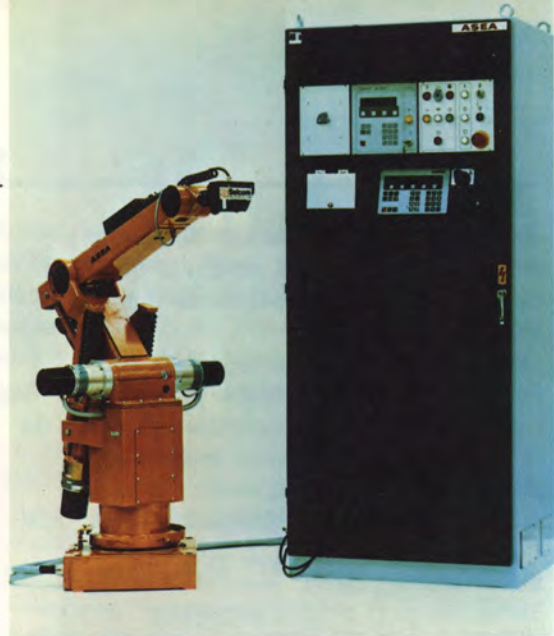
També es treballa en robòtica a l'Institut d'Automàtica Industrial de Madrid i a IKERLAN de Bilbao –en ambdós casos allò que s'hi ha fet són estudis teòrics i fabricació de prototips. L'empresa Danobat ha iniciat la comercialització d'un robot.



Instal·lacions de l'Empresa ASEA

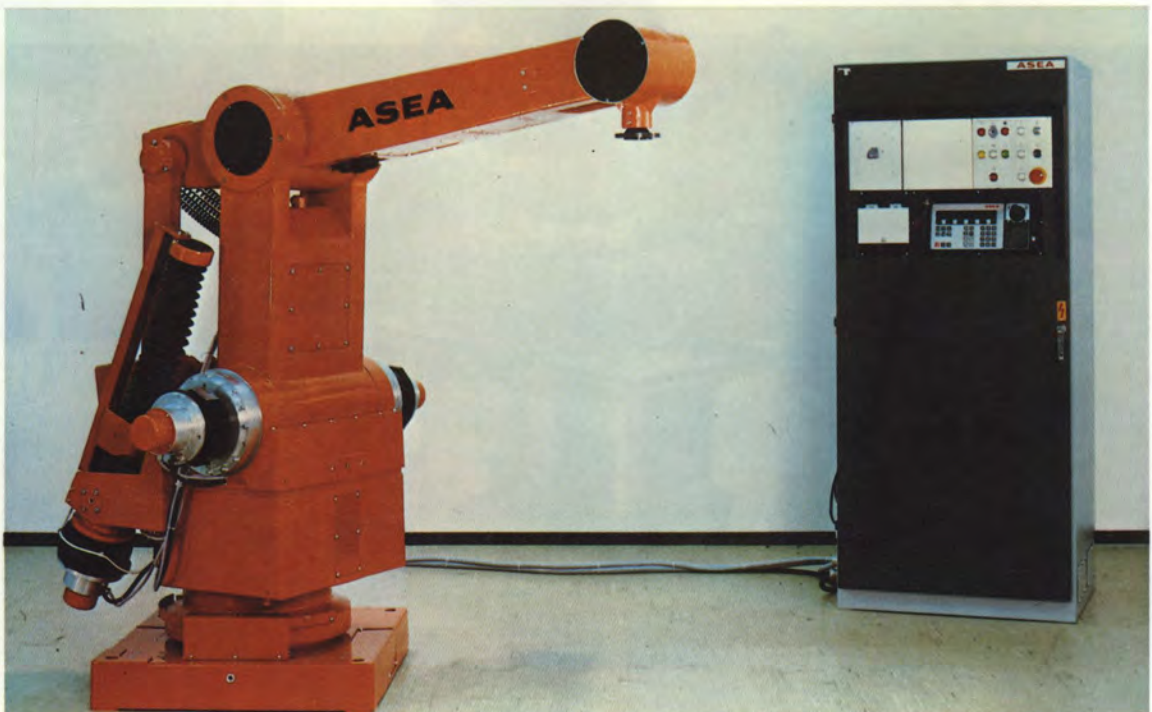
Tot i que a Espanya encara no hi ha tallers flexibles, totalment automatitzats, hi ha moltes empreses que disposen de robots als seus tallers. Nosaltres us comentarem breument l'IRB-60/2, un dels més utilitzats al nostre país: El sistema està dividit físicament en dues parts ben diferenciades:

l'electrònica-informàtica, anomenada **unitat de control**, i la part mecànica, que és l'estructura del robot, unides per un cable de 15 metres de longitud. Aquesta separació física ha permès que el volum del robot sigui realment petit i, així, que es pugui emprar i fer maniobrar en tallers de poc espai, alhora que evita que la part electrònica, on l'home opera directament, estigui massa prop de la resta de maquinària del taller, i es redueix així al mínim la possibilitat d'accidents. Quant a la part mecànica, la primera característica a assenyalar són els seus sis graus de llibertat, ja que disposa de sis eixos de moviment. Cinc d'ells són guiats per motors elèctrics tipus AXEM i



*Robot IRB-6/2 per a verificar mides **

constitueixen la configuració bàsica del robot; el sisè eix (el D) és optatiu i és servocontrolat, per tal de regular l'elasticitat. L'estructura bàsica, a part dels eixos, és formada per una base que pot ésser fixa o mòbil sobre guies (eix extern), el cos, un braç articulat (avantbraç i braç), el canell, la fixació de la mà i els cinc motors.



Robot IRB-60/2

Els detalls tècnics són els següents:

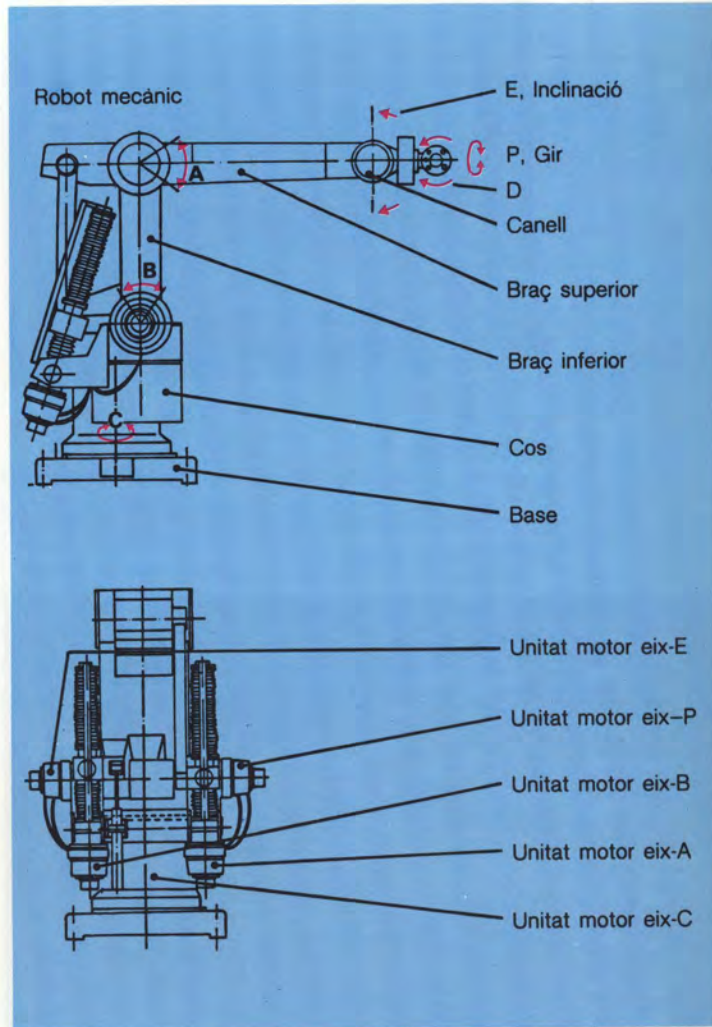
Quant a **moviments**,

el giratori de l'eix C, 330 graus de gir i una velocitat de 90 graus per segon;
el radial de l'eix B, un metre per segon;
el giratori de l'eix D, de +50 a -150 graus i una velocitat de 110 graus per segon;
el vertical de l'eix A, 1.35 metres per segon;
el giratori del canell E, de +75 a -120 graus i una velocitat de 90 graus per segon; i
el giratori de l'eix P, de +80 a -180 graus i una velocitat de 150 graus per segon.

Punts de treball,

capacitat de manipulació, 60 quilos;
precisió en tasques repetitives, menys de 0.4 mil·límetres d'error;
consum de potència, entre 0.5 i 3.6 kilowatts/hora; i
temperatures extremes de 5 a 80 graus centígrads.

La unitat de control conté els dispositius electrònics del sistema i és muntada dins un armari metàl·lic. Les parts més importants són el plafó de control, la unitat de programació i l'interruptor de seguretat. La unitat de programació consta d'un teclat de sensors digitals amb números i tecles de funcions especials, i una petita pantalla. La programació s'efectua mitjançant un diàleg amb l'operador que el guia i li facilita la feina; el mateix sistema va demanant la informació que necessita, la qual es pot entrar via teclat o amb una palanca de govern que hi va acoblada.



El processador (MOTOROLA 6800) sap interpretar els moviments que li fa l'operador i els converteix en instruccions. També s'hi pot acoblar una unitat de discos com a memòria auxiliar del sistema. El llenguatge de programació és específic i s'anomena ASEA. Pot ésser en diversos idiomes (portuguès, castellà, anglès, italià i francès) i permet subrutines que realitzin tasques molt determinades i que es puguin executar des de qualsevol programa. Té instruccions que li permeten governar tots els moviments del robot, i triar-ne la velocitat i la trajectòria. A més a més, controla

repeticions i moviments oscil·latoris. Disposa d'instruccions lògiques com ara:

- La GOTO per fer salts condicionals,
- salts incondicionals,
- parades del sistema, en espera d'ordres introduïdes interactivament,
- interrupcions temporals del programa (com el PAUSE),
-

En fer un programa es poden efectuar les mateixes operacions que en un micro normal:

- esborrat,
- edició,
- impressió,
-

Les característiques tècniques d'aquesta part del sistema són:

memòria d'usuari,

un programa i menys de 99 subrutines;

instruccions de posicionament,

menys de 400;

capacitat de memòria,

de 5 a 12 k;

registres,

200;

bateria de reserva

100 hores;

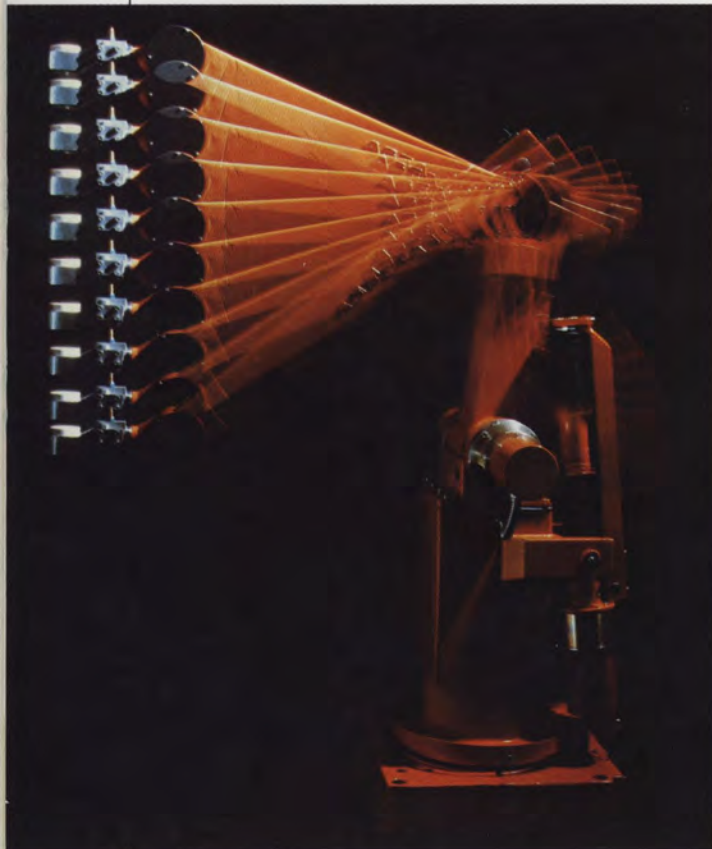
connexions de sensors

de 16 a 127

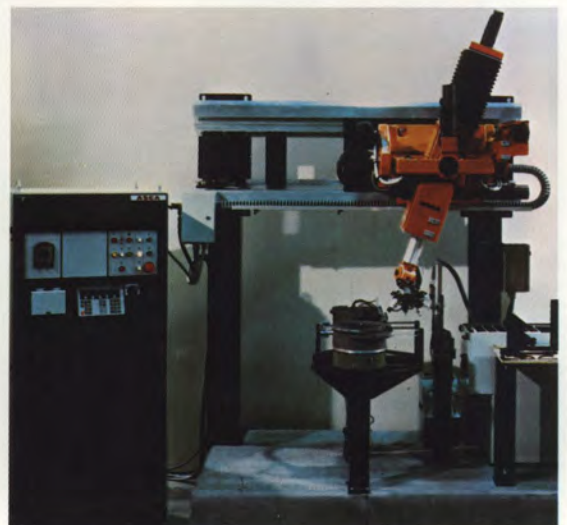
A més, el robot té capacitat per a:

- comunicar-se amb un altre ordinador (taller flexible);
- fer-se ell mateix proves per detectar les seves avaries;
- adaptar la mà per a
 - l'alimentació de cadenes de muntatge;
 - l'emmagatzematge selectiu de peces;
 - l'acabat de peces de fosa;
 - fer polits i desbarbats;
 - tallar làmines de plàstic;
-

Els altres robots funcionen essencialment de la mateixa manera. Varien les magnituds tant físiques com de potència, de consum i de *software*.



Un dels moviments del IRB-6/2



Estació de Muntatge amb robot IRB-1000

Els robots aporten seguretat

La Policia Nacional disposa d'unes camionetes que transporten en el seu interior un sofisticat equip de detecció de mines, raigs X, monitors de televisió, emissora de ràdio i un **robot** amb tots els accessoris que necessita per a desactivar artefactes explosius.

Aquests robots són fabricats a l'empresa anglesa MORFAX.

El model que tenen a Barcelona és el WHELLBARROW, que traduït al català vol dir, si fa no fa, «vagoneta amb rodes».

Aquest robot té una sèrie d'accessoris com són: ganxos per arrossegar cotxes, pinces per agafar paquets, barres per trencar vidres, càmera de vídeo, escopetes... Els especialistes que l'usen treballen en crear les pròpies eines específiques per al tipus de material que han de tractar i fan suggeriments i millores al robot base.

El WHELLBARROW de Barcelona, en el que portem d'any, ha sortit unes set vegades al carrer d'unes 100 amenaces de bomba.

«El primer dia que una bomba va explotar i trinxà el WHELLBARROW tots ho vam celebrar, perquè això significa que els robots ens són eficients: s'havia salvat una vida», ens deia un especialista del servei. El preu



Detall de les pinces del robot Whellbarrow

d'aquests robots és alt, però la seva utilitat està per damunt del preu com a eina que descarrega de perill l'home.

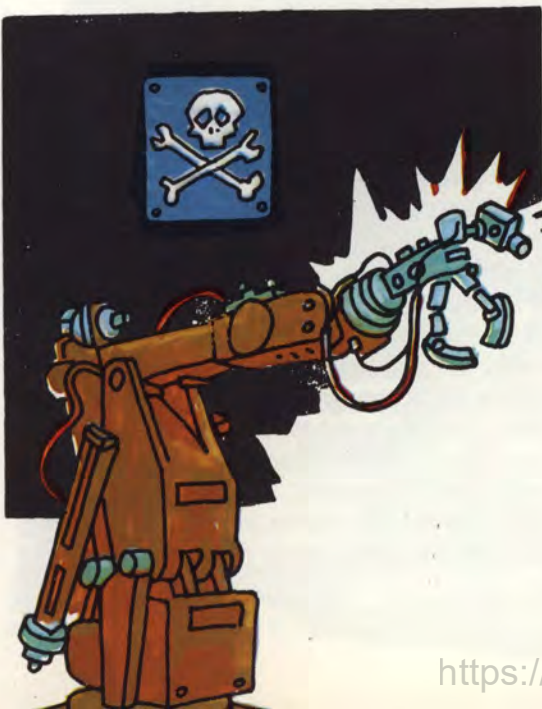
L'especialista analitza la situació plantejada. Si cal usar el robot, li munten els accessoris adients i el cable, que pot tenir fins a 100 metres. Des de la camioneta, mirant la pantalla de vídeo guien per control remot les funcions del robot, que principalment poden ésser de tres tipus:

- **desactivació** de l'artefacte
- **explosió** (per exemple, si l'artefacte es troba en el camp, és més fàcil i menys arriscat provocar l'explosió que intentar una desactivació).
- **trasllat** (si l'artefacte es troba dins una casa o en un lloc públic es pot pensar en la possibilitat de moure'l per després desactivar-lo).

El sistema de moviment és d'eruga com el d'una excavadora o un tanc, i fins hi tot li permet de pujar escales.

Aquests tipus de robot no són programables; no poden ésser-ho perquè, a diferència dels robots industrials, que són creats per repetir moltes vegades el mateix procés, aquests tenen un comportament diferent cada vegada que treballen.

Ens ha semblat interessant de mostrar aquesta aplicació dels robots, perquè aquí no hi fan una feina rutinària o pesada, sinó que deslliuren d'una feina perillosa.



La intel·ligència artificial



Avui és una
realitat

Els ordinadors van començar sabent calcular i ordenar, i ho fan tot molt bé. Podríem dir que ho fan «perfecte». A l'actualitat, no hi ha ningú a qui se li ocorri de repassar una operació «feta a màquina». Ho fan més bé que nosaltres: són més ràpids i fiables al cent per cent.

Posteriorment s'introduïren a les oficines: escriuen cartes i posen adreces als sobres, porten la comptabilitat, fan les nòmines..., i tot això també molt ben fet. A l'home, no li cal ni tan sols comprovar els resultats. També van entrar als tallers, on fan les feines d'obriers especialitzats tan bé com les puguin fer ells; a més, no es cansen i, per tant, poden treballar vint-i-quatre hores cada dia. El taller té un cent per cent de productivitat.

La **intel·ligència artificial** a través dels sistemes experts fa que, a l'actualitat, els ordinadors comencin a aparèixer en dominis fins ara reservats a l'ésser humà qualificat. Comencen a simular la forma de raonar d'un especialista en els dominis més diversos; però, contràriament al que passa en altres activitats, l'ordinador encara no substitueix l'home. En qualsevol cas, és l'especialista qui té l'última paraula.

Al Pacific Hospital, de San Francisco (EUA), els metges disposen d'un sistema anomenat PUFF, que és capaç de diagnosticar les infeccions pulmonars. Aquest sistema és de gran ajuda als metges, perquè els ofereix la possibilitat de comparar el seu diagnòstic amb el de la màquina, la qual utilitza una gran quantitat de dades introduïdes per altres especialistes en el mateix tema.

L'empresa constructora d'ordinadors, la Digital Equipment Corporation (EUA) utilitza el sistema XCON per determinar les configuracions dels equips VAX en funció de les necessitats dels clients: nombre de terminals, unitats de memòria secundària, model d'ordinador... i dóna, a més, les condicions de manteniment. Aquest sistema crea ràpidament la configuració òptima. El grup americà General Electric usa el sistema CATS-1 per diagnosticar les avaries de les locomotores dels seus trens, i en facilita així una reparació ben ràpida. A la MSH (Maison des Sciences de l'Home), de París, fan servir el sistema expert SNARK per a classificar les troballes arqueològiques. L'Elf-Aquitaine, que és una empresa petrolera, desenvolupa un sistema expert anomenat SECOFOR per a diagnosticar les causes d'avaría del tren de perforació de les plataformes petrolíferes. Així, no els cal esperar l'arribada de l'especialista per començar la reparació, i la plataforma resta menys temps inactiva. La Societat General de Banca, amb seu a

Brussel·les (Bèlgica), treballa en la construcció del sistema LE COURTIER, que ajudarà els clients, que no tinguin nocions de Borsa, a gestionar-se ells mateixos les accions.

A l'INRA (Institute National de la Recherche Agronomique), de França, posen a punt un sistema, anomenat TOM, que diagnosticarà les malalties dels tomàquets. Posteriorment, pensen ampliar la seva utilitat a altres plantes d'hort.

A casa nostra, que nosaltres n'estiguem assabentats, els sistemes experts encara no han sortit al carrer, però hi ha un gran nombre de científics que treballen en aquest tema, ja que la intel·ligència artificial, tal i com ho ha demostrat en altres països, té un lloc molt clar en la societat del futur més immediat.

A les tres universitats catalanes hi ha grups de recerca que hi treballen; i, a més, s'ha creat recentment l'Institut de Cibernètica i Intel·ligència Artificial, a Barcelona.

Cal remarcar que tal i com dèiem abans, tots aquests sistemes no substitueixen l'home.

Els robots R2D2 i ULTRA en el taller del seu creador Mr. Dyson



(Revista «Proyecto»)

<https://electricdreams.com>

El raonament: conèixer, induir i deduir

32

Per poder actuar i opinar en un determinat tema el primer que cal és estar informat. Així, si se'ns espantilla el cotxe anem a buscar un mecànic, ja que nosaltres no coneixem la matèria.

Dins la memòria d'un especialista, en aquest cas un mecànic, hi ha una colla d'informacions que podríem dividir en dos grans grups: un, que conté les possibles avaries, i un altre que en conté les causes. Lògicament, tota aquesta informació no serviria de res si no estés totalment relacionada; els coneixements no són «l'un sota l'altre» sinó que s'agrupen per causes i efectes. Podríem dir que dins el cervell hi ha informació del tipus:

si causa, aleshores efecte.

Per exemple:

si (el cotxe té la bateria descarregada)

aleshores (els llums no s'encenen).

A més a més de tenir la informació, l'especialista la sap utilitzar, se'n serveix.

Quan un mecànic es troba per exemple amb un cotxe que no s'engega pensa:

«Hi ha un 60 % de possibilitats que la bateria estigui descarregada».





Aleshores, intenta confirmar aquesta primera suposició (o hipòtesi) fent altres comprovacions. Ell es diu:

«**si** (no s'engega) i (el motor d'arrencada no fa soroll en voltar la clau) **aleshores** (hi ha un 80 % de possibilitats que tingui la bateria descarregada)»

Si aquesta comprovació el reafirma en la hipòtesi inicial, aleshores continua per la mateixa via:

«**si** (no s'engega) i (el motor d'arrencada no fa soroll en voltar la clau) i (els llums no s'encenen) **aleshores** (hi ha un 90 % de possibilitats que tingui la bateria descarregada)».

Si això també és cert, només li resta comprovar que no hi hagi cap fil de sortida de la bateria desconnectat, i ja pot concloure:

«**si** (no s'engega) i (el motor d'arrencada no fa soroll en voltar la clau) i (els llums no s'encenen) i (els fils són ben connectats) **aleshores** (el cotxe té la bateria descarregada)».

En contrapartida, si el mecànic troba alguna causa que li contradigui la seva hipòtesi inicial, abandona aquesta via de raonament, formula una nova hipòtesi i torna a començar.

Quan l'expert fa servir els coneixements que té emmagatzemats a la memòria en forma de relacions causa-efecte pot actuar de dues maneres: per **induccions** o per **deduccions**.

Així, el primer raonament que fa el nostre mecànic:

«**si** no s'engega, **aleshores** té la bateria descarregada»,

és un raonament deductiu que podríem esquematitzar per:

si **A** \Rightarrow **B** (si A implica B)

i **si** A és cert, **aleshores** també és cert B.

Els altres raonaments del mateix mecànic són inductius:

si **A** \Rightarrow **B**

per demostrar que B és cert, cal demostrar primer que A també ho és.

Així, en el nostre exemple B= (el cotxe té la bateria descarregada), i per demostrar que B és cert, cal demostrar primer:

A1 = (el motor d'arrencada no fa soroll al voltar la clau),

A2 = (els llums no s'encenen), i

A3 = (els fils són ben connectats).

Els raonaments deductius parteixen de les dades (el cotxe no s'engega) i formulen una conclusió o una hipòtesi (el cotxe té la bateria descarregada). Podríem dir que encadenen els fets **endavant**, mentre que els raonaments inductius parteixen de la hipòtesi i miren que no hi hagi cap dada que la contradigui. Podríem dir que encadenen els fets **enrera**.

Un sistema expert tracta de simular aquesta manera de pensar. Serà, doncs, una col·lecció de programes basats en implicacions lògiques manipulades per induccions i/o deduccions, i tenint en compte sempre els tants per cent, que anomenarem **factors de probabilitat**.

Simular

la manera de

pensar

34

La primera cosa que cal fer, a l'hora de dissenyar un sistema expert, és construir la **base de coneixements**.

A l'informàtic que ha de realitzar aquest programa li cal consultar el nombre més gran possible d'especialistes del domini que vol simular. La base de coneixements és una memòria on es guarda el saber dels experts consultats.

Cal assenyalar que, a l'actualitat, els sistemes experts no «inventen» res; només saben allò que els especialistes els han volgut comunicar: llur saber i llur experiència; però, res de nou que l'home no sàpiga.

La manera d'emmagatzemar tots aquests coneixements depèn del problema concret que es vol simular. El mètode més usat és el de les **implicacions lògiques**, també anomenades **regles de producció**, que tenen la següent estructura:

si causes, **aleshores** efectes;

o bé cosa que és el mateix:

si condicions, **aleshores** conseqüències.

Junt amb cada regla, cal emmagatzemar el seu **factor de probabilitat**, el qual ens dona, en forma de tant per cent, el grau de certesa de les conseqüències obtingudes en aplicar la regla. Així, a l'exemple anterior, si el cotxe no s'engega, podem dir que hi ha un 60 % de possibilitats que la bateria estigui descarregada; el 40 % restant correspon a d'altres possibles avaries que també farien que el cotxe no s'engegués, com, per exemple, tenir espatllat el motor d'arrencada, o tenir algun fil desconnectat.



Els sistemes actuals tenen de 500 a 1000 regles dins les seves bases.

També es poden emmagatzemar els coneixements fent servir **xarxes semàntiques**, on els **vèrtexs** representen els objectes o conceptes i les **arestes** les relacions que hi ha entre elles.

Per exemple, per caracteritzar un roser, podríem emprar aquesta xarxa semàntica:

Segons quin sigui el problema que vulguem similar, triarem el mètode. Emprarem el que més bé s'adapti a les dades que volem emmagatzemar i, per tant, el que ens faciliti una resolució més ràpida.

Crear la base de coneixements és la part més difícil, ja que l'informàtic ha de treballar amb estreta col·laboració amb els especialistes de la matèria. Cal interrogar-los



Una altra forma bastant usada és la dels **predicats**, que són com una mena de fórmules matemàtiques; però les variables han de ser forçosament numèriques. Per exemple, per representar el raonament:

Tot home és mortal; Sòcrates és un home; aleshores, Sòcrates és mortal

es fa:

$$\forall X : X \in \{\text{home}\} \Rightarrow X \in \{\text{mortal}\}$$

la qual cosa es llegeix: per tot **X** que pertany al conjunt d'**homes**, aleshores **X** pertany al conjunt de **mortals**, on X pot prendre qualsevol valor; en el nostre cas, X=Sòcrates.

sobre totes les excepcions i casos rars amb què s'han anat trobant al llarg de la carrera. A més a més, s'han de consultar estadístiques per poder-hi assignar els factors de probabilitat i, per últim, cal fer una anàlisi profunda de la situació per trobar el mètode de representació (xarxes, regles de producció,...) més escaient.

La segona part fonamental d'un sistema expert és el **motor d'inferències**, que consisteix en una colla de programes capaços d'encadenar induccions o deduccions a partir d'unes dades concretes, emprant el saber emmagatzemar a la base de coneixements. Cal dir que el motor d'inferències és independent del problema,

mentre que la base de coneixements és específica del cas concret que volem tractar. Un mateix motor d'inferències pot usar-se en diverses simulacions; només cal canviar la base de coneixements. Els motors d'inferències no són pas «universals»: estan estretament relacionats amb el mètode de representació de la base de coneixements (xarxes, regles de producció...).

Una altra part a assenyalar és la **base de fets**. Quan un sistema expert comença a treballar, la base de fets només conté les dades inicials: és a dir, les informacions que li dona l'usuari. Però, a mesura que el programa (motor d'inferències) avança, va contenint totes les cadenes (induccions, deduccions) que el sistema va formant en anar trobant les conclusions de les regles que aplica.

La base de fets és una mena de memòria del programa. És important de poder-la llistar, perquè així l'especialista pot veure tots els raonaments que el sistema ha anat fent abans d'emetre la seva conclusió definitiva, i, així, podrà dir si hi està d'acord o no.

La majoria de sistemes tenen també una **interfase de llenguatge natural** ja que cal

tenir present que, el qui farà servir aquests programes no és informàtic (metges, mecànics, geòlegs...), i no cal que ho sigui. És per això, que el diàleg amb l'ordinador s'ha de fer amb l'idioma propi de l'usuari (anglès, francès, català...). Això, però, no significa que els programes estiguin construïts en llenguatge natural; al contrari, s'han creat llenguatges específics per a la intel·ligència artificial, com ara el **PROLOG** o el **LISP** capaços de manipular expressions lògiques tal i com el BASIC manipula lletres i nombres.

La interfase de llenguatge natural és una altra part que porta, actualment, molta feina i alguns problemes greus. Tots sabem que els idiomes presenten una pila de frases ambigües, que només es comprenen si se'n coneix el context. A l'actualitat, és el sistema el que formula preguntes a l'usuari de tal manera que aquest gairebé sempre només pot respondre amb sí o no, per tal de no crear ambigüitats.

S'està treballant en el camp de la interpretació del llenguatge natural, via intel·ligència artificial; és a dir, es pretén de crear un sistema expert en llenguatge natural per a poder ésser emprat en els altres sistemes experts dels diferents dominis. Aquesta és la branca més complexa alhora que més essencial de la intel·ligència artificial. Quan això se solucioni, els usuaris podran parlar amb l'ordinador com nosaltres ho fem ara amb el nostre metge o el nostre mecànic.



Informàtica clàssica i intel·ligència artificial



En crear un programa com els que hem anat fent fins ara, la primera cosa que cal és analitzar les dades que s'han de menester i declarar-les, ja sigui com a constants, ja sigui com a variables. Hem quedat que les dades dels programes d'intel·ligència artificial són els coneixements dels experts. Quan un especialista, per exemple un metge, es troba amb un malalt no empra tot el seu saber en medicina, sinó que busca el coneixement que més s'aproxima al cas que està observant. Si aquesta primera via el porta a la solució, al diagnòstic, perfecte! Si no, n'assaja una altra.

El metge no sap a priori quins coneixements haurà de fer servir: els tria en funció del cas que se li presenta. Els sistemes experts funcionen d'igual manera; per tant, no cal que facin servir totes les dades de què disposen. I, en confeccionar els programes, els seus creadors no saben quines seran necessàries. Quan algú vol resoldre un problema usant la informàtica tradicional, allò que fa és analitzar la situació i trobar un camí que el porti de les dades a la solució. Així, la via que cal seguir per a un d'aquests programes és única i determinada pel programador en el moment de confeccionar-lo. Un sistema expert construeix ell mateix, i no pas el programador, el camí que el portarà a la resolució del problema; així, pot trobar diverses vies de solució i, en tot cas, aquestes no són conegudes pel programador. Els coneixements que hi ha dins la memòria d'un especialista no són fixos, si no que evolucionen amb el temps. Amb l'experiència, l'home aprèn. Les dades d'un programa d'informàtica tradicional són sempre les mateixes, mentre que les d'un programa d'intel·ligència artificial varien a mesura que el programa va funcionant, ja que les conclusions de cada cas seran transformades en noves dades, per tal que, si arriba un cas repetit al sistema, ja no li calgui tornar a fer tota la cadena, sinó que pugui emetre automàticament la conclusió. Podríem dir que els sistemes experts aprenen amb l'experiència. Per acabar, assenyalarem que la separació entre base de coneixements i motor d'inferències fa que els programes d'intel·ligència artificial siguin més flexibles i adaptables a modificacions que no pas els programes de la informàtica clàssica.

EL LISP i el PROLOG

Aquests són els dos llenguatges de programació amb els que normalment s'implementen les aplicacions d'Intel·ligència Artificial. Aquests dos llenguatges tenen diversos aspectes comuns. Els més importants són:

- El resultat d'executar un programa depèn de l'avaluació d'una condició.
- La recursivitat.

Que vol dir **recursivitat**? Parlant una mica tècnicament, direm que un programa recursiu és el que en un moment donat de la seva execució es «crida» ell mateix (com si fos una subrutina d'ell mateix). Ho entendrem millor amb un exemple. Suposem que una fada diu a un nen: «Demana'm tres coses i te les concediré». El nen li respon: «La primera cosa que vull, és un tren elèctric; la segona, és un microordinador; i la tercera, que em concedeixis tres coses més».

El **LISP** és un llenguatge funcional. Això vol dir que, un programa escrit en LIPS consisteix en un seguit de definicions de funció; o sigui, el nom d'una funció, uns quants paràmetres i les operacions necessàries per arribar al resultat buscat. Aquestes operacions, generalment, es poden dividir en tres grups:

-**Bàsiques**. Per exemple, sumar 3 a la variable resultat (ADD3) o CDR que aplicada a una llista de valors, dona com a resultat la mateixa llista, però sense el primer element.

-**Condicionals**. Del tipus de **Si** condició, **aleshores** acció 1, **si no**, acció 2 i s'escriu:

(COND) [(condició) (acció 1) T (acció2)].

-**Crides a altres funcions**. (o a ella mateixa, en el cas de recursivitat). En el següent exemple, n'hi una de cada tipus:

```
[DEFINE CONTEIG (LAMBDA LL)
  (COND ((NULL LL) O)
        (T (ADD 1) (CONTEIG) (CDR) LL))
```

Si llegim aquest programa en LISP, direm:

Definim la funció CONTEIG amb **paràmetre** LL; **si** LL és **buida**, acabar, **si no**, **sumar 1** i cridar la funció CONTEIG amb paràmetres LL **sense el primer element**.

Fixem-nos que, dins l'execució del programa CONTEIG, tornem a executar el programa CONTEIG i, així, fins que la llista LL sigui buida, i cada cop que fem això sumem 1; per tant, en finalitzar totalment l'execució, sabrem la quantitat d'elements de la llista LL. Per exemple, si la nostra llista és A, B, C, per executar-lo farem:

```
[CONTEIG (A B C)],
```

i dins l'ordinador, se seguiran els següents passos;

1. assignar al paràmetre LL la llista (A B C)
2. perquè LL no és buida:
 - 2.1. sumar 1
 - 2.2. assignar a LL la llista (B C)
 - 2.3. (CONTEIG '(L))
 - 2.4. perquè LL no és buida:
 - 2.4.1. sumar 1
 - 2.4.2. assignar a LL la llista (C)
 - 2.4.3. (CONTEIG '(LL))
 - 2.4.4. perquè LL no és buida:
 - 2.4.4.1. sumar 1
 - 2.4.4.2. assignar a LL la llista (C)
 - 2.4.4.3. [CONTEIG '(LL)]
 - 2.4.4.4. perquè LL és buida, **acab**

i escriurà, a la pantalla, el resultat: 3
 Els avantatges de LIPS són que ofereix un excel·lent tractament de llistes i és altament recursiu. És molt apropiat per a la programació en el camp de la Intel·ligència Artificial el càlcul numèric i la recerca en estructures d'arbre. Els inconvenients són: que és difícil d'escriure i llegir, ja que és un llenguatge poc natural; i que no s'han construït ordinadors específics per emprar-lo (en el mateix sentit que el vostre micro és apropiat per emprar-hi BASIC). La majoria dels programes LIPS són recursius; per tant, no s'estructuren d'una forma seqüencial com els que fem en BASIC.

El **PROLOG** és un llenguatge lògic. Això vol dir que es basa en clàusules. Una clàusula pot ésser una conclusió o afirmació, com ara:

pare (pere, joan),

que afirma que el pare d'en Pere és en Joan, o bé pot ésser una relació del tipus:

conclusió :- condició,

que vol dir que la conclusió és certa si ho és la condició.

En el PROLOG, els valors constants s'escriuen en minúscules, i les variables, en majúscules. Un exemple de programa PROLOG seria:

```
pare (pere, joan)
pare (josep,joan)
pare (ferran,jaume)
pare (jaume, francesc)
pare (joan,francesc)
germà (A,B) :-pare(A,X), pare (B,X), A/=B
```

que ens dóna una sèrie d'afirmacions sobre la paternitat de certes persones i ens diu que A és germà de B si el pare d'A és X i el pare de B és X (o sigui, que tenen el mateix pare), i A és diferent de B (per evitar l'afirmació que tothom és germà d'ell mateix). Així, si preguntéssim:

pare (jaume,Z)

l'ordinador respondria:

Z=francesc;

el ';' és un missatge que ens dóna l'ordinador, per dir-nos que si premem «ENTER» buscarà nous valors per a Z (en aquest cas, com és d'esperar, no en trobarà cap més).

Si ara volguéssim definir el fet que dues persones són cosines faríem:

cosí (pere,ferran),

si ja sabem que en Pere i en Ferran són cosins; o bé, per fer-ho d'una manera general, aprofitant la resta de coneixements, escriurem en el programa:

```
cosí (X,Y) :- pare(X,Z), pare(Y,T), germà (T,Z), T/=Z
```

o bé

```
cosí (X,Y) :- germà (pare(X,Z),
pare(Y,T)),T/=Z.
```

Per saber si una persona és avi d'un altra, afegirem al programa la clàusula: «avi»

```
avi (X,T) :- pare (pare(X,Z),T)
```

El PROLOG també és un llenguatge recursiu. El programa següent calcula el factorial d'un nombre A recursivament (apareix la mateixa relació a dreta i esquerra del ':-'):

```
factorial (A,1) :- A=0
```

```
factorial (A,N) :- factorial(A-1,M),N=A*M.
```

Així, si demanem:

```
factorial (6,X),
```

l'ordinador haurà fet $1*2*3*4*5*6$ i ens respondrà $X=240$.

Els principals avantatges del PROLOG són:

-s'escriu d'una forma «lògica»,

-és recursiu,

-és quasi natural;

i els inconvenients, són:

-l'execució dels programes és lenta,

-s'ha de vigilar l'ordre en què s'escriuen les clàusules.

La recerca

Ja haureu pogut notar que, quan es parla d'intel·ligència artificial o de sistemes experts, la majoria de vegades es fa en futur. Són dominis en els quals cal investigar i treballar-hi molt, ja que es pensa que són la base de la informàtica de demà.

Els principals camps de recerca són:

- 1.- Crear sistemes experts per **aconsellar** els especialistes, pensant que arribarà un dia en què els podran substituir. El domini on hi ha més cosa feta és la medicina, tant per al diagnòstic com per decidir l'especialista al qual un metge de medicina general ha d'enviar un malalt en concret.



També s'està treballant en el camp de la Banca i la Borsa.

- 2.- Es comencen a posar a punt sistemes experts **pedagògics**, tant per a ensenyar una matèria en concret com per a servir de reciclatge. Aquests sistemes presenten un treball doble: per una banda, cal que tinguin el saber de la matèria que es vol ensenyar; i, per l'altra, cal que posseeixin un mòdul especialitzat en pedagogia.
- 3.- S'intenta que els sistemes experts puguin, **connectar-se directament a les bases de dades** ja existents, i que siguin capaços de treure'n la **informació** que necessiten i, així, formar a poc a poc ells mateixos les seves bases de coneixements.
- 4.- Per poder dur a terme això que hem dit abans, i també per la necessitat d'arribar a especialistes de qualsevol domini, cal investigar en el tractament del **llenguatge natural**. Això comporta feines pel que fa a diccionari, camp semàntic i regles sintàctiques.
- 5.- Creació de sistemes amb **capacitat d'aprenentatge**. Així la base de coneixements s'anirà formant ella mateixa, i el sistema no quedarà desfasat; serà sempre de total actualitat.
- 6.- Es treballa en la creació de sistemes experts que **simulin** la manera de fer **d'un informàtic** a l'hora de construir un sistema expert. Així, l'ordinador verificarà la coherència de la base de coneixements i crearà automàticament noves regles.
- 7.- Cal aprofundir en el **reconeixement de formes** per tal de poder perfeccionar els robots actuals i crear-ne de nous amb capacitat d'adaptar-se a l'entorn.
- 8.- Es creen sistemes experts capaços de diagnosticar les avaries d'aparells complexos: cotxes, locomotores, ordinadors, xarxes de teleprocés... Hom creu que, ben aviat, el mateix sistema serà capaç de fer la **reparació** si aquesta no és molt sofisticada.

La cinquena generació



Si fins ara la intel·ligència artificial només ha estat software, (els sistemes experts), els japonesos crearan hardware intel·ligent. Ells creuen que aquesta nova manera d'entendre els ordinadors marcarà una època, com ho feren, en el seu temps, la vàlvula de buit, el transistor, el circuit integrat i el microprocessador; és per això que anomenaren aquest projecte com la **cinquena generació**.

L'any 1981, aquestes idees semblaven a molta gent del tot ambicioses i poc fonamentades, (sobretot a americans i europeus), ja que acceptar-les suposava pensar que abans de la fi del segle perdrien el domini en un sector tan important com la informàtica. Avui, però, les opinions han canviat i el projecte sembla del tot real, perquè només han passat tres anys i s'han aconseguit tots els objectius que llavors es marcaren per aquestes dates. Si tot va bé, els japonesos presentaran l'any 1988 el primer prototip, i l'any 1991 tindran ordinadors de cinquena generació col·locats a les indústries.

Actualment, a tots els països es treballa en els ordinadors de la cinquena generació també anomenats **KIPS (Knowledge Informations Processing Systems)** que vol dir «sistemes de tractament d'informació i coneixements». Per exemple, Anglaterra està desenvolupant el projecte **ALVEZ**, que compta amb 350 milions de lliures i cinc anys per al seu desenvolupament. Cal assenyalar també el projecte europeu **ESPRIT**, dotat amb deu mil milions de francs francesos, que té deu anys per a la seva realització.

Aquests nous ordinadors vindran equipats amb un processador capaç de manipular expressions del tipus **SI...ALESHORES....**, de la mateixa manera que els actuals manipulen dades o lletres. Si els microprocessadors d'ara són basats en operacions aritmètiques i comparacions, els nous es basaran en induccions i/o deduccions: **inferències**; i així com ara mesurem la potència dels ordinadors en

nombre d'operacions per segon, és mesurarà la dels de la cinquena generació en **LISP** (*Logical Inferences Per Second*). A més a més, aquests nous processadors no suposen augment de tamany, ja que es pensa integrar-los en **VLSI**. El llenguatge màquina dels KIPS serà una mena de PROLOG. Els japonesos asseguren que els seus ordinadors de 1991 funcionaran a una velocitat de 100 milions de LISP. Aquest any han aconseguit un prototipus anomenat **PSI** que treballa a 30.000 LISP, cosa que suposa un avenç sorprenent, perquè un ordinador com el VAX 780, de Digital, treballa a uns 1.500 LISP.

També han aconseguit un prototip de memòria, anomenat **DELTA**, capaç d'emmagatzemar coneixement tot corregint-ne les redundàncies i detectant-ne les ambigüitats. DELTA és una base de coneixements; però, allò que guarda és la manera de resoldre els problemes i no pas coneixements específics d'un domini concret (medicina, mecànica...) com fan els actuals sistemes experts.

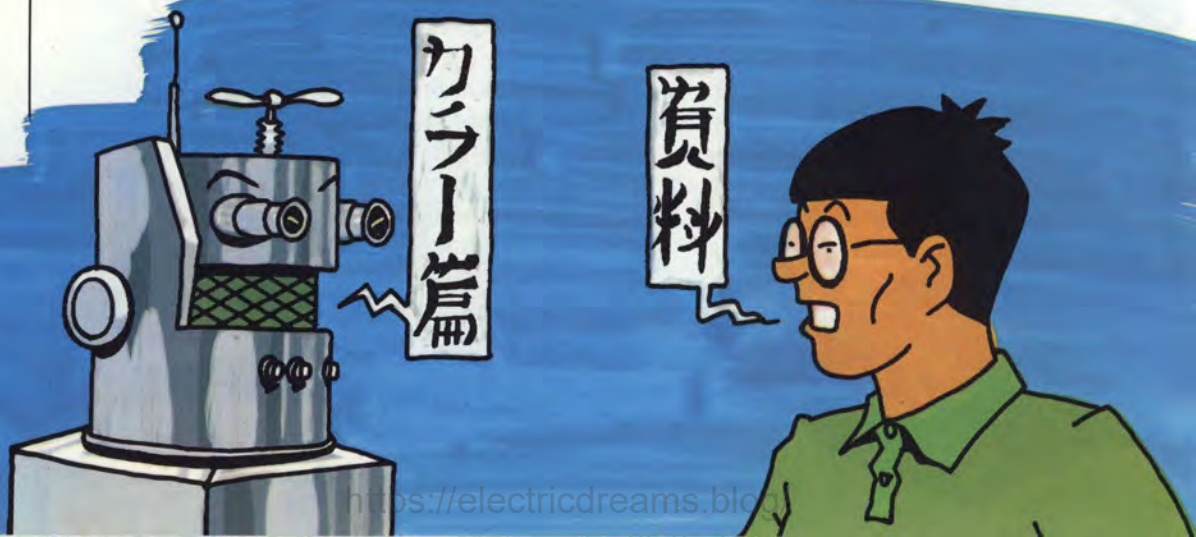
Segons el projecte japonès, els ordinadors de la cinquena generació consistiran en:

- Un **mòdul de resolució de problemes**, que serà una espècie de motor

d'inferències que funcionarà amb induccions i/o deduccions, i un mètode nou que ells anomenen cooperacions, que consisteix en fer raonaments en paral·lel i comparacions.

- Un aparell que gestionarà la **base de coneixements** i podrà emmagatzemar informació presa directament de les bases de dades existents avui o, fins i tot, informació entrada per sensors (cambres...).
- Una interfase de **llenguatge natural**, avui ja han fet els programes capaços de comprovar la sintaxi de les frases. Això es completarà amb un diccionari i amb tècniques d'anàlisi semàntica. Treballen en japonès i anglès.
- Un **mòdul de programació** que traduirà un problema concret, expressat en un nou llenguatge de programació (gairebé llenguatge natural), en un programa.

Davant d'aquesta situació, no falta qui pensa que, abans d'acabar aquest mil·lenni, l'home veurà per primera vegada una màquina capaç d'imitar la seva manera de comunicarse (llenguatge-paraula) i la seva forma de raonar, unes funcions fins ara específiques del cervell humà.



Nosaltres

i l'ordinador



43

Per més que els robots es perfeccionin, que la intel·ligència artificial avenci i que existeixi la cinquena generació, hi ha una pila de coses, trivials per a nosaltres, que una màquina mai no podrà fer.

Pensem, per exemple, en totes les coses que **percebem pel fet de tenir un cos**. Com explicar a un ordinador la diferència entra la seda i el vellut, si ell no pot tocar? Què vol dir estar malalt? Què és el dolor?

Totes aquestes **sensacions**, que percep fins i tot l'animal més simple, no són explicables amb paraules; per tant, no es poden posar en forma de regles. I, encara que arribés un dia en què això es pogués fer, mai no serà el mateix cremar-se que saber què percep un home quan es crema. Les màquines no tenen ni fred ni calor, i encara que es mullin no saben què és mullar-se. No tenen sensacions.

Una màquina pot veure una pintura o sentir una música, i ho pot guardar a la seva memòria molt millor i més ràpidament que no ho faríem nosaltres. Però, en gaudeix, de la música? Interpreta aquell quadre? Pot veure o sentir, però no pot mirar ni escoltar. Què vol dir per a ella estimar, o odiar? Les màquines no tenen **sentiments**.

Hi ha tota una pila de coses que nosaltres fem encara que no tinguin lògica. Les fem purament i simple perquè ens produeixen plaer (i no precisament físic), com són: llegir, anar al cinema, escoltar música, contemplar un paisatge...

I què me'n dieu, de la **imaginació**? Quan hem de resoldre un problema, «el sentim a la nostra pell», ens «hi posem a dins»: imaginem allò que aquella persona sent, i això ens ajuda molt a l'hora de resoldre'l. En definitiva, pensem què volen dir:

- espontaneïtat,
- sentit comú,
- vergonya,
- sensibilitat
- intuïció,
- iniciativa pròpia,
- reflexos
- ...

Tots aquests mots signifiquen una cosa tan important com la de:

SER UN HOME I NO UNA MÀQUINA

Tractament de fitxers

44

Ja vam parlar que per emmagatzemar dades es poden usar **fitxers**. Recordem que necessitàvem una configuració estructurada en **registres** i que aquests estan dividits en **camp**s.

El BASIC té un grapat d'instruccions que ens permeten emmagatzemar en fitxers dades que s'hagin de processar. Hi ha dues maneres d'accedir als fitxers: la **directa** i la **seqüencial**.

Si el suport del fitxer és un disc podrem accedir-hi tant directament com seqüencial, en canvi, la cinta només permet l'accés seqüencial.

En els fitxers seqüencials les dades s'escriuen (o llegeixen) físicament l'una darrera l'altra; per exemple, si tenim un fitxer amb 20 registres, i volem consultar el registre 15, abans haurem de passar pels 14 anteriors.

En canvi, si és d'accés directe, tal i com diu el seu nom, accedim directament al registre que volem sense passar pels anteriors.

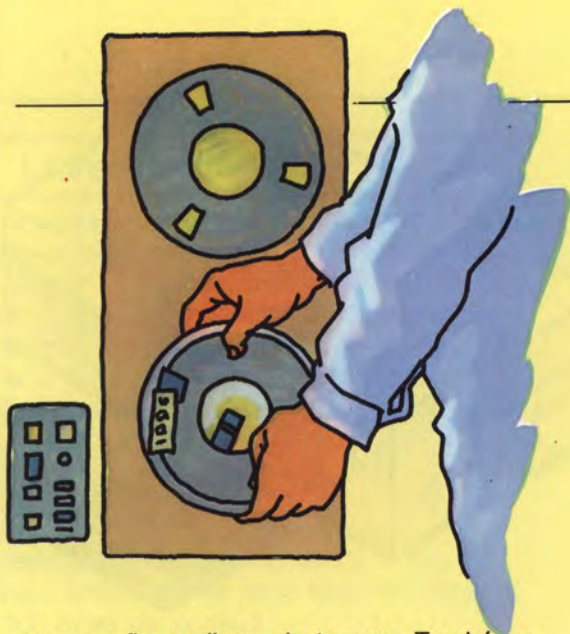
Tant els uns com els altres es tracten de la següent forma:

- Apertura del fitxer
- Lectura o escriptura.
- Tancament del fitxer.

Aquests conceptes són generals però, les instruccions de tractament depenen, com sempre, del micro.

Fitxers seqüencials

Aquests tipus de fitxers són els que s'utilitzen en l'emmagatzematge de dades en cinta. Funcionen igual que un cassette de música, si volem escoltar la tercera cançó, abans hem de fer avançar la cinta des del començament i passar per les dues primeres



cançons fins arribar a la tercera. També es poden utilitzar en unitats de disc. Diferenciem dos tipus de fitxers seqüencials: els d'entrada, "I", (INPUT) i els de sortida, "O", (OUTPUT). La primera instrucció, que és per a tots els ordinadors igual, és la que ens permet obrir els fitxers: **OPEN**. Darrera d'aquesta paraula hi va un seguit de comandes, com poden ésser el tipus de fitxer (és a dir "I" o "O"), un número N que ens servirà de referència al llarg d'un programa i per últim el nom del fitxer, que normalment no pot sobrepassar una longitud de 9 caràcters. Així, per exemple una línia de programa serà:

```
OPEN "I", 2, "CONTROL"
```

Així obrim un fitxer d'entrada al qual se li associa el número 2 i el nom CONTROL. Si volem obrir aquest mateix fitxer, però per sortida farem:

```
OPEN "O", 2, "CONTROL"
```

Una altra instrucció que va lligada a l'anterior és **CLOSE**. Sempre que hàgim obert un fitxer, sigui del tipus que sigui l'haurèm de tancar amb **CLOSE N**, on N és el mateix número amb què l'hem obert. En el nostre cas escriurem:

```
CLOSE 2
```

Per tractar les dades d'un fitxer cal usar: **INPUT, WRITE, EOF(N), KILL, NAME**. Veiem el seu significat:

La instrucció **INPUT**

En fitxers s'escriu de la següent forma:

```
INPUT #N, Variable 1, ....., Variable m
```

i el que fa és agafar m dades seguides del fitxer N i transferir-les a les variables especificades, començant per on està col·locat el capçal del cassette. Per exemple:

```
INPUT #2, A$
```

transfereix a la variable A\$ la dada del fitxer 2 col·locada on hi ha el capçal de la cinta.

La instrucció **WRITE**

Ens permet d'escriure en el fitxer identificat amb N el contingut de les variables indicades. La seva forma és:

```
WRITE #N, Variable 1, ....., Variable m
```

Per exemple:

```
WRITE #2, A,B$
```

que escriu en el fitxer 2, els valors de les variables A i B\$, que s'han de separar per comes.

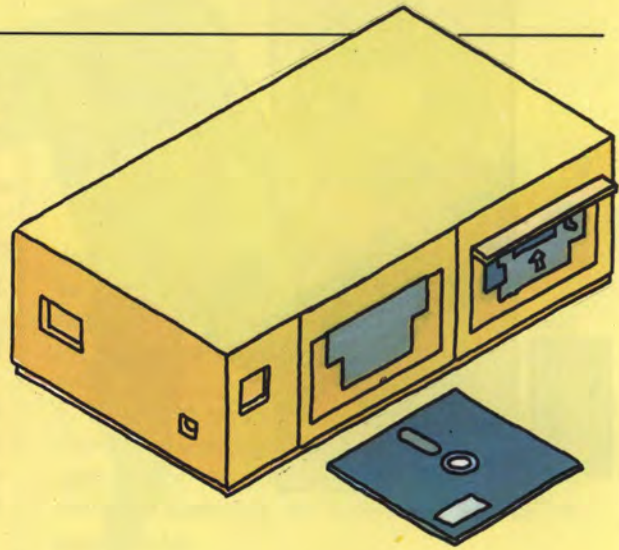
Cal conèixer el contingut i estructura dels registres del fitxer a l'hora d'escriure el tipus i ordre de les variables en una instrucció **INPUT** o **WRITE**.

La condició **EOF (N)**

Aquesta paraula significa en anglès **END OF FILE** (final de fitxer). Aquesta condició és certa quan ja s'ha accedit a l'últim registre del fitxer. és una forma de saber que ja hem llegit tot el fitxer.

El programa següent serveix per a llegir un fitxer on els registres estan formats per dos camps numèrics i un d'alfanumèric:

```
10 REM OBRIM EL FITXER PER A LLEGIR-HI
20 OPEN "I", 2 "CONTROL"
30 REM LLEGIM EL REGISTRE
40 INPUT #2, A,B,C$
50 REM MIREM EL CONTINGUT DE LES VARIABLES
60 PRINT A,B,C$
70 REM COMPROVEM SI ES FI DE FITXER
80 IF EOF (2) THEN GOTO 100
90 GOTO 40
100 PRINT "FI DEL FITXER"
110 END
```



En el cas que no poguem usar aquesta condició, podem fer-la nosaltres posant un valor en un camp determinat d'un registre que serà identificat com final de fitxer. Les instruccions següents únicament s'usen quan tenim els fitxers emmagatzemats en disquets.

La instrucció LOC (N)

Ens diu el número de sectors que han estat llegits o escrits dins el fitxer (N). Un sector equival a 128 o 256 bytes segons el micro. Aquesta instrucció s'usa per a saber l'espai ocupat pel fitxer. Abans d'utilitzar aquesta instrucció, hem d'obrir el fitxer.

La instrucció KILL «Nom del fitxer»

Aquesta serveix per a esborrar un fitxer d'un disc. Al contrari que la instrucció anterior, per poder-la utilitzar el fitxer ha de ser tancat.

La instrucció NAME... AS...

S'usa per canviar el nom d'un fitxer. Té el següent format:

NAME "nom antic" AS "nom nou"

Fitxers d'accés directe

Aquests fitxers únicament poden utilitzar-se en unitats de disc de qualsevol modalitat. Un gran avantatge que tenim amb aquests és que no cal definir-los d'entrada ni de sortida, ja que un cop oberts tant s'hi pot llegir com escriure. Per facilitar aquesta forma de treball, l'ordinador utilitza els **buffers**, àrees de memòria auxiliar, que permeten, per exemple, l'intercanvi de dades amb els diferents perifèrics.

Així, si nosaltres volem escriure un registre en un fitxer directe, hem de transferir-lo a un buffer i d'aquest al disc. El mateix succeeix quan volem llegir un registre d'un disc: el posem en el buffer i el programa ja el podrà tractar.

Aquest buffer ve definit amb un nom qualsevol dins del programa i serveix únicament per intercanviar les dades amb el disc. Si volem manipular les dades que conté el buffer haurem d'usar una altra àrea de memòria que tingui un nom diferent, i transpassar-les-hi, i aleshores ja podem treballar-hi.

Per treballar amb els fitxers d'accés directe podem usar:

La instrucció OPEN

Aquesta, com abans, és per a obrir el fitxer. No fa falta especificar-li si el fitxer és de sortida o d'entrada, però s'hi ha de posar el paràmetre «R» per indicar que és d'accés directe, així com el número de fitxer, el nom i la longitud dels registres en bytes. Per exemple podríem obrir el fitxer TREBALL posant:

```
OPEN "R", 2, "TREBALL", 100
```

serà un fitxer d'accés directe que identificarem amb el número 2, tindrà per nom TREBALL i els seus registres seran de 100 bytes de longitud.

La instrucció FIELD num, ... AS ...

Serveix per a assignar a un fitxer el seu buffer corresponent, és a dir el lloc mitjançant el qual escriurem o llegirem les dades.

Respectant els paràmetres d'obertura anteriors, es pot posar la següent línia de programa:

```
FIELD 2, 100 AS A$
```

El número 2 és el que té associat el fitxer i la longitud dels registres és la mateixa que abans: 100 bytes.

Com ja hem dit, el buffer A\$, podem usar-lo al llarg del programa només per a llegir del disc o escriure-hi.

Aquest buffer es pot subdividir en d'altres, per exemple l'A\$, que té 100 bytes, es pot subdividir en:

```
FIELD 2, 20 AS B$, 25 AS C$, 30 AS D$,  
25 AS E$
```

Així hem subdividit el buffer A\$ en B\$, C\$, i E\$, de tal manera que la suma de les seves longituds és de 100 bytes.

Per exemple podem obrir aquest mateix fitxer de la següent forma:

```
OPEN "R", 2, "TREBALL", 100  
FIELD 2, 100 AS A$  
FIELD 2, 20 AS B$, 25 AS C$, 30 AS D$,  
25 AS E$
```

D'aquesta manera podrem, al llarg del programa, consultar la totalitat del buffer A\$ o veure el que hi ha a cadascun dels buffers en que l'hem dividit.

Les instruccions PUT, LSET i RSET

L'assignació de valors als buffers de sortida es fa amb les instruccions LSET o RSET:

```
LSET A$ = T$ o RSET A$ = T$
```

on A\$ és el nom del buffer i T\$ és la variable usada en el programa. Amb la instrucció PUT transferim el contingut del buffer al disc, dient-li a quina unitat la volem escriure (N) i a quin registre (NR):

```
PUT N, NR
```

La instrucció GET

S'usa per a llegir un registre. El format és:

```
GET N, NR
```

i el que fa es llegir del fitxer N, el registre número NR i transferir-lo al buffer assignat.

La instrucció LOC (N)

Amb aquesta instrucció podem saber quin número té el darrer registre amb què hem treballat. Si fem:

```
10 OPEN "R", 2, "TREBALL", 100  
20 FIELD 2, 100 AS A$  
30 GET 2, 7  
40 LET Z = LOC (2)  
50 PRINT Z
```

A la pantalla s'hi escriurà un 7. Amb aquests fitxers igual que en els seqüencials existeixen les instruccions CLOSE, KILL, i NAME, que operen de la mateixa forma i tenen el mateix format.

Les funcions

numèriques

48



Ja hem parlat de funcions que operaven sobre cadenes alfanumèriques, ara tractarem les funcions que operen sobre valors numèrics, donant com a resultat també un número. Una important utilitat d'aquestes funcions la trobem en el camp dels gràfics, ja que les funcions com a tals es poden representar de forma gràfica.

Algunes d'aquestes funcions ja les hem usat anteriorment; com la INT, que, donat un número real (positiu o negatiu), dóna com a resultat el número sencer més gran menor que el valor real que li donem.

Així:

$$\text{INT} (4.2) = 4$$

$$\text{INT} (4.8) = 4$$

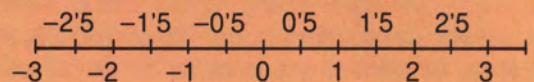
$$\text{INT} (12.3) = 12$$

i en el cas negatiu:

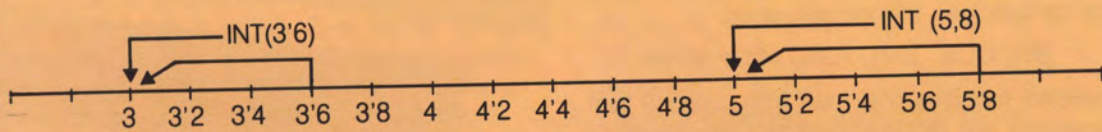
$$\text{INT} (-4.2) = -5$$

$$\text{INT} (-12.3) = -13$$

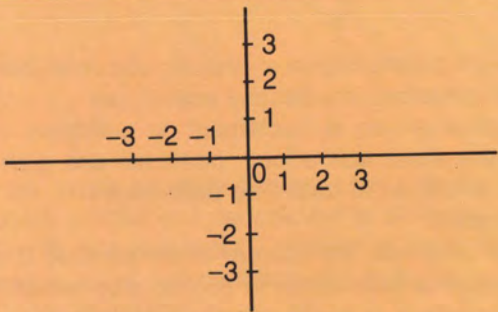
Si representem els números sobre els quals ha d'actuar la funció com una línia recta, de la manera següent:



veurem que per trobar el valor de la funció INT només hem d'anar cap a l'esquerra fins trobar un número sencer:

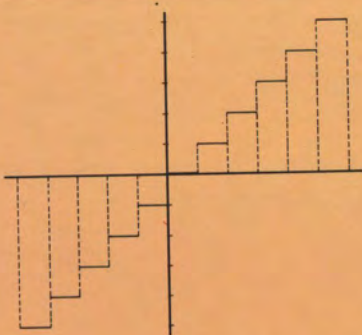


El que es fa per representar una funció gràficament és molt semblant. S'usa un «sistema de coordenades», que no és res més que una espècie de quadrícula definida per dos eixos perpendiculars, cadascun numerat com la línia recta d'abans.



Aleshores, si una funció aplicada a 3 dóna 1.5, el que fem es representar-ho en el sistema de coordenades com el punt (3,1.5). On el primer número representa el valor a marcar sobre l'eix X i el segon el valor sobre l'eix Y.

Si això ho fem per tots els punts de l'eix de les X (la línia horitzontal) obtindrem la gràfica de la funció. Així per a la INT tindrem:



Hi ha una funció molt semblant a aquesta, que és la **FIX**. El que fa és: donat un número real, torna el valor sencer resultant de treure-li la part decimal. Així

$$\begin{aligned} \text{FIX} (4.2) &= 4 & \text{FIX} (12.3) &= 12 \\ \text{FIX} (-4.2) &= -4 & \text{FIX} (-12.3) &= -12 \end{aligned}$$

La funció **ABS**, aplicada a qualsevol número, torna el valor positiu d'aquest. Per exemple

$$\begin{aligned} \text{ABS} (5.8) &= 5.8 \\ \text{ABS} (12) &= 12 \\ \text{ABS} (-4.7) &= -4.7 \end{aligned}$$

El següent programa dibuixa a la pantalla la gràfica de la funció ABS. Tots els programes que apareixen en aquest apartat estan fets amb un ZX-Spectrum

```

5 CLS
10 FOR I = 0 TO 8
20  PLOT 18+I*10, 88
30  DRAW 10,0
40  DRAW 0,3
50  NEXT I
60  FOR I = 0 TO 14
70  PLOT 128,18+I*10
80  DRAW 0,10
90  DRAW 3,0
100 NEXT I
110 FOR I = 48 TO 158
120 PLOT I+10,ABS(I)
130 NEXT I

```


Una aplicació de les funcions trigonomètriques

Les funcions següents es coneixen amb el nom de funcions trigonomètriques:

SIN, COS, TAN, ASN, ACS, ATN

Aquestes funcions són molt útils, perquè fent programes per dibuixar corbes i representar perspectives s'usen relacions matemàtiques entre els angles per donar sensació de profunditat i de tercera dimensió, ja que la pantalla d'un ordinador, és plana.

El programa següent representa la funció SIN; els llocs on la funció talla l'eix horitzontal són, d'esquerra a dreta, en radians:

0, Π , 2Π , 3Π ,...

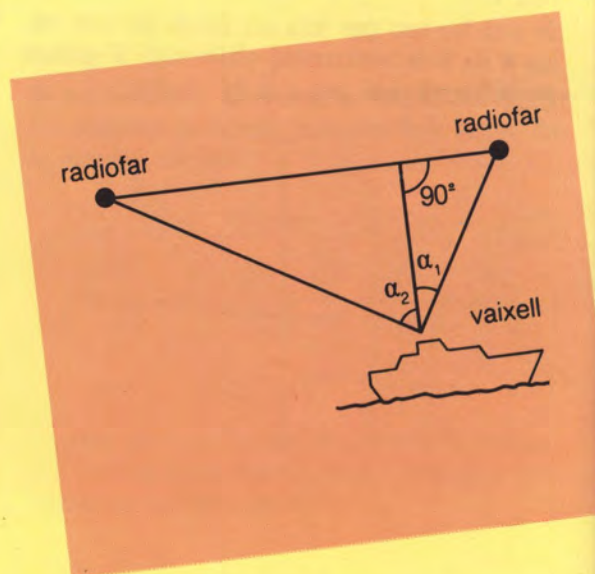
```
5 REM DIBUIX DELS EIXOS
10 PLOT 18,88 : DRAW 255,0
20 PLOT 37,18 : DRAW 0,140
25 REM DIBUIX GRAFICA SINUS
30 FOR I = 37 TO 255
40 PLOT I,88+50*SIN((288-I)/20)
50 NEX I
```

Les funcions ASN, ACS, ATN són, respectivament, les inverses de SIN, COS, TAN. O sigui:

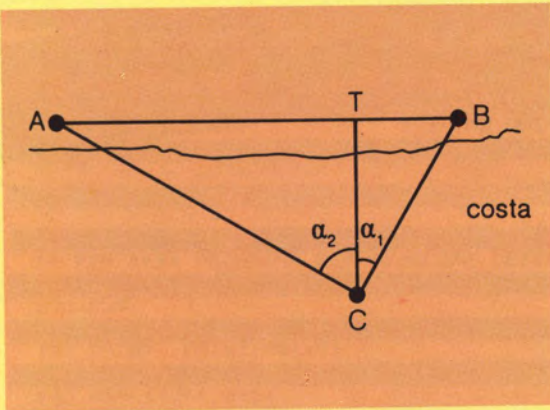
$$\begin{aligned} \text{ASN}(\text{SIN}(X)) &= X & -\Pi &\leq X \leq \Pi \\ \text{ACS}(\text{COS}(X)) &= X & -\Pi &\leq X \leq \Pi \\ \text{ATN}(\text{TAN}(X)) &= X & -\Pi/2 &< X < \Pi/2 \end{aligned}$$

Les funcions trigonomètriques són molt útils en qüestions de disseny assistit per ordinador i en el tractament de gràfiques. Entre altres aplicacions, permeten una gran potència en el càlcul de distàncies o alçades.

Per veure-ho, les usarem en la resolució d'un problema ben comú: la posició d'un vaixell respecte a la costa usant dos radiofars. Els vaixells van equipats amb un radiogoniòmetre, que és un aparell que rep els senyals de ràdio emesos pels dos radiofars i és capaç de saber l'angle (α_1 i α_2) en què les rep:



Aleshores, si anomenem punt A el primer radiofar, punt B el segon, C el vaixell i T el punt on talla la perpendicular des del vaixell fins al segment que uneix els dos radiofars, tindrem la gràfica següent:



i en el triangle CBT tenim

$$(4) \cos \alpha_1 = CT/CB$$

$$(5) \sin \alpha_1 = BT/CB$$

$$(6) \tan \alpha_1 = BT/CT$$

i com a informació addicional tenim

$$(7) AT + BT = AB$$

D'aquestes set fórmules, n'hi ha tres que lliguen directament entre si els valors coneguts: són la (3), la (6) i la (7)

$$\tan \alpha_2 = AT/CT$$

$$\tan \alpha_1 = BT/CT$$

$$AB = AT + TB$$

$$\tan \alpha_2 + \tan \alpha_1 =$$

$$= (AT/CT) + (BT/CT) = (AT+BT)/CT = AB/CT$$

Per tant, CT = .distància del vaixell a la costa

$$= AB / \tan \alpha_1 + \tan \alpha_2$$

I per tal de saber la distància del vaixell a la costa, només ens cal calcular la distància de C a T, que notarem CT, sabent el valor dels angles α_1 , α_2 i la distància d'A a B, AB.

Dades d'entrada: α_1 , α_2 , AB

Dada de sortida: CT

Si estudiem el triangle ACT, com que CT és perpendicular a AB tenim

$$(1) \cos \alpha_2 = CT/CA$$

$$(2) \sin \alpha_2 = AT/CA$$

$$(3) \tan \alpha_2 = AT/CT$$



Aquí hem posat un programa que simula la situació que hem descrit.

```
2 REM *****
3 REM ***** PROGRAMA COSTA *****
4 REM ***** Versio Spectrum *****
5 PAPER 7: BORDER 4
7 CLS
10 REM INTRODUCCIO DE LES DADES INICIALS
20 PRINT "ENTRA ELS ANGLES EN GRAUS SEXAGESIMALS "
30 PRINT "ANGLE 1 ( <90 ) : " : INPUT A1
40 PRINT "ANGLE 2 ( <90 ) : " : INPUT A2
50 PRINT "DISTANCIA ENTRE ELS RADIOFARS (50-200 QM) : "
60 INPUT D
70 REM CONVERSIÓ A RADIANTS
80 LET AA1 = A1 * PI / 180
90 LET AA2 = A2 * PI / 180
100 REM CALCUL DE CT
110 LET ST = D / ( TAN (AA1) + TAN (AA2) )
120 REM DIBUIX
130 CLS : LET FAC = 1
131 FOR I = 0 TO 2 : FOR J = 0 TO 31
132 PRINT AT I,J; PAPER 6; CHR$(128)
133 NEXT J : NEXT I
134 FOR I = 3 TO 21 : FOR J = 0 TO 31
135 PRINT AT I,J; PAPER 5; CHR$(128)
136 NEXT J : NEXT I
140 IF ST > 126 THEN LET FAC = INT(CT/126) + 1
150 LET D = INT(D/FAC)
160 LET CT = INT(ST/FAC)
170 LET AT = INT(CT * TAN(AA2))
180 LET X = 127 + INT(D/2)
190 PLOT X,150 : DRAW -D,0
200 DRAW AT,-CT : DRAW 0,CT
210 DRAW 0,-CT : DRAW D-AT,CT
220 LET L1 = INT(X/8) : PRINT AT 2,L1;"B"
230 LET L2 = INT((X-D)/8) : PRINT AT 2,L2; "A"
240 LET L1 = L2 + INT(AT/8) + 1
250 PRINT AT 2,L1; FLASH 1; "T"
260 LET L2 = 4 + INT(CT/8)
270 PRINT AT L2,L1 ; FLASH 1; "C"
275 PRINT AT L2+2, 5; "DISTANCIA CT = ";ST;" -QM"
280 INPUT "VOLS PROVAR-NE UNA ALTRA (S/N) "; S$
290 IF S$ = "S" THEN GOTO 7
400 STOP
```


Altres

Programes

```
5 REM *****
10 REM **** PROGRAMA PER RESOLDRE DETERMINANTS ****
15 REM **** Versio ZX-SPECTRUM i IBM-PC *****
100 CLS
110 PRINT "Càlcul de determinants pel mètode de Gauss"
120 PRINT :PRINT:PRINT:
130 PRINT "entra l'ordre del determinant";:INPUT D
140 DIM X(D+1,D+1)
150 FOR I=1 TO D:FOR J=1 TO D
160 PRINT "X(";I;",";J;")=";:INPUT X(I,J)
170 NEXT J
180 NEXT I
190 Z=1
200 FOR K=1 TO D-1
210 LET A=X(K,K):Z=Z*A
220 FOR J=1 TO D
230 LET X(K,J)=X(K,J)/A
240 NEXT J
250 FOR I=K+1 TO D
260 LET B=X(I,K)
270 FOR J=K TO D
280 LET X(I,J)=X(I,J)-B*X(K,J)
290 NEXT J
300 NEXT I
310 NEXT K
320 CLS:PRINT "el determinant de la matriu X és:";Z*X(D,D)
330 END
```



```

1 REM *****
2 REM PROGRAMA PER RESOLDRE SISTEMES D'EQUACIONS LINIALS
3 REM *****
10 CLS
20 PRINT "entrar el nombre d'equaciones";:INPUT N
25 DIM X(2*N+1,2*N+1)
30 FOR I=1 TO N:FOR J=1 TO N
40 PRINT "X(";I;",";J)="";:INPUT X(I,J)
50 NEXT J
60 PRINT "terme independent de l'equació ";I;:INPUT X(I,0)
70 NEXT I
80 FOR I=1+N TO N+N
90 LET X(I,I-N)=1
100 NEXT I
110 FOR K=1 TO N
120 LET S=X(K,K):IF S=0 THEN PRINT "entra les equacions en un altre ordre":
GOTO 20
130 FOR J=1 TO N
140 LET X(K,J)=X(K,J)/S
150 LET X(K+N,J)=X(K+N,J)/S
160 NEXT J
170 FOR I=1 TO N
180 IF I=K THEN 240
190 LET Q=X(I,K)
200 FOR J=1 TO N
210 LET X(I,J)=X(I,J)-X(K,J)*Q
220 LET X(I+N,J)=X(I+N,J)-X(K+N,J)*Q
230 NEXT J
240 NEXT I
250 NEXT K
260 FOR I=1 TO N
270 FOR J=1 TO N
280 LET X(0,I)=X(0,I)+X(I+N,J)*X(J,0)
290 NEXT J
300 NEXT I
310 FOR I=1 TO N
320 PRINT "x";I;="";X(0,I)
330 NEXT I
340 END

```



```

1 REM *****
2 REM ***** PROGRAMA PER TROBAR LA INVERSA D'UNA MATRIU
4 REM ***** Versio ZX-SPECTRUM i IBM-PC *****
5 CLS
10 PRINT "càlcul de la inversa d'una matriu"
20 PRINT "ordre de la matriu";:INPUT N
25 DIM X(2*N+1,2*N+1)
30 FOR I=1 TO N:FOR J=1 TO N
40 PRINT "X(";I;",";J;")=";:INPUT X(I,J)
50 NEXT J
60 NEXT I
70 FOR I=1+N TO N+N
80 LET X(I,I-N)=1
90 NEXT I
100 FOR K=1 TO N
110 LET S=X(K,K):IF S=0 THEN PRINT "no existeix la inversa de la matriu":END
120 FOR J=1 TO N
130 LET X(K,J)=X(K,J)/S
140 LET X(K+N,J)=X(K+N,J)/S
150 NEXT J
160 FOR I=1 TO N
170 IF I=K THEN 230
180 LET Q=X(I,K)
190 FOR J=1 TO N
200 LET X(I,J)=X(I,J)-X(K,J)*Q
210 LET X(I+N,J)=X(I+N,J)-X(K+N,J)*Q
220 NEXT J
230 NEXT I
240 NEXT K
245 PRINT "els coeficients de la matriu inversa (X*) són:"
250 FOR I=1 TO N
260 FOR J=1 TO N
270 PRINT "X*(";I;",";J;")=";:X(I+N,J)
280 NEXT J
290 NEXT I
300 END

```



```

10 REM *****
20 REM ** PROGRAMA ANIMALS **
30 REM **AUTDR MARTI GRIERA**
40 REM ***Versio Spectrum***
50 DIM A$(1024,15)
60 CLS : PRINT AT 9,9;"PENSA'T UN ANIMAL"
65 PAUSE 200 : LET I = 1
70 GOSUB 1000
80 LET I = 1
85 CLS : PRINT AT 9,2;"ARA PENSA'T UN ALTRE ANIMAL"
86 PAUSE 200
90 IF A$(I,1) = "-" THEN CLS : PRINT AT 9,9;
  A$(I) + "? (SI/NO)" : INPUT R$ : GO TO 110
95 IF A$(I,1) = " " THEN GOSUB 1000 : GO TO 80
100 IF A$(I,1) <> "." THEN CLS : PRINT AT 9,2;
  "EM SEMBLA QUE L'ANIMAL ES DIU" : PRINT AT 12,9;
  PAPER 6; A$(I)
105 PRINT AT 15,7;"L'ENDEVINAT?" : PRINT AT 16,10;
  "(SI/NO)" : INPUT R$
106 IF R$="SI" THEN STOP
107 IF R$ <> "NO" THEN GO TO 100
108 LET Y$=A$(I)
109 CLS : GOSUB 1000 : LET A$(2*I+1)=Y$ : GO TO 80
110 IF R$ = "SI" THEN LET I = 2*I
120 IF R$ = "NO" THEN LET I = 2*I+1
130 GO TO 90
1000 REM
1005 CLS : PRINT AT 11,9;"DIGUE'M UNA PROPIETAT"
1010 PRINT AT 13,9;"QUE EL DEFINEIXI"
1020 INPUT B$
1030 LET A$(I) = "-" + B$
1040 CLS : PRINT AT 11,12;"NO M'EL SE,"
1050 PRINT AT 12,3;FLASH 1;"ESCRIU ME EL SEU NOM" :
  INPUT B$
1060 LET A$(2*I) = B$
1070 RETURN

```



```

1 REM *****
2 REM PROGRAMA DE COMPTABILITAT PERSONAL.AUTOR:FERRAN ANDREU BUSTAMANTE *****
3 REM ***** VERSIO COMMODORE *****
4 PRINT "[1 CLR][5 CRSRDJ VOLEU EXPLICACIONS SOBRE EL FUNCIONA-"
5 PRINT "MENT DEL PROGRAMA (S/N)"
6 GETT$:IFT$="N" THEN 80
7 IFT$="S" THEN 10
8 GOTO 6
10 PRINT "[1CLR]":PRINT "[1 CRSRDJ AQUEST ES UN PROGRAMA QUE US PERMETRA"
11 PRINT "DE PORTAR UNA COMPTABILITAT PERSONAL."
12 PRINT "EL PROGRAMA TE DIFERENTS OPCIONS,QUE "
13 PRINT "VENEN PRESENTADES EN UN MENU.LA PRIMERA"
14 PRINT"OPCIO PERMET D'ENTRAR ELS DIFERENTS "
15 PRINT "INGRESSOS I DESPESES."
16 PRINT "LES OPCIONS SEGONA I TERCERA SON REFE-"
17 PRINT"RIDES AL TRACTAMENT DE LES DADES QUE "
18 PRINT "VOLEU GUARDAR.LA QUARTA OPCIO MOSTRA "
19 PRINT"EL TOTAL QUE HI HA CADA MES A CADA UN"
20 PRINT "DELS INGRESSOS,I A CADA UNA DE LES "
21 PRINT "DESPESES.LA CINQUENA OPCIO PERMET UN"
22 PRINT"LLISTAT PER IMPRESSORA DE TOTS ELS MO-"
23 PRINT "VIMENTS QUE TINGUEU EN UN FITXER.AMB LA"
24 PRINT"SISENA OPCIO SABREU QUIN ES EL SALDO "
25 PRINT"DE QUE DISPOSEU,TANT EN EFECTIU COM AL"
26 PRINT "BANC.DES DE LA SETENA OPCIO PODREU CON-"
27 PRINT"ROLAR LES ENTRADES QUE HEU FET EN UN "
28 PRINT"FITXER."
29 PRINT "[1 CRSRDJ][1 CTRL 9] PITGEU UNA TECLA PER CONTINUAR [1 CTRL 0]"
30 GETT$:IFT$="" THEN 30
31 PRINT "[1 CLR] ":PRINT "[1 CRSRDJ CADA VEGADA QUE AL PROGRAMA ES DEMANA"
32 PRINT "UNA DATA,S'INDICA (AA-MM-DD).AIXO VOL"
33 PRINT"DIR ENTRAR PRIMER DOS NOMBRES PER "
34 PRINT"L'ANY,UN GUIO,DOS MES PEL MES,UN ALTRE"
35 PRINT"GUIO,I DOS MES PEL DIA,ES MOLT IMPOR-"
36 PRINT"TANT FER-HO AIXI,ALTRAMENT,ALGUNES OP-"
37 PRINT"CIONS DEL PROGRAMA NO FUNCIONARIEN BE"
38 PRINT"SEGUIU ATENTAMENT LES INSTRUCCIONS QUE"
39 PRINT"ANIRAN SORTINT A LA PANTALLA."
40 PRINT"[7 CRSRDJ][1 CTRL 9] PITGEU UNA TECLA PER CONTINUAR [1 CTRL 0]"
41 GETT$:IFT$="" THEN 41
80 DIM IN$(100,5):DIM IN(100):DIM DI$(100,5):DIM GA$(200,5):DIM GA(200)
81 DIM TA$(100,3)
90 Q=-1:K=-1:CO=0:IL=0:IM=0
100 PRINT "[1 CLR]
505 POKE 53280,1:POKE 53281,1
510 PRINT "[10 CRSRDJ][9 CRSRR][1 CTRL9][1 CTRL7] COMPTABILITAT PERSONAL [1CTRL0]
515 FOR N=1 TO 1000:NEXT
530 FOR N=1 TO 100:FORM=1 TO 5:DI$(N,M)="":NEXT
534 PRINT "[1 CLR]":PRINT "[1 CRSRDJ][18 CRSRR][1 CTRL9] #MENU# [1 CTRL 0]"
535 PRINT "[5 CRSRDJ]"
536 PRINT "#1 ENTRAR MOVIMENTS"
537 PRINT "#2 CARREGAR UN FITXER"
538 PRINT "#3 SALVAR UN FITXER"
539 PRINT "#4 SUMES MENSUALS PER CONCEPTE"
540 PRINT "#5 LLISTAT IMPRES DE MOVIMENTS "
541 PRINT "#6 SALDO"
544 PRINT "#7 VEURE LES ENTRADES"
545 PRINT "#8 FI "
550 PRINT "[6CRSRD][1 CTRL9] TECLEJA LA TEVA OPCIO [1 CTRL 0]
555 GETT$:IFT$="" THEN 555
556 T=VAL(T$):ON T GOSUB 1000,8000,10000,15000,20000,25000,4000,30000
557 GOTO 530
997 REM
998 REM SUB.D'ENTRADA DE MOVIMENTS
999 REM
1000 PRINT "[CLR]
1010 PRINT "[3 CRSRR][1 CTRL9][1 CTRL 0]NGRES 0 [1 CTRL 9][1 CTRL 0]ESPESA?"

```



```

1011 PRINT "[19 CRSRDJ][1 CTRL 9]TECLEJAR <RETURN> PER TORNAR AL MENU [1 CTRL 0]
1015 GETT$:IFT$<"1" AND T$<"D" ANDT$<>CHR$(13) THEN 1015
1020 IFT$="1" THEN 1500
1025 IFT$=CHR$(13) THEN 530
1030 IFT$="D" THEN 3000
1500 Q=Q+1:PRINT "[1CLR]":PRINT"[1CRSRD][9CRSRR][1CTRL9] PANTALLA DE INGRESSOS"
1520 PRINT "[5CRSRD]":PRINT "[1CTRL9][1CTRL0] SOU"
1521 PRINT "[1CTRL9][2[1CTRL0] EXTRES"
1530 PRINT "[5CRSRD][1CTRL9]ENTRA UNA OPCIO [1 CTRL0]"
1535 GETT$:IFT$<"1" ANDT$<"2" THEN 1535
1540 IFT$="1" THEN CU$="SOU"
1545 IFT$="2" THEN CU$="EXTRES"
1550 INPUT "ENTRA LA DATA (AA-MM-DD)";IN$(Q,3)
1555 INPUT "ENTRA LA QUANTITAT";IN(Q)
1556 INPUT "COMENTARIS";IN$(Q,4)
1557 INPUT "CAIXA(1) 0 BANCS (2)";IN$(Q,5)
1560 IN$(Q,1)=T$:IN$(Q,2)=CU$
1600 PRINT "[2CRSRD]DESITJA ENTRAR MES INGRESSOS (S/N)"
1610 GETT$:IFT$<"S" AND T$<"N" THEN 1610
1615 IFT$="S" THEN GOTO 1500
1620 IFT$="N" THEN GOTO 1000
3000 REM ***ENTRADA DE DESPESES
3010 K=K+1:PRINT "[CLR]"
3015 PRINT "[5CRSRR][1CTRL9]PANTALLA DE DESPESES[1CTRL0]"
3019 PRINT "[2CRSRD]"
3020 PRINT "[1CTRL9] 1[1CTRL0] LLUM"
3022 PRINT "[1CTRL9] 2[1CTRL0] AIGUA"
3024 PRINT "[1CTRL9] 3[1CTRL0] GAS"
3026 PRINT "[1CTRL9] 4[1CTRL0] TELEFON"
3028 PRINT "[1CTRL9] 5[1CTRL0] ESCOLES"
3030 PRINT "[1CTRL9] 6[1CTRL0] QUEVIURES"
3032 PRINT "[1CTRL9] 7[1CTRL0] VESTUARI"
3034 PRINT "[1CTRL9] 8[1CTRL0] MOBILIARI"
3036 PRINT "[1CTRL9] 9[1CTRL0] ELECTRODOMESTICS"
3038 PRINT "[1CTRL9]10[1CTRL0] ASSEGURANCES"
3040 PRINT "[1CTRL9]11[1CTRL0] TRANSPORTS"
3042 PRINT "[1CTRL9]12[1CTRL0] DIVERSOS"
3050 PRINT "[2CRSRD][1CTRL9]TECLEJA LA TEVA OPCIO[1CTRL0]
3055 GETT$:IFT$="" THEN 3055
3059 GA$(K,1)=T$
3060 IF T$="1" THEN GA$(K,2)="LLUM"
3061 IF T$="2" THEN GA$(K,2)="AIGUA"
3062 IF T$="3" THEN GA$(K,2)="GAS"
3064 IF T$="4" THEN GA$(K,2)="TELEFON"
3065 IF T$="5" THEN GA$(K,2)="ESCOLES"
3066 IF T$="6" THEN GA$(K,2)=" QUEVIURES"
3067 IF T$="7" THEN GA$(K,2)="VESTUARI"
3068 IF T$="8" THEN GA$(K,2)="MOBILIARI"
3069 IF T$="9" THEN GA$(K,2)="ELECTRODOMESTICS"
3070 IF T$="10" THEN GA$(K,2)="ASSEGURANCES"
3071 IF T$="11" THEN GA$(K,2)="TRANSPORTS"
3072 IF T$="12" THEN GA$(K,2)="DIVERSOS"
3100 PRINT "[1HOME]":PRINT "[19CRSRD]"
3110 INPUT "ENTRA LA DATA (AA/MM/DD)";GA$(K,3)
3115 PRINT "[1HOME]":PRINT "[19CRSRD]"
3116 PRINT " "
3120 PRINT "[2CRSRU]":INPUT "QUANTITAT";GA(K)
3125 PRINT "[1HOME]":PRINT "[19CRSRD]"
3126 PRINT " "
3130 PRINT "[2CRSRU]":INPUT "COMENTARI";GA$(K,4)
3135 PRINT "[1HOME]":PRINT "[19CRSRD]"
3136 PRINT " "
3140 PRINT "[2CRSRU]":INPUT "CAIXA (1) 0 BANCS (2)";GA$(K,5)
3200 PRINT "[1CRSRD]VOLEU ENTRAR MAS DESPESES(S/N)"
3210 GETT$:IFT$<"S" AND T$<"N" THEN 3210
3220 IFT$="S" THEN GOTO 3010
3225 IFT$="N" THEN 1000

```



```

3230 RETURN
3997 REM
3998 REM SUB. DE VISUALITZACIO DE DADES
3999 REM
4000 PRINT "[1CLR]
4010 PRINT "VEURE UN[CTRL9][CTRL0]NGRES O UNA [CTRL9][CTRL0]ESPESA"
4020 GETT$:IFT$<"I" AND T$<"D" THEN 4020
4030 IFT$="I" THEN GOTO 4500
4040 IFT$="D" THEN GOTO 6000
4497 REM
4498 REM SUB.VISUALITZACIO D'INGRESSOS
4499 REM
4500 PRINT "[1CLR]
4510 INPUT " QUIN CONCEPTE VOLEU VEURE";CO$
4530 FOR Q=0 TO 100
4535 IFIN$(Q,2)=CO$ THEN GOTO 4544
4536 NEXT Q
4540 GOTO 4550
4544 X=IN(Q)
4545 DI$(Q,1)=IN$(Q,2):DI$(Q,2)=IN$(Q,3):DI$(Q,3)=IN$(Q,4):DI$(Q,4)=STR$(X)
4546 DI$(Q,5)=IN$(Q,5)
4547 GOTO 4536
4550 FOR H= 0 TO 100
4555 IF DI$(H,1)=CO$THEN4601
4560 NEXT H
4561 GOTO 530
4601 IF DI$(H,5)="1" THEN V$="CAIXA"
4602 IF DI$(H,5)="2" THEN V$="BANCS"
4609 PRINT "[1CLR]:PRINT "[6CRSRD]"
4610 PRINT " [CTRL9]CONCEPTE:[CTRL0] ";DI$(H,1)
4611 PRINT " [CTRL9]DATA:[CTRL0] ";DI$(H,2)
4612 PRINT " [CTRL9]IMPORT:[CTRL0]";DI$(H,4)
4613 PRINT " [CTRL9]COMENTARI:[CTRL0] ";DI$(H,3)
4614 PRINT " [CTRL9]VIA:[CTRL0] ";V$
4615 PRINT "[5CRSRD][CTRL9]PITJA UNA TECLA PER CONTINUAR"
4616 GETT$:IFT$="" THEN 4616
4617 GOTO 4560
6000 REM
6001 REM SUB. VISUALITZACIO DESPESES
6002 REM
6003 PRINT "[1CLR]"
6010 INPUT "QUIN CONCEPTE VOLEU VEURE";CV$
6015 FOR L=0 TO 200:IFGA$(L,2)=CV$ THEN 6500
6030 NEXT L
6035 GOTO 530
6500 PRINT "[CLR]:PRINT "[9CRSRD]":PRINT " [CTRL9]CONCEPTE:[CTRL0] ";GA$(L,2)
6501 IF GA$(L,5)="1" THEN VI$="CAIXA"
6502 IF GA$(L,5)="2" THEN VI$="BANCS"
6510 PRINT " [CTRL9]DATA:[CTRL0] ";GA$(L,3)
6520 PRINT " [CTRL9]IMPORT:[CTRL0]";GA$(L,4)
6530 PRINT " [CTRL9]COMENTARI:[CTRL0] ";GA$(L,4)
6540 PRINT " [CTRL9]VIA:[CTRL0] ";VI$
6550 PRINT "[3CRSRD][CTRL9]PITJA UNA TECLA PER CONTINUAR[CTRL0]"
6560 GETR$:IFR$="" THEN 6560
6570 GOTO 6030
6575 RETURN
8000 REM ***CARREGAR UN FITXER
8010 PRINT "[CLR]
8020 INPUT "[5CRSRD][CTRL9]NOM DEL FITXER[CTRL0]";FI$
8030 PRINT "[3CRSRD]COL-LOCA LA CINTA EN POSICIO.PITJA LA"
8040 PRINT "TECLA 'PLAY' I DESPRES LA BARRA D'ESPAI"
8060 GETT$:IFT$<" " THEN 8060
8065 PRINT "[CLR][1CRSRD][5CRSRD]CARREGANT EL FITXER....."
8070 OPEN 1,1,0,FI$
8090 FOR X=0 TO 100:FOR Y=1 TO 5:INPUT#1 ,IN$(X,Y):IFIN$(X,Y)="*" THEN GOTO 8095
8091 NEXT NEXT
8095 FORG=0 TO 100:INPUT#1,IN(G):IF IN(G)=0 THEN GOTO 8100

```



```

8096 NEXT
8100 FOR X=0 TO 200:FOR Y=1 TO 5:INPUT#1 ,GA$(X,Y):IF GA$(X,Y)="$" THEN GOT08110
8101 NEXT:NEXT
8110 FORG=0 TO 200:INPUT#1,GA(G):IFGA(G)=0 THEN GOTO 8120
8111 NEXT
8120 CLOSE 1
8125 GOTO 530
8130 RETURN
10000 REM ***SALVAR UN FITXER
10001 PRINT "[CLR]"
10010 INPUT "[5CRSRD][CTRL9]NOM DEL FITXER[CTRL0]";FI$
10020 PRINT "[3CRSRD]COL-LOCA LA CINTA EN POSICIO,PITJA LES"
10030 PRINT "TECLES 'PLAY' I 'RECORD' I DESPRES LA"
10040 PRINT "BARRA D'ESPAI"
10050 GETT$:IFT$<>" THEN 10050
10060 OPEN 1,1,1,FI$
10065 PRINT "[CLR][10CRSRD][5CRSR]SALVANT EL FITXER...."
10070 FOR X=0 TO 100:FOR Y=1 TO 5:PRINT#1,IN$(X,Y):IFIN$(X,Y)="" THEN 10079
10078 NEXT:NEXT
10079 PRINT#1,"*"
10080 FORG=0 TO 100:PRINT#1,IN(G):IF IN(G)=0 THEN 10090
10085 NEXT
10090 FOR X=0 TO 200:FOR Y=1 TO 5:PRINT#1,GA$(X,Y):IFGA$(X,Y)="" THEN 10099
10098 NEXT:NEXT
10099 PRINT#1,"$":GOTO 10100
10100 FORG=0 TO 200:PRINT#1,GA(G):IF GA(G)=0 THEN 10200
10150 NEXT
10200 CLOSE 1
10210 GOTO 530
10300 RETURN
15000 REM***SUMES MENSUALS
15001 PRINT "[CLR]"
15009 INPUT "[2CRSRD][CTRL9]DE QUIN MES VOLEU VEURE LES SUMES?[CTRL0]";ME$
15010 INPUT "[3CRSRD][CTRL9][CTRL0]NGRES O [CTRL9][CTRL0]ESPESA";W$
15011 IFW$<>"I" AND W$<>"G" THEN 15011
15012 IF W$="I" THEN 15020
15013 IF W$="D" THEN 15500
15020 FOR V=0 TO 99
15025 LET HT$=MID$(IN$(V,3),4,2)
15030 IF HT$=ME$ THEN 15050
15040 NEXT V
15045 GOTO 15100
15050 J=IN(V):P$=STR$(J)
15055 CO=CO+1:TA$(CO,1)=IN$(V,2):TA$(CO,2)=IN$(V,5):TA$(CO,3)=P$
15060 GOTO 15040
15100 IL=0: INPUT "[3CRSRD][CTRL9]DE QUIN CONCEPTE[CTRL0]";ZX$
15110 FORL=0 TO 99:IFTA$(L,1)=ZX$ THEN MA$=TA$(L,1):MA=VAL(TA$(L,3)):IL=IL+MA
15120 TA$(L,3)="" :NEXT L
15125 PRINT "[4CRSRD]"
15130 PRINT MA$;".....";IL
15131 IL=0:MA=0
15150 PRINT "[5CRSRD][CTRL9]PITJA UNA TECLA PER TORNAR AL MENU[CTRL0]"
15155 GETT$:IFT$="" THEN 15155
15160 GOTO 530
15500 FOR V=0 TO 99
15510 LET HT$=MID$(GA$(V,3),4,2)
15530 IF HT$=ME$ THEN 15550
15540 NEXT V
15545 GOTO 15600
15550 J=GA(V):P$=STR$(J)
15555 CO=CO+1:TA$(CO,1)=GA$(V,2):TA$(CO,2)=GA$(V,5):TA$(CO,3)=P$
15560 GOTO 15540
15600 IM=0: INPUT "[3CRSRD][CTRL9]DE QUIN CONCEPTE[CTRL0]";ZX$
15610 FORL=0 TO 99:IFTA$(L,1)=ZX$ THEN MA$=TA$(L,1):MA=VAL(TA$(L,3)):IM=IM+MA
15620 TA$(L,3)="" :NEXT L
15625 PRINT "[4CRSRD]"
15630 PRINT MA$;".....";IM

```



```

15631 IM=0:MA=0
15650 PRINT "[3CRSRD][CTRL9]PITJA UNA TECLA PER TORNAR AL MENU[CTRL0]"
15655 GETT$:IFT$="" THEN 15655
15660 GOTO 530
20000 REM***IMPRESSORA
20100 PRINT "[CLR]"
20200 PRINT "[3CRSRD]ESTA CONNECTADA LA VOSTRA IMPRESSORA(S/N)"
20210 GETT$:IFT$<>"S" AND T$<>"N" THEN 20210
20220 IFT$="N" THEN 530
20230 OPEN 1,4
20231 PRINT#1,"INGRESSOS":PRINT#1,"======"
20232 PRINT#1,"CONCEPTE",:PRINT#1," DATA",
20233 PRINT#1,"C(1)/B(2)",:PRINT#1,"IMPORT ":PRINT#1:PRINT#1:PRINT#1
20234 PRINT#1,"-----"
20235 PRINT#1:PRINT#1
20240 FOR C=0 TO 100:IFIN$(C,1)="" THEN 20500
20241 PRINT#1,CHR$(16)"00" IN$(C,2);
20242 PRINT#1,CHR$(16)"17" IN$(C,3);
20243 PRINT#1,CHR$(16)"37" IN$(C,5);
20244 PRINT#1,CHR$(16)"51" IN(C)
20245 NEXT
20500 PRINT#1:PRINT#1:PRINT#1:PRINT#1
20501 PRINT#1,"DESPESES":PRINT#1,"======"
20502 PRINT#1:PRINT#1:PRINT#1
20532 PRINT#1,"CONCEPTE",:PRINT#1," DATA",
20533 PRINT#1,"C(1)/B(2)",:PRINT#1,"IMPORT "
20534 PRINT#1,"-----"
20535 PRINT#1:PRINT#1
20540 FOR C=0 TO 200:IFGA$(C,1)="" THEN 20900
20541 PRINT#1,CHR$(16)"00"GA$(C,2);
20542 PRINT#1,CHR$(16)"17"GA$(C,3);
20543 PRINT#1,CHR$(16)"37"GA$(C,5);
20544 PRINT#1,CHR$(16)"51"GA(C)
20545 NEXT
20900 PRINT#1:PRINT#1:PRINT#1:PRINT#1
20910 CLOSE 1
20920 GOTO 530
25000 REM ***SALDO
25010 PRINT "[CLR]"
25020 PRINT "[2CRSRD][7CRSRR][CTRL9]SALDO[CTRL0]"
25030 FOR A=0 TO 100
25040 IF IN$(A,5)="1" THEN CI=CI+IN(A)
25041 IF IN$(A,5)="2" THEN BI=BI+IN(A)
25042 NEXT A
25130 FOR W=0 TO 199
25140 IF GA$(W,5)="1" THEN CG=CG+GA(W)
25141 IF GA$(W,5)="2" THEN BG=BG+IN(W)
25142 NEXT W
25200 PRINT "[3CRSRD]TOTAL INGRESSOS: ";CI+BI
25205 PRINT "INGRESSOS CAIXA: ";CI
25206 PRINT "INGRESSOS BANCs: ";BI
25210 PRINT "[2CRSRD] TOTAL DESPESES: ";CG+BG
25211 PRINT " DESPESES CAIXA: ";CG
25212 PRINT " DESPESES BANCs: ";BG
25215 PRINT "[3CRSRD][CTRL9]SALDO CAIXA:[CTRL0]";CI-CG
25216 PRINT "[CTRL9]SALDO BANCs:[CTRL0]";BI-BG
25220 PRINT "[3CRSRD] PITJA UNA TECLA PER CONTINUAR"
25221 GETT$:IFT$="" THEN 25221
25230 GOTO 530
30000 REM ***FI
30001 PRINT "[CLR][5CRSRD]ESTEU SEGURS D'HAVER GUARDAT TOTES"
30002 PRINT "LES DADES?(S/N)"
30010 GETT$:IFT$<>"S" AND T$<>"N" THEN 30010
30011 IFT$="N" THEN GOTO 530
30020 PRINT "[3CRSRD]D' ACORD...ADEU!!"
30500 END
40000 REM ***CLAU PER INTERPRETAR EL LLISTAT *****

```



```
40100 REM
40110 REM
40120 REM [CLR] ES LA TECLA 'CLR/HOME'
40130 REM [CRSRD] ES LA TECLA DE CURSOR AVALL
40140 REM [CRSRR] ES LA TECLA DE CURSOR A LA DRETA
40150 REM [CRSRU] ES LA TECLA DE CURSOR AMUNT
40160 REM [CTRL] ES LA TECLA DE 'CONTROL'
40170 REM
40180 REM
40190 REM *****
```


La intel·ligència artificial

3

Treballar i raonar

La robòtica

Els autòmats: màquines de ja fa temps

8

30

Avui és una realitat

Els robots: les màquines d'ara

12

32

El raonament: conèixer, induir i deduir

Què és un robot i com es mou

13

34

Simular la manera de pensar

Els músculs: els motors

16

37

Informàtica clàssica i intel·ligència artificial

L'ordinador: el cervell

17

38

EI LIPS i el PROLOG

La mà del robot

19

40

La recerca

Tipus de robots

21

41

La cinquena generació

Cada cop hi ha més robots

24

43

Nosaltres i l'ordinador

44

Tractament de fitxers

48

Les funcions numèriques

50

Una aplicació de les funcions trigonomètriques

53

Altres programes

ELS ORDINADORS I LA CULTURA INFORMÀTICA

...és el material del programa de la BBC «The computer programme»
que emet TV3 dins l'acció «connecta el micro».

Aquest llibre de 224 pàgines us ofereix
un text amè i entenedor, profosament il·lustrat,
que us apropirà de forma planera
a la cultura informàtica.



connecta el micro

**ELS ORDINADORS
I LA CULTURA INFORMÀTICA**



**CURS
DE LA
BBC**



FUNDACIÓ CAIXA DE PENSIONS

El trobareu a tots els
quioscos i llibreries
de Catalunya
al preu especial
de 450 ptes.

Col·lecció

connecta el micro

CURS DE BASIC

- 1 FEM INFORMÀTICA
- 2 IMATGES I SONS
- 3 TRACTAMENT DE LA INFORMACIÓ
- 4 ROBOTS I INTEL·LIGENCIA ARTIFICIAL
- 5 NOVES TECNOLOGIES

Servei de Publicacions de la



FUNDACIÓ CAIXA DE PENSIONS

El programa «Connecta el micro, pica l'start» és una iniciativa conjunta de Caixa de Pensions «la Caixa» i TV3

275 Ptes.



<https://electricdreams.blog/>