

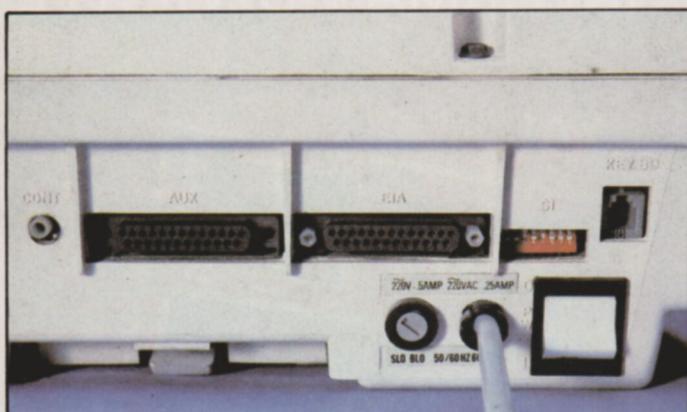
29

Enciclopedia Práctica de la

# INFORMATICA

MICROPROCESADORES DE 8 BITS (Y 2)

HARDWARE: **EPSON HX-20 / TERMINAL ADSS VIEWPOINT**  
**ADMINISTRACION DE FINCAS**



Nueva Lente / Ingelek

125ptas.

**P**ARA terminar nuestro pequeño repaso de los microprocesadores de 8 bits más frecuentemente utilizados en los microordenadores, vamos a describir en este capítulo el microprocesador 6809, de MOTOROLA, y el 8085, de INTEL. Aunque existen muchos microprocesadores de 8 bits, los cuatro estudiados reflejan, sin embargo, las principales características de cualquiera de los ausentes.

Veamos el funcionamiento de cada uno de estos registros:

Los registros de 16 bits X e Y se utilizan principalmente para el direccionamiento indexado (la posición de memoria representada es aquella cuya dirección esté almacenada en la posición de memoria apuntada por el registro). No obstante, también sirven ocasionalmente para realizar algunas operaciones aritméticas o lógicas.

Los punteros de pila U y S, que también disponen de 16 bits, desempeñan la labor típica de este tipo de registros. El registro S sirve para la pila de órdenes

del sistema (por ejemplo, interrupciones), mientras que el registro U es utilizado para controlar la pila del usuario. Los acumuladores de 8 bits, A y B, se utilizan para realizar las operaciones aritméticas y lógicas. Presentan la posibilidad adicional de funcionar concatenados y, de esta forma, se convierten en un único acumulador de 16 bits. El registro contador de instrucciones CI también está formado por 16 bits y funciona como cualquier otro contador de instrucciones de un microprocesador: direcciona la posición de memoria en que se encuentra la siguiente instrucción a ejecutar.

**Microprocesador 6809**

• Generalidades

Este microprocesador es probablemente uno de los más «poderosos» que existen en el mercado. Forma parte de la familia 6800 y tiene, por tanto, muchas de las características generales de esta familia de Motorola. Los buses de direccionamiento disponen de 16 bits y el de datos de 8 bits, como todos los microprocesadores 6800.

La tecnología en que está realizado es H.MOS y se alimenta con una tensión de 5 V. La pastilla tiene 40 conexiones hacia el exterior.

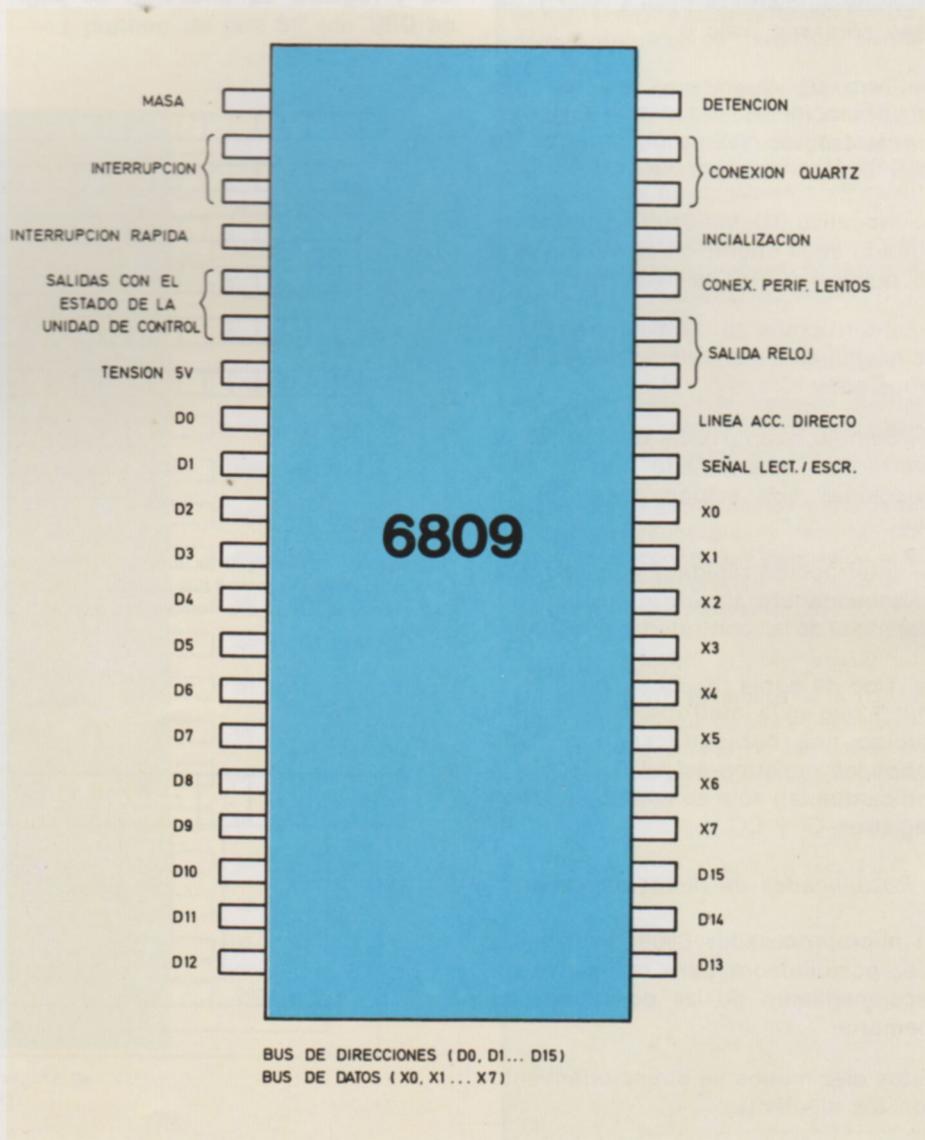
Como integrante de la familia 6800 puede utilizar la mayoría de los componentes diseñados para otros microprocesadores «hermanos».

• Registros

El 6809 es un microprocesador de 8 bits externos, pero de 16 bits internos: todos los registros utilizados para manipulación de datos y direccionamiento son de 16 bits.

El 6809 dispone de 9 registros internos:

- 2 registros índices X e Y (de 16 bits).
- 2 punteros de pila U y S (de 16 bits).
- 2 acumuladores A y B (de 8 bits), que cuando se concatenan, pueden utilizarse como un acumulador de 16 bits.
- 1 registro contador de instrucciones CI (de 16 bits).
- 1 registro de estado ICC que indica el código de condición (de 8 bits).
- 1 registro de «dirección de página» DP (de 8 bits).



Esquema de conexiones externas del microprocesador 6809. El bus de direcciones se ha representado con la letra D (D0, D1, ..., D15), y el de datos con la letra X (X0, X1, ..., X7).

## MICROPROCESADORES DE 8 BITS (Y 2)

El registro de dirección de página DP se utiliza para direccionar la página de memoria en que se encuentran los datos, apunta al primer octeto de un grupo de 256 octetos donde se encuentra la información buscada.

El registro CC tan sólo tiene 8 bits y cada uno de ellos tiene un significado diferente:

— Acarreo (C). Es el bit utilizado para el acarreo tanto de la suma como de la resta.

— Overflow (V). Este bit indica si el resultado de una operación excede de la magnitud máxima tratable. Cuando se produce un overflow pasa a valer 1; en caso contrario, vale 0.

— Cero (Z). Cuando el resultado de una operación es cero, pasa a valer 1; si el resultado es distinto de cero, pasa a valer 0.

— Negativo (N). Indica el signo del resultado de la operación ejecutada (0 si es positivo y 1 si es negativo).

— Interrupción (I). Mediante su valor se gestionan los distintos tipos de interrupciones.

— Semi-acarreo (H). Se utiliza para el acarreo en determinado tipo de instrucciones que actúan sobre cuatro bits.

— Interrupción rápida (F). Se encarga de gestionar otro tipo de interrupciones distinto al de las controladas por el bit I.

— Tipo de copia (E). Si su valor es 1, indica que en la interrupción se ha producido una copia de seguridad de todos los registros del 6809. Si vale 0, indica que tan sólo se han copiado los registros CI y CC.

### • Posibilidades de direccionamiento

El microprocesador 6809 dispone de diez posibilidades para realizar el direccionamiento de las posiciones de memoria:

Estos diez modos de direccionamiento son los siguientes:

- Implícito.
- Inmediato.
- Extendido.

- Indirecto extendido.
- Directo.
- Por registros.
- Indexado.
- Indexado indirecto.
- Relativo.
- Relativo indexado.

### • Juego de instrucciones.

El juego de instrucciones del 6809 se puede descomponer en cinco grandes grupos:

— Operadores aritméticos y lógicos sobre palabras de 8 bits (memoria, acumuladores A y B, registro de estado CC y registro de dirección de página DP).

— Operadores aritméticos y lógicos que trabajan con un registro acumulador compuesto por la concatenación de A y B, y por tanto es de 16 bits.

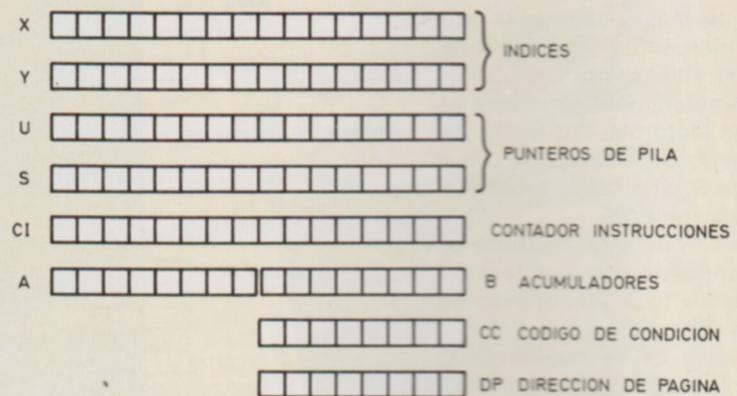
— Operaciones relativas a los registros índices X e Y y a los registros punteros de pila U y S.

— Operaciones de bifurcación tanto condicionales como incondicionales.

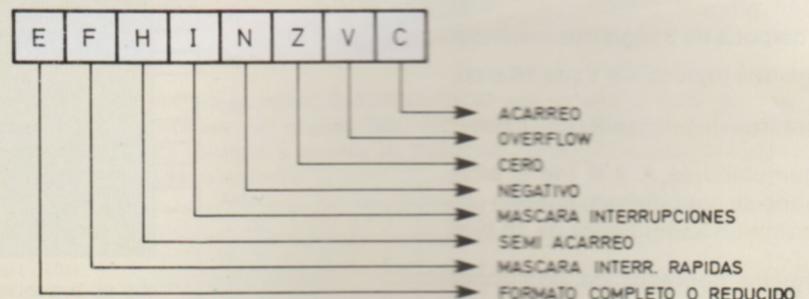
— Operaciones de sincronización e interrupción.

## Microprocesador 8085

El microprocesador 8085 de INTEL ha



Organización de los registros internos del microprocesador 6809. Los dos acumuladores de 8 bits pueden utilizarse simultáneamente, disponiendo así de un acumulador único de 16 bits.



El registro de estado del microprocesador 6809 está formado por ocho bistables. Cada uno de ellos almacena un bit de condición, cuyo significado se indica en la figura.

supuesto un avance en cuanto integración sobre el microprocesador 8080 que marcó el comienzo de esta familia. Comparte, no obstante, las características generales de la familia 8080 de la sociedad Intel.

Está realizado en tecnología N.MOS y, mientras que el 8080 necesita una alimentación simétrica, el 8085 trabaja con 5 V.

La pastilla del microprocesador 8085 dispone de 40 conexiones con el exterior, por las que toma y devuelve la información.

A nivel lógico es importante destacar que el 8085 es completamente compatible con el 8080, pero sus posibilidades

de interrupciones están muy ampliadas.

● **Registros**

El microprocesador 8085 dispone de 10 registros internos:

- 1 acumulador (de 8 bits), A.
- 6 registros generales (de 8 bits), G<sub>1</sub>, G<sub>2</sub>, G<sub>3</sub>, G<sub>4</sub>, G<sub>5</sub> y G<sub>6</sub>. Se pueden concatenar de dos en dos y funcionar como tres registros generales de 16 bits cada uno.
- 1 registro contador de instrucciones CI (de 16 bits).
- 1 puntero de pila SP (de 16 bits).

**Conceptos básicos**

**Tecnología MOS**

Esta tecnología es la más utilizada en la fabricación de microprocesadores. Sus familias más importantes son las siguientes:

- Familia P.MOS, basada en transistores MOS de canal P. La velocidad de esta familia es inferior a la de la familia TTL-Schottky. Consume, sin embargo, menos potencia, su estructura es mucho más simple y su nivel de integración es muy alto.
- Familia N.MOS. Está basada en transistores MOS de canal N. Su estructura es muy similar a la de la familia P.MOS; pero la velocidad de transición, mucho más elevada.
- Familia C.MOS. Utiliza transistores P.MOS y N.MOS. Su consumo es mínimo y el nivel de integración es igual o incluso mayor que en la familia N.MOS. La velocidad de funcionamiento es sensiblemente inferior.
- SOS. Esta familia surge como un perfeccionamiento tecnológico de la familia C.MOS para aumentar su velocidad.

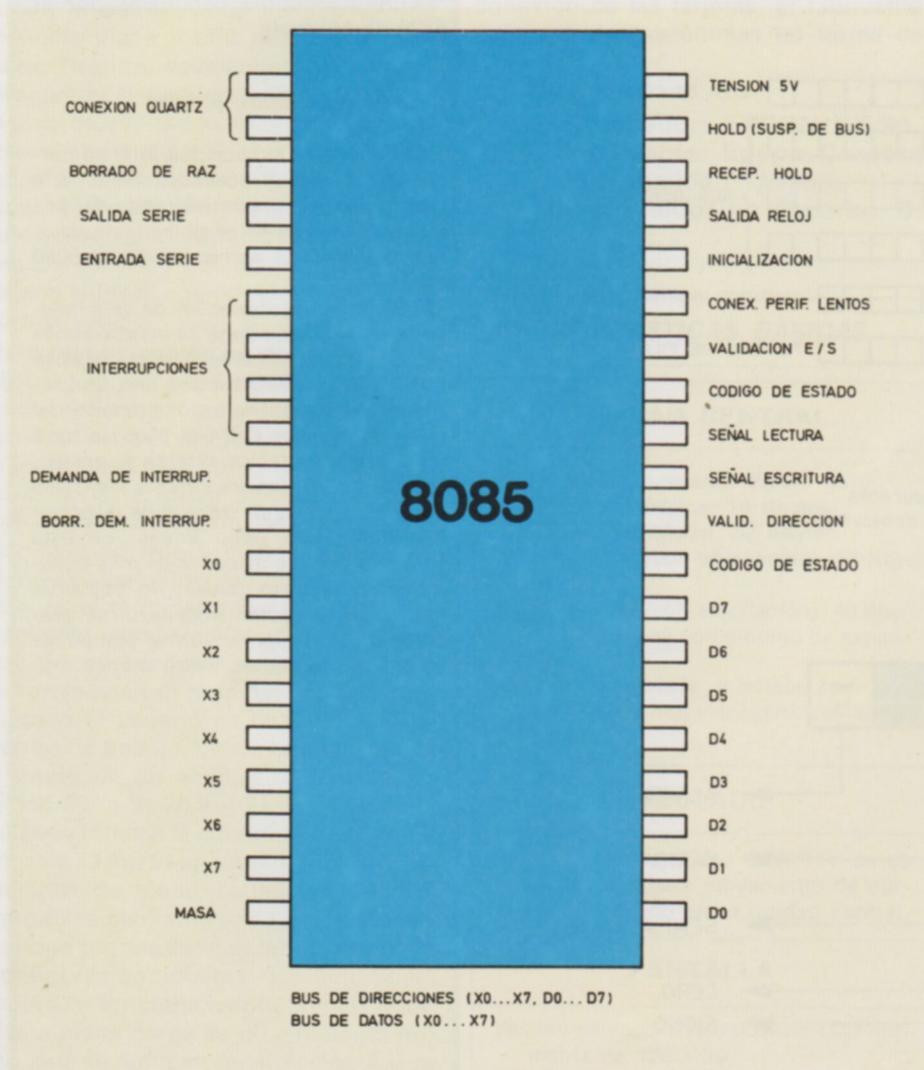
**Tecnología CTD**

Esta tecnología, más moderna que las anteriores, es el resultado de los últimos avances conseguidos en microelectrónica.

Su estructura es más simple que la de las restantes tecnologías y resulta, por tanto, más económica y alcanza un nivel más alto de integración.

Sus dos familias fundamentales son las siguientes:

- Familia CCD.
- Familia BBD. Es similar a la familia CCD. Se diferencia de ella en la disposición complementaria de las zonas de carga y en los electrodos para la polarización sucesiva.



Distribución de las patillas externas del microprocesador 8085. El bus de direcciones y el bus de datos comparten las ocho líneas X (X<sub>0</sub>, ..., X<sub>7</sub>).

## MICROPROCESADORES DE 8 BITS (Y 2)

— 1 registro de estado CC (de 8 bits).

Los registros generales G<sub>1</sub>, G<sub>2</sub>, G<sub>3</sub>, G<sub>4</sub>, G<sub>5</sub> y G<sub>6</sub>, de 8 bits cada uno, no tienen encomendada una misión específica, sino que pueden ser utilizados para realizar distintas tareas. Una característica importante de los registros generales es que pueden utilizarse concatenadas; de esta forma se puede disponer de tres registros dobles, G<sub>1</sub>-G<sub>2</sub>, G<sub>3</sub>-G<sub>4</sub> y G<sub>5</sub>-G<sub>6</sub> de 16 bits cada uno.

El registro de 16 bits contador de instrucciones CI se utiliza para direccionar las distintas posiciones de memoria, por tanto la máxima capacidad de direccionamiento es  $2^{16} = 65.536$  bytes, o lo que es lo mismo, 64 K-octetos.

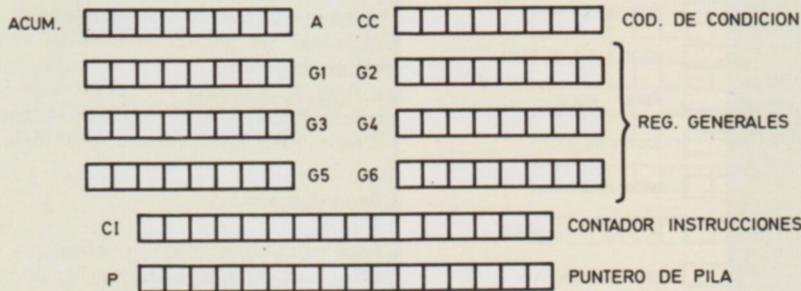
El microprocesador 8085 dispone de un único puntero de pila U de 16 bits, cuya misión es análoga a la de los registros punteros del 6809.

El registro de estado CC dispone de 8 bits para indicar el estado del microprocesador.

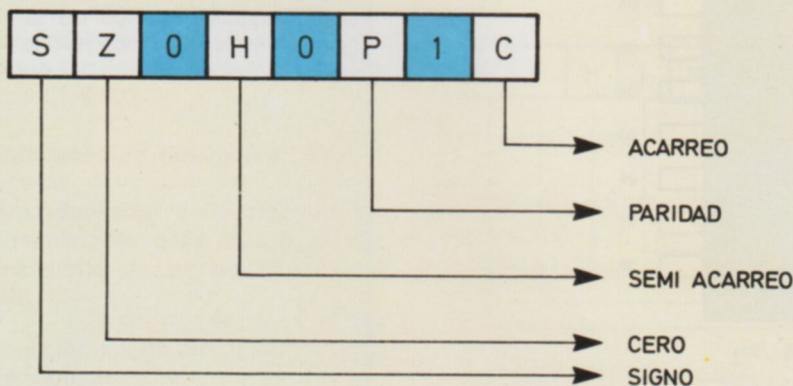
### • Posibilidades de direccionamiento

El microprocesador 8085 de INTEL dispone de cinco tipos distintos de direccionamiento:

- Implícito.
- Inmediato.
- Directo extendido.
- Por registro directo.
- Por registro indirecto.



Los seis registros generales G<sub>1</sub>, ..., G<sub>6</sub> del microprocesador 8085 pueden trabajar concatenados de dos en dos, formando, de esta forma, un conjunto de tres registros de 16 bits.



El registro de estado del microprocesador 8085 consta de ocho bits. Cinco de ellos se utilizan como bits de condición.

## Glosario

### Conclusiones sobre el 6809

El microprocesador 6809 de Motorola reúne dos características generales muy importantes: amplias posibilidades y sencillez en su diseño.

El 6809 está en los primeros puestos de las listas de microprocesadores de 8 bits; no es exagerado decir que tiene algún parecido con ciertos microprocesadores de 16 bits.

Su utilización para microordenadores en general y ordenadores personales en particular ha supuesto un avance en los equipos destinados a pequeños usuarios. Algunos fabricantes como TANDY, han sustituido en sus nuevos equipos los microprocesadores habituales por el 6809 de Motorola.

### Conclusiones sobre el 8085

En el año 1974 la sociedad Intel comercializó el microprocesador 8080, que constituía una versión mejorada del primitivo 8008. Las 48 posibles instrucciones del 8008 se ampliaron en el 8080 hasta 74.

El último microprocesador de esta familia es el 8085, que tiene 78 instrucciones y reúne todas las características básicas de un microprocesador de 8 bits. En contraste con el diseño revolucionario del microprocesador 6809, el 8085 se basa en una configuración clásica y sencilla. Una característica importante del 8085 es que los buses de datos y de direcciones comparten ocho líneas: de esta forma es posible disponer de más conexiones para otras tareas. No obstante, esta multiutilización implica otras desventajas, por ejemplo, en el tiempo de ejecución de ciertas instrucciones.



**P**UEDE decirse que los ordenadores portátiles son un logro muy reciente de la tecnología informática. Hasta hace algo menos de cinco años las técnicas de integración de componentes no estaban tan desarrolladas como para permitir la fabricación de un sistema informático que cupiese en un portafolios.

Los objetivos técnicos perseguidos en el diseño de un ordenador portátil se centran tanto en conseguir un tamaño adecuado y una potencia aceptable, como en obtener una buena relación precio/prestaciones.

Un sistema portátil, en primer lugar, debe ser ligero, de reducidas dimensiones y muy manejable. En segundo lugar, el equipo debe incorporar una pantalla plana y una pequeña impresora. Resulta, asimismo, imprescindible que el sistema esté dotado de una fuente de energía autónoma —baterías níquel/cadmio o similar— y que pueda, además, conectarse a la red. Por último, el teclado tiene que ser cómodo, la carcasa que lo contiene compacta y resistente a los pequeños golpes que puede sufrir el equipo dentro de la maleta de viaje.

Esta descripción de un ordenador portátil cualquiera, vale también para describir el Epson HX-20. No obstante, el fabricante ha orientado el equipo para trabajar más bien como terminal. Utilizado de esta forma el usuario de un HX-20 deberá disponer de otro ordenador más potente y menos manejable, donde poder volcar los datos recopilados en el terminal durante un desplazamiento. Asimismo, el ordenador central puede servir para cargar datos y programas en el terminal portátil, bien cuando el usuario se encuentre en el centro de trabajo, bien a larga distancia a través de un acoplador acústico.

El HX-20 mide 28,9 x 21,6 x 4,44 cm y su peso total en la configuración básica es de 1,73 kg. El aparato incluye cuatro baterías de níquel-cadmio (NiCd), recargables mediante una unidad adicional que proporciona el fabricante en la configuración mínima. La autonomía media de funcionamiento con las baterías a plena carga es de cincuenta horas, que se reducen sensiblemente si se utiliza la impresora o el microcasete opcional. El juego de baterías se recarga en tan sólo ocho horas.

### Unidad central

El HX-20 dispone de dos microprocesadores de 8 bits 6301, de tecnología CMOS y, por tanto, de bajo consumo. El reloj de control trabaja a una frecuencia de 614 KHz. La RAM en versión básica es de 16 Kbytes, ampliable hasta 32 Kbytes mediante tarjetas de expansión. Asimismo, la memoria ROM estándar es de 32 Kbytes, que pueden convertirse en 40 Kbytes con un módulo opcional que se coloca en el interior del equipo. Los «slots» para ampliación de la RAM están situados en el lateral izquierdo del ordenador, protegidos por una tapa de plástico que puede extraerse para la conexión de las tarjetas. El fabricante suministra estas últimas en forma de

cartucho de 16 Kbytes. Por otra parte, el usuario dispone en el mercado de cartuchos ROM con programas, tanto de 8 como de 24 Kbytes.

En el lateral derecho del HX-20 están situadas las teclas para la conexión y desconexión del equipo, así como la de RESET, los jacks para el uso de un casete externo y el conector para un lector de código de barras. En la parte frontal del HX-20 están situados los conectores DIN de los dos interfaces incorporados: un RS-232C y otro serie de alta velocidad al mismo nivel que el primero. El enchufe para el adaptador de corriente continua y la tecla de extracción del microcasete completan la parte frontal.

El equipo dispone, asimismo, de un juego de conmutadores DIP para la selección de hasta ocho códigos de

Ordenador: **EPSON HX-20.**

Fabricante: **Epson Corporation.**

Nacionalidad: **Japón.**

Distribuidor en España: **S. A. Tradetek.**

### CARACTERISTICAS BASICAS

| UNIDAD CENTRAL  | MEMORIAS DE MASA  |
|---|---|
| <p><i>CPU:</i> Microprocesador Epson 6310.<br/> <i>RAM versión básica:</i> 16 Kbytes.<br/> <i>ROM versión básica:</i> 32 Kbytes.<br/> <i>Máxima RAM (con ampliación):</i> 32 Kbytes.<br/> <i>Máxima ROM (con ampliación):</i> 40 Kbytes, y hasta 72 con módulo de expansión.<br/> <i>Accesos periféricos:</i> Interface serie RS-232C, serie alta velocidad, salida casete.</p> | <p><i>Casete:</i> Microcasete opcional integrado, conectores para casete externo.<br/> <i>Discos flexibles:</i> Opcionalmente puede soportar una unidad doble de disquetes, de doble cara y doble densidad, de 640 Kbytes de capacidad total.</p> |
| TECLADO   | SISTEMAS OPERATIVOS   |
| <p><i>Versión estándar:</i> Tipo QWERTY de 68 teclas, dos para movimiento de cursor. Integrado en la unidad central.</p>  | <p><i>Versión básica:</i> Propio del fabricante.</p>  |
| PANTALLA  | LENGUAJES   |
| <p><i>Versión estándar:</i> Visualizador LCD con matriz de 120 x 30.<br/> <i>Formato de presentación:</i> 4 líneas de 20 caracteres.<br/> <i>Capacidad gráfica:</i> Punto a punto.</p>  | <p><i>Versión básica:</i> BASIC Epson-Microsoft.</p>  |

## EPSON HX-20

caracteres distintos, incluido el castellano, aunque también es posible seleccionarlos mediante software.

El Epson HX-20 dispone, además, de un pequeño generador de sonido, capaz de emitir pulsaciones acústicas programables en cuatro octavas, con tonos intermedios. Asimismo, el equipo puede funcionar como un reloj convencional, con horario, calendario, despertador y contador de tiempo.

### Teclado

Un total de 47 teclas componen el teclado de caracteres que es del tipo QWERTY. Las teclas son de perfil cóncavo. Dispone de ocho teclas de función, cinco de las cuales pueden ser programadas por el usuario, mientras

que las otras tres están destinadas a funciones del sistema.

Las 14 teclas restantes se distribuyen de la siguiente forma: CTRL, RETURN, GRPH (acceso al modo gráfico), TAB (tabulador), dos teclas SHIFT, CAPS LOCK, NUM (acceso al modo numérico del teclado), HOME CLR, SCRN, INS-DEL y dos teclas más para el control del cursor.

El cursor se mueve en dos direcciones y cuatro sentidos (vertical y horizontal: arriba, abajo, derecha e izquierda) mediante dos teclas situadas en la parte derecha del teclado.

El sistema permite definir, a voluntad del usuario, todo tipo de caracteres. Asimismo, el HX-20 dispone de un importante número de símbolos gráficos definidos en ROM, que varían dependiendo de la nacionalidad del código

de caracteres seleccionado mediante los conmutadores DIP.

### Pantalla

El carácter de portátil que tiene el Epson HX-20 obliga a ciertas restricciones en la pantalla de visualización. Esta es de cristal líquido (LCD) con capacidad para visualizar un máximo de 80 caracteres en un formato de cuatro líneas de veinte columnas. Sin embargo, el ordenador funciona con una pantalla virtual de 255 caracteres de ancho, controlada por el comando WIDTH del lenguaje BASIC.

Cada carácter aparece representado en la pantalla del HX-20 a partir de una matriz de 5 x 7 puntos.

En el Reino Unido, Epson está desarro-



*El Epson HX-20 tiene un tamaño algo mayor que el de una calculadora de bolsillo. Es, sin embargo, un ordenador portátil que puede funcionar autónomamente o como terminal de un sistema más potente.*

lloando un interface que, acoplado al HX-20, permitirá visualizar los datos y programas en una pantalla de TV doméstica, pero este sistema puede tardar cierto tiempo en comercializarse en nuestro país.

### Memorias de masa

El Epson HX-20 incorpora como opción, en la parte superior derecha del teclado, una unidad de microcasete. Algunas funciones, como búsqueda o grabación de datos, se realizan a través del Basic. No obstante, el sistema admite la posibilidad de funcionamiento manual. El Epson HX-20 dispone en la versión básica de un juego de conectores que permiten el uso de un casete conven-

cional de audio. Las funciones de búsqueda y grabación se llevan a cabo mediante los mismos comandos Basic que con el microcasete incorporado. El HX-20 puede soportar, además, una unidad doble de disquetes de 5 1/4 pulgadas. La capacidad de almacenamiento es de 320 Kbytes por cada disquete, doble cara y doble densidad. La unidad se conecta al interface serie de alta velocidad.

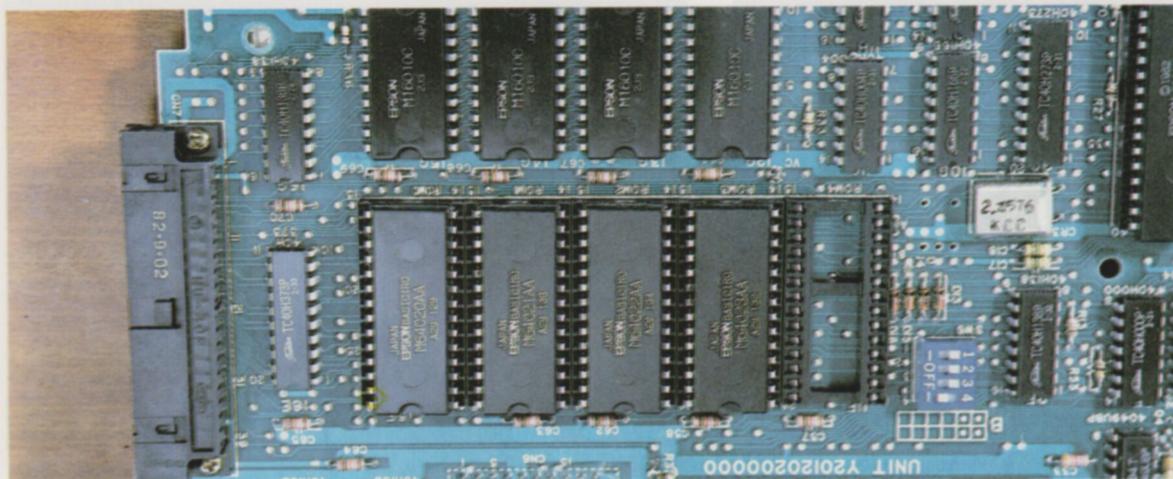
### Periféricos

La versión básica del Epson HX-20 incorpora en la parte superior izquierda de la carcasa una pequeña impresora matricial, capaz de realizar gráficos punto a punto o bien imprimir datos y programas en 24 columnas y 4 líneas.

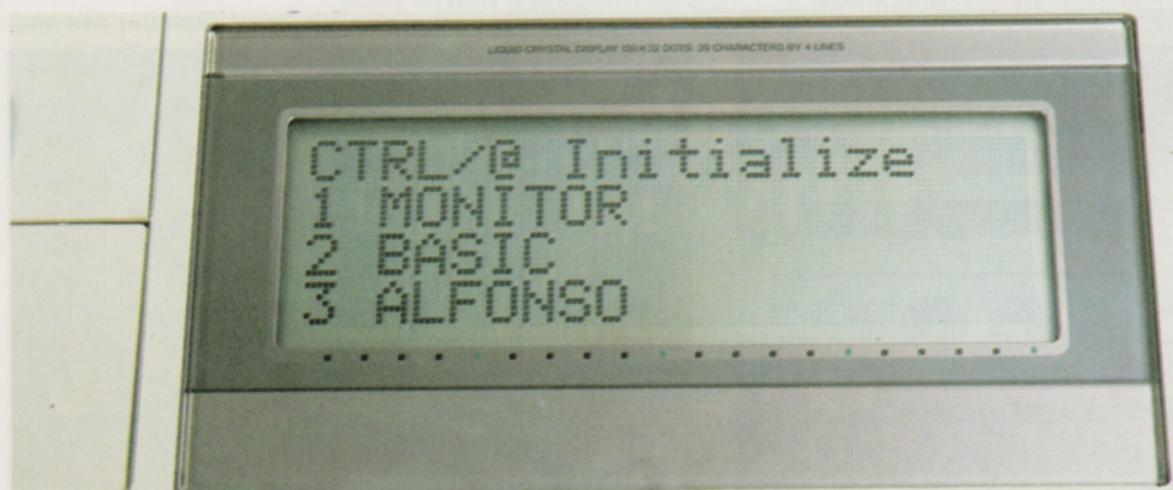
La velocidad de operación alcanza las 42 líneas por minuto. A través del interface estándar RS-232C es posible la conexión a un acoplador acústico, que permite comunicar el HX-20 con un ordenador central —u otro HX-20— mediante un teléfono convencional. El acoplador acústico CX-20, producido por Epson, trabaja a una velocidad superior a los 300 baudios. Puede funcionar con cuatro baterías NiCd, o bien mediante un adaptador de corriente. Asimismo, es posible conectar al Epson HX-20 un equipo lector de código de barras.

### Sistemas operativos y lenguajes

El sistema operativo que incorpora el



La arquitectura interna este ordenador se ha desarrollado sobre dos microprocesadores de 8 bits 6301, capaces de direccionar hasta 104 Kbytes de memoria.



La pantalla de visualización es de cristal líquido y consta de cuatro líneas de veinte caracteres cada una.

## EPSON HX-20

Epson HX-20 es propio del fabricante. Ha sido desarrollado conjuntamente con Microsoft. El equipo no está preparado para aceptar otros sistemas operativos del mercado.

En cuanto a los lenguajes, el HX-20 sólo puede ser programado en una versión del Basic de Microsoft, desarrollada específicamente para este equipo. El Basic Epson-Microsoft está preparado para el manejo de la impresora, el casete —tanto externo como el que puede incorporarse opcionalmente—, la unidad doble de disquete, el acoplador acústico y el lector de código de barras.

### Software de aplicación

El desarrollo de software de aplicaciones para el Epson HX-20 suele hacerse

generalmente por encargo y casi siempre referido a necesidades concretas del usuario. No obstante, S. A. Tradetek, distribuidor en España de los productos Epson, desarrolla programas para esta máquina, si se trata de grandes cuentas.

En el extranjero, Epson ha desarrollado algunas aplicaciones, tales como tratamiento de textos u hojas electrónicas para contabilidad, pero que no se comercializan todavía en nuestro país.

### Soporte y distribución

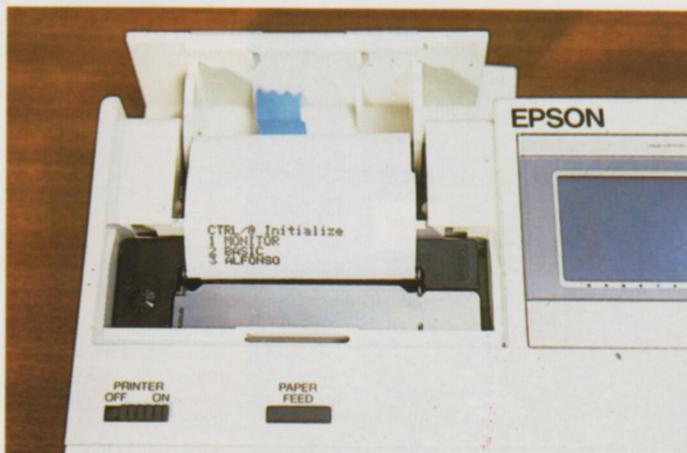
El Epson HX-20 se entrega con una unidad de recarga de baterías, un libro de instrucciones y un manual de Basic —ambos en inglés—, todo ello en un maletín.

El distribuidor exclusivo en España es S. A. Tradetek, pero el equipo se comercializa a través de una red de distribuidores exclusivos y de empresas OEMs.

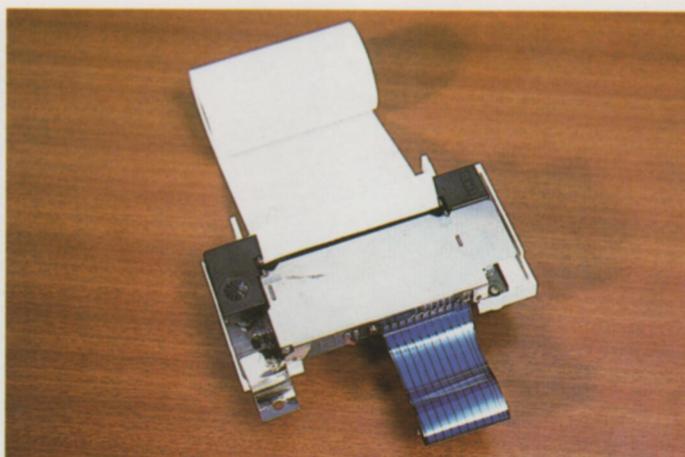
El HX-20 está garantizado por el fabricante durante seis meses y es posible suscribir un contrato de mantenimiento.

Configuración mínima: Unidad central (16 Kbytes de RAM), teclado, impresora, visualizador LCD y unidad de recarga de baterías.

Configuración máxima: Unidad central (32 Kbytes de RAM), teclado, impresora, visualizador LCD, microcasete, unidad doble de disquete (640 Kbytes), ampliación de memoria, acoplador acústico, lector de código de barras y unidad de recarga de baterías.



La versión básica de este equipo incorpora una microimpresora controlada por dos mandos específicos: **PRINTER ON/OFF** para la conexión de la unidad, y **PAPER FEED**, que hace avanzar el papel.



La impresora, de tipo matricial, es capaz de realizar gráficos punto a punto y de imprimir datos y programas en 24 columnas, a una velocidad de 42 líneas por minuto.



Detalle de los conectores frontales del sistema: conectores DIN para los interfaces RS 232 y Serie, enchufe para el adaptador de corriente continua y tecla para la extracción del microcasete.



El equipo se entrega dentro de un maletín que contiene, además, una unidad de recarga de baterías y dos manuales en inglés: uno de instrucciones y el otro de programación Basic.



**H**AY que distinguir entre dos grandes tipos de problemas que se pueden resolver mediante el ordenador: problemas técnico-científicos y problemas de gestión.

Los problemas técnico-científicos son aquellos en los que predominan el número de cálculos a realizar con los datos de partida, sobre el volumen de datos de entrada y salida. Dicho de otra forma, con relativamente muy pocos datos han de realizarse numerosos cálculos. Por otra parte, estos cálculos son mucho más complejos de los que habitualmente se pueden realizar con las cuatro operaciones elementales: suma, resta, multiplicación y división. Ejemplos de cálculos complejos son:

- Resolución de polinomios de cualquier grado.
- Problemas de estadística e investigación operativa.
- Resolución de sistemas de ecuaciones.
- Cálculo de integrales y derivadas.
- Cálculos trigonométricos.

En los problemas técnico-científicos el número de datos de entrada y de resultados es pequeño, por lo que no es necesario prestar especial atención a la organización de la información de entrada y de salida, aunque a veces se requiere la consulta de tablas bastante complejas.

### Las fases del análisis

Las tres primeras fases que comprenden el análisis de un proyecto informático son: viabilidad o análisis previo, análisis funcional, y diseño o análisis orgánico.

En un problema técnico-científico las fases de análisis son las mismas que en un problema de gestión. Su importancia relativa es generalmente muy diferente, hasta el punto de que, casi sólo tiene interés, como tal, el análisis orgánico, que se limita, en la mayoría de los casos, a indicar la forma en que se introducen los datos y el formato en que se desea obtener los resultados.

La fase de análisis funcional, o análisis propiamente dicho, se termina cuando se pueden expresar los resultados en función de los datos. Es decir, si representamos por  $\bar{X}$  los valores de entrada y

por  $\bar{Y}$  los resultados buscados, cuando tenemos la función

$$\bar{Y} = f(\bar{X})$$

se ha terminado el análisis.

En este momento se debería iniciar la programación en un lenguaje técnico-científico, como el FORTRAN, BASIC, PASCAL, etc. Sin embargo, la función  $f$  suele ser muy complicada e incluye operaciones que la unidad aritmético-lógica no puede realizar. Esta dificultad obliga a redefinir el concepto de análisis para los problemas técnico-científicos.

### Ampliación del concepto de análisis

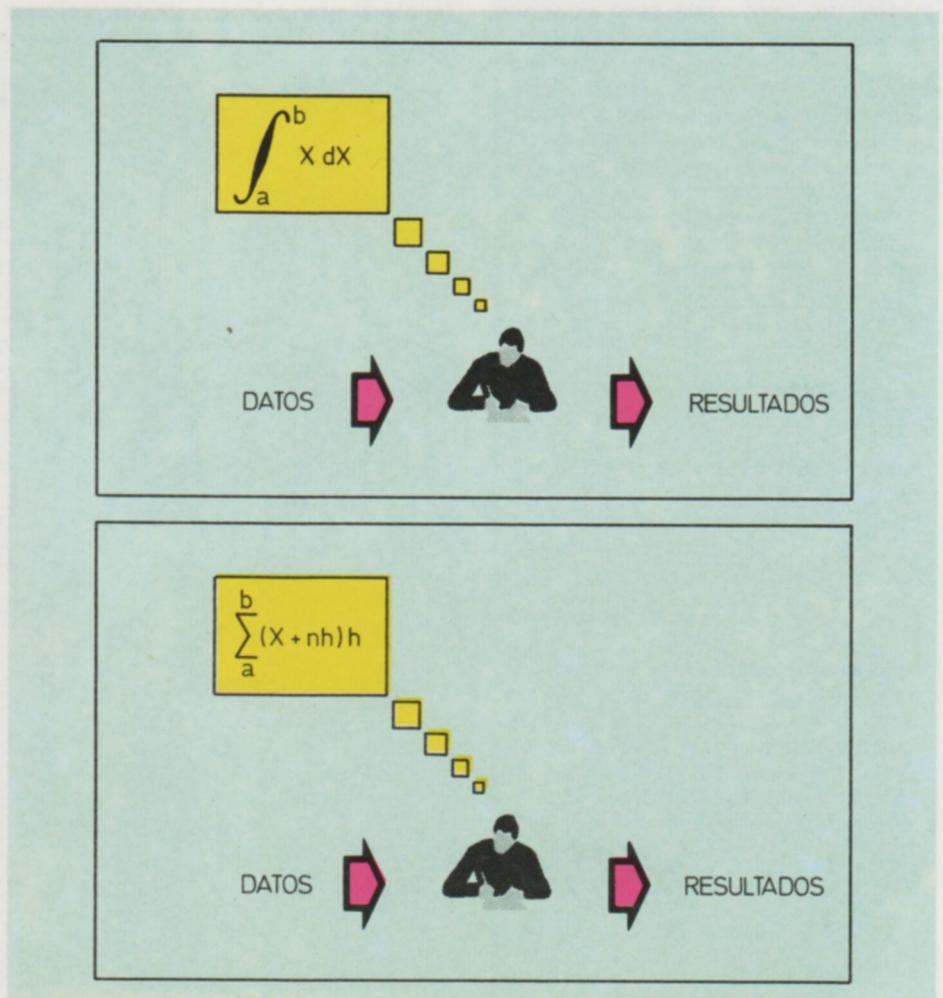
El ordenador sólo es capaz de realizar

las operaciones que resultan de la combinación de las cuatro reglas básicas, por lo que es necesario reducir cualquier cálculo a una combinación de dicho tipo. En otras palabras: integrales, derivadas límites, etc., necesitan sustituirse por un conjunto de operaciones elementales.

El análisis no puede acabarse, pues, en el momento en que se encuentra la relación funcional  $f$ , sino que prosigue hasta que la relación funcional ligue los datos de salida con los de entrada mediante las cuatro operaciones elementales.

El analista necesita, en este caso, de una sólida base matemática dentro del área llamada análisis o cálculo numérico.

Muchas de las expresiones funcionales más utilizadas tienen ya un desarrollo



Para calcular cualquier función matemática compleja mediante ordenador es necesario descomponerla antes en una combinación de operaciones elementales.

## ANÁLISIS DE UN PROBLEMA TÉCNICO-CIENTÍFICO

numérico estandarizado, y multitud de fabricantes proporcionan las rutinas correspondientes, por lo que el analista sólo tiene que referenciar la expresión funcional adecuada a fin de que el programador pueda incluirla en el programa.

## Introducción al análisis numérico

Todavía no se han encontrado métodos que permitan calcular exactamente muchas de las expresiones funcionales más comunes en los cálculos científicos y de ingeniería: muchos tipos de integrales y ecuaciones diferenciales no tienen una solución analítica conocida. No se renuncia, por ello, a calcular los valores de estas expresiones, sino que se busca una expresión que suministre, para cada caso concreto,

un valor todo lo aproximado que queramos y permita determinar una cota del error cometido al tomar el valor aproximado por el exacto.

Estos métodos introducen desarrollos formados por operaciones elementales aritméticas (suma, resta, multiplicación y división) y lógicas (que determina si el error es admisible).

El problema que tiene un analista al tratar de reducir su función compleja a un conjunto de operaciones elementales es un problema de análisis numérico. Por consiguiente, los procedimientos que se utilizan en el análisis numérico son los que se usan cuando se resuelven problemas técnico-científicos mediante ordenador.

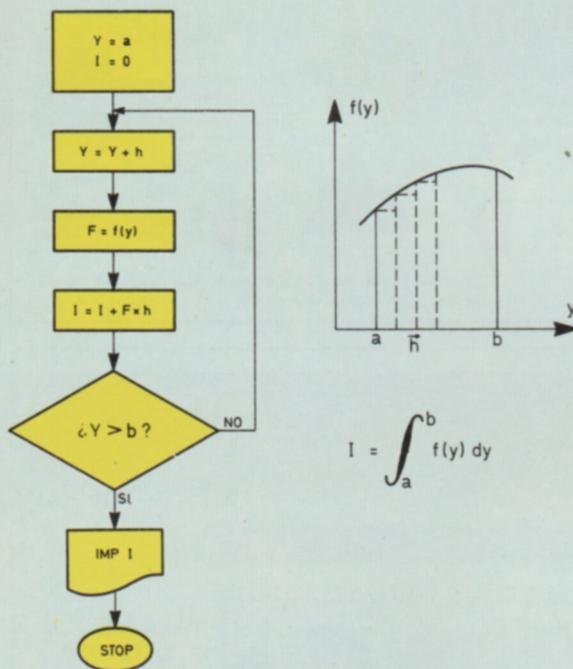
A la vez el incremento del uso de los ordenadores ha obligado a un fuerte desarrollo del cálculo numérico, ya que la velocidad de proceso resta importancia al gran número de operaciones

que es necesario efectuar por estos métodos y que por medios tradicionales son prácticamente imposibles de realizar. Gracias a este desarrollo hoy día es posible solucionar problemas que hace medio siglo eran inabordables.

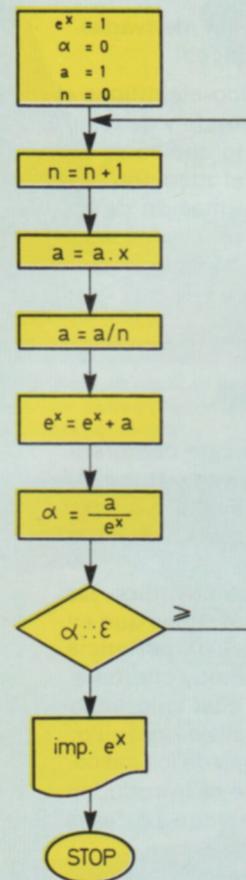
## Algoritmos

Se llama *algoritmo* al conjunto de operaciones elementales (tanto aritméticas como lógicas) que resuelven un problema determinado. Cuando el algoritmo se expresa en un lenguaje de ordenador tenemos lo que se denomina un *programa*.

Hay que advertir que un mismo problema puede resolverse mediante algoritmos diferentes. Cada uno de ellos proporciona una solución aproximada al problema. Entre estos diferentes métodos hay alguno que se acerca a la so-



El valor de una integral se define como el área bajo una curva. Uno de los métodos de resolución de integrales consiste en aproximar este área por la suma de una serie de rectángulos de base tan pequeña como se quiera, y de altura el valor de la función en el comienzo de cada intervalo.



Organigrama para calcular el valor de  $e^x$  con un error inferior a  $\epsilon$ , cuyo valor puede hacerse todo lo pequeño que se desee.

lución correcta con mayor rapidez. Por ello es muy importante determinar, teniendo en cuenta las características del ordenador que se utiliza, cuál es el algoritmo más adecuado para la resolución del problema planteado.

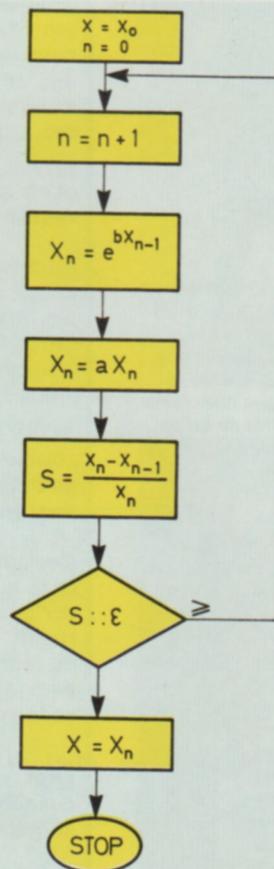
El error de un método es la diferencia entre el valor exacto y el calculado en la ejecución del algoritmo. En general, todos los algoritmos son de carácter iterativo, es decir, que repiten una misma secuencia de operaciones. Son cadenas de operaciones aritméticas y lógicas que se ejecutan utilizando el valor obtenido en la operación anterior. Cada vez que se ejecuta el algoritmo la solución obtenida va acercándose al valor real, disminuyendo así el error.

La forma más fácil de representar los algoritmos es mediante un organigrama cíclico o iterativo.

La precisión deseada, es decir, el máximo error que se acepte como admisi-

ble, influye mucho en el número de iteraciones a realizar, y, por tanto, en el tiempo de proceso. Cuanta mayor precisión se desee, mayor será el tiempo de ejecución. Hay que señalar que el incremento de tiempo de ejecución no es proporcional a la precisión. Generalmente el tiempo es una función exponencial de la precisión: para obtener el doble de precisión se necesita más tiempo del doble necesario para obtener la simple precisión.

En el primer miembro de las expresiones de los algoritmos aparecen los valores a calcular en una iteración; en el segundo miembro aparecen los valores calculados en la fase anterior. El programa deberá disponer de las operaciones lógicas necesarias para que vuelva a repetirse el ciclo iterativo, hasta que el error sea menor que una cota dada o hasta que el número de iteraciones realizadas sea superior a una



La ecuación  $x = a e^{bx}$  no se puede resolver por ningún método matemático tradicional. Mediante este algoritmo, de tipo iterativo, un ordenador puede calcular el valor de  $x$  con un error relativo inferior a  $\epsilon$ .

## Conceptos básicos

### Teoría de errores (I)

En todo cálculo numérico se presentan diversos tipos de errores debidos a los datos de partida, al método empleado en el cálculo y a las limitaciones de la máquina.

#### Errores en los datos de partida

Un cálculo numérico es un proceso que se realiza a partir de datos de entrada. Los errores de estos datos son errores *inherentes* al proceso, ya que aparecen previamente al cálculo.

Estos errores se deben a diferentes causas, entre las que destacan:

- Las medidas que proporcionan los datos de entradas vienen afectadas de error: es imposible medir exactamente una magnitud física, ya sea una longitud, una masa, un tiempo, etc.
- Los valores de entrada son el resultado de cálculos anteriores afectados de un error; por ejemplo, el dato de entrada es el resultado obtenido tras la ejecución de una subrutina.
- Los valores de entrada son generalmente números decimales que se redondean para introducirlos al ordenador.

#### Errores de método

En el cálculo numérico muchas operaciones matemáticas son sustituidas por un proceso aproximado.

Así, por ejemplo, el cálculo de una integral se sustituye por el de un sumatorio, por lo que el resultado obtenido es sólo aproximado.

#### Errores de cálculo

Los cálculos en el ordenador se realizan con números binarios, que tienen un número de cifras limitado. Al trabajar con estos números binarios se produce un tipo de error denominado «round-off»; el resultado de cualquier operación binaria resulta redondeado o truncado.

# ANALISIS DE UN PROBLEMA TECNICO-CIENTIFICO

cantidad prefijada. Esta última condición se impone por el hecho de que algunos algoritmos se acercan a la solución muy lentamente, con lo que el número de iteraciones necesarias para reducir el error es muy grande y por lo tanto el tiempo de proceso resulta inadmisibles.

● Se da por terminado el cálculo cuando el número de iteraciones supera una cantidad definida *a priori*.

Hay criterios particulares para operaciones específicas del análisis numérico, como en el cálculo de integrales o en la determinación de ceros de polinomios.

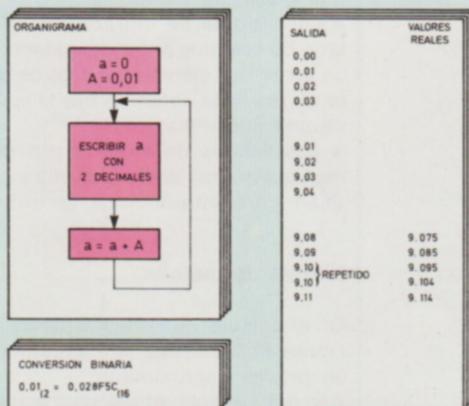
## Fin del algoritmo

Los criterios más importantes para determinar el final de los cálculos son:

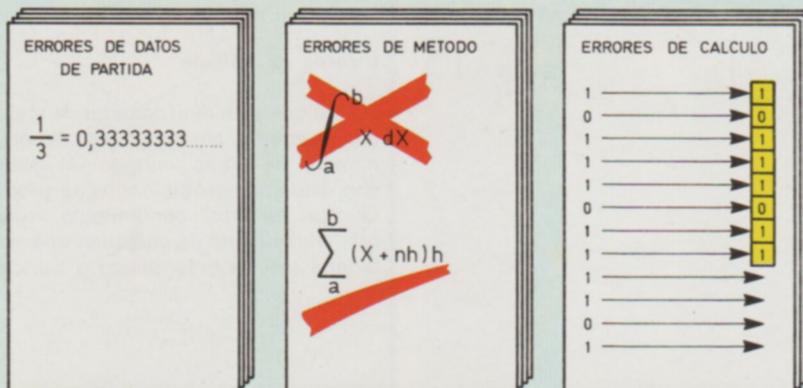
- El cálculo termina cuando la diferencia entre los dos últimos valores calculados es menor a una cantidad preestablecida.
- El cálculo termina cuando el error relativo, es decir, la diferencia entre los dos últimos valores calculados, dividida por el último valor calculado, es inferior a un valor predeterminado.

## Errores de proceso

Los problemas técnico-científicos deben ser tratados con particular cuidado, para evitar errores excesivos en el resultado obtenido por el ordenador. Es, por ello, importante acompañar al análisis del problema de un estudio del error cometido en el cálculo, de forma que el programa puede indicar si el resultado obtenido es o no válido. El analista debe de conocer para ello la teoría de errores.



Quando un número en base diez, con parte fraccionaria se convierte a base dos, aparece un error de truncadura que afecta a los datos de salida elaborados a partir de ese dato.



Los valores de salida de un programa de ordenador suelen estar afectados de una serie de errores, la mayoría de ellos inevitables: errores de redondeo de los datos de partida, error inherente al método de cálculo, y errores de truncadura de los resultados de las operaciones.

## Glosario

### ¿Existen otras denominaciones para referirse al análisis?

Existen diversas denominaciones dependiendo de los autores. Las equivalencias más comunes son:

- Análisis previo: preanálisis, estudio de viabilidad o estudio de factibilidad.
- Análisis funcional: fase de requisitos, requerimientos del sistema o análisis propiamente dicho.
- Análisis orgánico: diseño o creación del sistema.

### ¿Los problemas técnico-científicos requieren el uso de un ordenador específico?

Las características de los modernos procesadores se adaptan por igual a todo tipo de problemas. Las diferencias entre un sistema de gestión y un sistema para uso científico-técnico se centran, en general, en la periferia del ordenador: para una aplicación científico-técnica no se requieren periféricos demasiado rápidos.

### ¿Los problemas técnico-científicos requieren algún lenguaje especial?

En principio no. Pero existen lenguajes de alto nivel próximos a los problemas de tipo matemático, como el BASIC, PASCAL, FORTRAN, ALGOL, APL, etc., que facilitan la resolución de este tipo de problemas.

### ¿Cómo se calculan en un ordenador digital las funciones trigonométricas y trascendentes?

Mediante los desarrollos en serie de dichas funciones. La función se sustituye por una serie expresada en forma recurrente. Cuantos más términos se tomen de esta serie más se aproxima al verdadero valor de la función, con un error cada vez más pequeño.

### ¿Por qué es necesario determinar cuándo se termina el cálculo de un desarrollo numérico?

Los desarrollos en serie tienen infinitos términos. Por ello es necesario incluir en el programa una instrucción lógica que permita dar por terminado el cálculo, una vez que el error cometido es suficientemente pequeño.



**E**STE terminal está constituido físicamente por una pantalla de visualización de 12 pulgadas de fósforo verde y un teclado unido a ella mediante un cable arrollado, de gran flexibilidad.

La electrónica interna del terminal está construida alrededor de un microprocesador con 2 Kbytes de memoria ROM y 128 bytes de memoria RAM. El terminal tiene, igualmente, 2 Kbytes de memoria RAM de pantalla y un generador de caracteres en memoria ROM que ocupan 128 bytes en el interior del circuito controlador del tubo de rayos catódicos.

Para trabajar con el terminal existen distintos comandos, que pueden ser introducidos mediante el teclado o desde el ordenador central al cual está conectado. Estos comandos de control pueden efectuar las siguientes operaciones:

- Control del terminal.
- Control del cursor.
- Control de edición de textos.
- Transmisión de datos al ordenador.
- Selección del modo de trabajo.

### Control del terminal

Los diversos atributos de la pantalla de vídeo pueden combinarse entre sí y modificarse mediante comandos de control. Estos atributos visuales son:

- Brillo de pantalla. La intensidad de brillo de los caracteres en la pantalla puede ser media o completa.
- Vídeo normal o inverso. Los caracteres pueden aparecer en la pantalla iluminados sobre fondo oscuro, o bien oscuros sobre fondo iluminado.
- Intermitencia. Los caracteres aparecen intermitentes en la pantalla.
- Subrayado de los caracteres.

El resto de las funciones de control del terminal son:

- Bloqueo de teclado: El teclado puede bloquearse o desbloquearse por una orden recibida del ordenador o bien del propio teclado.
- Campana: Al recibirse este comando se genera un tono audible.

### Control del cursor

Conmutando unos interruptores inter-

nos de selección, el cursor se visualiza como un bloque rectangular o un trazo horizontal, fijo o intermitente y en el mismo modo o en modo inverso al de la visualización del texto. Todos estos microinterruptores de selección se leen al conectarse el mismo. Para cambiar el estado de algún microinterruptor hay que apagar antes el terminal. Para controlar el movimiento del cursor tiene los siguientes comandos:

- Dirección absoluto: El cursor puede ser enviado a cualquier punto de la pantalla indicando las coordenadas de esa posición.
- Movimientos unitarios: El cursor puede moverse posición a posición en

la pantalla (izquierda, derecha, arriba o abajo) mediante comandos de control enviados por el ordenador, o por medio del teclado.

- HOME: El cursor pasa a la primera posición de la parte superior izquierda de la pantalla.
- Auto-scroll: Cuando el cursor llega a la línea inferior, todas las líneas se desplazan hacia arriba y se sale de la pantalla la primera línea. Si el auto-scroll está habilitado, al efectuar HOME el cursor pasa a la primera posición de la pantalla. Si está inhabilitado, al pulsar HOME el cursor se coloca en la primera posición de la última fila.
- Salto de línea: Si está habilitado



*El terminal Adss Viewpoint se compone de un monitor de vídeo de fósforo verde y de un teclado. Tiene dos accesos de comunicaciones: uno bidireccional para la conexión del ordenador central y otro unidireccional para transmisión de datos a una impresora.*



*El teclado incorpora 72 teclas, dispuestas en dos zonas separadas. La primera, incorpora las teclas alfanuméricas; la otra, comprende las teclas numéricas, las del movimiento del cursor y cuatro para funciones específicas.*

## TERMINAL ADSS WIEWPOINT

cuando se recibe el carácter CR (retorno de carro), el cursor pasa al comienzo de la siguiente línea. Si está inhabilitado, al recibirse CR el cursor pasa al comienzo de la misma línea en la que está situado.

- Borrado parcial de pantalla: Se borra la pantalla desde la posición en la que está el cursor hacia abajo.

Todos los datos llegan a la vez a los dos puertos. Para inhibir la puerta auxiliar ésta se desconecta.

### Edición de textos

Mediante distintos comandos de control se pueden realizar los siguientes tipos de borrados:

- Borrado total de pantalla.
- Borrado parcial de línea: Se borran todos los caracteres situados a la derecha de la línea en la que está situado el cursor.

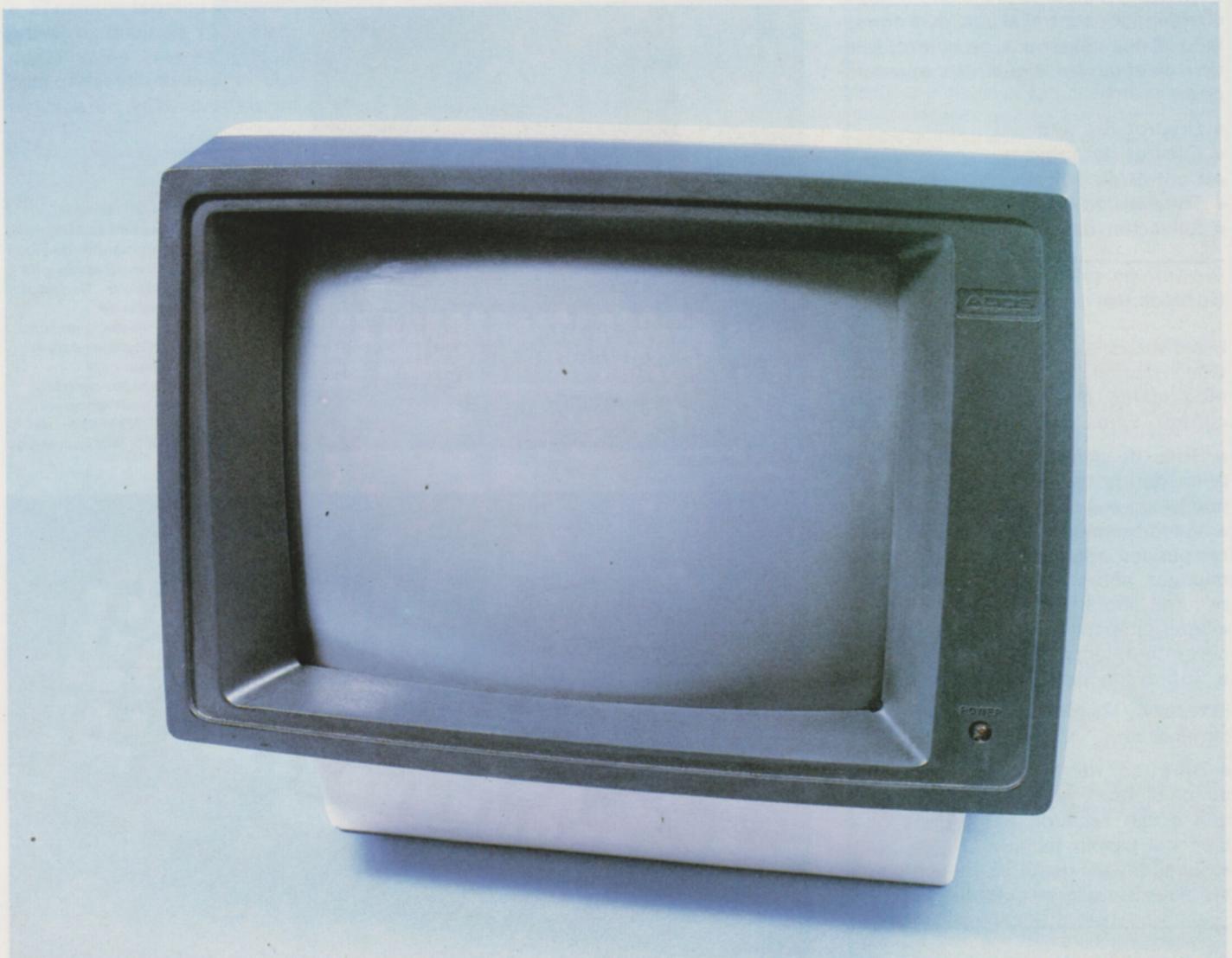
### Transmisión de datos al ordenador

El terminal dispone de dos puertos de comunicaciones; uno, principal, que es bidireccional para comunicación de datos con el ordenador, y otro, secundario, que es unidireccional para transmisión de datos a la impresora. Las características de ambos puertos se seleccionan mediante microinterruptores y son idénticas para ambos.

### Modos de trabajo

Este terminal tiene tres modos de trabajo:

- Modo normal: Los códigos de control no se visualizan en la pantalla.
- Modo monitor: Los códigos de control no se ejecutan y se visualizan en la pantalla mediante ciertos símbolos. Con el fin de evitar interpretaciones erróneas, este modo sólo puede ser in-



La visualización en pantalla se realiza sobre 24 líneas de 80 caracteres cada una. Los caracteres se determinan mediante una matriz de 5 x 8 puntos.

roducido por el operador mediante el teclado.

- **Modo transparente:** En este modo de operación la unidad central del terminal comunica directamente con la puerta auxiliar, ignorando la pantalla de visualización.

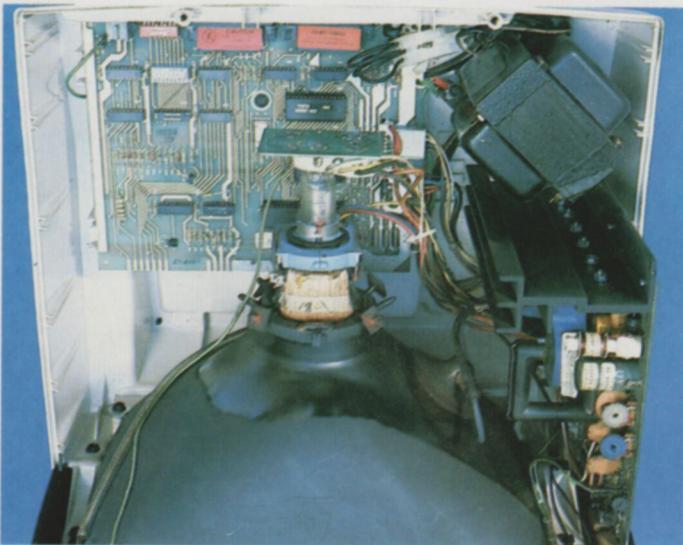
## Características

### ● Teclado

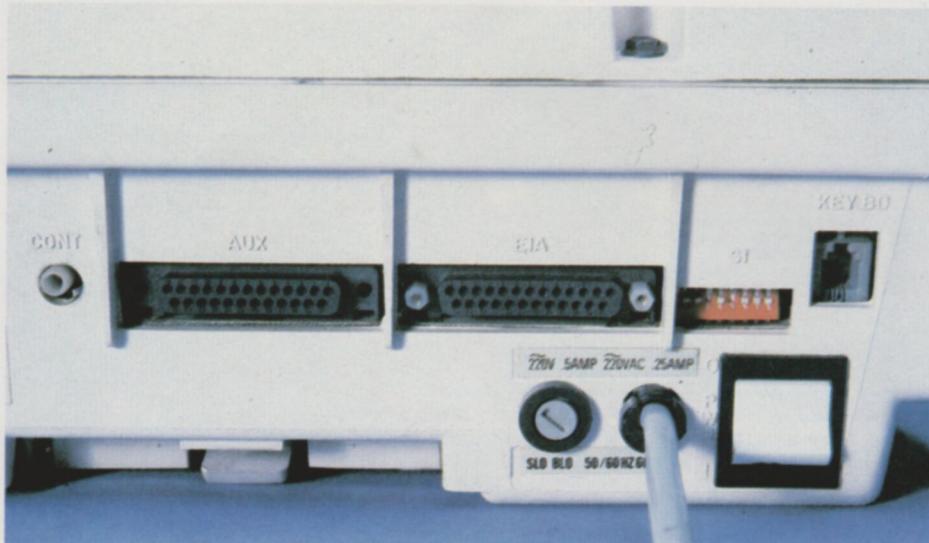
El teclado es totalmente separable del mueble del terminal y pantalla. Se une a él mediante un cable de gran flexibilidad.

El teclado incorpora 58 teclas alfanuméricas, de control y de símbolos y tiene un Keypad numérico adicional de 14 teclas, 3 de ellas de funciones y 4 de control del movimiento del cursor. El terminal lleva 6 juegos de caracteres, además del ASCII, seleccionables por microinterruptor. Se puede incorporar al teclado alfanumérico las teclas de los símbolos específicos de los idiomas:

- Francés.
- Alemán.
- Sueco.
- Danés.
- Español.
- Inglés.



El terminal está controlado por un microprocesador alojado en el interior del monitor. La electrónica interna comprende, además, 2 Kbytes de memoria ROM, 2 Kbytes de RAM, para almacenar los datos de la pantalla, y 128 bytes para datos de programa.



En la parte posterior de la pantalla se encuentran los conectores para los dos accesos de comunicaciones, un interruptor de alimentación y un conjunto de microinterruptores para la selección de caracteres.

Todas las teclas principales son autorrepitivas, excepto las de funciones: si se mantiene pulsada una tecla durante un segundo, se produce una repetición continuada de la pulsación unas 15 veces por segundo.

### ● Pantalla

La pantalla tiene un tamaño de 12 pulgadas de diagonal (30,5 cm) y puede adoptar dos posiciones visuales. El tubo de rayos catódicos es de fósforo verde P31.

La capacidad de la pantalla es de 24 líneas de 80 caracteres. Los caracteres se forman según una matriz de 5 x 8 dentro de un bloque de 7 x 10 puntos. Esto permite la representación de las letras minúsculas con trazos descendentes.

### ● Comunicación con el ordenador

- Utiliza para ello el interface RS 232, tanto para el puerto principal de comunicación con el ordenador, como para el puerto auxiliar de comunicación con la impresora.

- La comunicación puede ser en modo duplex o semiduplex, seleccionable mediante microinterruptor.

- La velocidad de comunicación se establece mediante un microinterruptor entre los siguientes valores: 110, 150, 300, 1.200, 2.400, 4.800, 9.600 y 19.200 baudios.

## Características físicas

Las dimensiones de la pantalla y teclado son:

### ● Pantalla:

- Altura: 31,4 cm.
- Profundidad: 35,5 cm.
- Longitud: 36,8 cm.

### ● Teclado:

- Altura: 6,7 cm.
- Profundidad: 17,8 cm.
- Longitud: 38,1 cm.

El peso de la pantalla es 9,1 kg y el del teclado de 0,91 kg.

Las condiciones de trabajo son:

- Temperatura: de 10° C a 40° C.
- Humedad: del 10 por 100 al 95 por 100.

**E**l programa de Administración de Fincas para el XEROX 820 abarca la mecanización integral de la mayoría de las facetas de esta profesión. Todos los programas de aplicación están contenidos en los dos discos que acompañan al manual, residiendo siempre uno de estos en el DRIVE A, y el disco de datos en el DRIVE B. Cada disco de datos puede contener de 1 a 20 comunidades, y se puede mantener tantos discos como sean necesarios. No obstante, existen algunas limitaciones a esta aplicación: Cada comunidad no puede tener un número superior a 500 vecinos. Los conceptos de gastos ordinarios están agrupados en un máximo de nueve capítulos. Las tablas de reparto, para cada comunidad, no pueden ser más de nueve, teniendo los coeficientes una precisión de cuatro dígitos y estando comprendidos entre 0 y 100. El número máximo de conceptos que pueden aparecer en un recibo es de cuatro.

**Elección de la comunidad**

Mediante esta operación el programa busca en el disco de datos las comunidades que existen y las muestra en pantalla. A continuación el operario elige aquella con la que desea trabajar.

**Creación de comunidades**

Esta operación permite crear los ficheros de datos de las comunidades. Entre otros se introducen los siguientes datos: Dirección, saldo, nombre de los propietarios, grupos de gastos, forma de repartir éstos, etc.

**Convocatoria de juntas/edición de etiquetas**

Esta operación se selecciona para emitir una carta dirigida a los vecinos convocándoles a la junta de que se trate. El programa pide los siguientes datos: fecha, carácter de la convocatoria, orden del día, etc. Permite, también, la confección de etiquetas con el nombre y dirección de los propietarios.

**Anotación de gastos**

Este apartado permite realizar los apuntes de los gastos que se van produciendo. Estos gastos están clasific-

dos en tres apartados: gastos ordinarios, gastos extraordinarios y gastos de agua.

**Confección de recibos**

Esta operación emite los recibos de una, varias o todas las comunidades del disco de datos. Los recibos se confeccionan con arreglo a un formato normalizado y con los datos precisos para ser procesados por los bancos. En ellos aparecen, si los hay, los gastos extraordinarios que se han realizado en el mes.

**Edición de listados para bancos**

Esta operación es complementaria de la anterior. Proporciona, en listados separados, la relación de recibos emitidos que se cobran en portería, en la administración y por banco. Estos listados se acompañan de los recibos a ingresar en el banco, que sirven de impreso de remesa.

**Cobro de recibos e ingresos**

Esta operación permite anotar, en los

Aplicación: **Administración de fincas.**  
 Ordenador: **XEROX 820**  
 Configuración: **Unidad central, unidad de discos flexibles de 8 pulgadas e impresora OKI (83A u 84)**  
 Soporte: **Disco flexible de 8 pulgadas.**  
 Documentación: **Manual de 82 páginas en español.**  
 Copyright: **EPROM, S. A.**  
 Distribuidor: **Rank Xerox Española, S. A.**

**RESUMENES CONTABLES**

- Resumen de ingresos.
- Resumen de gastos por meses.
- Resumen de recibos pendientes.
- Resumen de gastos por capítulos.
- Resumen de ingresos por pisos.
- Resumen de gastos por piso y saldos.
- Informe mensual.

**LISTADOS VARIOS**

- Listado de inquilinos y sus datos.
- Listado de gastos ordinarios.
- Listado de gastos extraordinarios.
- Listado de gastos por piso y grupo.
- Listado de recibos emitidos y pendientes.
- Listado de recibos anteriores.

**PROGRAMA DE ADMINISTRACION DE FINCAS**

1. Elección de la comunidad.
2. Creación de comunidades.
3. Convocatoria de juntas / Edición de etiquetas.
4. Anotación de gastos.
5. Confección de recibos.
6. Edición de listados para Bancos.
7. Cobro de recibos e ingresos.
8. Listados varios.
9. Modificación / Actualización de ficheros.
10. Envío de cartas a morosos.
11. Acabar.

INDIQUE EL NUMERO DE LA OPERACION QUE DESEA REALIZAR

*Menú principal en el que aparecen las 11 operaciones disponibles en el disco A. Para acceder a cualquiera de ellas basta con pulsar el número correspondiente.*

**PROGRAMA DE ADMINISTRACION DE FINCAS**

1. Elección de la comunidad.
2. Balance sin cierre de ejercicio.
3. Balance con cierre de ejercicio.
4. Acabar.

¿QUE OPERACION DESEA REALIZAR?

*Menú principal de la parte de la aplicación almacenada en el disco B. Consta de cuatro opciones que permiten obtener los balances del ejercicio.*

ficheros de la comunidad correspondiente, los recibos cobrados y cualquier otro tipo de ingresos que se produzcan.

#### Listados varios

Esta parte de la aplicación permite obtener, entre otras, las siguientes informaciones:

- Nombre de los propietarios.
- Gastos ordinarios.
- Gastos extraordinarios.
- Recibos pendientes de cobro.
- Recibos emitidos.
- Distribución de gastos por capítulo.

- Distribución de gastos por vecino, etcétera.

#### Modificación/actualización de ficheros

Con esta opción se consulta por pantalla y se modifican los datos de las comunidades, subsanando posibles errores y reflejando las modificaciones que se produzcan.

#### Envío de cartas a morosos

Edita cartas para el envío a aquellos

propietarios que adeuden a la comunidad cantidades superiores a una establecida, o tengan pendiente de pago un número de recibos determinado. Estas cartas pueden ser de dos tipos: de aviso o coactivas.

#### Obtención de balances

Esta opción facilita los resúmenes de ingresos y gastos, a diferentes niveles, para su envío a cada propietario. Existe también la opción de balance final con cierre de ejercicio.



La configuración requerida para el desarrollo de esta aplicación se compone de un ordenador Xerox 820, una unidad lectora de discos flexibles de ocho pulgadas y una impresora. Los programas de la aplicación están grabados en dos discos diferentes, A y B.

## PROGRAMA

Título: **Tarántulas**  
 Ordenador: **Sinclair ZX-Spectrum**  
 Memoria requerida: **16 Kbytes**  
 Lenguaje: **BASIC**

Este programa nos brinda la oportunidad de convertirnos en un eficazísimo spray de «tarantunol» con el que defendernos del despiadado ataque de los arácnidos. El objetivo del juego es evitar que alguno de los artrópodos alcance la barra azul sobre la que nos encontramos situados. Para ello nos desplazaremos con la tecla «Z» hacia la izquierda y con «X» hacia la derecha, lanzando nuestra mortífera carga por medio de «space».

Cuanto más puntos consigamos, más rápidamente se descolgarán las arañas por la pantalla. Nuestra misión se ve, por tanto, irremisiblemente abocada al fracaso, pero podremos intentar conseguir matar más arañas que ningún otro jugador. Si al final del juego hemos batido el récord, el programa lo anuncia mediante una escala de sonidos y una palpitation en el marcador de puntos. Por cada enemigo caído ante nuestro letal aerosol recibimos 25 puntos. No hay nada más desesperante que un juego en el que, por muy experimentado que se sea, nunca se dure más de un minuto. Para evitar esto, hay que escoger un punto intermedio para la dificultad del juego.

El control de esta dificultad proporcional es gestionado, en este caso, por la línea 210, mediante el algoritmo:  $RND * 10000 > P + 7000$ . Cuando esta

condición se cumple no se ejecuta el grupo de instrucciones que efectúa el avance de las tarántulas. Al pensar este tipo de fórmulas se han de tener en cuenta dos factores: el número de puntos factible de ser alcanzado y el mínimo número de ellos deseable de alcanzar. Observando el algoritmo se aprecia que en el mejor de los casos, al comenzar el juego la probabilidad de avance del arácnido es de, aproximadamente, el 30 por 100, y conforme va avanzando el juego esta probabilidad aumenta hasta llegar al 100 por 100 (suceso seguro). Esto ocurre cuando la puntuación rebasa los 3.000 tantos. A ese ritmo está claro que el jugador no resistirá mucho. Por otra parte, el alcanzar esos 3.000 puntos tanto a tanto haría el juego demasiado pesado. Para atajar ese problema se ha escogido un paso: por cada enemigo abatido, 25 puntos.

Frecuentemente las puntuaciones se proporcionan completadas con ceros a

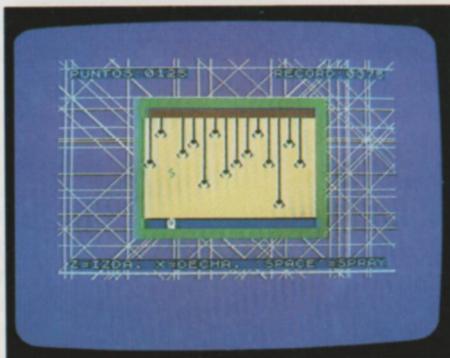
la izquierda. Esto facilita el tratamiento del marcador en código máquina y presenta además otra ventaja para el usuario de BASIC: la longitud del marcador es siempre la misma, con lo cual nunca se plantea el problema de literales descentrados. Para gestionar este formato de salida se utiliza a veces

```
10 LET P$ = "000" + STR$ P
```

```
20 LET P$ = P$ (LEN P$ - 3 TO)
```

Donde P es el número de puntos y P\$ una cadena que, al término de la rutina contendrá el marcador a imprimir. Realizando en cualquier línea una definición:  $DEF FN P$(X) = ("000" + STR$ X) (LEN STR$ X TO)$ , conseguimos, por un lado, reducir a una sola instrucción la rutina y por otro generalizar el método anterior, que tan sólo servía para los puntos en la variable P.

```
10 REM Lopez Martinez # Tarantulas # ZX-Spectrum
20 LET R=0: POKE 23658,8
30 FOR I=0 TO 31
40 READ J
50 POKE USR "A"+I,J
60 NEXT I
70 BORDER 3: PAPER 3: BRIGHT 0: CLS : INK 7
80 FOR I=0 TO 14: GO SUB 300: NEXT I
90 INK 0: PAPER 4: PRINT AT 4,7;"          ": FOR I=5 TO 16: PRINT AT
1,7;"  "IAT I,24;"  ": NEXT I: PRINT AT 17,7;"
100 PRINT AT 1,1: PAPER 1: INK 9:"PUNTOS:0000":IAT 1,20:"RECORD:";FN P$(R):IAT 20
,1: PAPER 1: INK 7;"Z=IZDA. X=DECHA. SPACE=SPRAY": PAPER 6: BRIGHT 1
110 PRINT AT 5,8: PAPER 2:TAB 24:
120 FOR I=6 TO 15: PRINT AT I,8:TAB 24: NEXT I
130 PRINT AT 16,8: PAPER 1:TAB 24
140 LET X=16: DIM A(16): LET P=0: PRINT AT 16,16: PAPER 1: INK 7;"A"
150 LET X$=INKEY$
160 IF X$="Z" AND X>8 THEN LET X1=X-1: GO TO 200
170 IF X$="X" AND X<23 THEN LET X1=X+1: GO TO 200
180 IF X$=" " THEN FOR I=14 TO 6 STEP -1: PRINT AT I,X: INK 4;"B":IAT I+1,X: "
: BEEP .01,0: NEXT I: PRINT AT 6,X: " : LET P=P+(25 AND A(X-7)): LET A(X-7)=0: P
PRINT AT 1,8:FN P$(P)
190 GO TO 210
200 PRINT AT 16,X: PAPER 1: "IAT 16,X: INK 7;"A": LET X=X1
210 IF RND*10000>P+7000 THEN GO TO 150
220 LET A=INT (RND*16)+1
230 PRINT AT A(A)+6,A+7;"D":IAT A(A)+7,A+7;"C": LET A(A)=A(A)+1: IF A(A)=9 THEN
GO TO 250
240 GO TO 150
250 IF P>R THEN FLASH 1: LET R=P: PRINT AT 1,27:FN P$(R): FOR I=30 TO 0 STEP -
1: BEEP .1,I: NEXT I: FLASH 0
260 PRINT AT 11,3:"DESEA INTENTARLO OTRA VEZ?"
270 IF INKEY$="S" THEN GO TO 70
280 IF INKEY$="N" THEN GO TO 9999
290 GO TO 270
300 LET X=INT (RND*253)+1: LET Y=INT (RND*174)+1
310 PLOT X,Y: DRAW 0,-Y: PLOT X,Y: DRAW 0,175-Y: PLOT X,Y: DRAW -X,0: PLOT X,Y:
DRAW 255-X,0
320 LET J=175-Y: LET K=255-X: IF K<J THEN LET J=K
330 PLOT X,Y: DRAW J,J
340 LET J=175-Y: LET K=X: IF K<J THEN LET J=K
350 PLOT X,Y: DRAW -J,J
360 LET J=Y: LET K=255-X: IF K<J THEN LET J=K
370 PLOT X,Y: DRAW J,-J
380 LET J=Y: LET K=X: IF K<J THEN LET J=K
390 PLOT X,Y: DRAW -J,-J
400 RETURN
410 DATA 24,126,102,90,102,126,126,126
420 DATA 24,56,96,124,30,6,28,24
430 DATA 8,8,60,60,90,129,129,66
440 DATA 8,8,8,8,8,8,8,8
450 DEF FN P$(Y)=CHR$(19)+CHR$(0)+CHR$(17)+CHR$(1)+CHR$(16)+CHR$(7)+("000"+STR$ Y) (LE
N STR$ Y TO )
```



El desenlace es siempre el mismo: las arañas acaban por alcanzar la barra azul donde está colocado el jugador. De todos modos hay que intentar sumar puntos, matando el mayor número posible de tarántulas.



**L**a inteligencia artificial es esa parcela mítica de la informática en la que el ordenador se comporta, de cara a su usuario, como una máquina que razona, hasta el punto que, en algunas tareas mitad rutinarias, mitad complejas, supera ampliamente al hombre, su creador.

El concepto de inteligencia artificial es prácticamente tan antiguo como la informática, aunque con el transcurrir del tiempo y con la evolución de ésta, ha variado fundamentalmente. Así, las primeras definiciones, contemporá-

neas al padre del ordenador John von Neumann, veían al ordenador como una reproducción, a base de cables y transistores, del cerebro humano. Hoy, numerosos expertos y centros de investigación se esfuerzan por diseñar ordenadores capaces de razonar, aunque con un método propio de la máquina, y que aproveche el cien por cien las características de la misma.

Los primeros resultados ya están a la vista: un número creciente de entidades empiezan a orientar sus actividades hacia la concepción de productos de IA, en particular hacia los tres ámbitos

de aplicaciones que más expectativas de futuro parecen tener: sistemas expertos, sistemas procesadores del lenguaje y reconocedores de formas e imágenes.

Los sistemas expertos actúan como un asistente, inteligente y preparado, del usuario. Solicitan información continuamente y, de acuerdo con ella y con la experiencia acumulada, pueden emitir un juicio o tomar una decisión. Ejemplo claro de este tipo de sistemas son los programas de ayuda al diagnóstico médico que pueden seleccionar, de acuerdo con una determinada sin-



*Una de las aplicaciones más elementales de la inteligencia artificial son los sistemas reconocedores de formas e imágenes, por ejemplo, los robots. La principal característica de estas máquinas es su capacidad de aprender, esto es, de modificar su comportamiento en función de la experiencia acumulada.*

### PIENSAN, LUEGO EXISTEN

tomatología, entre un cierto número de enfermedades y aconsejar sobre la terapia más adecuada. Los sistemas expertos no se limitan a atender al sector sanitario, sino que encuentran aplicación en un amplio número de actividades, entre ellas, las explotaciones petrolíferas e ingeniería. Incluso la propia fabricación de ordenadores utiliza sistemas expertos para diseñar nuevos y más potentes dispositivos: el ordenador ayuda a perpetuar su especie. En otro apartado se encuadran los sistemas procesadores del lenguaje, que trabajan de interface entre el hombre y

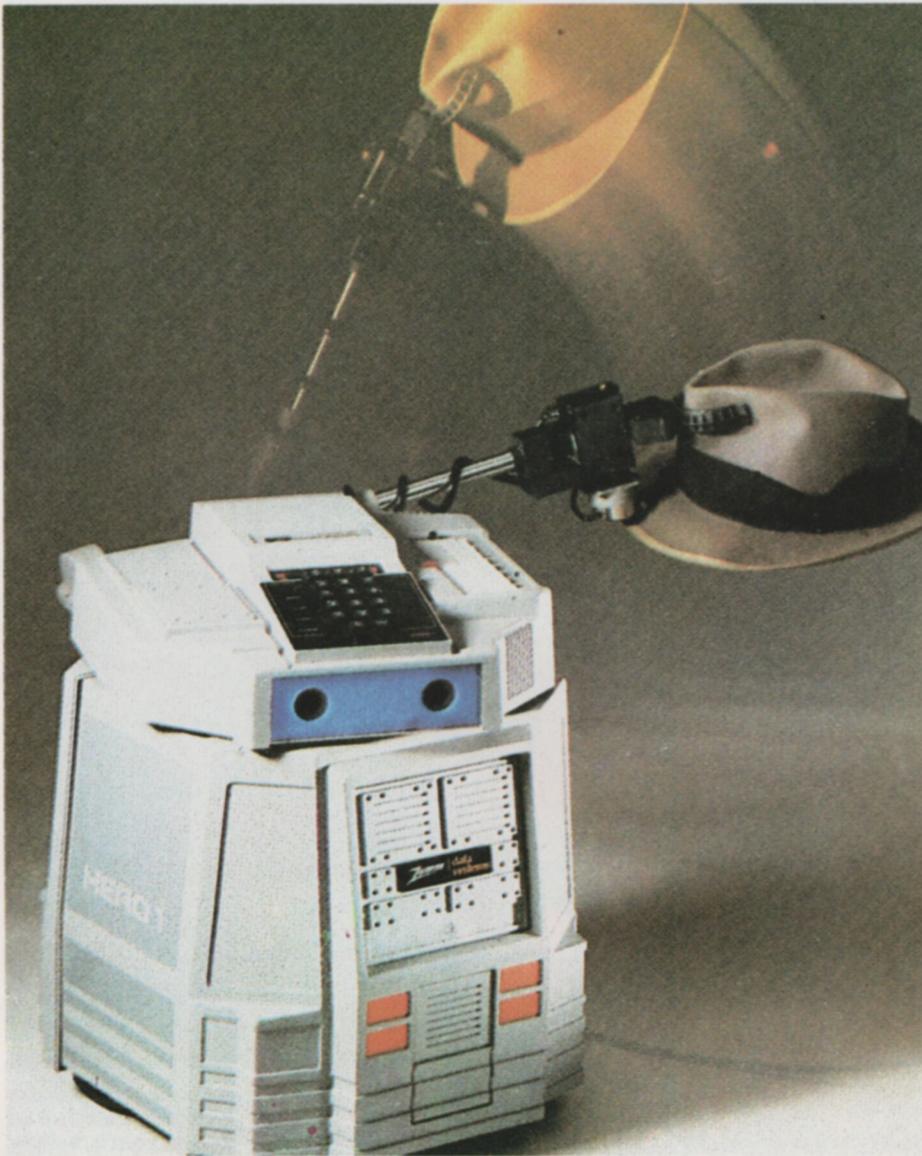
el ordenador. Su misión es la de funcionar como intermediarios entre el programador-operador-usuario y el ordenador, facilitando el diálogo hombre-máquina. La meta es permitir a cualquier persona, experta o no en informática, la ejecución de programas y la programación del ordenador. Todo ello de viva voz y en un lenguaje tan natural como lo pueden ser el inglés o el castellano.

El tercer grupo de sistemas, hacia los que se orientan los sistemas IA, son aquellos que tienen la virtud de reconocer formas e imágenes. Sus áreas de

aplicación se encuentran en la dirección y supervisión del funcionamiento de robots y de procesos automatizados. El secreto de estos desarrollos se apoya tanto en un hardware, altamente sofisticado y con precios cada día más bajos, como en un software que progresa con más lentitud, pero que empieza a abandonar la línea seguida hasta ahora, muy adecuada para la resolución de problemas de cálculo o lógicos, pero difícilmente utilizable para la toma de decisiones haciendo uso de la experiencia adquirida. Esto es precisamente lo que destaca en la nueva generación de ordenadores, catalogada por algunos como la quinta. Estos nuevos sistemas cuentan con amplias capacidades de deducción, de razonamiento si cabe, gracias a la cual pueden llegar a sacar conclusiones de su amplio repertorio de conocimientos; conclusiones que no habían sido previstas en su programa. En una palabra, son sistemas capaces de manipular su experiencia, y sobre todo de aplicarla y de aprender de ella.

Los primeros pasos de una revolucionaria industria ya están dados. Disciplinas tales como la medicina, la enseñanza, la ciencia y la industria en general, van a encontrar en estos desarrollos unos eficaces colaboradores capaces de contribuir activamente al diagnóstico de enfermedades, en la resolución de problemas altamente complejos, o en el control de principio a fin de un proceso de producción. En Estados Unidos, Japón y Gran Bretaña se trabaja a marchas forzadas para conseguir el nivel tecnológico, tanto físico como lógico, que precisan estos sistemas IA. Los ordenadores de la quinta generación, con su software experto, empiezan a ser comercialmente interesantes, e incluso han sido calificados como «estratégicos».

Lo cierto es que los sistemas informáticos capaces de ver, mover y manipular objetos, y hablar, leer textos y tomar decisiones ya están disponibles en el mercado. Oficinas, grandes y pequeñas empresas, industrias, hospitales, escuelas y hogares van a ver modificado su modo de funcionar, producir y actuar. Nilsson, un experto en IA, ha llegado a afirmar que la inteligencia artificial va a ser capaz incluso de afectar la opinión que tenemos de nosotros mismos; probablemente será así.



*Este robot es un mayordomo perfecto: saluda a los invitados con mucha educación, les quita el sombrero con delicadeza, se mueve por toda la casa sin tropezar con los obstáculos, y ejecuta todo tipo de tareas domésticas o rutinarias que se le hayan enseñado.*