

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE GUADALAJARA

Incorporada a la Universidad Nacional Autónoma de México

ESCUELA DE INGENIERIA

F²
Eggen



TESIS CON
FALLA LE ORIGEN

**DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UN SISTEMA PARA
AUTOMATIZAR EL ENCENDIDO Y APAGADO DE
APARATOS ELECTRODOMESTICOS
UTILIZANDO UNA COMPUTADORA PERSONAL"**

T E S I S P R O F E S I O N A L
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
P R E S E N T A
HECTOR DANIEL BRAVO GONZALEZ
GUADALAJARA, JAL., JULIO DE 1989



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Tesis.

Diseño y construcción de un sistema para automatizar el encendido y apagado de aparatos electrodomésticos utilizando una computadora personal.

Indice.

1.-Introducción.....	1
2.-Antecedentes.....	7
3.-Capítulo I.- Generalidades sobre la computadora personal COMMO- DORE-64 y COMMODORE-64C.....	9
4.-Capítulo II.- Elaboración del programa en lenguaje BASIC.....	18
5.-Capítulo III.- Diseño del interfaz.....	34
6.-Capítulo IV.- Construcción del circuito impreso. Prueba y eva- luación del sistema completo.....	43
7.-Conclusiones.....	49
8.-Bibliografía.....	50

Introducción.

En el presente proyecto de tesis se pretende realizar el diseño y construcción de un sistema cuyo objetivo es el de controlar automáticamente el encendido y apagado de aparatos eléctricos. Este sistema se compone de tres elementos:

El primero es un sencillo equipo de computación formado por: Una computadora personal COMMODORE-64 ó 64C, que tenga como dispositivos periféricos un monitor o un aparato televisor y una unidad de discos flexibles.

El segundo elemento es un programa elaborado en el lenguaje de alto nivel BASIC.

El tercer elemento es un dispositivo cuya finalidad es la de conectar de manera "compatible y coordinada" una computadora con el mundo exterior. Este dispositivo debe ofrecer una adecuada sincronización con los elementos antes mencionados y el mundo exterior para satisfacer plenamente la necesidad por la que fué concebido.

El dispositivo al que nos referimos es conocido con el nombre de "interface".

Algunos autores de libros afines al campo de las computadoras definen al interface de una computadora como: "La sincronización de la transmisión digital de datos entre una computadora y dispositivos externos". Esta definición hace mención de una "transmisión digital", la cual no es más que una forma en que las computadoras procesan la información que les fué dada, por ejemplo, en el caso de computado--

ras modernas por medio de un teclado o por medio de un disco magnético.

Existen dos tipos de interfaces para una computadora. Unos son los que reciben información de forma analógica del exterior y la convierten en información digital, la cual es comprensible para la computadora.

El otro tipo de interface, que es el que nos interesa en este proyecto es aquel que hace la conversión de digital a analógico, es decir, el que transforma la información digital proporcionada por la computadora en información analógica, la cual es comprensible por el hombre.

El interface que se diseñará en este trabajo, se conectará al user port (puerto de usuario) de la computadora personal cuya marca y modelo se mencionó anteriormente.

La función que realizará el interface es la de sincronizar la secuencia del programa con el encendido y apagado de manera automática de aparatos eléctricos. En particular, ya que la COMMODORE-64 es de las computadoras personales más populares a nivel mundial, ya sea porque su precio es bajo comparado con el de otros equipos y no por ello sus aplicaciones son reducidas, puede ser empleada para el control de aparatos electrodomésticos, tales como un radio, un televisor, un ventilador, lámparas incandescentes, etc. Y ya que el mundo de la robótica ha adquirido bastante auge incluso a nivel doméstico, es decir, que en muchos hogares se cuenta con un robot personal; las rutinas, es decir, los movimientos que debe realizar este aparato se

gún su programación pueden ser controlados por la computadora.

El interface se construirá con circuitos integrados combinato---
rios, como es el caso de las compuertas inversoras, de optocoplado---
res compuestos por un diodo emisor de luz y un SCR, dispositivos de
potencia como los TRIACS, y los elementos que nunca faltan en cual---
quier circuito electrónico como lo son los capacitores, resistores
e inductores.

En cuanto al programa de computadora, como ya se mencionó se elab---
orará en lenguaje BASIC; en particular el BASIC 2.0 que es el que
se emplea en esta computadora.

La figura No. 1 muestra a manera de diagrama de bloques la fun---
ción que realiza cada uno de los elementos de que se compone el sis---
tema.

En la figura No. 2 se pueden apreciar los elementos de la forma
física que presentan. Tanto los del sistema de control como los apa---
ratos a controlar.

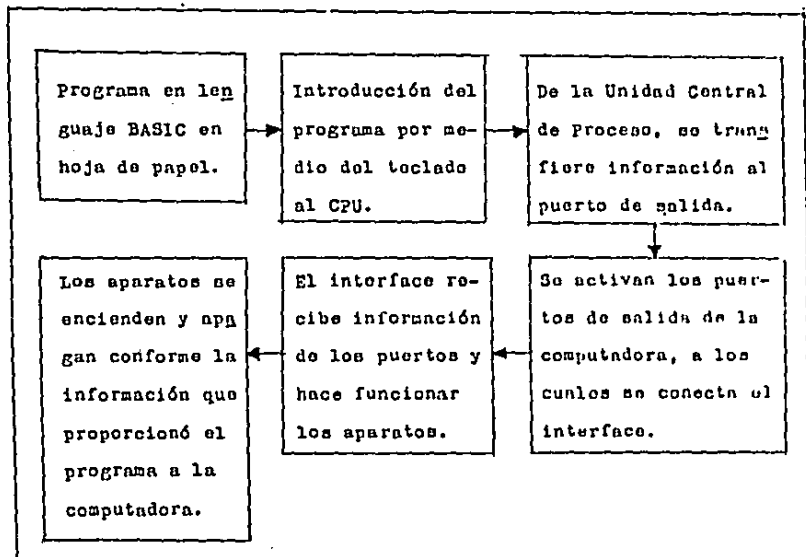
Para concluir con esta introducción daremos la forma en que se or---
ganizó a manera de capítulos, la elaboración de esta tesis.

Este proyecto se compone de 4 capítulos.

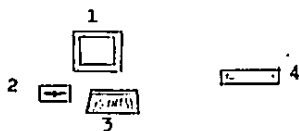
En el primer capítulo cuyo título es Generalidades sobre la compu---
tadora personal COMMODORE-64 y 64C, se describirán las característi---
cas de esta computadora, para proporcionar a los interesados en este
proyecto información sobre ésta.

El segundo capítulo; Elaboración del programa en lenguaje BASIC,

Figura 1.-Diagrama de bloques del funcionamiento del sistema.



Sistema controlador.



- 1.-Monitor.
- 2.-Unidad de discos.
- 3.-CPU y teclado.
- 4.-Interface.

Aparatos electrodomésticos.

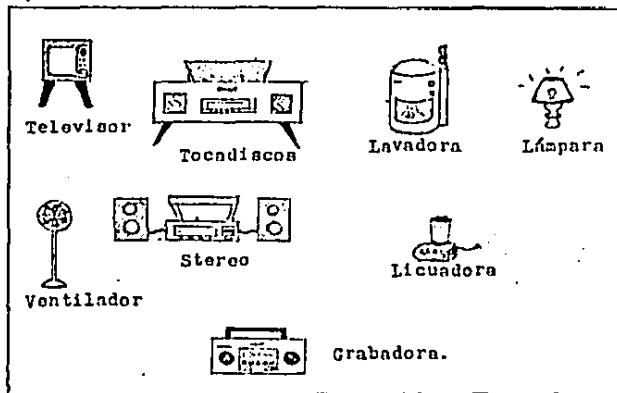


Figura 2. -Elementos del sistema y aparatos a controlar.

se realizará dicho programa y se dará una adecuada interpretación de las secuencias que lo componen, es decir, se explicará claramente cada una de las rutinas que forman parte de dicho programa. Además se incluirá el diagrama de flujo para los lectores que deseen realizar el programa en otro lenguaje, ya sea para la COMMODORE-64 u otra computadora.

En el tercer capítulo titulado Diseño del interface, se hará el diseño del sistema eléctrico y se explicará la función de cada uno de los elementos de dicho sistema.

En el cuarto capítulo se describe la elaboración del circuito impreso. Además se realizarán pruebas y se evaluará el funcionamiento del sistema completo.

Antecedentes.

Desde tiempos muy remotos el ser humano se ha encontrado con problemas para satisfacer sus necesidades. Para resolver los problemas, el hombre creó una serie de técnicas que en un principio eran empíricas, es decir, basadas en la experiencia, sin teoría ni razonamiento, las cuales proporcionaban soluciones que sólo en algunos casos resolvían sus problemas. Pero hubo que organizar los conocimientos adquiridos con la experiencia, lo cual dió origen al nacimiento de las ciencias. Las ciencias eran ya un conjunto de conocimientos exactos y razonados con lo que se podían obtener soluciones precisas y confiables.

Las personas que han contribuido a la creación de las diferentes ciencias, recibieron el nombre de científicos, muchos de éstos realizaron importantes descubrimientos y muchos otros también guiados por las leyes que regían dichos descubrimientos realizaron una serie de inventos que, a lo largo de la historia han logrado satisfacer las necesidades del hombre.

Pues bien, dado el gran desarrollo que se ha presentado en las últimas cuatro décadas en el campo de la electrónica y la computación, son muchas las aplicaciones a la solución de problemas que de estas áreas de la ciencia se han obtenido. Sin lugar a duda una de las aplicaciones que en esta década de los ochentas ha adquirido una gran importancia es la denominada "automatización".

La automatización es la sustitución de la intervención del hombre en determinados procesos u operaciones por la utilización de máqui-

nas o sistemas capaces de realizarlos por sí mismos. Dicho de otra manera, la automatización implica la realización de ciertas tareas rutinarias que anteriormente eran realizadas por seres humanos, y que hoy en día son realizadas por diversos tipos de máquinas.

Las computadoras modernas juegan un papel muy importante en este proceso automatizador.

Siendo pues, la automatización un proceso que proporciona al hombre rapidez, precisión y confiabilidad en la realización de las actividades que satisfacen sus necesidades; el objetivo de esta tesis es aportar una aplicación de la automatización en el hogar por medio del uso de una computadora personal.

Capítulo I.- Generalidades sobre la computadora personal COMODORE 64 y 64C.

El hombre ha inventado un sin número de máquinas y aparatos, algunos más sofisticados que otros. Muchas de estas máquinas realizan labores que en otros tiempos se llevaban a cabo con la colaboración de muchos hombres, tanto para efectuar trabajos en los que se necesitaba de la fuerza de un grupo de ellos, como para realizar tareas para el control de algún proceso de fabricación. Otras máquinas se utilizan para el transporte de carga o de seres humanos. Pero por encima de todas éstas, destaca una máquina que semeja en cierta manera algunas de las actividades que efectúa el ser humano. Las actividades a que nos referimos son: Captar información, memorizarla, procesarla y dar la respuesta correspondiente a la información captada.

Empero existen diferencias muy notorias entre el cerebro humano y una computadora. Las computadoras procesan la información de una manera mucho más rápida y precisa que la que efectúa el cerebro humano, pero las computadoras como máquinas que son, no tienen iniciativa propia y dependen del ser humano ya que él proporciona la información y los medios físicos (Hardware), así como los programas (Software) que requiere la máquina para realizar las tareas que se le asignan.

Aprovechando pues, las cualidades de la computadora antes mencionadas, día con día se obtienen muchas aplicaciones de éstas en las diferentes ciencias y actividades del hombre, es decir, las computadoras se utilizan en:

- Las matemáticas.

- Las diferentes áreas de la ingeniería.
- Diseño industrial y arquitectónico.
- Electricidad.
- Electrónica.
- Medicina.
- Biología.
- Comunicaciones.
- Sistemas de transporte.
- Pedagogía.
- Diversión.
- Contabilidad.
- Administración.
- Química.
- Física.
- Sistemas automáticos en general.
- La robótica.
- Meteorología y astronomía, entre otras.

A lo largo de la historia de la computación, la cual se dividió en cuatro generaciones, se fueron obteniendo mejoras en las computadoras, tanto en el aspecto de rapidez y precisión, como en el aspecto de reducción del tamaño y costo de éstas. Los cambios que sufrieron estas máquinas surgieron por el desarrollo tecnológico que se manifestó de manera significativa durante las últimas cuatro décadas, pues se realizó una miniaturización de los componentes electrónicos; y con esto, como ya se dijo, se redujo el costo de los equipos de

computación.

Los protagonistas de los cambios sufridos en las computadoras fueron las compañías que se dedicaron a fabricarlas, creando diferentes lenguajes de programación, tanto de alto nivel como ensambladores, así como diversos sistemas operativos. Una de estas compañías ha fabricado computadoras para todo tipo de usuario, y en la década de los ochentas lanzó una serie de equipos de entre los cuales ha destacado la computadora personal COMMODORE-64 y 64C, la cual ha adquirido fama a nivel mundial por las numerosas aplicaciones con las que cuenta, por ejemplo, en el campo de las matemáticas, de los gráficos, en la música, así como en el de la robótica y control automático. Es esta última aplicación por la cual se eligió como herramienta principal para la realización de esta tesis.

A continuación se sintetizarán las características de la computadora personal COMMODORE-64 y de la COMMODORE-64C. (Este último modelo es el que se utilizó en este proyecto).

Situada en un punto intermedio entre las computadoras personales de uso doméstico y las orientadas hacia la gestión de trabajo más amplia, la COMMODORE-64 puede considerarse un sistema con muy altas prestaciones dentro del primer grupo, y unas prestaciones aceptables dentro del segundo.

Su orientación, concebida inicialmente para aplicaciones de juegos con capacidad de síntesis musical y colores, queda a su vez superada por la posibilidad de trabajar con el sistema operativo CP/M, lo que lo convierte en un sistema capaz de ejecutar trabajos más en-

borados y procesar aplicaciones incluso de gestión. En este último caso, el usuario deberá auxiliarse en gran parte de las aplicaciones que el fabricante proporciona para el equipo.

La unidad central de proceso está compuesta principalmente por cuatro circuitos integrados, especializados cada uno de ellos con una función determinada. En primer lugar, la unidad central de proceso (CPU), basada en el microprocesador 6510 de MOS Technology en la COMMODORE-64 y el Z-80 de Zilog en la COMMODORE-64C, el cual contiene la unidad de control, la unidad de lógica y aritmética, y los registros de uso general. En segundo lugar, el 6566 VIC-II, que es un circuito integrado NMOS, especializado como interface de video. El 6581 SID, encargado del interface de sonido, en el que se encuentra integrado un completo sintetizador musical controlado digitalmente. Y, por último, el 6526 CIA, realizado al igual que los anteriores en tecnología NMOS, y cuya función es la de controlar los distintos periféricos conectables.

La especialización asignada a cada circuito descarga a la CPU del laborioso control de los periféricos, permitiendo, por tanto, que su trabajo se concreta a la realización de tareas propias, tales como: Operaciones lógicas y aritméticas, direccionamiento de memoria, etc.

La memoria ROM (memoria de sólo lectura) básica es de 20 Kbytes, y en ella se encuentran el sistema operativo, el intérprete BASIC y el juego de caracteres propio de la COMMODORE.

La memoria RAM (memoria de lectura y escritura), es decir, de usuario, la cual no es ampliable, es de 64 Kbytes. Está formada por n

cho circuitos integrados del tipo MOS dinámico, de cuyo refresco se encarga una de las zonas internas del chip controlador de video. El espacio de la RAM de usuario puede quedar reducido si se procede a la carga de algunas de las zonas de ROM; en el caso extremo, el usuario dispone como mínimo de 38 Kbytes.

Mención especial merecen las posibilidades musicales desarrolladas por este sistema. Dispone de tres generadores de señal, con control de frecuencia entre 0 y 4 KHz, que pueden producir señales triangulares, en diente de sierra, cuadradas (con ancho de pulso variable) y de ruido. Tres generadores de envolvente de respuesta exponencial, con controles independientes para los tiempos de ataque, caída, relajación y nivel de sostenimiento. Otros tres moduladores de amplitud y un filtro programable con frecuencia de resonancia variable y configurable como paso alto, paso bajo, paso de banda o banda eliminada, completan la zona de síntesis de sonido. Se dispone de una entrada de audio exterior, cuya señal puede ser procesada por el filtro.

Las comunicaciones con el exterior se realizan a través de dos canales de acceso (Ports): uno, paralelo, de 10 bits (8 bits de datos más 2 de sincronización), y otro, serie RS-232C, aunque este último necesita para su total operatividad un cartucho adaptador de niveles de tensión. Además, dispone de 3 slots de expansión y dos conexiones para joysticks, paddles o lápiz óptico. Cabe mencionar que esta sección de las comunicaciones con el exterior es parte fundamental en el desarrollo de este proyecto y se ampliará la información sobre el

puerto de usuario en otra sección de este.

En lo que se refiere al teclado, tenemos que este se encuentra situado en el mismo mueble de la unidad central de proceso. Dispone de 66 teclas agrupadas en dos bloques: 62 teclas que configuran un teclado QWERTY, y 4 a su derecha, que son programables por el usuario, aunque al poderse duplicar cada una de ellas en realidad se dispone de ocho funciones programables por el operador.

El movimiento del cursor se realiza por medio de 2 teclas situadas en la parte inferior derecha, que permiten desplazarlo en los cuatro sentidos.

Entre las funciones que proporciona el teclado de forma directa se puede citar la de RUN/STOP y la de INSERTDELETE, con las que se pueden ordenar la marcha/parada de un programa o insertar/borrar caracteres en la pantalla respectivamente.

En cuanto a la pantalla, la configuración básica no incluye este periférico. Opcionalmente, se puede conectar un televisor o un monitor (tanto monocromático como de color). En ambos casos la representación se realiza en un formato de 25 líneas por 40 columnas.

En modo gráfico la pantalla tiene una resolución de 320 x 200 puntos.

Eligiendo la opción de color se conservan las características mencionadas anteriormente y se añaden otras nuevas, de las que vemos algunas a continuación: se pueden representar 16 colores en la pantalla al mismo tiempo; se puede cambiar el color de un carácter deter-

minando independientemente de los demás; el máximo número de combinaciones fondo/marco es de 255.

Otra característica muy importante en la programación de juegos es que el usuario puede definir hasta 8 "sprites" de 24 x 21 puntos, cada uno con su propia prioridad en pantalla y pudiéndose mover independientemente por toda ella de pixel en pixel.

Se puede detectar la colisión entre los diferentes bloques (sprites), y también unirlos para representar figuras más grandes. Todos los caracteres (tanto gráficos como de texto) se pueden representar en video inverso.

Para el almacenamiento masivo de información, la COMMODORE-64 presenta la posibilidad de soportar tanto cassettes como unidades de disco.

El fabricante dispone de un grabador-reproductor de cassettes denominado Datasette 1530, que está especialmente diseñado para trabajar con información digital y que es directamente enchufable en la parte posterior del mueble de la unidad central.

Igualmente, a través del port serie, se pueden conectar hasta 4 unidades de discos flexibles de 5 1/4" con 170 Kbytes de capacidad cada uno. Estas unidades son denominadas por el fabricante como VIC-1541 y contienen en una ROM interna todo el sistema operativo y un microprocesador propio, necesarios para el control del dispositivo. También se puede trabajar con la unidad de disco VIC-1540 mediante la adición de un cartucho ROM especialmente diseñado para el control de este otro periférico.

La COMODORE-64 dispone de dos tipos de impresoras que han de conectarse a diferentes puertos de acceso, al ser una tipo serie y la otra tipo paralelo. La primera denominada VIC-1525, es una impresora gráfica con una impresión por matriz de puntos y una velocidad de 30 c.p.s. La segunda (COMODORE-4022) es una impresora de superior en características al modelo anterior, conectable al interface estándar IEEE-488.

Otros periféricos que pueden conectarse mediante los interfaces adecuados son: impresoras de margarita (para listados de calidad), plotter, acoplador acústico para transmisión de datos o lápiz óptico.

En el área de juegos se dispone de tomas para joystick o paddles.

Respecto a los sistemas operativos, cabe mencionar que el sistema operativo de la configuración básica es propio de COMODORE y reside en la ROM interna, ocupando un área de 8 Kbytes; su denominación es la de KERNAL.

No obstante, se puede trabajar en CP-M si se conecta a la entrada para cartuchos ROM enchufables el módulo que contiene dicho sistema operativo. Este módulo está gobernado por un microprocesador Z-80 y convierte a la COMODORE en un sistema versátil capaz de ejecutar software escrito para este sistema operativo.

El lenguaje de programación ofrecido para la versión mínima es el BASIC 2.0 de Microsoft, cuyo intérprete ocupa un total de 8 Kbytes en la ROM básica.

Mediante un cartucho se puede disponer de un BASIC extendido, que

amplía las capacidades gráficas, musicales y de utilización del color.

Como lenguajes adicionales se dispone actualmente de Forth y LOGO (en cartuchos), aunque, están en fase de desarrollo otros, tales como: UCSD, Pascal, Comal y Assembler.

Debido a la buena aceptación que ha tenido este sistema han surgido gran cantidad de programas de aplicación.

Igualmente, los clubs de usuarios resultan de gran ayuda para la comprensión y mejora del equipo y, al mismo tiempo, editan un gran número de programas de utilidad, que hacen extenderse rápidamente la biblioteca de software.

Además, están ya disponibles algunas hojas de trabajo especializadas, capaces de resolver problemas concretos del usuario; por ejemplo, el EasyCalc, que es una adaptación del conocido VisiCalc; para llevar la agenda existe una aplicación denominada Name Machine y para el tratamiento de textos se dispone del Word Machine.

Por otro lado, es de esperar que se puedan utilizar muchos de los programas escritos para el sistema operativo CP/M-80, una vez que se creen las versiones en el formato de disco de COMMODORE.

Los programas en cartucho destinados al VIC-20 no se pueden enchar a la COMMODORE-64 debido a ciertas incompatibilidades entre ambos sistemas.

Capítulo II.- Elaboración del programa en lenguaje BASIC.

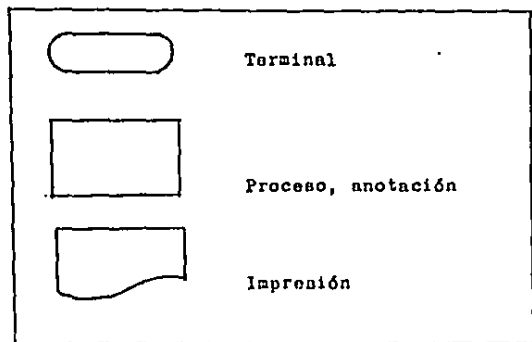
Para que un sistema computarizado funcione requiere de que se realice un adecuado acoplamiento en las dos partes que conforman dicho sistema, es decir, entre el hardware que es el conjunto de dispositivos físicos que constituyen una computadora, y el software o programación de la computadora.

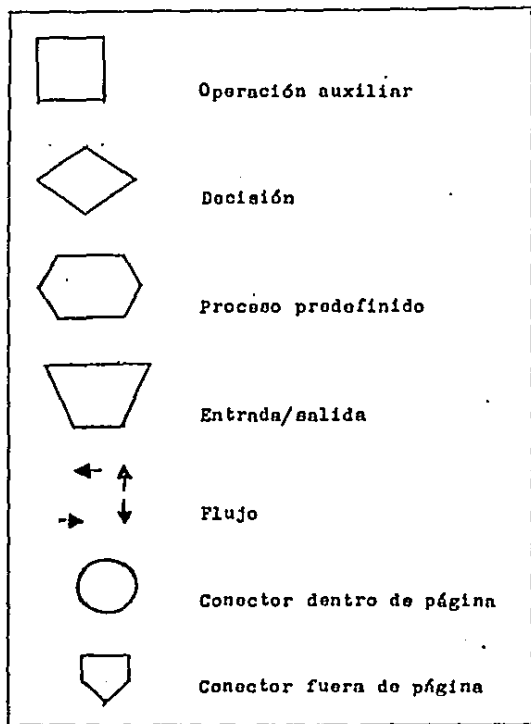
La función de este capítulo es la realización del software que se requiere para cumplir con el objetivo de esta tesis.

Para realizar un programa en cualquiera de los lenguajes de alto nivel existentes tales como el BASIC, COBOL, FORTRAN, C, Pascal, entre otros, o en lenguaje ensamblador se requiere de construir primero un diagrama de flujo.

El diagrama de flujo es la representación gráfica, por medio de símbolos, de lo que se desea que haga una computadora.

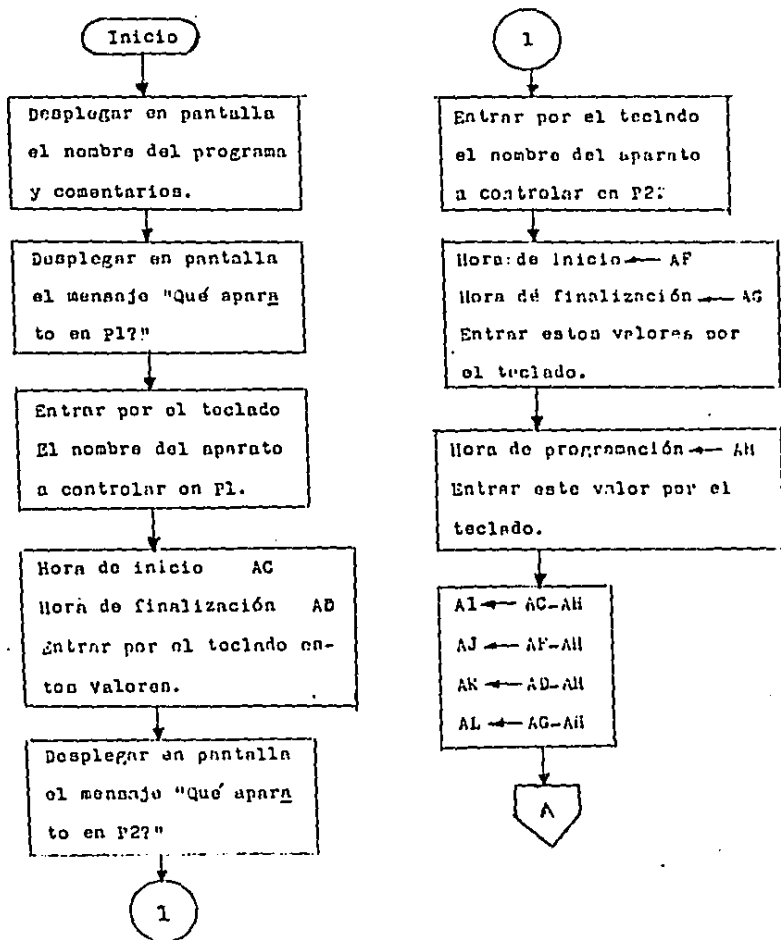
Los símbolos principales de un diagrama de flujo son:

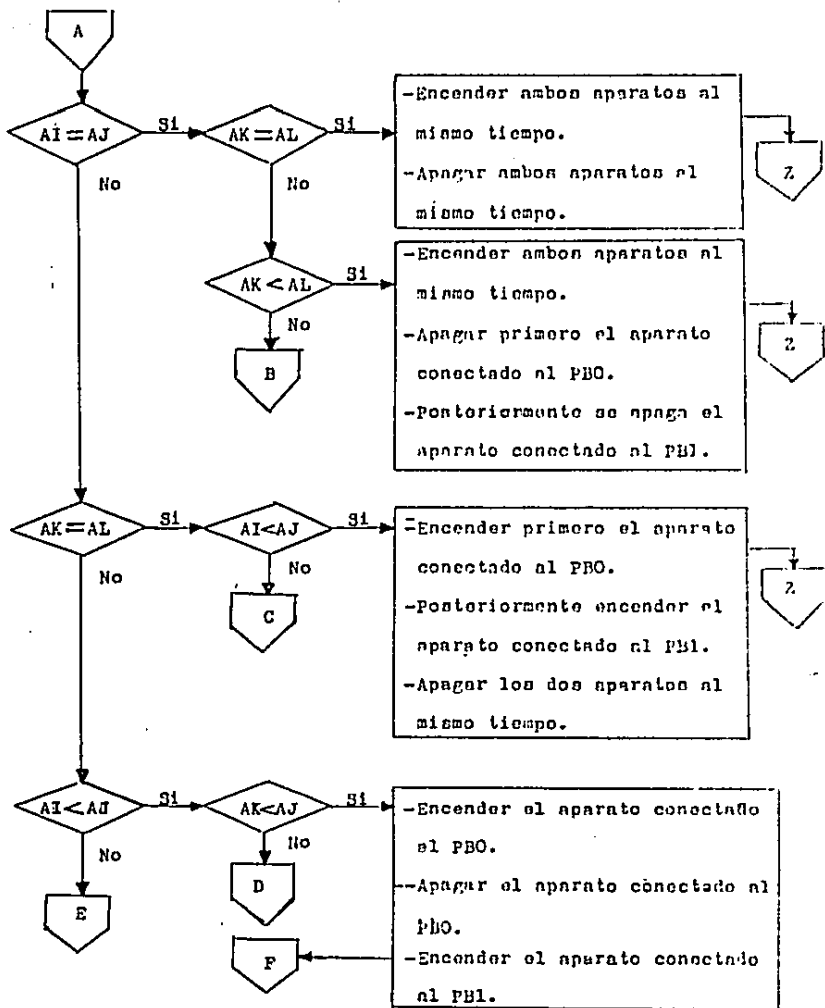


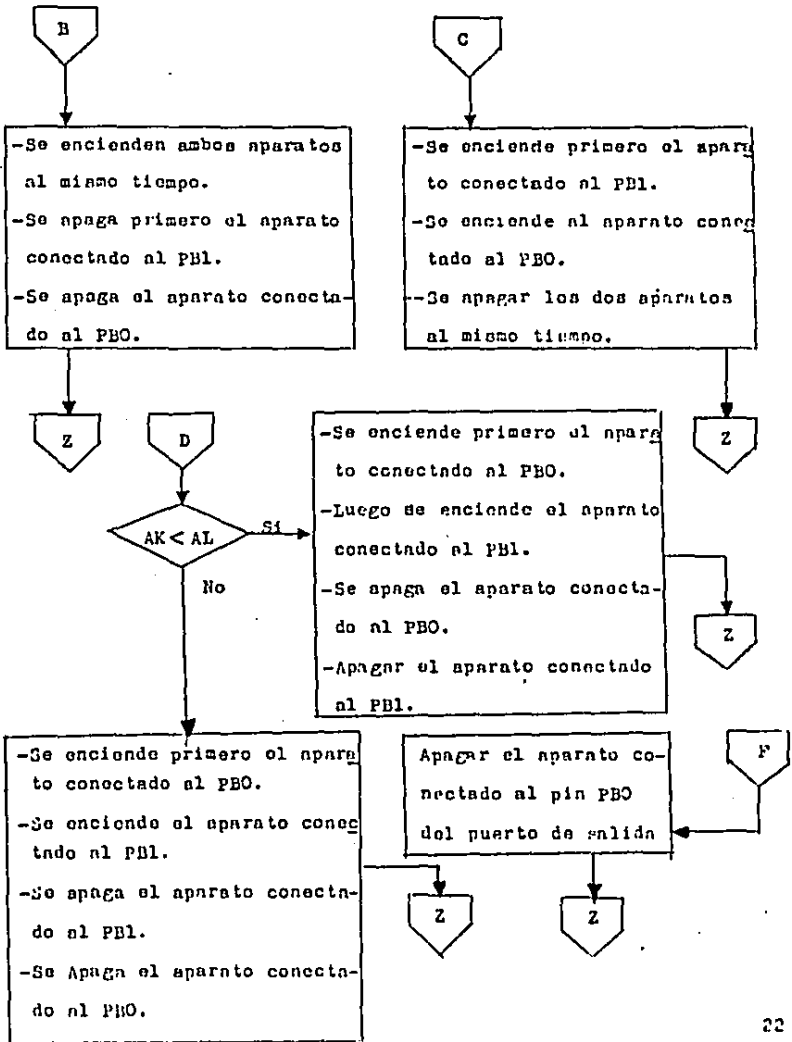


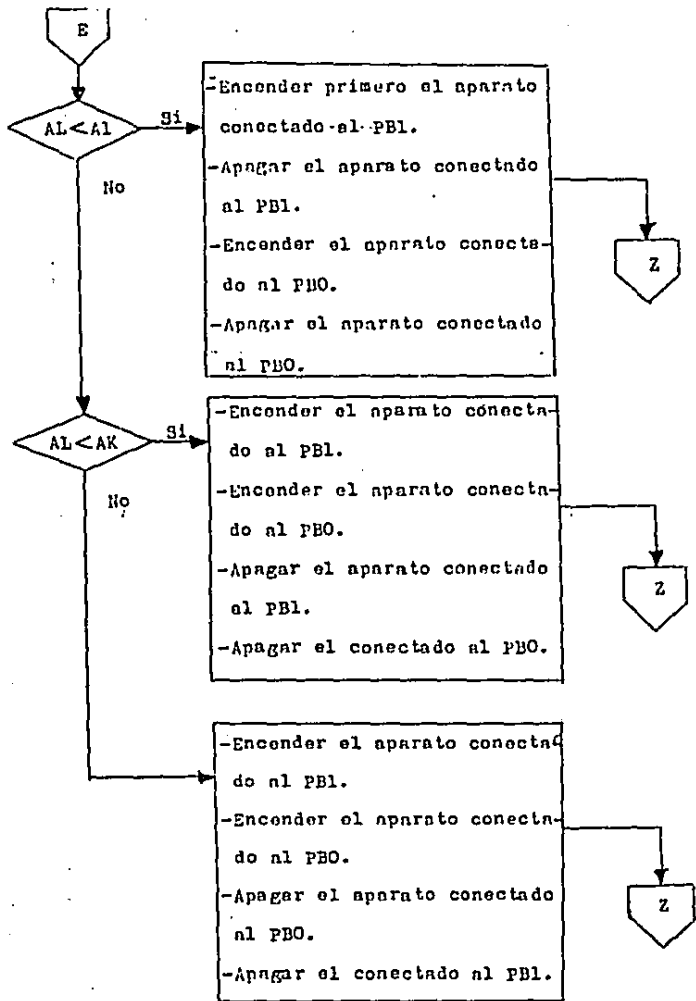
Simbolos mas comunes de un diagrama de flujo. (continuación).

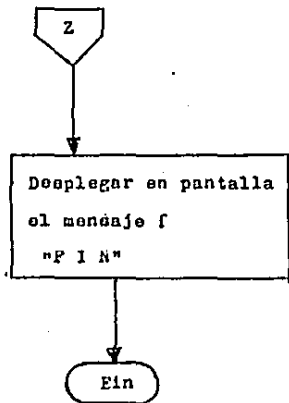
La siguiente figura muestra el diagrama de flujo necesario para e laborar un programa que realice el objetivo de este proyecto.











Cabe hacer notar que, para activar las salidas de cualquier computadora ajena a la línea Sigma Commodore se requiere de su propio manual de instrucciones, ya que las instrucciones utilizadas en el siguiente programa son exclusivas de la Commodore-64 y Commodore-64C.

A continuación se muestra el listado del programa.

```
5 PRINT "PROGRAMA PARA LA COMPUTADORA"
6 PRINT "SIGMA COMMODORE-64 Y 64C."
10 PRINT "ESTE PROGRAMA CONSTITUYE"
11 PRINT "SOFTWARE QUE SE UTILIZARA"
12 PRINT "PARA EFECTUAR LA AUTOMATIZA-"
13 PRINT "CION DEL ENCENDIDO Y APAGADO"
14 PRINT "DE DOS APARATOS ELECTRODO-"
15 PRINT "MESTICOS."
20 PRINT "LOS PINES DEL PUERTO DE USUA-"
21 PRINT "RIO SE DESIGNAN CON LA LETRA"
22 PRINT "P SEGUIDA DEL NUMERO DE"
23 PRINT "PIN."
24 PRINT "QUE APARATO EN P1?"
25 INPUT "P1="; A$
26 PRINT "DAME HORA DE INICIO Y FIN"
27 PRINT "PARA:"
28 PRINT "QUE FUNCIONE TU"; A$
29 INPUT "HORA DE INICIO "; AC
30 INPUT "HORA DE FINALIZACION "; AD
31 BA=INT(AC):BB=AC-BA
32 BB=BB*(0.5/30):AC=BA+BB
33 BC=INT(AD):BD=AD-BC
34 BD=BD*(0.5/30):AD=BC+BD
35 PRINT "QUE APARATO EN P2?"
36 INPUT "P2="; A$
```

```

37 PRINT "DAME HORA DE INICIO Y FIN"
38 PRINT "PARA: "
39 PRINT "QUE FUNCIONE TU";AES
40 INPUT "HORA DE INICIO=";AF
41 INPUT "HORA DE FINALIZACION ";AG
42 BE=INT(AF):BG=AF-BE
43 BG=BG*(.5/.30):AF=BE+BG
44 BH=INT(AG):BI=AG-BH
45 BI=BI*(.5/.30):AG=BH+BI
50 INPUT "HORA DE PROGRAMACION ";AH
51 BJ=INT(AH):BK=AH-BJ
52 BK=BK*(.5/.30):AH=BJ+BK
60 AI=AC-AH:AJ=AF-AH
70 AK=AD-AH:AL=AG-AH
80 IF AI<AJ THEN 110
90 IF AK<AL THEN 260
100 GOTO 300
110 IF AK<AL THEN 130
120 GOTO 160
130 AN=3:AM=AI:GOSUB 1000
140 AH=0:AM=AD-AC:GOSUB 1000
150 GOTO 600
160 IF AK<AL THEN 180
170 GOTO 220
180 AN=3:AM=AI:GOSUB 1000
190 AN=2:AM=AD-AC:GOSUB 1000

```

200 AN=0:AM=AG-AD:GOSUB 1000
210 GOTO 690
220 AN=3:AM=AI:GOSUB 1000
230 AN=1:AM=AG-AC:GOSUB 1000
240 AN=0:AM=AD-AG:GOSUB 1000
250 GOTO 690
260 IF AI<AJ THEN 270
265 AN=2:AM=AJ:GOSUB 1000
267 AN=3:AM=AC-AF:GOSUB 1000
268 AN=0:AM=AD-AC:GOSUB 1000
270 GOTO 690
272 AN=1:AM=AI:GOSUB 1000
275 AN=3:AM=AF-AC:GOSUB 1000
280 AN=0:AM=AD-AF:GOSUB 1000
290 GOTO 690
300 IF AI<AJ THEN 320
310 GOTO 510
320 IF AK<AJ THEN 340
330 GOTO 390
340 AN=1:AM=AI:GOSUB 1000
350 AN=0:AM=AD-AC:GOSUB 1000
360 AN=2:AM=AF-AD:GOSUB 1000
370 AN=0:AM=AG-AF:GOSUB 1000
380 GOTO 690
390 IF AK<AL THEN 410
400 GOTO 460

410 AN=1:AM=AI:GOSUB 1000
420 AN=3:AM=AF-AC:GOSUB 1000
430 AN=2:AM=AD-AF:GOSUB 1000
440 AN=0:AM=AC-AD:GOSUB 1000
450 GOTO 690
460 AN=1:AM=A1:GOSUB 1000
470 AN=3:AM=AF-AC:GOSUB 1000
480 AN=1:AM=AG-AF:GOSUB 1000
490 AN=0:AM=AD-AG:GOSUB 1000
500 GOTO 690
510 IF AL<A1 THEN 530
520 GOTO 580
530 AN=2:AM=AJ:GOSUB 1000
540 AN=0:AM=AG-AF:GOSUB 1000
550 AN=1:AM=AC-AG:GOSUB 1000
560 AN=0:AM=AD-AC:GOSUB 1000
570 GOTO 690
580 IF AL<AK THEN 600
590 GOTO 650
600 AN=2:AM=AJ:GOSUB 1000
610 AN=3:AM=AC-AF:GOSUB 1000
620 AN=1:AM=AG-AC:GOSUB 1000
630 AN=0:AM=AD-AG:GOSUB 1000
640 GOTO 690
650 AN=2:AM=AJ:GOSUB 1000
660 AN=3:AM=AC-AF:GOSUB 1000

```
670 AN=2:AM=AD-AC:GOSUB 1000
680 AN=0:AM=AG-AD:GOSUB 1000
690 PRINT "F I N"
700 END
1000 AM=AM*216000:GOSUB 1060
1010 AT=AR-AS:IF AT AM THEN 1040
1020 GOSUB 1110
1030 GOTO 1010
1040 GOSUB 1150
1050 RETURN
1060 AO=PEEK(160):AP=PEEK(161)
1070 AQ=PEEK(162)
1080 AR=AQ+((256)*AP)+(65536*AO)
1090 PRINT "TIEMPO DE INICIO"
1100 AS=AR
1110 AO=PEEK(160):AP=PEEK(161)
1120 AQ=PEEK(162)
1130 AR=AQ+((256)*AP)+(65536*AO)
1140 PRINT "TIEMPO NUEVO":RETURN
1150 AU=56579:POKE AU,AN:RETURN
```


El programa mostrado en las páginas anteriores realiza la acción de automatizar el encendido y apagado de únicamente dos aparatos electrodomésticos que funcionen con la energía de 120 volts de corriente alterna, pero, si observamos el diagrama de flujo, podríamos ampliar el número de aparatos a controlar. Esto se logra aumentando el número de variables para el inicio y finalización del funcionamiento de cada aparato, y por ende aumentar las tablas de decisión.

Pues bien, después de poner en claro la capacidad del programa, trataremos ahora de explicar el funcionamiento del mismo.

De la línea 5 a la 15 se define el objetivo del programa. De la línea 20 a la 23 se indica la nomenclatura utilizada para las salidas (Pines) del puerto de usuario, a donde se deben conectar los interfaces de cada aparato a controlar, cuyo diseño se hace en el capítulo III.

De la línea 24 a la 30 se despliegan en pantalla mensajes para que se introduzcan por el teclado el nombre de uno de los aparatos a controlar, la hora de inicio y finalización para el funcionamiento de éste.

En el bloque subsiguiente, de la línea 31 a la 34 se hace una conversión del número que se introdujo por el teclado, ya que el "reloj" interno del computador, llamado reloj de "Jiffy", difiere de los relojes ordinarios en cuanto a las magnitudes numéricas que se manejan, es decir, un ciclo de reloj ordinario es de 0 a 60 en segundos o minutos, y en la computadora es de 0 a 1; por ejemplo: si la hora de encendido de cierto aparato es a las 5:30, se introduce 5.30

e internamente equivale a 5.5.

De la línea 35 a la 45 se efectúa lo mencionado en el párrafo anterior para el segundo aparato.

En las líneas 50 a 52 se despliega el mensaje para introducir el tiempo de programación y se realiza la conversión ya mencionada.

En las líneas 60 y 70 se obtienen las diferencias entre el tiempo de encendido y apagado, y el tiempo de programación para indicarle al computador la duración de operación de los aparatos.

A partir de la línea 80 comienzan las comparaciones entre los tiempos mencionados; con lo cual se indica a la computadora qué aparato enciende primero y cuál se debe apagar al final. Dentro de este bloque de líneas, ya que se define la operación a realizar, se requiere de la participación de una subrutina principal que se encuentra en la línea 1000. Dentro de esta subrutina principal se encuentra otra subrutina en la línea 1060, de esta línea a la 1080 se emplea el reloj para el tiempo de inicio que se iguala a una variable (línea 1100).

En el siguiente bloque de líneas 1110 a 1130 se emplea de nuevo el reloj para dar el nuevo tiempo, que se compara con el anterior (en la línea 1010 de la subrutina principal), para establecer ya sea el tiempo de espera entre el tiempo de programación y el encendido, o el tiempo que debe durar encendido cada aparato. Cuando no ha cumplido este tiempo, el control del programa se envía a la línea 1150 que es otra subrutina donde se realiza la activación de las salidas del puerto de usuario. Después de esto se retorna a la subrutina

principal y posteriormente al programa principal, donde se establecen de nuevo otras variables para realizar de nuevo la operación especificada en la línea 1000, retornar de nuevo al programa principal hasta que se termina el tiempo de funcionamiento de ambos aparatos.

A continuación se muestra una tabla con las variables utilizadas en este programa.

AB\$.-Variable alfabética a la que se asigna el nombre del primer aparato a controlar.

AC.-Hora de encendido del aparato conectado al PBO.

AD.-Hora de apagado del aparato conectado al PBO.

Las variables BA y BB se utilizan para hacer la conversión de las magnitudes de tiempo introducidas por el teclado a las que maneja internamente la computadora, con lo que se obtiene un nuevo valor de AC.

Las variables BC y BD se utilizan para realizar lo mencionado anteriormente pero para AD.

AE\$.-Variable alfabética a la que se asigna el nombre del segundo aparato a controlar.

AF.-Hora de encendido del aparato conectado al PBI.

AG.-Hora de apagado del aparato conectado al PBI.

Las variables BE, BG, BH y BI se emplean para efectuar la operación de conversión ya mencionada, pero para AP y AG.

AH.-Es el tiempo de programación.

Las variables BJ y BK se utilizan para la conversión que se indicó en las variables anteriores, pero ahora para AH.

AI.-Se emplea para obtener el tiempo de espera para encender el aparato conectado al pin PEO.

AJ.-Es el tiempo de espera para encender el aparato conectado al PBI.

AK.-Es el tiempo de espera para apagar el aparato que se conecta al PBO.

AL.-Es el tiempo de espera para apagar el aparato conectado al PBI.

AM.-Esta variable toma el valor del tiempo que se debe esperar para encender o apagar cada uno de los aparatos.

AN.-A esta variable se asigna el número que se emplea en la línea 1150 para activar los pines del puerto de usuario.

Las variables AO, AP y AQ se emplean en el reloj interno de la computadora.

AR.-Esta variable tiene dos usos: Primero toma el valor del tiempo de inicio y la variable AS toma ese valor, posteriormente AR toma el valor del nuevo tiempo que se resta con el anterior, asignando el resultado a la variable AT que se compara con AM. Cuando AT es mayor o igual que AM se continúa con la línea 1150.

AU.-A esta variable se asigna el número de la posición de memoria del registro de direcciones de entrada/salida de los pines PEO a PB7 del puerto de usuario.

Capítulo III.- Diseño del interface.

En la introducción de este proyecto se definió al interface de la computadora como un dispositivo cuya finalidad es la de conectar de manera "compatible y coordinada" una computadora con el mundo exterior. Pues bien, la compatibilidad a la que se refiere está relacionada con los niveles de tensión y corriente, así como del tipo de señal que se tiene en las salidas de la computadora, por lo que el interface debe ser diseñado para admitir esas señales.

Las salidas del puerto de usuario, cuyo diagrama se muestra en la figura 3.1, son normalmente altas de 5 volts C.D. y unos cuantos mA. De lo anterior deducimos que este puerto funciona con lógica negativa, es decir, con salidas bajas activas.

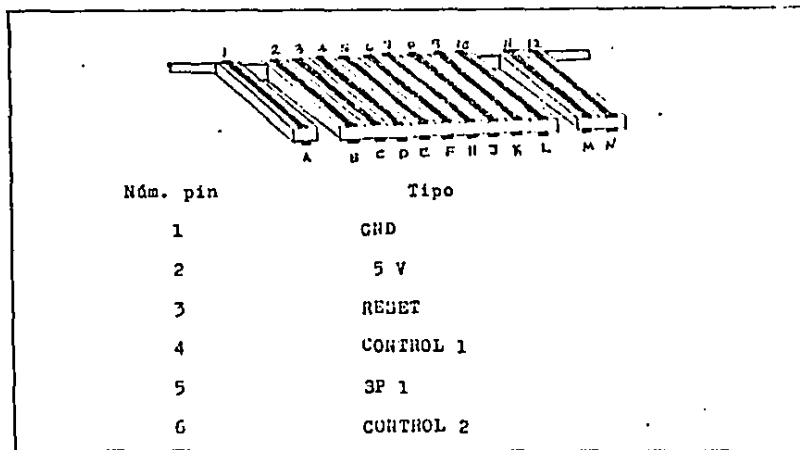


Figura 3.1 Diagrama de terminales del port del usuario.

Núm. pin	Tipo
7	SP 2
8	PC 2
9	SERIE ATM IN
10	9 V (100 mA máx.)
11	9 V (100 mA máx.)
12	GND
A	GND
B	FLAG 2
C	PB0
D	PB1
E	PB2
F	PB3
H	PB4
J	PB5
K	PB6
L	PB7
M	PA2
N	GND

Figura 3.1 Diagrama de terminales del port del usuario.

Con los datos obtenidos podemos establecer que el interface requiere de un circuito inversor, con el cual se proporcione voltaje a las etapas subsiguientes del circuito.

Ahora, considerando que la operación que se desea realizar es la de conmutación y tomando en cuenta que los electrodomésticos a controlar funcionan con 120 v. de corriente alterna (valor rms.), concluimos que el dispositivo que cumple con los requisitos mencionados es el "Triac" (figura 3.2). Este es un dispositivo semiconductor que posee tres terminales: MT1, MT2 y Gate (puerta). Las letras MT son las iniciales de Main Terminal (Terminal principal) por las cuales circula la corriente en ambos sentidos, siempre y cuando exista un voltaje C.D. en la tercer terminal, es decir, el Gate. En esta terminal a la que se aplicará la señal de control que se obtiene de las salidas del puerto de usuario, empero como ya dijimos el puerto de usuario proporciona una corriente muy pequeña, que sólo se puede utilizar para activar un optoacoplador diodo-SCR (figura 3.3), cuyo diodo admite corrientes de 50 mA. a 60 mA., es decir, que si se le demandara esta corriente al puerto de usuario, se dañarían los circuitos del computador.

Para que exista una adecuada sincronización entre el circuito que suministra energía al Gate de Triac y la corriente que alimenta a la carga (aparato electrodoméstico), una porción de esta última debe utilizarse para alimentar el dispositivo optoacoplador, pero como el tipo de señal de la corriente del Triac (corriente alterna) es diferente a la que emplea el SCR (corriente directa), se requiere de un

circuito que realice la conversión adecuada, o sea, un circuito rectificador (puente de diodos).

Por lo tanto el diagrama eléctrico del interface es el mostrado en la figura 3.4.

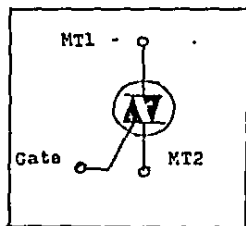


Figura 3.2 Triac.

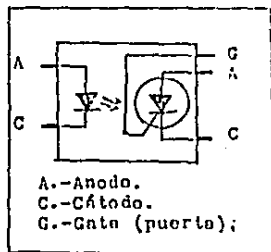
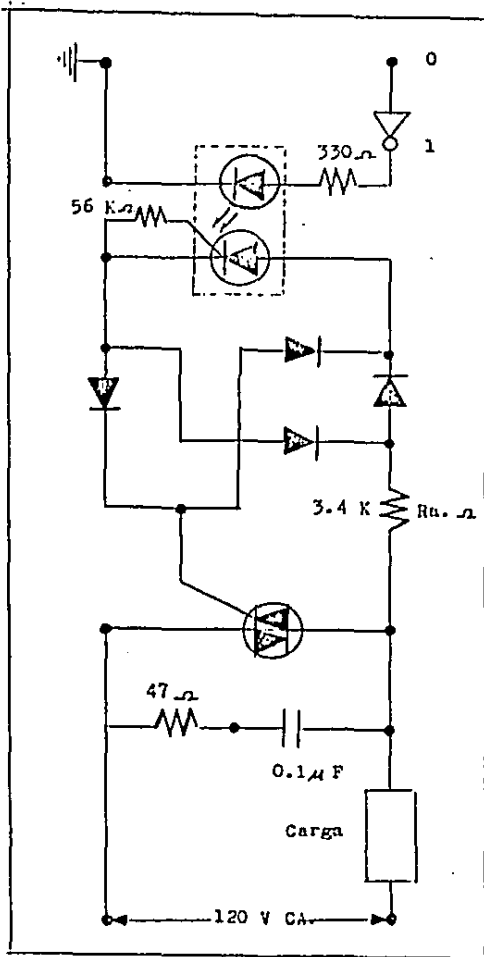


Figura 3.3 Optocoplador.
de diodo-SCH.

Figura 3.4.-Diagrama eléctrico del interface.



Analicemos ahora el circuito obtenido. Puesto que en cierto momento se aplica un voltaje de pico (voltaje máximo), o sea 120 V., en las terminales del Trinc y tomando en cuenta que la corriente que debe fluir por la resistencia R_a debe ser del orden de 50 mA., que es la máxima corriente que admite el optoacoplador; entonces R_a debe ser de:

$$R_a = \frac{120\sqrt{2}}{50 \times 10^{-3}} = 3394 \text{ } \Omega$$

y una potencia de $I^2 R_a = (50 \times 10^{-3})^2 (3394) \cong 8.5 \text{ W.}$

Antes de resumir el funcionamiento del interface, describiremos cada elemento de este.

1.-Inversor: Este es un dispositivo semiconductor de dos terminales que pertenece a una rama de la electrónica digital llamada lógica combinatoria. Como su nombre lo dice, este dispositivo invierte el valor lógico que tiene en su entrada, es decir, si en su entrada tiene un 1 lógico (5 v.), en su salida habrá un 0 lógico (0 volts), y en el caso contrario si tiene un 0 lógico en su entrada, en su salida habrá un 1 lógico (figura 3.5).

2.-Diodo: Este elemento tiene dos terminales, una llamada ánodo y otra llamada cátodo. Este dispositivo conduce la energía eléctrica en un solo sentido, sólo cuando la polaridad del voltaje aplicado es igual a la mostrada en la figura 3.6. Si la polaridad es la inversa no existe conducción.

3.-Optoacoplador de diodo y SCR: Este dispositivo es una combinación de un diodo emisor de luz que es una variante del dispositivo mencio

nado anteriormente y de otro conocido como rectificador controlado de silicio (SCR), el cual tiene tres terminales que son: ánodo, cátodo y gate (puerta). Este elemento funciona como un diodo cuando en el gate existe un voltaje. Si no hay voltaje en el gate, el SCR no conduce aunque esté polarizado correctamente (figura 3.7).

El nombre de optoacoplador se debe a que cuando hay un voltaje en los terminales del diodo y circula una corriente, éste emite luz que es captada por el gate del SCR y permite que éste conduzca si entre sus terminales ánodo y cátodo existe una polaridad correcta.

4.-Puente de diodos (rectificador): Este dispositivo se encuentra en el mercado como un circuito integrado, o puede ser construido con cuatro diodos (figura 3.8). Su función consiste en rectificar una señal senoidal que se aplica a su entrada para obtener en su salida una señal de corriente directa.

5.-Triac: Su funcionamiento es similar al del SCR, la única diferencia es que el Triac puede conducir en dos direcciones, es decir, puede funcionar con corriente alterna.

6.-Resistor: Es un elemento de dos terminales y su función es la de oponerse al paso de la corriente (figura 3.9).

7.-Capacitor: Este dispositivo tiene dos terminales. Es conocido como elemento pasivo pues almacena energía durante un determinado tiempo y la entrega durante otro (figura 3.10).

El funcionamiento del interfaz (figura 3.4), se resume en lo siguiente: Se aplica un voltaje senoidal de 120 V. a las terminales

mostradas en la figura, pero no circulará corriente por la carga por que no hay voltaje en el *gate* del Triac. En el momento en que se tiene una salida baja en el puerto de usuario, el inversor proporciona energía al diodo del optocoplador, el cual hace funcionar al SCR, parte de la corriente que circula por éste, se aplica al *gate* del Triac permitiendo que se cierre el circuito y se encienda el aparato que en el instante de conducción queda en serie con el Triac. El aparato se apaga cuando la salida del puerto de usuario retorna al estado alto; esto hace que la salida del inversor retorne al estado bajo, con esto ya no se suministra energía al circuito. Ante esta situación, cuando el voltaje senoidal pasa por cero (al cambiar de polaridad), deja de alimentar al SCR, y éste a su vez al *gate* del Triac abriéndose el circuito.

Finalmente, cabe destacar que el capacitor tiene la función de amortiguar el efecto de una carga inductiva. Si no se colocara este capacitor, el efecto producido por este tipo de carga podría disparar el TRIAC en un tiempo no establecido.

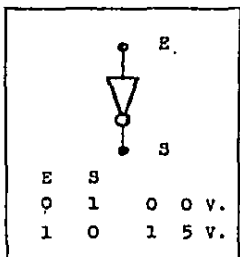


Figura 3.5 Inversor.

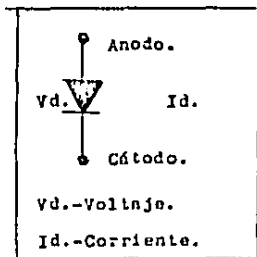


Figura 3.6 Diodo.

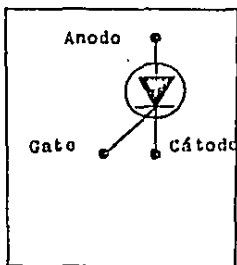


Figura 3.7 SCR.

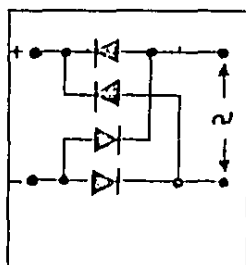


Figura 3.8 Puente de diodos.

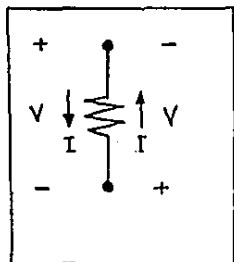


Figura 3.9 Resistor.

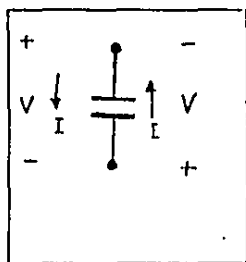


Figura 3.10 Capacitor.

Capítulo IV.- Construcción del circuito impreso, prueba y evaluación del sistema completo.

En este capítulo se realizará el diseño y construcción del circuito impreso correspondiente al diagrama eléctrico del interfaz. Además se construirá la caja de conexiones de los aparatos a controlar y el sistema.

Es función también de este capítulo, realizar las pruebas pertinentes al sistema completo para, anotar las características de éste.

En este proyecto se realiza el diseño y construcción de un sistema que realice de manera automática la operación de encendido y apagado de aparatos electrodomésticos, pero, como ya se mostró en el programa en BASIC, sólo se realiza el control para dos aparatos, por lo tanto, el circuito impreso del interface mostrado en las figuras 4.1 y 4.2 contiene los elementos correspondientes al control de sólo dos electrodomésticos.

En la figura 4.1 se encuentran dibujados los componentes del circuito en la posición que deben guardar sobre la placa para impresoras. La figura 4.2 muestra la parte posterior de la placa, en la cual están las pistas de cobre que unen los elementos del circuito. Ambas figuras están a escala 1 a 1.

El material requerido para la construcción del interface es el siguiente:

1 Circuito integrado 7404 de la familia TTL, que contiene seis inversores.

8 Diodos IN 4003.

2 TRIAC Q 4015 L5.

2 Optoacopladores diodo-SCR GE H11C3

2 Capacitores cerámicos de 0.1 μ F

2 Resistencias de 3.4 K. Ω a 5 W.

2 Resistencias de 47 Ω .

2 Resistencias de 330 Ω .

4 Bornes para conectarse con plug o caiman.

1 Placa para circuito impreso de 10 * 20 cm.²

La construcción del circuito impreso se puede encargar a lugares especializados en la elaboración de éstos, o puede realizarse en casa de la siguiente manera:

Se requiere 1/2 litro de percloruro férrico, marcador de tinta sintética, soldadura de estaño-plomo, solvente para tinta, taladro y un recipiente de plástico en cuyo piso quede bien asentada la placa. Primero se dibujan las pistas del circuito en papel milimétrico cuidando que la posición de los componentes corresponda exactamente a la de las terminales de cada pista. Luego se calca el circuito sobre la placa de cobre y se trazan las líneas con el marcador. Ya que se marcaron bien éstas, se sumerge la placa en un recipiente al que previamente se vertió el percloruro férrico, aquí permanece durante 8 horas aproximadamente hasta observar que ha desaparecido el cobre de la placa y sólo quedan las líneas trazadas. Cuando se ha cumplido lo mencionado anteriormente, se retiran de la placa las líneas de tinta utilizando para esto un trozo de tela que contenga el

solvente hasta que se descubran las pistas de cobre. El siguiente paso es la perforación de la placa empleando brocas de un diámetro ligeramente mayor que el diámetro de las terminales de los componentes. Cuando se han hecho todas las perforaciones, se colocan los componentes en la parte posterior a la cara de la placa que cubren las pistas, se introducen las terminales de éstos en dichas perforaciones y con un cautín tipo lápiz y soldadura de estaño se procede a soldar las terminales con los segmentos de cobre que circundan la perforación. Para mayor información acerca de esto, consulte ELECTRONICA Enciclopedia práctica de Ediciones Nueva Lente.

En lo que respecta a las conexiones que se deben realizar entre la computadora, el interface y los aparatos a controlar, éstas se pueden realizar en una pequeña caja de $8 \times 8 \times 8$ cm³. La figura 4.3 muestra la manera en que se deben realizar las conexiones.

Ya que se conectó el sistema, se hicieron pruebas con lapsos cortos de tiempo, es decir, la diferencia de tiempo entre una operación de encendido y apagado fué de 1 minuto aproximadamente y no se apreciaron demoras en la respuesta 2 segundos aproximadamente. Esta demora puede dar resultados no deseados para tiempos mayores, es decir, por cada hora habrá dos minutos de retraso. Una solución al problema es restarle a la variable AM del programa 2 minutos por cada hora de diferencia entre los tiempos que asignan el valor a dicha variable.

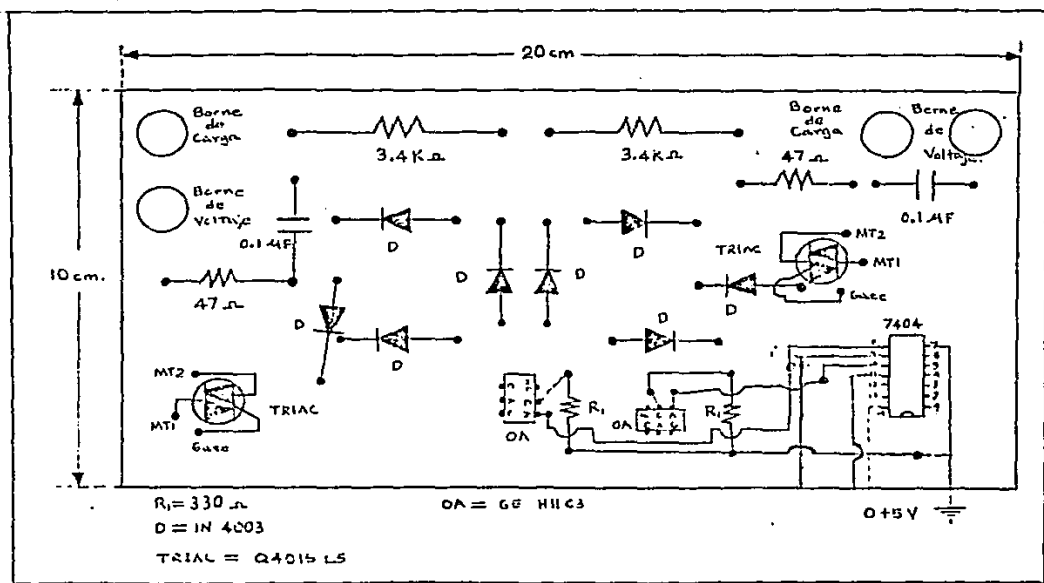


Figura 4.1.-Disposición de los componentes en la tableta.

Figura 4.2.-Circuito impreso del interface.

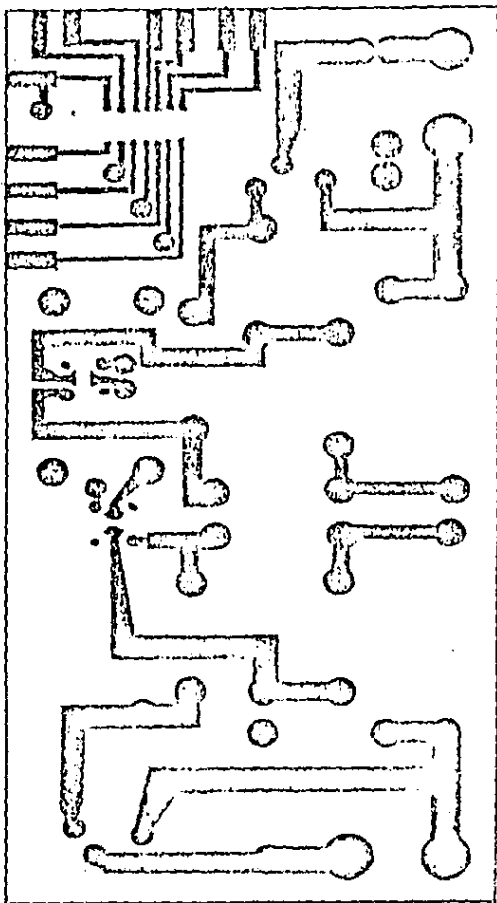
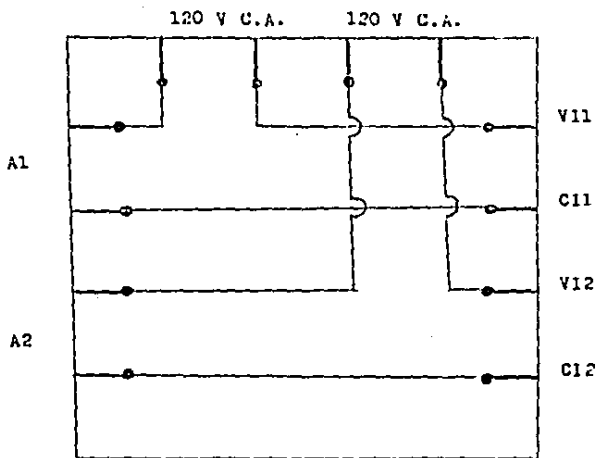


Figura 4.3.-Diagrama de conexiones: Aparatos-interfaco-C.A.



A1.-Terminales del aparato N^o 1.

A2.-Terminales del aparato N^o 2.

V11.-Terminal del interfase denominada borne de voltaje correspondiente al pin PBO.

C11.-Terminal del interfase denominada borne de carga correspondiente al pin PBO.

Los terminales V12 y C12 son borne de voltaje y borne de carga del interfase correspondientes al pin P21.

Conclusiones.

Este proyecto de tesis constituye sólo uno de las muchas aplicaciones de las computadoras en los sistemas de control automático.

ESTA TESIS NO DEBE SALIR DE LA BIBLIOTECA

Con lo que se realizó en este trabajo, no pretende contribuir en alguna manera a la satisfacción de las necesidades humanas, en el caso la comodidad.

Con todo lo escrito en las páginas anteriores no demuestra que las aplicaciones de la electrónica y la computación no se limitan únicamente a resolver problemas a nivel industrial, sino que también colaboran a realizar de una manera rápida y eficiente algunas actividades domésticas.

Para concluir con este trabajo debemos hacer notar que, toda actividad humana que proporcione bienestar común, debe ser estudiada, perfeccionada y difundida, para obtener cada día un mundo mejor en el que reine la paz.

Bibliografía:

- Maloney, Timothy J. Electrónica industrial: dispositivos y sistemas. México, Prentice Hall, 1986, 567 pp.
- Boylestad, Robert. et. al. Electrónica: Teoría de circuitos. 3a ed. México, Prentice Hall, 1986, 784 pp.
- Electrónica: Enciclopedia práctica. 4 tomos. Madrid, Ediciones Nueva Lente, 1982, 1040 pp.
- Heilborn, John. et. al. Commodore 64: Guía del usuario. México, McGraw-Hill, 1985, 446 pp.
- SE Series Solid State Replacement Guide. U.S.A, RCA, 1986.