

CENTRO DE INVESTIGACION CIENTIFICA Y DE
EDUCACION SUPERIOR DE ENSENADA

SISTEMA DE TRANSFERENCIA DE DATOS
UTILIZANDO EL DUCTO IEEE-488

TESIS
MAESTRIA EN CIENCIAS

DAVID SILVA GARCIA

RESUMEN de la tesis de David Silva García,
presentada como requisito parcial para la obtención del
grado de MAESTRO EN CIENCIAS en FISICA APLICADA con opción en
ELECTRONICA Y TELECOMUNICACIONES. Ensenada, Baja California,
México. Junio de 1982.

SISTEMA DE TRANSFERENCIA DE DATOS
UTILIZANDO EL DUCTO IEEE-488

Resumen aprobado:


M. en C. Moisés Castro D.
Director de Tesis

Se describe el diseño e implementación de las interfaces de un conductímetro de agua marina y una grabadora digital de cinta magnética que cumplen con la norma para la interconexión digital de instrumentos programables IEEE-488. Estas interfaces son controladas por una pareja amo-esclavo de procesadores.

Tanto el conductímetro como la grabadora forman parte de un proyecto más amplio, el diseño de un medidor automático de conductividad, presión y temperatura (C.P.T.) del agua marina, en proceso de desarrollo en el C.I.C.E.S.E.

Ambas interfaces utilizan solo una fuente de alimentación de +5 volts y, en general, se implementaron utilizando circuitos tipo Schottky de baja potencia.

Los puntos más importantes en el desarrollo de este trabajo fueron:

- Diseño de las funciones de interfaz apropiadas a cada una de las dos interfaces

- Implementación y prueba de cada función de interfaz por separado

- Realización de la programación necesaria para llevar a cabo la comunicación entre el controlador y la grabadora y entre el controlador y el conductímetro

- Construcción y prueba de la interfaz de la grabadora

- Construcción y prueba de la interfaz del conductímetro

CENTRO DE INVESTIGACION CIENTIFICA Y DE
EDUCACION SUPERIOR DE ENSENADA

DEPARTAMENTO DE FISICA APLICADA

SISTEMA DE TRANSFERENCIA DE DATOS
UTILIZANDO EL DUCTO IEEE-488

TESIS

que para cubrir parcialmente los requisitos necesarios para
obtener el grado de MAESTRO EN CIENCIAS presenta

DAVID SILVA GARCIA

Ensenada, B.C. , Junio de 1982.

TESIS APROBADA PARA SU DEFENSA POR:

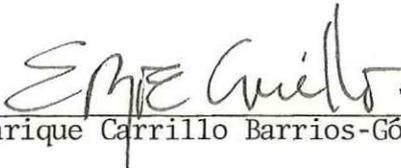
M.C. Moises Castro Delgado, Director del Comité

Dr. Enrique Mitrani Abenchuchan, Miembro del Comité

M.C. Carlos Duarte Muñoz, Miembro del Comité

M.C. Jaime Sánchez García, Miembro del Comité

M.C. Martín Celaya Barragán, Director de la División de Física Aplicada



Dr. Enrique Carrillo Barrios-Gómez, Director Académico

Tesis presentada en julio 7, 1982.

DEDICATORIA

Con cariño y respeto a mis padres BLANCA y FLORENCIO,
por el apoyo que siempre me han brindado.

A mis hermanos José Florencio, Raúl y Blanca.

A mi novia Laura Elena.

AGRADECIMIENTOS

A mi asesor y director de tesis M. en C. Moisés Castro Delgado por la ayuda que me brindó para la realización del presente trabajo.

A los miembros de mi comité de tesis, Dr. Enrique Mitrani, M. en C. Jaime Sánchez y M. en C. Carlos Duarte por las observaciones y revisión del material de esta tesis.

A mis compañeros y amigos por sus palabras de aliento y ayuda desinteresada a lo largo de mis estudios de postgrado.

A todo el personal del CICESE.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, CONACYT por su apoyo económico.

CONTENIDO

	Página
I.-INTRODUCCION	1
II.-NORMA PARA LA INTERCONEXION DIGITAL DE INSTRUMENTOS PROGRAMABLES: IEEE-488	6
II.1.- Datos históricos	6
II.2.- Objetivos de la norma	7
II.3.- Descripción general de la norma	9
II.3.1.- Especificaciones mecánicas	9
II.3.2.- Especificaciones eléctricas	10
II.3.3.- Estructura y señales eléctricas del ducto	11
II.3.4.- Funciones a realizar por los dispositivos conectados al ducto	14
II.3.5.- Limitaciones de la norma	23
II.4.- Transmisión y cifrado de los mensajes	24
II.5.- Transferencia de datos	27
III.- DESCRIPCION DEL SISTEMA DE CONTROL	29
III.1.- Aspectos generales del controlador	30
III.1.1.- Aspectos particulares	36
III.2.- Secuencia de las transferencias	37
III.2.1.- Transferencia entre el controlador y la grabadora	38
III.2.2.- Transferencia entre el controlador y el conductímetro	41

	Página
IV.- CIRCUITERIA	44
IV.1.- Método de diseño seguido	44
IV.2.- Interfaz de la grabadora	46
IV.2.1.- Interfaz normalizada	48
IV.2.2.- Circuitería adicional	53
IV.3.- Interfaz del conductímetro	62
IV.3.1.- Interfaz normalizada	64
IV.3.2.- Circuitería adicional	71
IV.4.- Consumo de las interfaces	74
V.- PROGRAMACION	75
V.1.- Aspectos de la programación	76
V.2.- Programa principal	79
V.3.- Programa canal para la comunicación entre el controlador y la grabadora	82
V.4.- Programa canal para la comunicación entre el controlador y el conductímetro	87
VI.- PRUEBAS EXPERIMENTALES Y EQUIPO UTILIZADO	92
VII.- CONCLUSIONES	102
LITERATURA CITADA	105
GLOSARIO	106

	Página
APENDICE I.- Diagramas de estado generales de las funciones de interfaz empleadas	107
APENDICE II.- Diagrama detallado de la interfaz de la grabadora	111
APENDICE III.- Diagrama detallado de la interfaz del conductímetro	120
APENDICE IV.- Listado de los programas	128

LISTA DE FIGURAS

Figura		Página
1	Conector de la norma	10
2	Estructura del ducto y conexión típica	12
3	Partición funcional de un dispositivo	16
4	Secuencia de una transferencia típica de datos en el ducto	28
5	Sistema utilizado como controlador	30
6	Diagrama a cuadros de la microcomputadora SBC-80/20-4	32
7	Diagrama a cuadros del ZT-80	33
8	Diagrama a cuadros de la interfaz de la grabadora	47
9	Diagramas de estado de las funciones L2 y AH1	50
10	Terminaciones del ducto en la interfaz de la grabadora	51
11	Circuito oscilador utilizado en las interfaces	52
12	Circuito para encender y apagar la grabadora y una parte de su interfaz	54
13	Circuito de control para la línea C/D de los serializadores	55
14	Circuito generador del pulso de escritura para los serializadores	56
15	Circuito utilizado para la selección alterna de los serializadores	57
16	Circuito oscilador para la terminal \overline{Tx} de los serializadores	59
17	Diagrama a cuadros de la interfaz del conductímetro	63

Figura		Página
18	Diagramas de estado de las funciones AH1, L4, SH1 T8, RL2 y DT1 de la interfaz del conductímetro	66
19	Terminaciones de las líneas bidireccionales del ducto en la interfaz del conductímetro y circuito selector del sentido de éstas	70
20	Circuito utilizado para encender y apagar el conductímetro y una parte de su interfaz	71
21	Diagrama de flujo del programa principal	81
22	Diagrama de flujo del programa en memoria pública para realizar la transferencia entre el controlador y la grabadora	84
23	Diagrama de flujo del programa en memoria pública para realizar la transferencia entre el controlador y el conductímetro	89
24	Fotografía del ZT-488	94
25	Sistema empleado en la prueba de la programación	95
26	Sistema de prueba para la interfaz de la grabadora	97
27	Sistema de prueba para la interfaz del conductímetro	99
28	Fotografía del prototipo de la interfaz de la grabadora	100
29	Fotografía del prototipo de la interfaz del conductímetro	101

LISTA DE TABLAS

Tabla		Página
I	Mensajes multilínea empleados en la comunicación entre el controlador y la grabadora	40
II	Mensajes multilínea empleados en la comunicación entre el controlador y el conductímetro	43
III	Líneas de interconexión entre la grabadora y su interfaz a través del conector SI	61
IV	Líneas de interconexión entre el conductímetro y su interfaz a través del conector SII	73
V	Localidades en la memoria pública para el envío de las órdenes canal	76
VI	Parámetros de las instrucciones	78
VII	Información transferida a través del ducto durante la ejecución del programa "PGMP"	86
VIII	Información transferida a través del ducto durante la ejecución del programa "PCMP"	91
IX	Nomenclatura de los integrados utilizados en las interfaces	111
X	Asignación de estados de la función AH1	112
XI	Asignación de estados de la función SH1	120

SISTEMA DE TRANSFERENCIA DE DATOS

USANDO EL DUCTO IEEE-488.

I.- INTRODUCCION

La proliferación de controladores y de instrumentos de medición programables, en la década de los setentas, así como los innumerables problemas para la interconexión, en un sistema dado, de diferentes instrumentos realizados por distintos fabricantes, dio la pauta a seguir para la publicación de la norma para la interconexión digital de instrumentos programables IEEE-488.

La primera versión de la norma se publicó en 1975 por el Instituto de Ingenieros en Electrónica y Electricidad(IEEE). Desde entonces a la fecha ha habido, en el mercado mundial, un acelerado crecimiento en el número de instrumentos con capacidad de medición, estímulo, almacenamiento, visualización y control, compatibles con la interfaz de ducto IEEE, como generalmente se le conoce. De esta manera existe actualmente la posibilidad de escoger el mejor de entre una variedad de instrumentos que ejecutan el trabajo deseado y cuentan con la interfaz estandar.

A esta norma se le puede considerar como una solución efectiva para la realización de sistemas automáticos de medición, la cual promete mantenerse como tal por mucho tiempo.

Por otro lado, en el C.I.C.E.S.E se trabaja actualmente en la realización de un medidor automático de conductividad, presión y temperatura (CPT) de agua marina. El conocimiento de estos tres parámetros permiten determinar la salinidad mediante los cálculos numéricos correspondientes, problema de gran importancia en Oceanología.

En el presente trabajo se describe el diseño e implementación de las interfaces de una grabadora digital y de un conductímetro, ambas de acuerdo a las especificaciones de la norma IEEE-488 y a los requerimientos de tales instrumentos. Tanto el conductímetro como la grabadora forman parte del proyecto del CPT.

Se presenta, además, la programación utilizada para que la pareja amo-esclavo de procesadores usados como controlador del ducto desarrollen todas las actividades necesarias de acuerdo a la norma y a las características y necesidades del resto de los instrumentos conectados al sistema.

OBJETIVO.

El objetivo de este trabajo consistió en lograr, por un lado el conocimiento detallado del ducto IEEE para su posible aplicación definitiva en el acoplamiento de los diferentes instrumentos componentes del CPT mencionado, y por otro lado el máximo aprovechamiento de este conocimiento en la interconexión de instrumentos de laboratorio que actualmente cuentan con la citada opción.

Para tal fin se propuso desarrollar las interfaces del conductímetro y la grabadora de acuerdo a los requisitos de la norma.

La interfaz de la grabadora realiza, entre otras, la función de recibir y descifrar varias órdenes entre las que destacan la de encender y apagar tanto la grabadora como una parte de la interfaz misma y la de iniciar la grabación. Recibe además, su dirección de escucha, los octetos que sirven para programar el modo de operación de los serializadores usados, y los datos en octetos enviados para grabar.

La interfaz del conductímetro lleva a cabo la función de recibir y descifrar varias órdenes como son, entre otras: las de encender y apagar tanto al conductímetro como a una parte de la interfaz misma, la de iniciar una medición, la de ser habilitada remotamente y la de ser regresada al control local. Además puede ser designada como parlante por el controlador lo cual le permite enviar los datos correspondientes a una medición en cuanto el controlador así se lo indique.

Se implementó además un sistema cifrador Manchester para grabar en dos pistas a las que se envían alternadamente los datos provenientes de dos serializadores.

DISTRIBUCION DEL MATERIAL.

En el Capítulo II se presenta a grandes rasgos la norma del ducto IEEE haciendo un análisis general de los diferentes aspectos relacionados a ella, como son : sus objetivos, sus especificaciones mecánicas, eléctricas y funcionales y sus limitaciones. También se describen el tipo de mensajes permitidos por la norma y una transferencia típica de información en el ducto.

En el capítulo III se describe brevemente la pareja amo-esclavo de procesadores usados como controlador y se muestran además, las secuencias de eventos necesarios para llevar a cabo las transferencias de información entre el controlador y la grabadora y entre el controlador y el conductímetro.

En el capítulo IV se describe el método de diseño y la circuitería empleada para la construcción de los prototipos de las interfaces de la grabadora y del conductímetro. Se explican además, las razones para el empleo de ciertas funciones de interfaz y se muestran los diagramas de estado de éstas.

En el capítulo V se analizan los programas utilizados para llevar a cabo las transferencias antes mencionadas.

En el capítulo VI se describen tanto las pruebas realizadas como el equipo de laboratorio empleado en las mismas.

En el capítulo VII se dan las conclusiones del trabajo.

II.- NORMA PARA LA INTERCONEXION DIGITAL DE INSTRUMENTOS PROGRAMABLES : IEEE-488

La presente descripción de la norma para la interconexión digital de instrumentos no pretende ser exhaustiva. El objetivo es presentar los conceptos necesarios para comprender el funcionamiento del ducto normalizado, presentando en la forma más clara y resumida posible, sus capacidades.

II.1.- Datos históricos

El problema de interconectar instrumentos de medición y controladores para formar sistemas no es nuevo. A través de los años, los fabricantes han tratado de encontrar soluciones por distintos caminos y de forma independiente. Sin embargo, la proliferación de estos sistemas en las décadas de los 60 y 70, mostró claramente la necesidad de una norma que permitiera la conexión de instrumentos de distintos fabricantes de una manera efectiva y sencilla.

Se puede hablar de un esfuerzo coordinado para lograr un sistema de interconexión normalizado en las propuestas de la

Comisión Electrotécnica Internacional (IEC) en el otoño de 1972. En Abril de 1975 el Instituto de Ingenieros en Electrónica y Electricidad de Estados Unidos (IEEE) publicó la norma IEEE 488/1975 de interconexión digital para instrumentos programables. El IEEE publicó una versión revisada de la norma en 1978, con aclaraciones del texto que permiten lectura y comprensión mas fáciles [Anon., 1978a]. Finalmente la Comisión Electrotécnica Internacional adoptó la norma IEEE en su totalidad, con el número 625-1, a excepción del conector original americano que fue substituido por un conector de tipo europeo. Existen por tanto actualmente dos normas: la europea y la americana. Aquí se pasará por alto la diferencia del conector y se tomara en cuenta el resto de las características comunes.

II.2.- Objetivos de la norma

Entre los objetivos que persigue esta norma de interconexión están los siguientes:

- 1) Definir un sistema de interconexión de propósito general para utilizarse en aplicaciones en distancias limitadas.

2)Especificar los aspectos mecánico, eléctrico y funcional de la conexión entre dispositivos, en tal forma que sean independientes de la función de los aparatos en sí.

3)Definir la terminología y los conceptos relativos al sistema de interconexión.

4)Permitir la interconexión de aparatos de distintos fabricantes en un sistema funcional único.

5)Permitir la utilización simultánea en el sistema de aparatos con un amplio margen de posibilidades, desde el más sencillo al más complicado.

6)Permitir la comunicación entre dispositivos sin que se requiera el paso de los mensajes a través de una unidad de control.

7)Definir un sistema de interconexión que imponga un mínimo de restricciones a las características operativas de cada dispositivo.

8)Permitir la comunicación asíncrona dentro de un amplio margen de velocidades de transmisión.

9) Definir un sistema que en sí mismo sea de costo relativamente bajo.

10) Definir un sistema de interconexión que sea fácil de utilizar y realizar.

II.3.- Descripción general de la norma

II.3.1.- Especificaciones mecánicas

Se usa un conector único de características bien definidas, en configuración macho/hembra, para permitir el apilamiento de varios conectores en un solo punto y la formación de enlaces (entre dispositivos), del tipo cadena lineal o estrella.

La figura 1 muestra la forma y disposición de los puntos de conexión definidos por la norma americana (IEEE) y la europea (IEC).

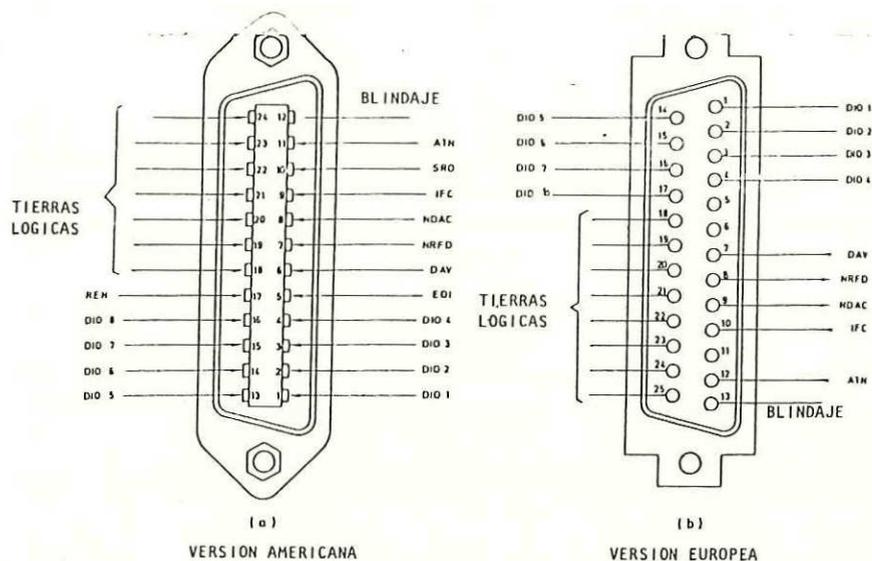


Figura 1.- Conector de la norma.

II.3.2.- Especificaciones eléctricas

Las especificaciones eléctricas para los circuitos de terminaciones del ducto y receptores se basan en el uso de tecnología TTL (lógica transistor-transistor).

Las señales se transmiten por el ducto con niveles TTL

en lógica negativa, es decir:

a) cero lógico (nivel alto) = de 2 a 5.2 volts

b) uno lógico (nivel bajo) = de 0 a 0.8 volts

II.3.3.- Estructura y señales eléctricas del ducto

El ducto de interconexión normalizado consta de 16 líneas por medio de las cuales se transfieren datos y órdenes entre los elementos que componen un sistema. La estructura del ducto se muestra en la figura 2 y es como sigue:

--Ducto de datos (8 líneas).

--Ducto de control de transferencia de datos (3 líneas).

--Ducto para el control general de la interconexión (5 líneas)

El ducto de datos es un conjunto de 8 líneas que permiten transmitir de octeto en octeto. La denominación de las líneas es:

DIO1 : DATO DE ENTRADA O SALIDA 1

• •
• •
• •

DIO8 : DATO DE ENTRADA O SALIDA 8

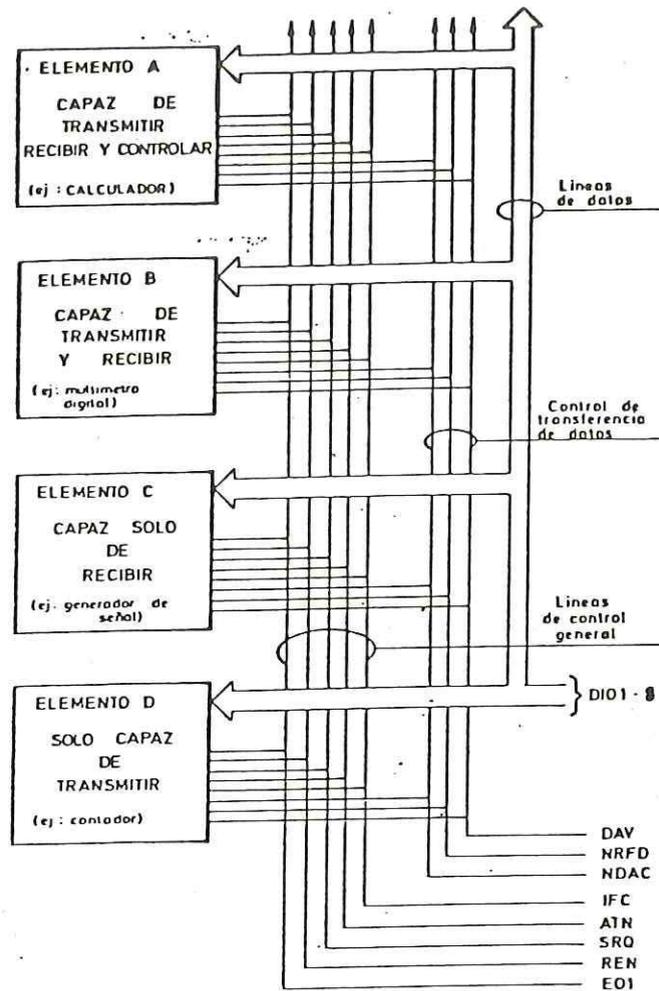


Figura 2.- Estructura del ducto y conexión típica.

El ducto de control de transferencia consta de tres líneas que sirven para habilitar la transferencia de octetos entre parlante y escucha. La denominación y descripción de éstas es como sigue:

--DAV= Dato válido. Se emite por el parlante en la

transferencia e indica la disponibilidad y validez de la información en las líneas de datos DIO.

--NRFD= No listo para dato. La maneja el escucha de la transferencia, e indica cuándo está listo para recibir nuevos datos.

--NDAC= Dato no aceptado. La usa el escucha de la transferencia e indica al parlante cuánto tiempo debe mantener los datos en el ducto para poder almacenarlos.

El ducto de control general de la interconexión comprende cinco líneas, que se emplean para mantener un flujo ordenado de información a través del ducto y son las siguientes: --ATN=Atención. Se emplea por el dispositivo que hace las funciones de controlador del ducto e indica al resto de elementos del sistema cómo deben interpretar el octeto existente en la líneas DIO.

--IFC= Limpiar la interconexión. El controlador indica a las funciones de interfaz conectadas al ducto que deben volver al estado inicial, o de reposo.

--SRQ= Petición de servicio. Lo usan los dispositivos no controladores para indicar al controlador sus deseos de utilizar el ducto para efectuar una transferencia de datos.

--REN= Habilitador remoto. Mediante ésta línea, y en unión con otros mensajes, el controlador indica a los dispositivos direccionados si deben ignorar o no el control local, tablero frontal o similar.

--EOI= Fin o identificación. Puede activarse por el dispositivo parlante o por el controlador. En el primer caso indica el fin de la transmisión de un conjunto de datos. En el segundo, junto con ATN, el controlador indica a los dispositivos que han pedido servicio que se identifiquen.

II.3.4.- Funciones a realizar por los dispositivos conectados al ducto.

Para que un dispositivo sea capaz de interpretar o responder a una señal o a un conjunto de ellas es preciso dotarlo de los circuitos necesarios. En función de las señales que interpreten, estos circuitos activarán o no señales locales del dispositivo o generales del ducto.

En base a lo anterior se define "función de interfaz" como aquel elemento del sistema que proporciona la capacidad operacional básica por medio de la cual un dispositivo puede recibir, procesar y enviar mensajes.

El número de funciones de interfaz distintas en que podemos descomponer una interfaz, según la norma, son diez, cada una de las cuales es relativamente independiente de las demás y se puede analizar en forma separada.

El análisis y descripción de cada una de estas funciones requeriría la transcripción literal de la información contenida en el folleto de la IEEE [Anon., 1978a], tarea que escapa a los objetivos de esta tesis.

Las funciones de interfaz que puede contener un dispositivo conectado al ducto IEEE se indican en el área A de la figura 3. En la misma figura se muestra el área B, en donde se encuentran las funciones de dispositivo sobre las cuales el diseñador del instrumento tiene completa libertad.

Las funciones de interfaz que enseguida se describirán están definidas en función de uno o varios diagramas de estado, cuyos estados son mutuamente exclusivos [Anon., 1978a].

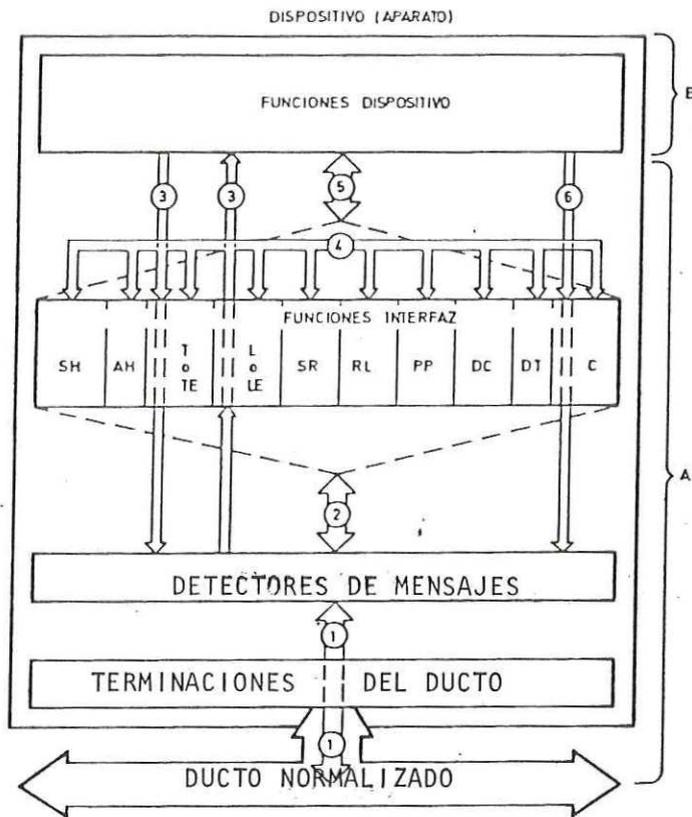


Figura 3.- Partición funcional de un dispositivo.

Al diseñador se le da la libertad de seleccionar el conjunto de funciones de interfaz que considere se ajusta al área de aplicación del dispositivo.

Los diagramas de estado que se usan para definir las funciones de interfaz permiten, el uso de una gran variedad de lógicas de realización (por ejemplo: lógica secuencial síncrona, asíncrona etc.).

Se hace mención a una función de interfaz en particular utilizando las letras que la representan seguidas del número de subconjunto que le corresponde según su capacidad.

Enseguida se describen brevemente las diez funciones de interfaz ya mencionadas.

CONTROLADOR(C):

El dispositivo que realiza las funciones de controlador es el encargado de inicializar todas las comunicaciones que se establezcan a través del ducto.

Esta función (C) da, al dispositivo que la contiene, la capacidad de enviar direcciones de dispositivos, órdenes universales y direccionadas (las cuales se analizarán en detalle más adelante) a otros dispositivos conectados al ducto. También proporciona la capacidad de conducir encuestas en paralelo para determinar qué dispositivo requiere servicio.

La función C activa la línea ATN para indicar a los demás dispositivos que está enviando por el ducto un mensaje de interés general.

Si más de un dispositivo tiene la función de interfaz C, sólo uno puede, en un momento determinado, ejercer las funciones de controlador. El resto de los dispositivos con esta capacidad deben mantenerla en estado inactivo durante ese lapso.

Existen 28 subconjuntos de esta función. Se pueden escoger uno o más de los subconjuntos C1 a C4 y solo uno de los C5 a C28.

PARLANTE (T):

La función de interfaz T permite a un dispositivo transmitir información (datos dependientes del dispositivo) a otros dispositivos conectados al ducto.

Un dispositivo con esta función podrá ejercerla únicamente cuando el controlador lo haya designado parlante del ducto.

Cada dispositivo con la capacidad de parlante tiene asignada una dirección única que lo diferencia del resto de los dispositivos con la misma capacidad. Esta dirección se llama "dirección de parlante" y puede transmitirse en uno o dos octetos. En el segundo caso el proceso de direccionado del dispositivo se hace en dos fases y la función de parlante

se complica llamándosele parlante extendido(TE). Existen 8 subconjuntos para la función T y otros 8 para TE.

ESCUCHA(L):

La función de escucha capacita al dispositivo que la contiene a recibir mensajes(datos dependientes del dispositivo) provenientes del aparato que en esos momentos está ejerciendo la función de parlante.

La función de escucha pueden ejercerla solamente los dispositivos que han sido seleccionados por el controlador del ducto como escuchas. Lo mismo que en el caso del parlante, esta selección la hace el controlador al enviar por el ducto de datos la "dirección de escucha", la cual puede consistir de uno o dos octetos. En el caso de dos octetos la función toma el nombre de escucha extendido(LE). Existen 4 subconjuntos para L y otros 4 para LE.

FUENTE DE INTERCAMBIO CONVERSACIONAL(SH):

Esta función permite al dispositivo garantizar la correcta transferencia de mensajes multilínea. El intercambio conversacional entre la función SH y la(s) AH(cada una de éstas dentro de dispositivos separados) garantiza la transferencia asíncrona de cada mensaje.

Para esta función la norma define un solo subconjunto.

El protocolo de la transmisión de datos se analizará en detalle más adelante.

RECEPTOR DEL INTERCAMBIO CONVERSACIONAL(AH):

La función AH permite al dispositivo garantizar la recepción correcta de los mensajes transmitidos por el ducto. Esta función está relacionada directamente con la función SH. De esta función existe sólo un subconjunto posible.

Como la transferencia de mensajes es asíncrona, la función AH puede retardar el inicio de la transmisión de un dato, indicando que aun no está lista(NRFD) o retardar el final de la transferencia de un dato indicando que aun no lo ha aceptado o recibido(NDAC).

SOLICITUD DE SERVICIO(SR):

El dispositivo dotado de esta función puede solicitar asíncronamente al controlador el uso del ducto. Para ello activa la línea SRQ y la mantiene así hasta que el controlador indica al dispositivo que ha recibido la solicitud de servicio.

La norma define solo un subconjunto posible para esta función.

ENCUESTA EN PARALELO(PP):

El dispositivo que incluye esta capacidad puede llevarla a cabo cuando el controlador inicia una encuesta en paralelo, en la cual éste pregunta simultáneamente , a un grupo de dispositivos previamente seleccionados, si desean o no el servicio del ducto.

De esta función existen dos subconjuntos posibles.

Esta función proporciona al dispositivo que la contiene la capacidad de presentar al controlador un bit de estado sin necesidad de haber sido antes direccionado como parlante. A cada dispositivo se le asigna una sola línea DIO para el envío de este bit.

INICIALIZACION DEL DISPOSITIVO(DC):

Esta función da la posibilidad de inicializar al dispositivo que la contiene, ya sea individualmente o como parte de un grupo de instrumentos. Existen dos subconjuntos posibles.

Cabe aquí hacer notar que la función DC inicializa el dispositivo en sí, mientras que la señal IFC inicializa las funciones que se interconectan al ducto y no afecta al dispositivo .

DISPARO DEL DISPOSITIVO(DT):

Esta función le permite al dispositivo iniciar una operación básica individualmente o como parte de un grupo de dispositivos.

Existe sólo un subconjunto posible para esta función.

CONTROL REMOTO O LOCAL(RL):

La función RL le permite al dispositivo seleccionar entre dos fuentes de información, la recibida desde el tablero frontal(local) de control o la recibida a través del ducto(remota).

Existen dos subconjuntos de esta función.

II.3.5.- Limitaciones de la norma

Las características mecánicas, eléctricas y funcionales definidas en la norma imponen ciertas limitaciones en el funcionamiento del sistema de interconexión. Las más importantes son:

1) El número máximo de dispositivos que pueden conectarse al ducto simultáneamente para formar un sistema de interconexión es 15.

2) La máxima velocidad de transferencia es de 1 Mega-octeto/seg.

3) La máxima longitud de cable que puede usarse para conectar un grupo de dispositivos es de 20 metros.

4) Cuando menos dos terceras partes del número total de dispositivos en el ducto deben estar encendidos.

Estas limitaciones pueden subsanarse con un diseño muy cuidadoso y siguiendo ciertos preceptos [Anon., 1978a].

II.4.- Transmisión y cifrado de los mensajes.

La norma define el cifrado de todos los mensajes capaces de ser enviados o recibidos por una función de interfaz [Anon., 1978a].

Se distinguen dos tipos de mensajes: los que usan una línea para transmitirse (U) y los que usan más de una (M).

Las órdenes universales (UC) son mandatos que deben acatar todos los dispositivos que tienen la función que los capacita para ello.

Las órdenes universales son ocho:

- Inicializa el dispositivo (DCL).
- Bloqueo local (LLO).
- Desconfigura la encuesta en paralelo (PPU).
- Habilita la encuesta en paralelo (SPE).
- Deshabilita la encuesta en serie (SPD).
- Identificación (IDY).
- Inicializa la interconexión (IFC).
- Habilitación remota (REN).

Las órdenes direccionadas (AC) son mensajes enviados por el controlador y sólo pueden interpretarlos él o los

dispositivos previamente direccionados para hacerlo.

Las órdenes direccionadas son las siguientes:

- Disparo de un grupo(GET).
- Pasa a funcionamiento local(GTL).
- Configura la encuesta en paralelo(PPC).
- Inicializa los dispositivos seleccionados(SDC).
- Toma el control(TCT).

Los mensajes de dirección(AD) se utilizan para seleccionar un dispositivo como parlante o como escucha, ya sea para iniciar un diálogo o para transmitirle enseguida una orden direccionada. Cada dispositivo que tiene la función de parlante tiene una dirección de parlante distinta al resto de los dispositivos con la misma capacidad. A cada dispositivo que incluye la función de escucha se le puede asignar o no una dirección de escucha distinta al resto de los dispositivos con la misma capacidad.

El controlador puede enviar cuatro mensajes distintos de dirección:

- Dirección de escucha(MLA).
- Dirección de parlante(MTA).
- No escuchan(UNL).
- No hablen(UNT).

Las órdenes secundarias(SE) son los mensajes que complementan uno enviado previamente y son:

- Dirección secundaria(MSA).
- Habilita la encuesta en paralelo(PPE).
- Deshabilita la encuesta en paralelo(PPD).

Los mensajes de estado (ST) los envían los dispositivos indicando su estado interno y son:

- Fin(END).
- Octeto de estado(STB).
- Solicitud de servicio(SRQ).
- Respuesta a una encuesta en paralelo(PPRi)

Los mensajes de intercambio conversacional(HS) los emplean las funciones AH y SH para sincronizarse cada vez que la segunda envía un octeto a la primera, estos mensajes son:

- Dato válido(DAV).
- Dato aceptado(DAC).
- Listo para dato(RFD).

Los mensajes dependientes del dispositivo(DD) son aquellos que se intercambian entre parlante y escucha, luego que el controlador les ha transferido el servicio del ducto:

- Octeto de dato(DAB).
- Fin del conjunto de datos(EOS).
- Octeto Nulo(NULL).

La norma IEEE aconseja el uso del cifrado ISO-7 [Anon., 1978a] debido a la conveniencia para generarlo e interpretarlo.

II.5 Transfrecencia de datos.

Cada dato se transfiere por el ducto, a través de las líneas DIO, usando el proceso de intercambio conversacional entre parlante y escucha. Este proceso se realiza por medio de las líneas DAV, NRFD y NDAC.

La secuencia de tiempos de la transferencia se muestra en la figura 4.

El dispositivo parlante maneja la línea DAV. Los aparatos escuchas están conectados en paralelo a las líneas NRFD y NDAC, de manera que éstas no pueden pasar a nivel alto hasta que todos los receptores estén listos para recibir, o han aceptado el dato anterior respectivamente.

Cuando el parlante percibe la línea NRFD en alto, coloca un nuevo octeto en las líneas de datos y baja la línea DAV para indicar que el nuevo dato es válido. Los escuchas contestan poniendo en bajo la línea NRFD y se toman el tiempo

III.-DESCRIPCION DEL SISTEMA DE CONTROL.

En este capítulo se presenta una breve descripción del sistema que se usa como controlador del ducto IEEE y los mensajes empleados para llevar a cabo los intercambios de información deseados.

Se presentan primero los aspectos generales de la interconexión de los dos circuitos que realizan, entre otras, la función de controlar al ducto. Enseguida se muestran las secuencias necesarias de eventos para llevar a cabo las transferencias de información entre el controlador y la interfaz del conductímetro y entre el controlador y la interfaz de la grabadora. Por último se muestra, tanto el cifrado de los mensajes utilizados de acuerdo a la norma, como el significado de éstos en las transferencias antes mencionadas.

III.1.- Aspectos generales del controlador

Los dos circuitos usados como controlador son una microcomputadora, la SBC-80/20-4 y el controlador de ducto IEEE, el ZT-80. Estos están unidos mediante un ducto propio del sistema SBC-80 llamado "MULTIBUS" o "MULTI-MASTER BUS", de aquí en adelante denominado multiducto. En la figura 5 se muestra el controlador del ducto.

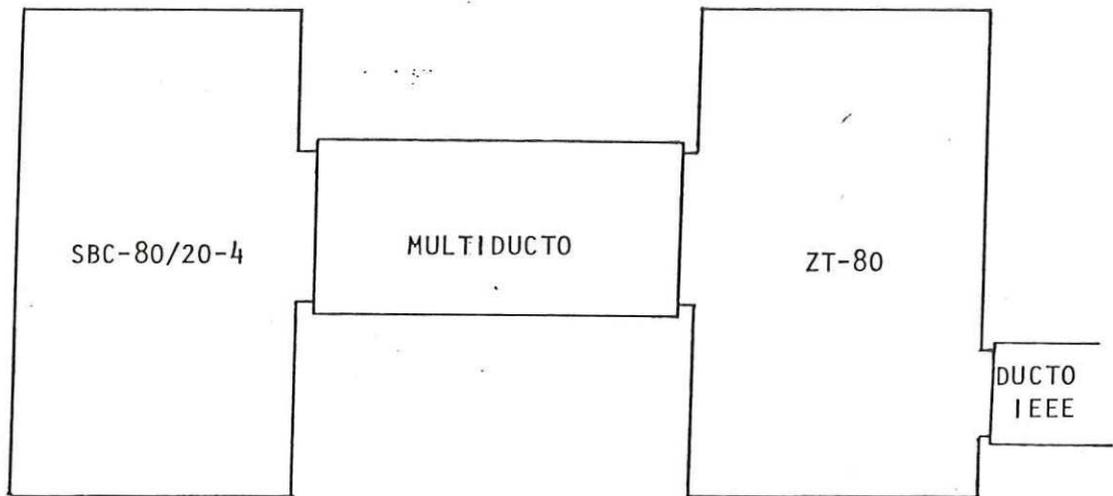


Figura 5.- Sistema utilizado como controlador.

El multiducto permite a la SBC-80 conectarse a otros dispositivos y compartir memoria común y recursos de entrada/salida.

La SBC-80/20-4 es un sistema completo de computadora que cuenta con una unidad central de procesamiento (UCP) basada en el procesador 8080A, un sistema de reloj, 4 kilo-octetos de memoria de lectura/escritura, la posibilidad para 8 kilo-octetos más de memoria de lectura exclusiva, 48 líneas programables de entrada/salida, una interfaz para comunicación en serie, un temporizador de intervalos, un controlador de interrupciones y la lógica necesaria para el control del multiducto. La figura 6 muestra un diagrama a cuadros de la SBC-80.

El ZT-80 es una interfaz inteligente que permite interconectar una microcomputadora, en nuestro caso la SBC-80, al ducto IEEE. Esta interfaz incluye : una UCP basada en el procesador 8080A, 4 kilo-octetos de memoria de lectura exclusiva, 256 octetos de memoria de lectura/escritura, 1 kilo-octeto de memoria de lectura/escritura accesible por ambos procesadores (el de la SBC-80 y el del ZT-80) y circuitería adicional que le permite trabajar de acuerdo a la norma.

El ZT-80 es una versión razonablemente completa de la capacidad total que contempla la norma, ya que implementa las siguientes funciones de interfaz definidas en la misma: SH1, AH1, TE2, LE2, SR1, RL1, PP2, DC1, DT1, C1, C2, C3, C4 y C5. La figura 7 muestra un diagrama a cuadros del ZT-80.

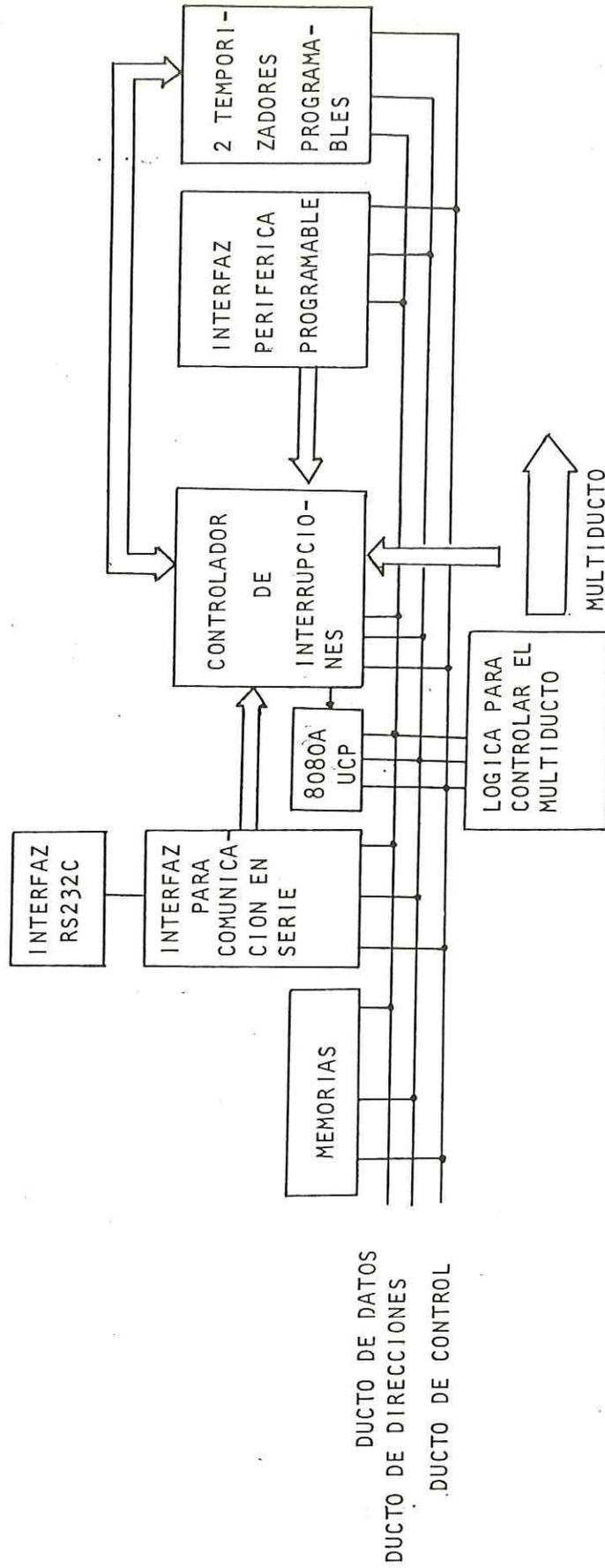


Figura 6.- Diagrama a cuadros de la microcomputadora SBC-80/20-4.

El ZT-80 puede usarse de dos modos, en el primero juega el papel de controlador del ducto y dispositivo, en cuya forma están disponibles para su uso el conjunto completo de capacidades (funciones de interfaz) antes mencionadas. En el segundo de ellos, el ZT-80 actúa únicamente como dispositivo, en cuyo caso no tiene estado de controlador y sólo dispone de un subconjunto seleccionado del total.

Cada dispositivo conectado al ducto tiene asignada, necesariamente, una dirección primaria que va de 0 a 31 y posiblemente también una dirección secundaria que va de 0 a 31. En lo relacionado a programación, el ZT-80 distingue una dirección primaria de una secundaria añadiendo un desbalance de 80H(*) a la dirección secundaria. Por ejemplo, si un dispositivo conectado al ducto tiene una dirección primaria 03H y una secundaria 0AH, debemos entonces escribir 03H, 8AH en la lista de direcciones de dispositivos en el ZT-80.

* La letra H indica que el número está escrito en hexadecimal.

Como se mencionó, el ZT-80 cuenta con 1024 octetos de memoria de lectura/escritura a la cual pueden tener acceso ambos procesadores. A ésta se le conoce como memoria pública. Dentro de ella deben quedar incluidos:

- Las instrucciones canal, que unidas forman los programas canal, escritos en el lenguaje de alto nivel del ZT-80. Mediante los programas canal se realizan las transacciones entre los elementos conectados al sistema del ducto IEEE.

- La lista de las direcciones de los dispositivos (DEVLIST).

- Las localidades adonde van a guardarse o de las cuales van a enviarse datos.

En la memoria pública existen 32 localidades reservadas a la comunicación entre la SBC-80 y el ZT-80 llamada área de comunicaciones.

Para controlar la preparación y ejecución de los programas canal la SBC-80 se comunica con el ZT-80 por medio de órdenes canal.

Las órdenes se colocan en una localidad de memoria llamada COMND. Se pueden utilizar tres localidades más si la orden así lo requiere: en la primera de ellas, denominada PRGID, se escribe el número de identificación del programa (0= prioridad más alta, 31= prioridad más baja) y en las otras dos se escriben los parámetros requeridos. Estas últimas se denominan CPARM parte alta y CPARM parte baja. El ZT-80 ejecuta la orden escrita en COMND cuando la SBC-80 coloca un uno en el bit CCOM de la localidad llamada CPORT.

Para una explicación en detalle de la SBC-80 y el ZT-80 ver respectivamente (Anon., 1978b ; Anon., 1980).

III.1.1.- Aspectos particulares

Aun cuando el multiducto permite la conexión de varios instrumentos con la capacidad de controlarlo, en esta aplicación particular la SBC-80 se escogió como el único amo del multiducto [Anon., 1978b]. Además se eligió que el espacio de 4 kilo-octetos de memoria de lectura escritura ocupen de la localidad 3000H a la 3FFFH [Anon., 1978b]. Los requisitos de energía se muestran en (Anon., 1978b).

En este caso el ZT-80 se usó como controlador del ducto

y como dispositivo. Además, se seleccionó que la memoria pública presente en él ocupe de la localidad 1000H a la 13FFH [Anon., 1980]. Las últimas 32 localidades corresponden al área de comunicaciones, es decir, desde la 13E0H a la 13FFH. De acuerdo a la asignación anterior: 13FAH=COMND, 13FBH=PRGID, 13FCH=CPARM parte alta, 13FDH=CPARM parte baja y 13FFH=CPORT.

Al ZT-80 se le asignó una dirección primaria 07H como dispositivo en el ducto [Anon., 1980]. Como el ZT-80 implementa las funciones de parlante y escucha extendido, precisa que se le envíe además, una dirección secundaria para direccionarlo completamente. Tal dirección secundaria puede ser cualquiera de las 32 posibles y puede cambiarse en el transcurso de una transferencia.

III.2.- Secuencia de las transferencias

Entre los instrumentos conectados al ducto IEEE se realizan dos transferencias de información:

- 1) Entre el controlador y la interfaz de la grabadora.
- 2) Entre el controlador y la interfaz del conductímetro.

En un principio se pensó mantener las interfaces apagadas y encenderlas mediante el envío de algún mensaje multilínea desde el controlador. Tal idea se descartó debido a que las funciones L y AH dentro de la interfaz son las que le proporcionan a ésta la capacidad de recibir los mensajes provenientes del ducto normalizado. En base a lo anterior se optó por mantener normalmente encendidas tales funciones y, cuando así se requiera, encender el resto de la interfaz. El encendido y apagado se lleva a cabo mediante la detección por parte de la interfaz, de ciertos mensajes multilínea utilizados ex-profeso para ello.

III.2.1.-Transferencia entre el controlador y la grabadora

En el transcurso de esta transferencia se mantienen encendidas las funciones de interfaz L2 Y AH1, las terminaciones del ducto normalizado, los detectores de mensajes multilínea y, el sistema de reloj. La parte normalmente apagada en la interfaz de la grabadora incluye dos serializadores, circuitería para la generación de una señal de "lista para grabación" y por último, un circuito para grabar en cifrado Manchester. De hecho, la grabadora también se mantiene apagada.

La secuencia de eventos es como sigue:

1.- Inicialización de las funciones de interfaz.

2.- Encendido de la grabadora y de la parte de la interfaz normalmente apagada.

3.- Envío, por parte del controlador, de los datos necesarios para programar el modo de operación de los serializadores.

4.- Envío, por el controlador, de la orden de "inicia grabación" y de los datos por grabar.

5.- Apagado de la grabadora y de la parte de la interfaz normalmente apagada.

MENSAJES UTILIZADOS EN LA SECUENCIA.

El mensaje unilínea IFC sirve para inicializar las funciones de interfaz. Este mensaje se envía por el ducto cuando el controlador coloca, en la localidad COMND, la orden canal SIC(SEND INTERFACE CLEAR) cuyo cifrado es 15H.

Para seleccionar a la grabadora como escucha se utilizaron dos direcciones diferentes, denominadas DIR1 y DIR2. Mediante éstas y circuitería adicional, se utilizó la primera para programar el modo de operación de los dos serializadores usados y la segunda para posibilitar a los mismos el recibir como tales los datos a grabar. Se hace uso de la dirección secundaria #1 del ZT-80, llamada DIRSEC1, para encender tanto la grabadora como la parte de la interfaz normalmente apagada. La dirección secundaria #3 del ZT-80, llamada DIRSEC3, se usa para apagar lo encendido con DIRSEC1.

El cifrado de los mensajes multilínea mencionados se muestra en la tabla I.

NOMBRE	FUNCION Y DESCRIPCION	CIFRADO HEX. EN EL DUCTO.	CIFRADO ESCRITO EN EL PROGRAMA.
DIRSEC 1	Es la dirección sec #1 del ZT-80 y servirá para el encendido de la grabadora.	61	81
DIR 1	Es la dirección #1 de escucha de la grabadora y servirá para el envío de los octetos de programación de los serializadores.	21	01
DIR 2	Es la dirección #2 de escucha de la grabadora y servirá para el envío de los octetos dato a grabar.	22	02
DIRSEC 3	Es la dirección sec #3 del ZT-80 y servirá para el apagado de la grabadora.	63	83

TABLA I.- Mensajes Multilínea Empleados en la Comunicación entre el Controlador y la Grabadora.

III.2.2.- Transferencia entre el controlador y el conductímetro.

En el transcurso de la transferencia se mantienen encendidas las funciones L4 y AH1, las terminaciones del ducto, los detectores de mensajes multilínea y el sistema de reloj. En la parte normalmente apagada de la interfaz se encuentran las funciones de interfaz restantes, es decir: T8, SH1, RL2 y DT1.

La secuencia de eventos en esta transferencia se muestra a continuación:

- 1.- Inicialización de las funciones de interfaz.
- 2.- Encendido del conductímetro y de la parte normalmente apagada de la interfaz.
- 3.- Envío, por el controlador, de un mensaje de habilitación remota.
- 4.- Envío, por el controlador, de un mensaje que el conductímetro identifique como la orden de tomar una medición.

5.- Selección del conductímetro como el parlante en el ducto.

6.- Envío, del conductímetro al controlador, del valor de la medición realizada por el primero.

7.- Envío, desde el controlador, del mensaje que haga volver al conductímetro al control local.

8.- Apagado del conductímetro y de la parte normalmente apagada de la interfaz.

MENSAJES UTILIZADOS EN LA SECUENCIA

El mensaje unilínea REN, junto con la dirección de escucha del conductímetro, deshabilita los controles locales del conductímetro y lo habilita para recibir información por el ducto IEEE. Al igual que en la secuencia anterior se usa el mensaje IFC para inicializar las funciones de interfaz.

La dirección que se utiliza para seleccionar a la grabadora como escucha se denomina DIR4. Para seleccionarla como parlante se usa la dirección DIRPAR4. El mensaje para encender al conductímetro y la parte normalmente apagada de la interfaz es la dirección secundaria #5 del ZT-80, denominada DIRSEC5. El mensaje utilizado para apagar lo que

se enciende con DIRSEC5 es DIRSEC7, es decir, la dirección secundaria #7 del ZT-80. En esta secuencia se hace uso de dos mensajes multilínea más, GET y GTL, que tienen, respectivamente, el significado de "toma una lectura" y "vuelve al control local".

El cifrado de los mensajes multilínea mencionados se muestra en la tabla II.

NOMBRE	FUNCION Y DESCRIPCION	CIFRADO HEX. EN EL DUCTO	CIFRADO ESCRITO EN EL PROGRAMA
DIRSEC 5	Es la dirección sec. #5 del ZT-80 y servirá para el encendido del conductímetro.	65	85
DIR 4	Es la dirección #4 de escucha del conductímetro.	24	04
DIRPAR 4	Es la dirección #4 de parlante del conductímetro.	44	04
DIRSEC 7	Es la dirección sec. #7 del ZT-80 y servirá para el apagado del conductímetro.	67	87
GET	Es una orden direccionada y el conductímetro la interpretará como la orden de "toma una lectura".	08	24
GTL	Es una orden direccionada que servirá para que el conductímetro vuelva al control local.	01	25

TABLA II.- Mensajes Multilínea Empleados en la Comunicación entre el Controlador y el Conductímetro.

IV.- CIRCUITERIA

En el presente capítulo se describe tanto el método de diseño como la circuitería empleada en la construcción de los prototipos de las interfaces de la grabadora y del conductímetro. Se menciona primero, en forma general, el método utilizado. Enseguida se exponen las razones para escoger los subconjuntos de las funciones empleadas en la interfaz de la grabadora y se procede a dar una descripción de su funcionamiento. De la misma forma se trata la interfaz del conductímetro.

IV.1.- Método de diseño seguido

El método seguido para el diseño de las interfaces de la grabadora y del conductímetro consta de cuatro pasos que se mencionan en forma general enseguida:

- 1.- Listar los requisitos de la interfaz de acuerdo a las necesidades del instrumento al cual irá conectada.

2.- Escoger las funciones de interfaz que parezcan apropiadas para el cumplimiento de los requisitos anteriores.

3.- Implementar las funciones de interfaz.

4.- Comprobar el funcionamiento de la circuitería de la interfaz.

En este capítulo se describe el desarrollo de los tres primeros pasos.

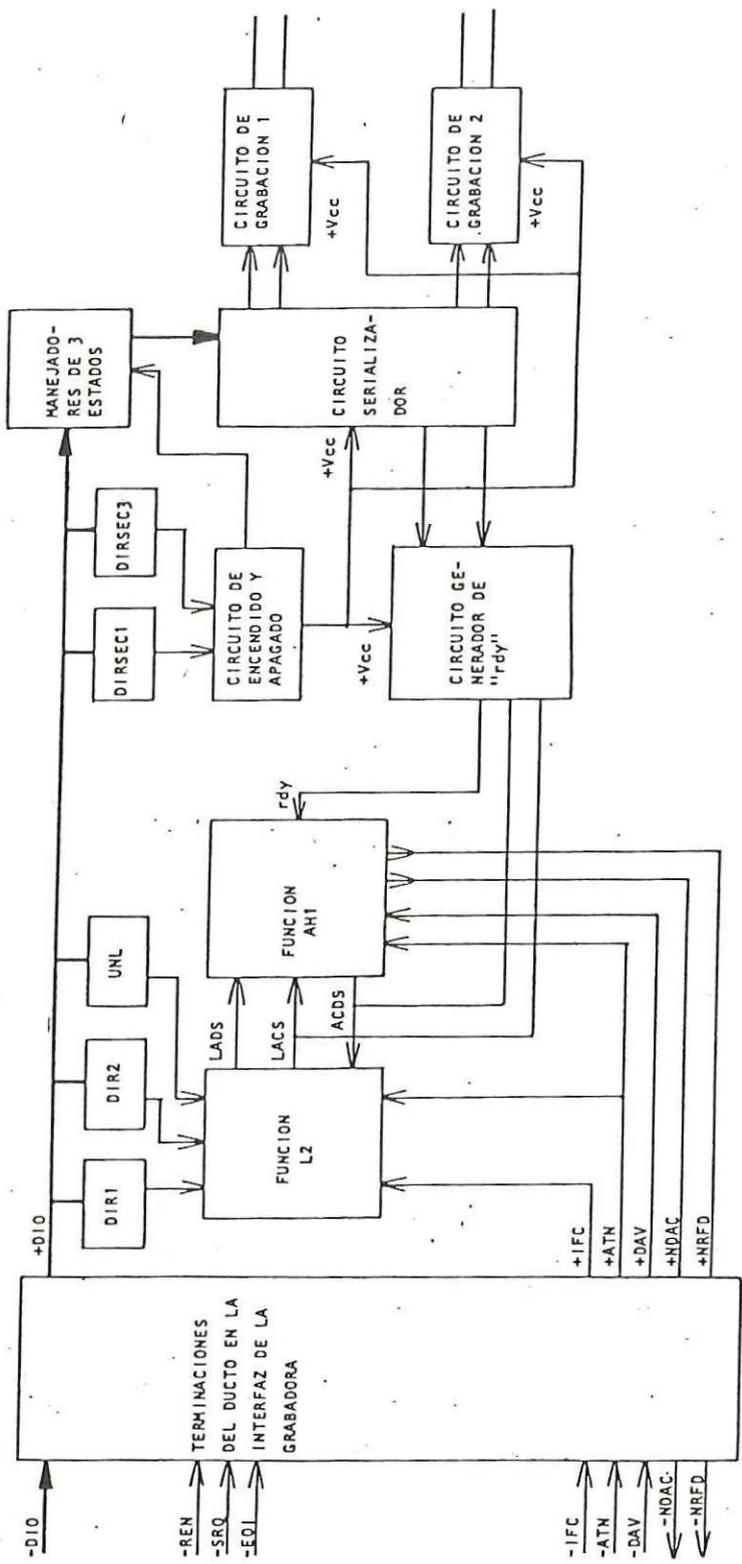
En lo referente al paso 3 cabe mencionar que las funciones de interfaz tanto de la grabadora como del conductímetro se implementaron haciendo uso de circuitos tipo Schottky de baja potencia [Anon., 1976], con el fin de minimizar el consumo de energía y cumplir con la rapidez demandada por la norma.

Enseguida se muestra el desarrollo de los pasos 1 y 2 para ambas interfaces y se describe el funcionamiento de éstas. El cuarto paso se describe en detalle en el capítulo VI.

IV.2.- Interfaz de la grabadora

La interfaz de la grabadora está formada de dos partes. La primera es la interfaz normalizada propiamente dicha o sea aquella que define específicamente la norma. La otra, que podríamos llamar "circuitería adicional", está formada por: un circuito usado para el encendido y apagado de la parte normalmente apagada de la interfaz; un circuito empleado para la serialización de los datos en octeto; un circuito que genera la señal de "Lista para grabación" y, un circuito usado para llevar a cabo la grabación en cifrado Manchester, en las dos pistas de la grabadora utilizada.

Como antes a la unión de las dos partes mencionadas se le continuará llamando "la interfaz de la grabadora". En la figura 8 se muestra un diagrama a cuadros de ésta.



INTERFAZ NORMALIZADA C I R C U I T E R I A A D I C I O N A L
 nota: los signos "-" y "+" indican respectivamente
 lógica negativa y positiva.

Figura 8.- Diagrama a cuadros de la interfaz de la grabadora.

IV.2.1.- Interfaz normalizada

La interfaz de la grabadora debe cumplir con ciertos requisitos basados en las necesidades de la grabadora en sí. Estos son:

1.- Tener la capacidad de ser escuchada en el ducto, de tal manera que cuando se le mande grabar, tome los datos en octeto y los pase a las líneas de entrada del circuito de grabación.

2.- Proporcionar una señal de "inicia grabación" para la grabadora.

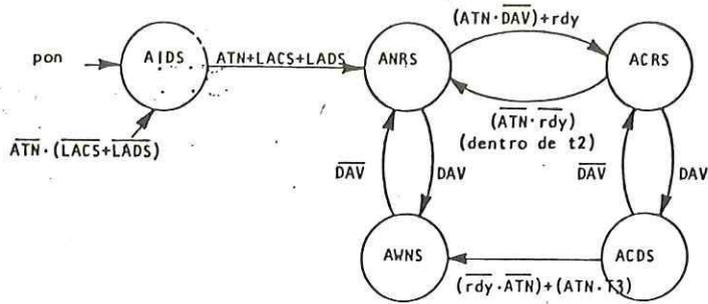
3.- Aceptar una señal de "lista para grabación" desde la grabadora, para controlar la sincronización de los datos recibidos por el ducto.

Para satisfacer tales requisitos se hizo necesaria la implementación de las funciones de interfaz L y AH. Los diagramas de estado generales de estas funciones se muestran en el apéndice I. Para un análisis detallado de éstas, ver Anon.(1978a).

Para la función L se seleccionó el subconjunto L2 debido a que éste cumple con los requisitos 1 y 3 y, en este caso, la interfaz no necesita incluir la función de parlante en el ducto (no existe MTA) ver Anon. (1978a). La función L se complementa con la función AH, de esta última se escogió el único subconjunto posible AH1. Este subconjunto ayuda al cumplimiento de los requisitos 1, 2 y 3.

En la figura 9 se muestran los diagramas de estado correspondientes a L2 y AH1. Las funciones que estos diagramas representan se implementaron utilizando circuitos lógicos secuenciales síncronos y tomando como base la definición de "contadores de control de estado" [Blakeslee, 1975].

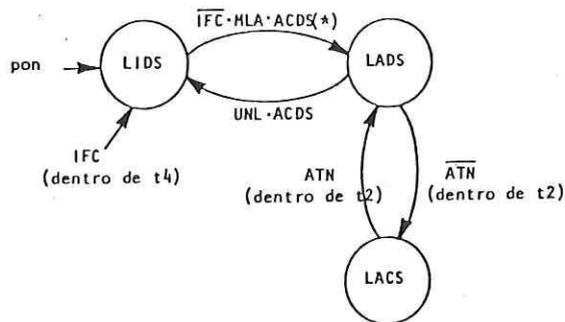
En el apéndice 2 se muestra el diagrama detallado de la interfaz de la grabadora y la asignación de estados correspondiente a la función AH1.



Mensajes
 pon =encendido
 rdy =listo para el siguiente mensaje
 ATN =ATENCIÓN
 DAV =DATO VALIDO

ESTADOS DE INTERFAZ
 AIDS =estado deshabilitado del receptor
 ANRS =estado de no listo del receptor
 ACRS =estado de listo del receptor
 ACDS =estado de aceptación de datos
 AWNS =estado de espera por un nuevo ciclo del receptor
 LADS =estado direccionado del escucha
 LACS =estado activo del escucha

DIAGRAMA DE ESTADO DE LA FUNCION AH1



Mensajes
 pon =encendido
 IFC =limpia la interconexión
 ATN =atención
 UNL =no escuchar
 MLA =dirección de escucha

ESTADOS DE INTERFAZ
 LIDS =estado deshabilitado del escucha
 LADS =estado direccionado del escucha
 LACS =estado activo del escucha
 ACDS =estado de aceptación de datos (función AH1)

*MLA=DIR1+DIR2

DIAGRAMA DE ESTADO DE LA FUNCION L2

Figura 9.- Diagramas de estado de las funciones L2 y AH1.

Para las terminaciones del ducto en la interfaz se empleó la configuración que se muestra en la figura 10, propuesta por la norma [Anon., 1978a].

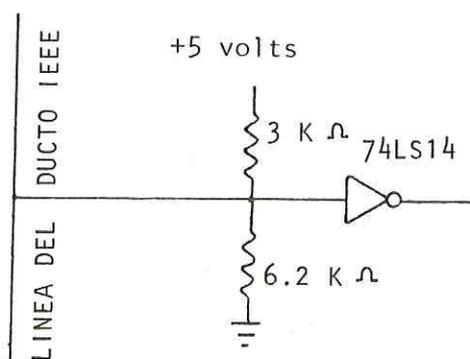


Figura 10.- Terminaciones del ducto en la interfaz de la grabadora.

La lógica utilizada dentro de la interfaz fue la positiva:

Nivel alto = 1 = verdadero = +5 volts

Nivel bajo = 0 = falso = 0 volts. El paso de ésta, a la lógica negativa con la que trabaja el ducto se llevó a cabo utilizando inversores tipo Schmitt 74LS14 que son reforzadores con lazo de histéresis para alta inmunidad al ruido, como se muestra en la figura 10(*).

* Para las líneas NRFD y NDAC debieron usarse manejadores inversores de colector abierto [Anon., 1978a].

Los detectores de mensajes multilínea son un "Y lógico" de las 7 primeras líneas de datos (mediante los cuales se transmiten los mensajes) y de las líneas DAV y ATN.

La señal de sincronización en las básculas se derivó de un circuito oscilador que utiliza un cristal de 14 MHz, mostrado en la figura 11.

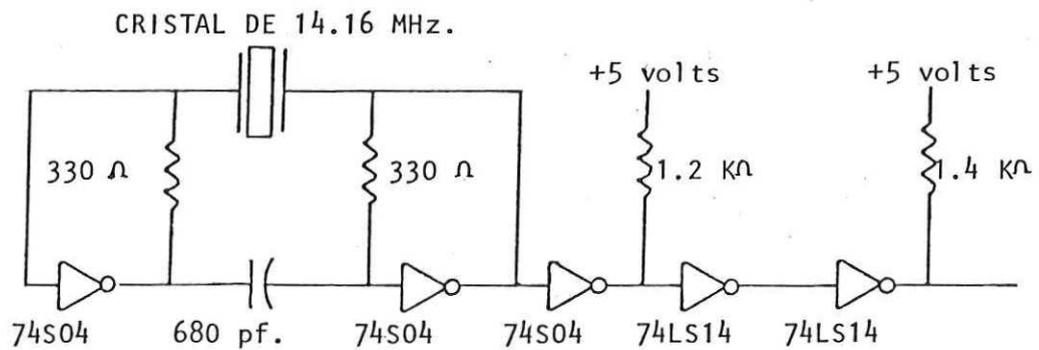


Figura 11.- Circuito oscilador utilizado en las interfaces.

IV.2.2.- Circuitería adicional

Las partes integrantes de la circuitería adicional se describen enseguida.

El circuito empleado para el encendido y apagado tanto de una parte de la interfaz de la grabadora como de la grabadora misma consiste de una báscula JK (1/2 74LS76) y de un relevador de dos polos dos tiros (732D-5) como se muestra en la figura 12. La llegada de los mensajes multilínea DIRSEC1 y DIRSEC3 activa y desactiva respectivamente la salida Q de la báscula, la cual, a su vez, enciende y apaga al relevador por medio de un transistor.

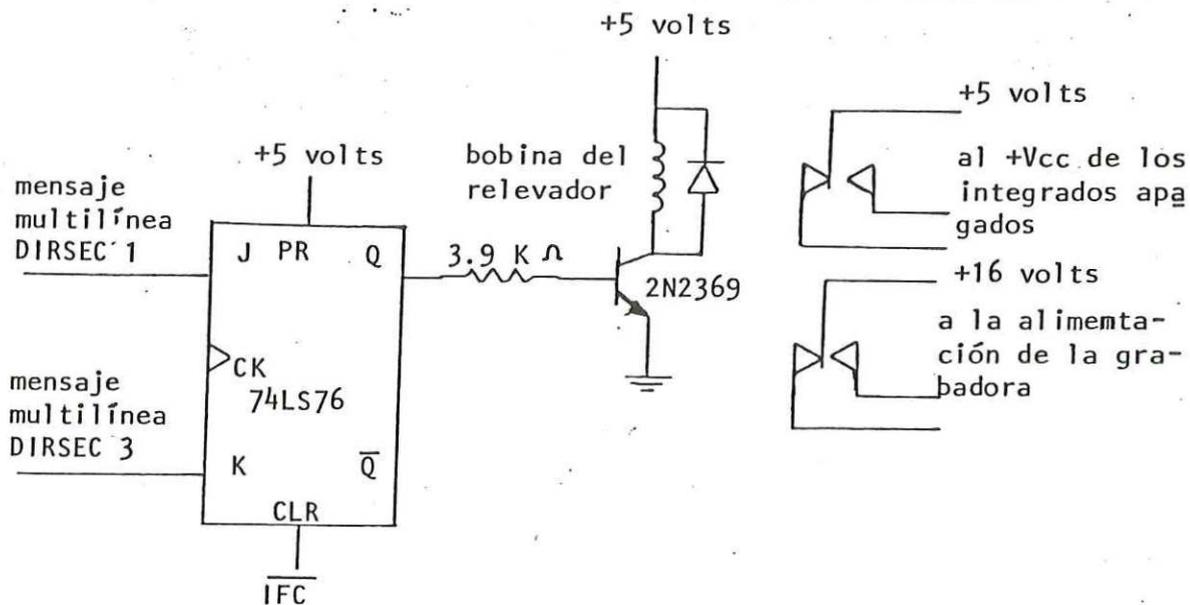


Figura 12.- Circuito para encender y apagar la grabadora y una parte de su interfaz.

Las líneas que se usan tanto en la parte encendida como en la normalmente apagada de la interfaz se aíslan haciendo uso de manejadores no inversores de tres estados (74LS367) cuyas entradas de habilitación se conectan a la salida \bar{Q} de la báscula de la figura 12.

Los circuitos descritos enseguida se hallan normalmente apagados, con su línea de alimentación conectada directamente a una salida del relevador.

Para la serialización de octetos de datos se emplearon dos Transmisores Receptores Universales Sincronos Asíncronos 8251A, que antes hemos denominado como serializadores [Anon., 1978d].

La figura 13 muestra el circuito empleado en el manejo de la línea C/\bar{D} de ambos serializadores, la cual informa a éstos si la información que se les transfiere es de control o de datos.

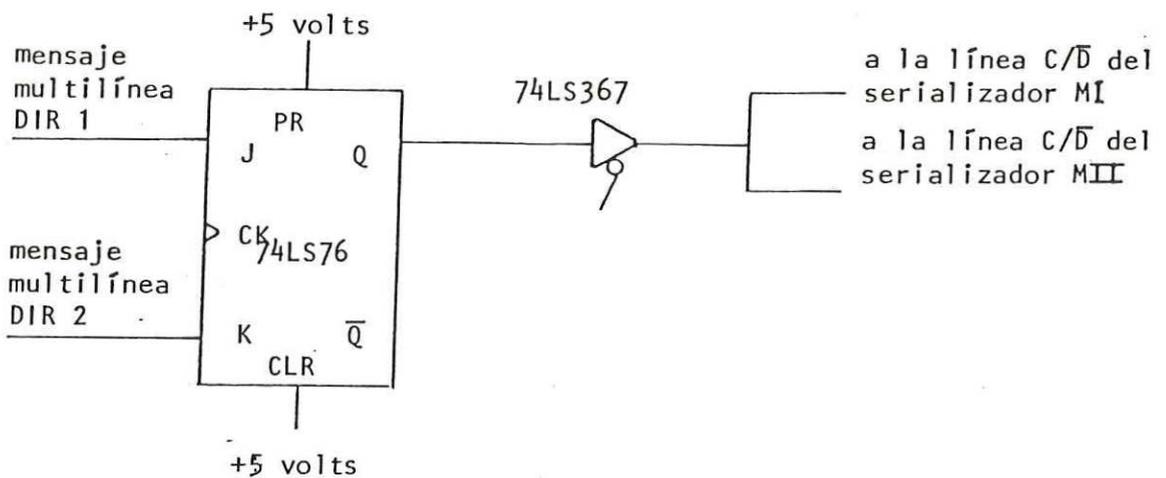


Figura 13.- Circuito de control para la línea C/\bar{D} de los serializadores.

En la figura 14 se muestra cómo se genera el pulso de escritura \overline{WR} , para los serializadores. La línea \overline{WR} se activa cuando \overline{DAV} es verdadera y la anchura del pulso generado lo determinan los valores R y C del retardador empleado. Con los valores mostrados se obtuvo un ancho de pulso de 1.5 microsegundos.

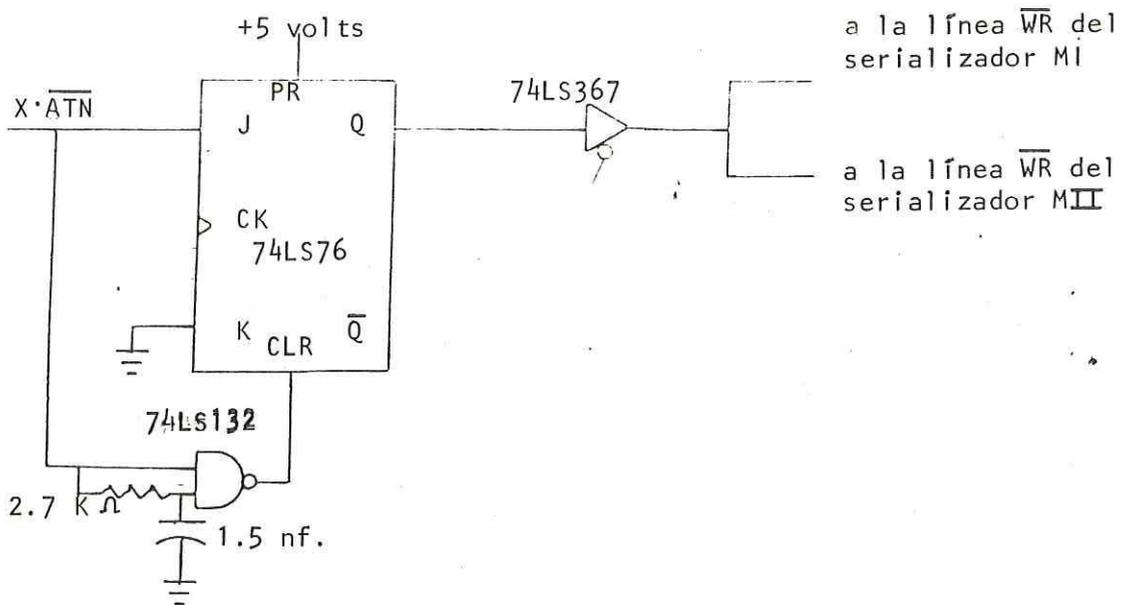


Figura 14.- Circuito generador del pulso de escritura para los serializadores.

La entrada selectora CS de cada serializador se conecta a cada una de las salidas Q y \bar{Q} de una báscula 1/2 74LS74 tipo D, la cual cambia de estado con el frente de subida de la línea DAV. Así se permite seleccionar en forma alterna los serializadores (Fig. 15). Primero se selecciona con un 0 el denominado MI y luego el MII.

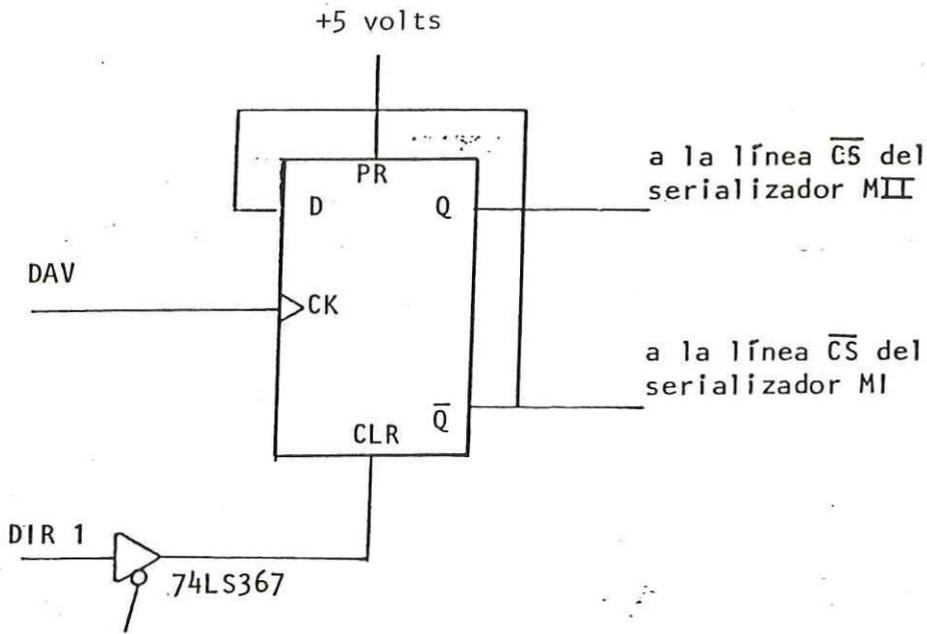


Figura 15.- Circuito utilizado para la selección alterna de los serializadores.

El mensaje de "lista para grabación" , en la norma denominado "rdy", significa que los serializadores están listos para recibir un caracter más. El caracter recibido puede ser de control o de dato, dependiendo esto del nivel en que se halle la línea C/D. Si se trata de un caracter de control éste servirá para programar el modo de operación de los serializadores y, en tal caso, el mensaje se genera por medio de una báscula y dos retardadores. Por otro lado, si se trata de un caracter de dato, el mensaje se genera haciendo uso de las líneas de salida, TXRDY, de los serializadores, mediante las cuales indican que están listos para recibir un nuevo dato.

El circuito empleado para la generación del mensaje de "lista para grabación" se muestra en el diagrama general de la interfaz(apéndice 2).

El reloj del ZT-80 de 2 MHz. se conecta a las entradas CLK, de ambos serializadores.

La frecuencia del reloj de transmisión, TxC, del serializador, controla la velocidad a la cual se transmitirá el caracter recibido. Con los valores R y C utilizados en el circuito de la figura 16 se obtuvo una frecuencia de oscilación de 1.61KHz.

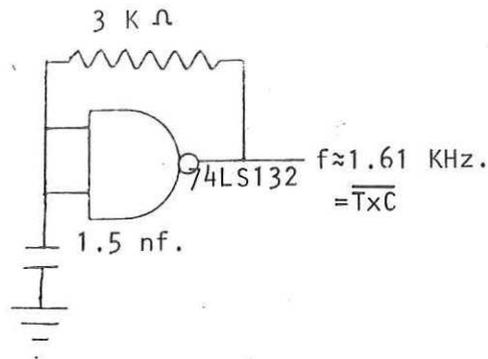


Figura 16.- Circuito oscilador para la terminal \overline{TxC} de los serializadores.

Las pruebas realizadas con este circuito fueron satisfactorias. Sin embargo, si se desea, puede lograrse una oscilación más estable implementando un circuito oscilador más preciso.

En el modo asíncrono de transmisión, que es el usado, el número de bits por segundo transmitidos es una fracción de 1, 1/16 o 1/64 de la frecuencia \overline{TxC} . En este caso el número de bits transmitidos por segundo es de 1610, 100 y 25 respectivamente.

El circuito de grabación se implementó con circuitería CMOS alimentada con +5 volts. Este circuito consiste de un cifrador Manchester y reforzadores que proporcionan la corriente necesaria para la saturación de la cabeza de grabación de la grabadora. El cifrado Manchester se logra haciendo un "o exclusivo" (mediante el circuito CD4030) del dato y del reloj que sincroniza el envío del dato. En este caso se hace pasar antes TxC por un divisor entre 2, es decir, se cifra en Manchester el dato y $TxC/2$. Los reforzadores empleados son los CD4502. La corriente utilizada para la saturación de las cabezas de grabación fue de 3.3 miliamperes pico.

El circuito empleado en la grabación en ambas pistas de la grabadora digital (PHI-DECK TRIPLE I) utilizada se muestra en el diagrama general de la interfaz (apéndice 2).

En la interfaz de la grabadora se colocó una base de 16 terminales, denominada conector SI, adonde van todas las líneas que se utilizan en la conexión entre ella y la grabadora. Esta conexión se llevó a cabo por medio de un conector plano de 16 terminales.

En la tabla III se describe el significado de las líneas conectadas a la base mencionada.

PATA #	LINEA	DESCRIPCION
1	INIG	-Un cero en esta línea indica a la grabadora que debe iniciar la grabación. La llegada del mensaje DIR2 coloca esta línea en cero.
14	ALTO	-Un cero en esta línea detiene la grabación, esto sucede luego de la recepción de UNL o EOI.
3 12	CAB1 CAB1	-Estas líneas vienen de una salida del circuito de grabación y van a la cabeza superior de la grabadora. Se utilizan para enviar los datos a la pista #1 de la grabadora.
5 10	CAB2 CAB2	-Estas líneas vienen de una salida del circuito de grabación y van a la cabeza inferior de la grabadora. Se utilizan para enviar los datos a la pista #2 de la grabadora.
7	TIERRA	-Es el potencial de referencia.
8	+Vcc	-Mediante esta línea se enciende la grabadora en cuanto se recibe la orden de hacerlo.

Tabla III.- Líneas de interconexión entre la grabadora y su interfaz a través del conector SI.

IV.3.- Interfaz del conductímetro

La interfaz del conductímetro se divide en dos partes. La primera es la interfaz tal y como la define la norma y la segunda, llamada también "circuitería adicional", consiste solamente de un circuito para el encendido y apagado de la parte normalmente apagada de la interfaz del conductímetro. Este circuito se utilizará eventualmente para encender a su vez el conductímetro completo.

En la figura 17 se muestra un diagrama a cuadros de la interfaz del conductímetro.

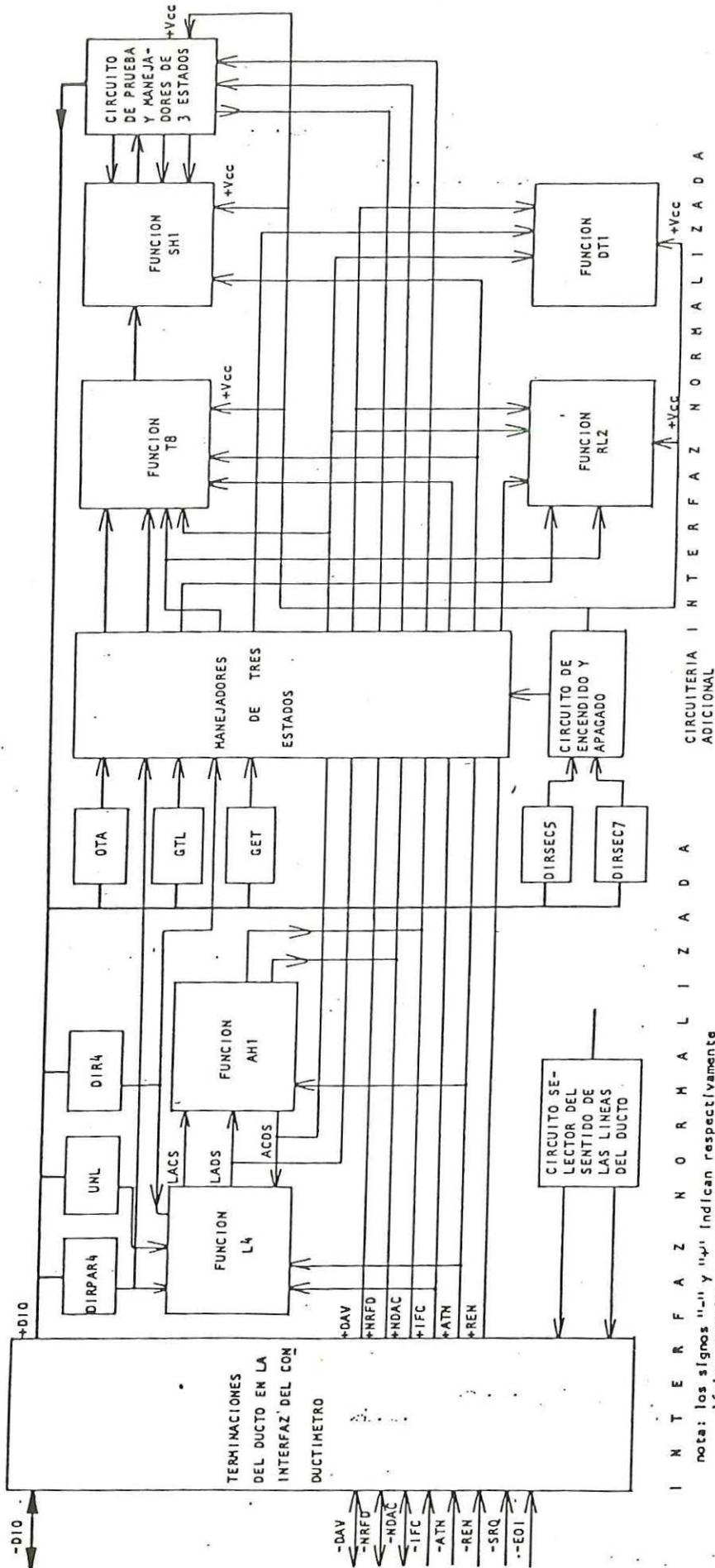


Figura 17.- Diagrama a cuadros de la interfaz del conductímetro.

IV.3.1.- Interfaz normalizada

La interfaz del conductímetro debe cumplir con ciertos requisitos, mismos que se basan en las necesidades del conductímetro, y son:

1.- Poder decidir, en base a órdenes recibidas por el ducto, si las mediciones realizadas por el conductímetro se manejarán por medio de controles en el tablero o se transferirán a algún otro dispositivo conectado al ducto.

2.- Tener la capacidad de escuchar las órdenes y mensajes enviados a través del ducto.

3.- Proporcionar una señal que indique al conductímetro cuándo iniciar una medición.

4.- Enviar, por el ducto, las lecturas del conductímetro en cuanto el controlador lo capacite para ello.

Para satisfacer los anteriores requisitos se implementaron las funciones de interfaz T, SH, L, AH, RL y DT. Los diagramas de estado generales de estas funciones se muestran en el apéndice I. Para un análisis detallado de cada una ver Anon.(1978a).

Para la función T se escogió el subconjunto T8 ya que cumple el requisito 4 y, además, en este caso particular, la interfaz cuenta también con la función de escucha(existe el mensaje MLA) ver Anon.(1878a). De las funciones SH, AH, Y DT se escogieron los únicos subconjuntos posibles SH1, AH1 Y DT1, los cuales ayudan al cumplimiento de los requisitos 4, 2 y 3 respectivamente. Para la función L se escogió el subconjunto L4, debido a que por un lado, satisface el requisito 2 y por el otro, en la interfaz se implementó también la función de parlante(existe MTA) y este subconjunto(L4) evita la posibilidad de que se le seleccione a la vez como parlante y escucha[Anon., 1978a]. Para la función RL se escogió el subconjunto RL2 debido a que éste satisface el requisito 1.

En la figura 18 se muestran los diagramas de estados correspondientes a las funciones SH1, T8, AH1, L4, RL2 y DT1. Estas funciones se implementaron haciendo uso de circuitos lógicos secuenciales y utilizando la definición de "contadores de control de estado"[Blakeslee, 1975].

En el apéndice 3 se muestra el diagrama detallado de la interfaz del conductímetro y la asignación de estados correspondiente a SH1 y AH1.

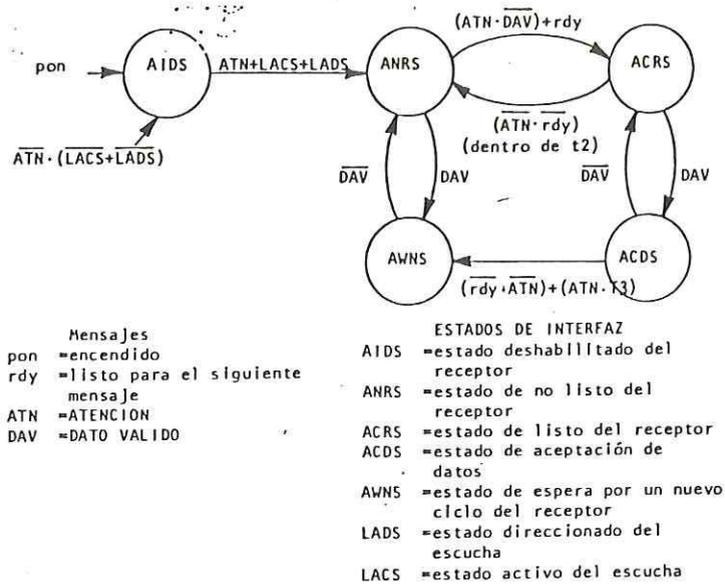


DIAGRAMA DE ESTADO DE LA FUNCION AH1

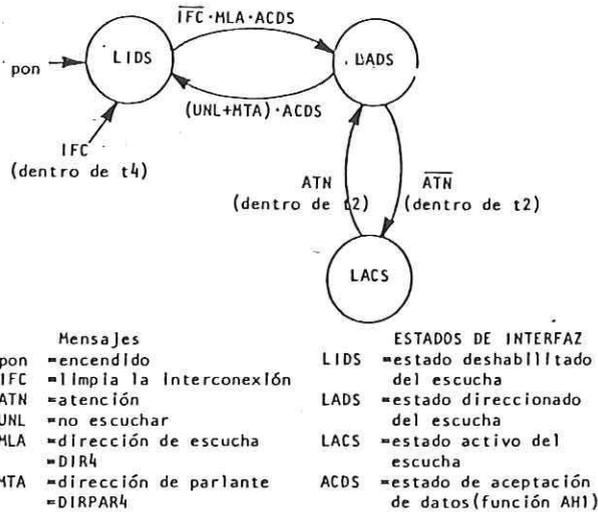
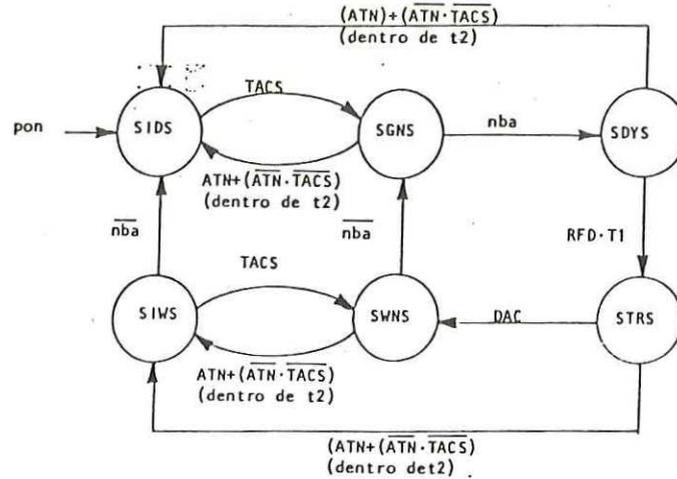


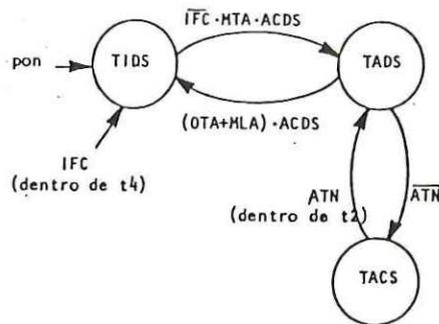
DIAGRAMA DE ESTADO DE LA FUNCION L4

Figura 18.- Diagramas de estado de las funciones AH1, L4, SH1, T8, RL2 y DT1 de la interfaz del conductímetro.



- | | |
|------------------------------|---|
| MENSAJES | MENSAJES DE INTERFAZ |
| pon =encendido | SIDS =estado deshabilitado de la fuente |
| nba =nuevo octeto disponible | SGNS =estado de generación de la fuente |
| ATN =atención | SDYS =estado de retardo de la fuente |
| RFD =listo para el dato | STRS =estado de transferencia de la fuente |
| DAC =aceptación del dato | SWNS =estado de espera por un nuevo ciclo de la fuente |
| | SIWS =estado de espera por deshabilitación de la fuente |
| | TACS =estado activo del parlante |

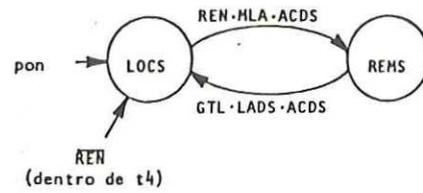
DIAGRAMA DE ESTADO DE LA FUNCION SH1



- | | |
|--------------------------------------|--|
| MENSAJES | ESTADOS DE INTERFAZ |
| pon =encendido | TIDS =estado deshabilitado del parlante |
| IFC =limpia la Interconexión | TADS =estado direccionado del parlante |
| ATN =atención | TACS =estado activo del parlante |
| MTA =dirección de parlante =DIRPAR 4 | ACDS =estado de aceptación de datos(función AH1) |
| OTA =otra dirección de parlante | |
| MLA =dirección de escucha =DIR 4 | |

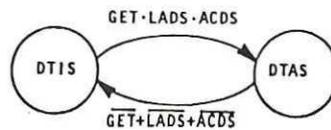
DIAGRAMA DE ESTADO DE LA FUNCION TB

Figura 18.- Cont.



- | | | | |
|----------|------------------------------|---------------------|--|
| MENSAJES | | ESTADOS DE INTERFAZ | |
| pon | =encendido | LOCS | =estado de habilitación local |
| REN | =habilitador remoto | REMS | =estado de habilitación remota |
| GTL | =vuelve al control local | ACDS | =estado de aceptación de datos(función AH1) |
| MLA | =dirección de escucha =DIR 4 | LADS | =estado direccionado del escucha(función L4) |

DIAGRAMA DE ESTADO DE LA FUNCION RL2



- | | | | |
|----------|----------------------|---------------------|--|
| MENSAJES | | ESTADOS DE INTERFAZ | |
| GET | =disparo de un grupo | DTIS | =estado deshabilitado de disparo de un dispositivo |
| | | DTAS | =estado activo de disparo del dispositivo |
| | | ACDS | =estado de aceptación de datos(función AH1) |
| | | LADS | =estado direccionado del escucha(función L4) |

DIAGRAMA DE ESTADO DE LA FUNCION DT1

Figura 18.- Cont.

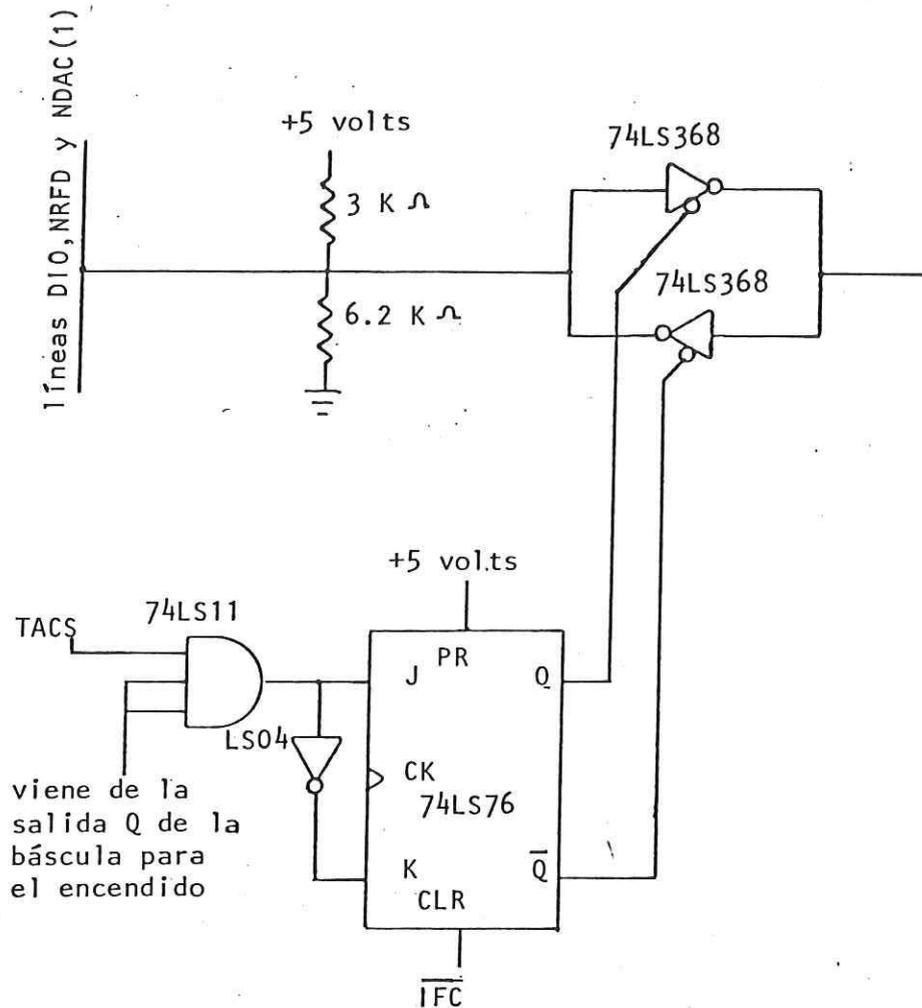
La circuitería normalmente apagada en la interfaz corresponde a la de las funciones SH1, T8, RL2 y DT1.

Las terminaciones empleadas para las tres líneas unidireccionales del ducto de control se muestra en la figura 10. La configuración empleada para las terminaciones de las líneas bidireccionales del ducto y el circuito selector del sentido de éstas se muestra en la figura 19(*).

Los detectores de mensajes multilínea se implementaron en forma similar a los de la interfaz de la grabadora, es decir, con un "y lógico" de las 7 primeras líneas de datos y las líneas DAV y ATN.

La señal que sincroniza a las básculas empleadas en la interfaz se derivó del circuito oscilador de la figura 11.

* Para las líneas NREF y NDAC debieron utilizarse manejadores de colector abierto[Anon.,1978a].



nota(1): Para las líneas NRFD y NDAC las salidas Q y \bar{Q} se conectan a las entradas habilitadoras de los manejadores en forma opuesta a la mostrada en la figura.

Figura 19.- Terminaciones de las líneas bidireccionales del ducto en la interfaz del conductímetro y circuito selector del sentido de éstas.

IV.3.2.- Circuitería adicional

El circuito empleado para el encendido y apagado, tanto de una parte de la interfaz del conductímetro como eventualmente del conductímetro mismo, consiste de una báscula JK (1/2 74LS76) y, de un relevador de dos polos dos tiros (732D-5), como se muestra en la figura 20. La llegada de los mensajes multilínea DIRSEC 5 y DIRSEC 7 activa y desactiva respectivamente la salida Q de la báscula, la cual, a su vez, enciende y apaga el relevador por medio de un transistor.

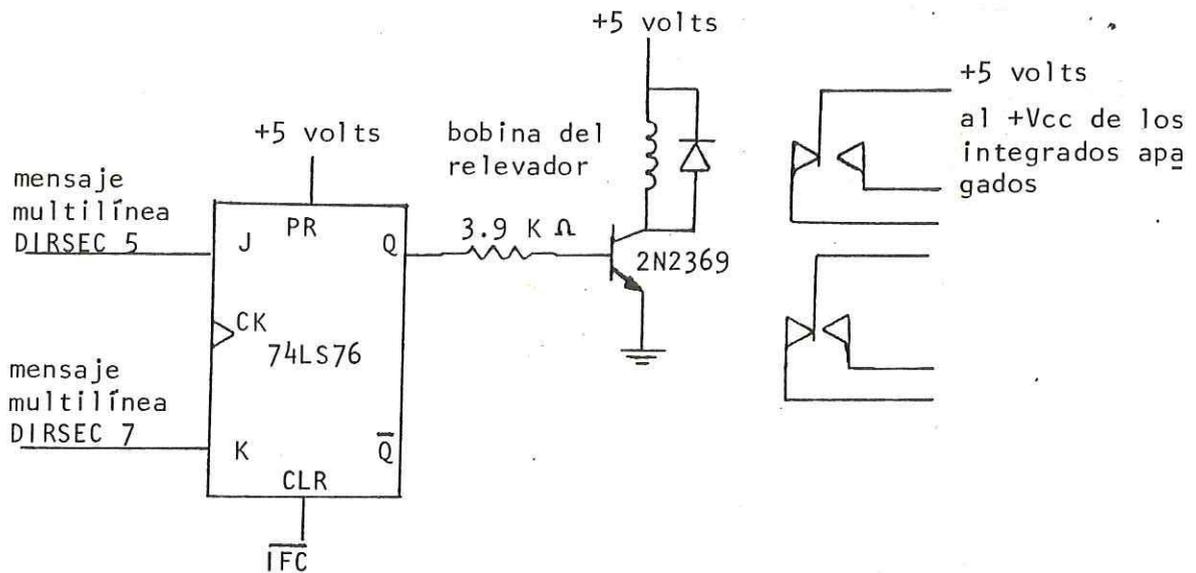


Figura 20.- Circuito utilizado para encender y apagar el conductímetro y una parte de su interfaz.

Las líneas que se usan tanto en la parte normalmente

encendida como en la normalmente apagada se aíslan haciendo uso de manejadores no inversores de tres estados 74LS367 cuyas entradas de habilitación se conectan a la salida Q de la báscula de la figura 20.

En la interfaz del conductímetro se colocó una base de 16 patas, denominada SII, a la cual van todas las líneas que se utilizarán para la conexión entre ella y el conductímetro. La conexión se llevará a cabo por medio de un conector plano de 16 patas.

En la tabla IV se describe el significado de las líneas conectadas a la base mencionada.

PATA #	LINEA	DESCRIPCION
1	DI01	-Líneas del ducto de datos que el conductímetro utilizará cuando la la función T entre al estado activo(TACS).
2	DI02	
3	DI03	
4	DI04	
5	DI05	
6	DI06	
7	DI08	
8	DI08	
9	RELO	-Un uno indica que el conductímetro está habilitado solo en forma remota(REMS), un cero indica que está habilitado solo localmente(LOCS).
10	HABIL	-Un cero habilita al conductímetro a utilizar las líneas DIO pra transferir, al controlador, las lecturas.
11	INIM	-El conductímetro recibe la orden de iniciar una medición cuando hay un uno en esta línea.
12	nba	-Mediante esta línea el conductímetro informa a su interfaz sobre la existencia de un nuevo octeto de información en las líneas DIO.
13	MEDT	-El conductímetro indica con un uno que la medición ha sido realizada. Se utiliza para devolver a la función DT al estado DTIS.
14	TIERRA	-Es el potencial de referencia.
16	+Vcc	-Mediante esta línea se enciende el conductímetro en cuanto se recibe por el ducto, la orden de hacerlo.

Tabla IV.-Líneas de interconexión entre el conductímetro y su interfaz a través del conector SII.

IV.4.- Consumo de las interfaces

INTERFAZ DE LA GRABADORA

La parte de la interfaz normalmente encendida consume una corriente de 212 miliamperes a +5 volts. Cuando se enciende el resto de la interfaz, el consumo de corriente aumenta a 429 miliamperes a +5 volts. El consumo de la grabadora encendida es de 215 miliamepres a +16 volts y aumenta a 310 miliamperes a +16 volts cuando se graba.

INTERFAZ DEL CONDUCTIMETRO

La parte de la interfaz normalmente encendida consume una corriente de 227 miliamperes a +5 volts. Cuando el resto de la interfaz se enciende el consumo de corriente aumenta a 338 miliamperes.

V.- PROGRAMACION

En la SBC-80 se encuentra el programa principal denominado "PIG", que se utiliza principalmente para activar un programa canal escrito en la memoria pública del ZT-80 y para comprobar el estado de ciertas banderas. El programa presente en la memoria pública, escrito en el lenguaje de alto nivel del ZT-80, realiza las transacciones deseadas a través del ducto normalizado.

El programa PIG es bastante general y se utiliza para activar tanto el programa canal que da lugar a la transferencia entre el controlador y la grabadora como el que origina la transferencia entre el controlador y el conductímetro.

En este capítulo se presentan primero cuestiones relacionadas a la programación empleada, luego se describe el programa principal y enseguida los programas en memoria pública.

V.1.- Aspectos de la programación

La SBC-80 dirige las acciones del ZT-80 enviándole órdenes a la parte de la memoria pública llamada área de comunicaciones.

En la tabla V se describen las localidades utilizadas para el envío de órdenes canal.

DIRECCION	NOMBRE DEL OCTETO	DESCRIPCION
13FAH	COMND	-En esta dirección la SBC-80 escribe la orden canal.
13FBH	PRGID	-Cuando la orden así lo amerita, la SBC-80 escribe aquí el número de identificación del programa (0= prioridad más alta y 31= prioridad más baja).
13FCH 13FDH	CPARM	-Cuando la orden enviada desde la SBC-80 hace referencia a un programa, la dirección de inicio de éste se escribe aquí.

Tabla V.- Localidades en la memoria pública para el envío de las órdenes canal.

Cabe mencionar que, en todas las direcciones de 16 bits, tanto la SBC-80 como el ZT-80 usan la convención de colocar los 8 bits de más bajo orden en la primera de 2 localidades sucesivas y, los 8 bits de más alto orden en la segunda de éstas.

La SBC-80 ordena al ZT-80 ejecutar la orden escrita en COMND colocando un "uno" lógico en el bit CCOM(bit 0 de la localidad CP0RT=13FFH).

Antes del envío de una orden, la SBC-80 debe asegurarse que el ZT-80 está listo para ejecutarla. Esto se cumple cuando el bit CCOM(bit 0 de la localidad CP0RT=13FFH) es igual a cero.

Las órdenes canal utilizadas en los diálogos entre controlador y grabadora y entre controlador y conductímetro son:

-CCP(cifrado 1H)=CONFIGURA UN PROGRAMA CANAL. La SBC-80 da a conocer al ZT-80 la prioridad y dirección de inicio de un programa escrito en la memoria pública.

-ACP(cifrado 7H)= ACTIVA UN PROGRAMA CANAL. La SBC-80 activa un programa canal indicando el número de identificación de éste.

-SIC(cifrado 15H)= ENVIA "LIMPIAR LA INTERCONEXION". La SBC-80 ordena al ZT-80 enviar el mensaje IFC por el ducto.

Los programas canal presentes en la memoria pública están constituidos por instrucciones canal. Estas

instrucciones dan lugar a transacciones a través del ducto. Cada instrucción puede involucrar uno o varios de los parámetros mostrados en la tabla VI.

NOMBRE	# DE LOCS.	SIGNIFICADO
DEVPTR	2	Indica la dirección de la lista de dispositivos.
BUFPTR	2	Indica la dirección de inicio del almacén de datos.
LIMIT	2	Indica en hexadecimal el número de datos por transferirse.
EOS	1	El carácter que se reconocerá como final de la transmisión.
NEXTAD	2	Dirección de la siguiente instrucción por ejecutarse.

Tabla VI.- Parámetros de las instrucciones.

Las instrucciones canal empleadas son:

-FDATA(cifrado 60H)= ENVIA Y RECIBE DATOS. Se utiliza para enviar o recibir grupos de datos. Usa DEVPTR, BUFPTR y LIMIT.

-ENDIC(cifrado 21H)=FIN DEL PROGRAMA. Se utiliza al final de cada programa canal. Usa NEXTAD. Cuando esta instrucción aparece en un programa, el bit PEND(bit 0 de STAT2=13F2H) se coloca en un nivel lógico "uno". Este bit se coloca en cero en cuanto se coloca un "uno" lógico en el bit 0 de S2CLR=13FEH.

-GLOLOC(cifrado 25H)= VUELVE A LOCAL. Utiliza DEVPTR. Se utiliza para enviar el mensaje GTL a los dispositivos en la lista.

-GOREM(cifrado 23H)= VUELVE A CONTROL REMOTO. Utiliza DEVPTR. Se usa para enviar el mensaje REN a los dispositivos en la lista.

-TRIGR(cifrado 24H)= GRUPO DE DISPARO. Utiliza DEVPTR. Se usa para enviar el mensaje GET a los dispositivos en la lista.

Para un análisis riguroso de las cuestiones de programación ver Anon. (1980).

V.2.- Programa principal

Básicamente el programa principal "PIG" configura y activa un programa canal escrito en la dirección 1000H de la memoria pública y se divide en las siguientes etapas:

- 1.- En primer lugar, la SBC-80 se apodera del control del multiducto mediante el envío de un "uno" lógico a la dirección D5H. La acción tomada en este caso es redundante,

debido a que la SBC-80 es el único amo en el multiducto y, se le aseguró la máxima prioridad conectando a tierra la terminal #15 del multiducto.

2.- Manda la orden canal SIC. El ZT-80 ejecuta la orden enviando el mensaje IFC mediante el cual, las funciones de los dispositivos conectados al ducto normalizado regresan a su estado inicial.

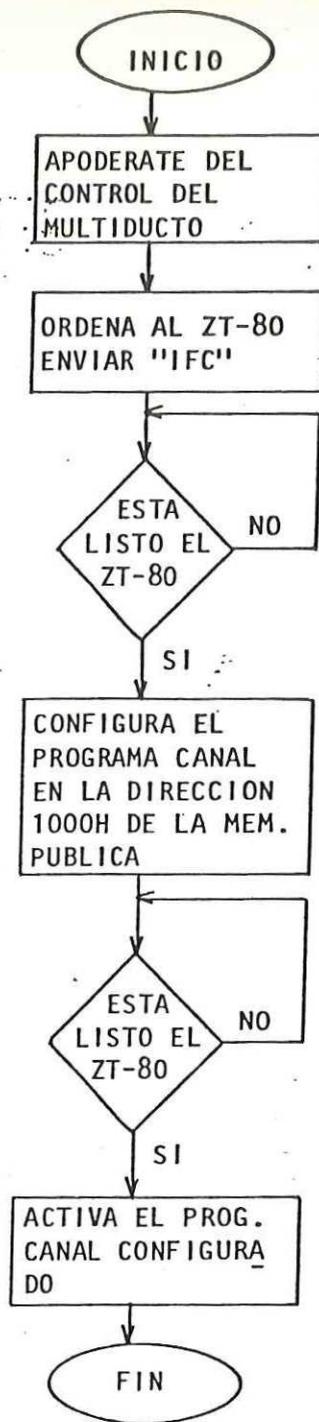
3.- Entra a un ciclo de espera y sale de él en cuanto el ZT-80 fuerza a cero su bit CCOM, indicando así que está listo para recibir la siguiente orden.

4.- Envía la orden de configurar el programa canal que comienza en la dirección 1000H de la memoria pública. A tal programa le asigna prioridad 0 (máxima prioridad).

5.- Idéntica a la etapa 3.

6.- Por último, envía la orden de activar el programa que tiene prioridad 0 (es decir el programa configurado en la etapa 4).

El diagrama de flujo del programa principal se muestra en la figura 21.



nota(1) : Existe un programa canal diferente en la dirección 1000H para cada uno de los diálogos a desarrollar.

Figura 21.- Diagrama de flujo del programa principal

V.3.- Programa canal para la comunicación entre el controlador y la grabadora.

El programa canal para la transferencia entre el controlador y la grabadora se denomina "PGMP". Este programa se usa básicamente para encender la grabadora y una parte de la interfaz, transferir la información de control necesaria para los serializadores, enviar los datos que interesa grabar y, por último, apagar lo antes encendido.

El programa PGMP consta de las siguientes etapas:

1.- Manda encender una parte de la interfaz de la grabadora y la propia grabadora.

2.- Envía primero la dirección #7 de parlante del controlador, la cual selecciona como tal al controlador y luego la dirección # 1 de escucha de la grabadora.

3.- Desactiva la línea ATN indicando a los dispositivos direccionados que pueden dar comienzo al intercambio de información.

4.- Transfiere, a la interfaz de la grabadora, los 8 datos destinados a definir y controlar la operación de los dos serializadores. Cada uno de éstos recibe cuatro.

5.- Cuando termina la transferencia anterior activa la línea ATN.

6.- Envía primero la dirección # 7 de parlante del controlador. Luego, mediante el mensaje UNL, deshabilita a todos los escuchas y, enseguida envía la dirección # 2 de escucha de la grabadora.

7.- Idéntica a la etapa 3.

8.- Los datos por grabar son transferidos por el controlador a la interfaz de la grabadora. Esta, a su vez, los pasa a los serializadores, los cuales los reciben alternadamente. Los datos ya serializados pasan al circuito diseñado para grabar en cifrado Manchester en las dos pistas de la grabadora.

9.- Cuando termina la transferencia anterior, activa la línea ATN.

10.- Por último manda apagar lo encendido en la etapa 1.

El diagrama de flujo del programa PGMP se muestra en la figura 22.

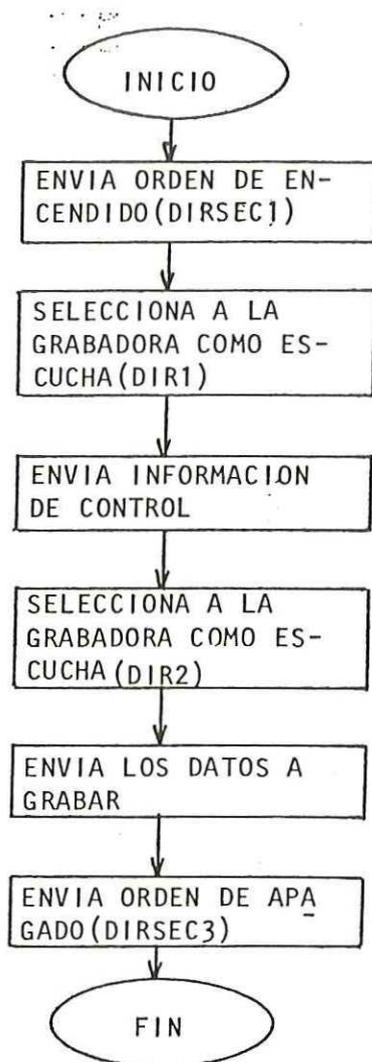


Figura 22.- Diagrama de flujo del programa en memoria pública para realizar la transferencia entre el controlador y la grabadora.

En la tabla VII se muestran los octetos en el ducto en el transcurso de la ejecución del programa PGMP.

NOMBRE DE LA INST.	CIFRADO EN EL DUCTO	DESCRIPCION
FDATA1	47	-Dirección de parlante del controlador
	61	-Dirección secundaria del controlador, se utiliza para encender la grabadora y su interfaz.
FDATA2	47	-Dirección de parlante del controlador
	60	-Dirección secundaria del controlador.
	3F	-Mensaje "no escuchen".
	21	-Dirección de escucha de la grabadora, se utiliza para el envío de los octetos de control de los serializadores.
	AA(*)	-Son los ocho octetos enviados para el control de los serializadores.
	AA	
	40	
	40	
	4E	
	4E	
11		
11		
FDATA	47	-Dirección de parlante del controlador
	60	-Dirección secundaria del controlador.
	3F	-Mensaje "no escuchen".
	22	-Dirección de escucha de la grabadora, se utiliza para el envío de los octetos por grabar.
	XX	-Octetos de datos enviados para grabar.
XX		
FDATA4	47	-Dirección de parlante del controlador
	63	-Dirección secundaria del controlador, se utiliza para apagar una parte de la interfaz de la grabadora y a la grabadora misma.

* Se envían 8 octetos en forma alterna a los 2 serializadores utilizados es decir, llegan 4 a cada uno de ellos. De estos 4 el primero sirve para asegurar el estado inicial del serializador(AA), el segundo es el que se usa en la inicialización del serializador(40), el tercero es la instrucción de modo(4F, 4E o 4D según la velocidad de transmisión deseada) y, el último es la instrucción de orden(11).

Tabla VII.- información transferida a través del ducto durante la ejecución del programa PCMP.

V.4.- Programa canal para la comunicación entre el controlador y el conductímetro.

El programa canal para la transferencia de información entre el controlador y el conductímetro se denomina "PCMP". Este programa se utiliza básicamente para: encender una parte de la interfaz del conductímetro y el circuito de prueba que simula al conductímetro, enviar al conductímetro la orden de tomar una medición, recibir desde el conductímetro la lectura de la medición realizada y, por último, apagar lo antes encendido.

El programa PCMP puede dividirse en las siguientes etapas:

1.- Manda encender una parte del conductímetro y el circuito de prueba utilizado.

2.- Envía la dirección # 4 de escucha del conductímetro. Luego, activa la línea REN habilitando a éste para recibir información en forma remota.

3.- Deshabilita a los anteriores escuchas mediante la emisión del mensaje UNL.

4.- Emite la dirección # 4 del escucha, seleccionando como tal al conductímetro y, le hace llegar el mensaje de "inicia una medición".

5.- Designa como parlante al conductímetro colocando en el ducto su dirección # 4 respectiva, deshabilita a los escuchas por medio del mensaje UNL y luego envía la dirección # 7 de escucha del controlador.

6.- Desactiva la línea ATN, indicando así a los dispositivos direccionados que pueden dar comienzo al intercambio de información.

7.- Recibe desde el conductímetro los datos de la lectura tomada y los almacena en las localidades asignadas para ello.

8.- Cuando termina la transferencia anterior activa la línea ATN.

9.- Por último, manda apagar lo encendido en la etapa # 1.

El diagrama de flujo del programa PCMP se muestra en la figura 23.

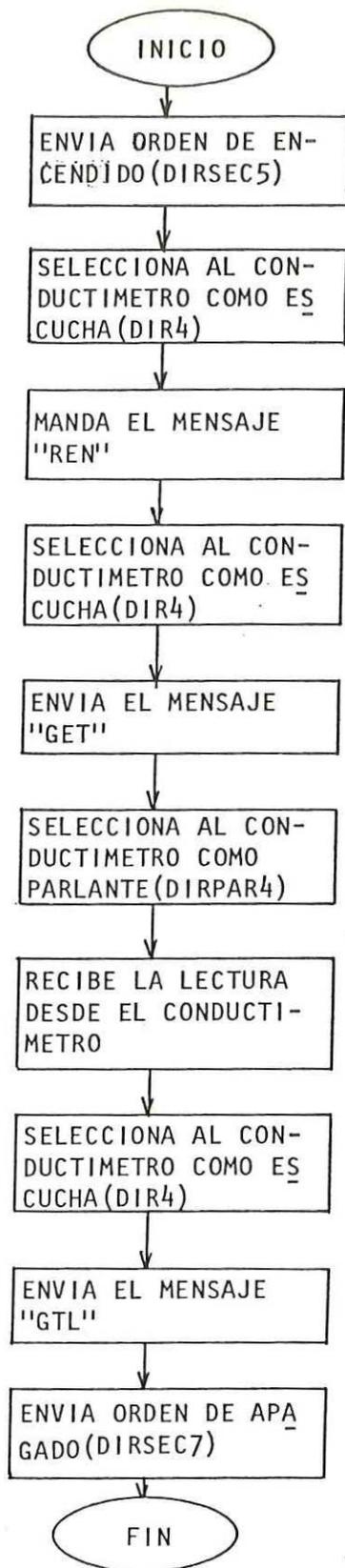


Figura 23.- Diagrama de flujo del programa en memoria pública para realizar la transferencia entre el controlador y el conductímetro.

En la tabla VIII se muestran los octetos en el ducto durante la ejecución del programa PCMG.

NOMBRE DE LA INST.	CIFRADO EN EL DUCTO	DESCRIPCION
FDATA1	47	-Dirección de parlante del controlador
	65	-Dirección secundaria del controlador, se utiliza para encender una parte de la interfaz del conductímetro y el circuito de prueba.
GOREM1	3F	-Mensaje "no escuchen".
	24	-Dirección de escucha del conductímetro (se activa la línea REN).
TRIGR1	3F	-Mensaje "no escuchen".
	24	-Dirección de escucha del conductímetro.
	08	-Mensaje "GET". El conductímetro lo interpreta como la orden de iniciar una medición.
FDATA2	44	-Dirección de parlante del conductímetro.
	3F	-Mensaje "no escuchen".
	27	-Dirección de escucha del controlador.
	XX(1) XX	-Octetos de dato enviados por el conductímetro correspondientes a la medición realizada.
GOLOC1	3F	-Dirección "no escuchen".
	24	-Dirección de escucha del conductímetro.
	01	-Mensaje "GTL".
FDATA3	47	-Dirección de parlante del controlador.
	67	-Dirección secundaria del controlador, se utiliza para apagar una parte de la interfaz del conductímetro y el circuito de prueba utilizado.

(1) Mediante LIMIT2 puede variarse el número de octetos a recibirse desde el conductímetro.

Tabla VIII.- Información transferida a través del ducto durante la ejecución del programa PCMP.

VI.- PRUEBAS EXPERIMENTALES Y EQUIPO UTILIZADO.

En este capítulo se describen en forma conjunta las pruebas realizadas a la circuitería de las interfaces y el equipo de laboratorio utilizado para ello.

La prueba de la circuitería es el cuarto y último de los pasos seguidos para el diseño y construcción de las interfaces. Los pasos anteriores se desarrollaron en el capítulo IV.

En este cuarto paso se probaron primero, por separado, cada una de las funciones de interfaz, manipulando para ello las señales relacionadas a cada función. Luego que las pruebas realizadas resultaron satisfactorias, se procedió a hacer un análisis de las características del sistema controlador, principalmente en los aspectos relacionados a su programación y forma de envío de la información a través del ducto.

Para el desarrollo de los programas utilizados se hizo uso de un sistema de Desarrollo para microprocesadores (GEN-RAD Future Data Microsystem) y un analizador de ducto IEEE, el ZT-488.

El sistema de Desarrollo cuenta con una terminal que se conecta a la SBC-80, y se encarga de emular al microprocesador 8080A de ésta.

El ZT-488 es un instrumento con interfaz normalizada que tiene la capacidad de actuar manualmente en el ducto como escucha, parlante y controlador. Cuenta además con indicadores visuales (diodos emisores de luz) en su tablero, los cuales muestran el estado instantáneo de cada una de las 16 líneas del ducto normalizado. Mediante un interruptor en el tablero se puede seleccionar al ZT-488 como monitor, lo cual permite que la transferencia se lleve a cabo en tiempo real, o como analizador, en cuyo caso el paso de información correspondiente a una transferencia se lleva a cabo octeto por octeto presionando otro interruptor en el tablero [Anon., 1878c].

En la figura 24 se muestra una fotografía del ZT-488.

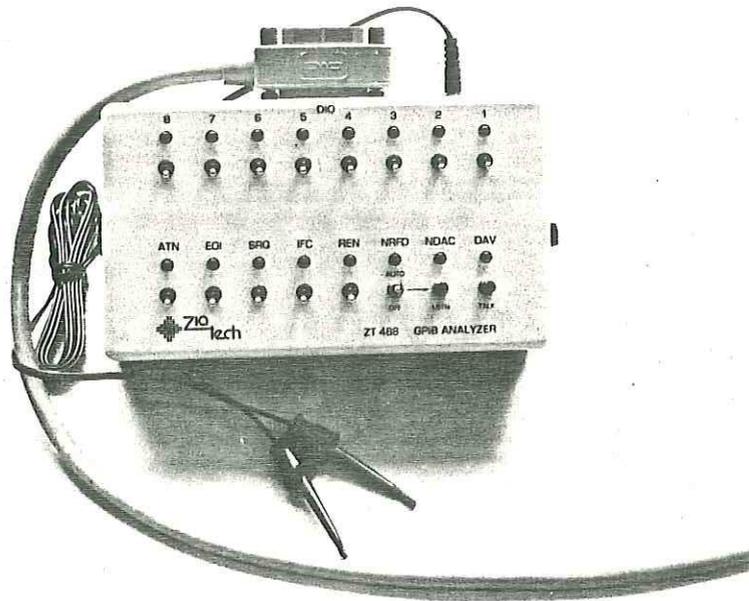


Figura 24.- Fotografía del ZT-488.

La prueba de la programación se llevó a cabo empleando el sistema mostrado en la figura 25. El programa escrito en la memoria pública del ZT-80 se activó mediante la ejecución del programa principal PIG, en tanto que la transferencia de información se visualizó usando el ZT-488 como analizador del ducto, es decir, en el modo paso a paso.

Una vez terminada la prueba de la programación se procedió a hacer lo propio con la circuitería de las interfaces, para lo cual se ensamblaron primero las funciones de interfaz, probadas antes individualmente.

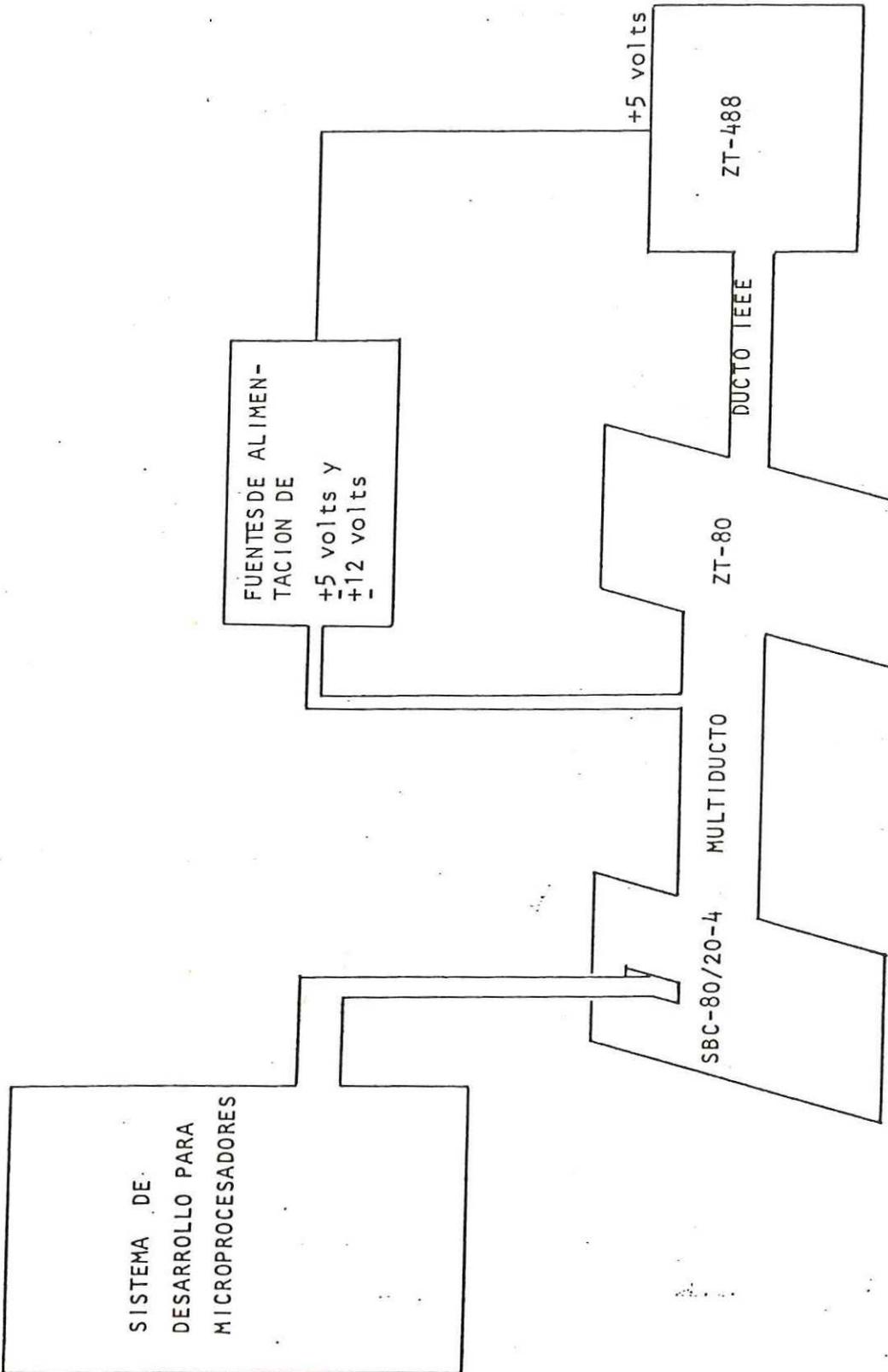


Figura 25.- Sistema empleado en la prueba de la programación.

La prueba de la interfaz de la grabadora se realizó conectando primero la interfaz y la grabadora al ducto como se muestra en la figura 26. Luego, se escribió el programa PGMP para la grabadora en la dirección 1000H de la memoria pública y se activó éste utilizando el programa principal FIG.

La verificación de la correcta recepción de la información por parte de la interfaz se llevó a cabo utilizando al ZT-488 como analizador y observando los cambios de estado de las funciones de interfaz y de las señales en ciertas terminales de los serializadores. La salida de datos de los serializadores se verificó utilizando el ZT-488 como monitor (es decir en tiempo real) y un osciloscopio de memoria. La velocidad de recepción de datos en la interfaz fue de aproximadamente 6.9 Kilo-octetos/seg. , lo cual es bastante aceptable tomando en cuenta que la velocidad máxima de transferencia de datos por el ZT-80 es de 7 kilo octetos/seg. [Anon., 1980].

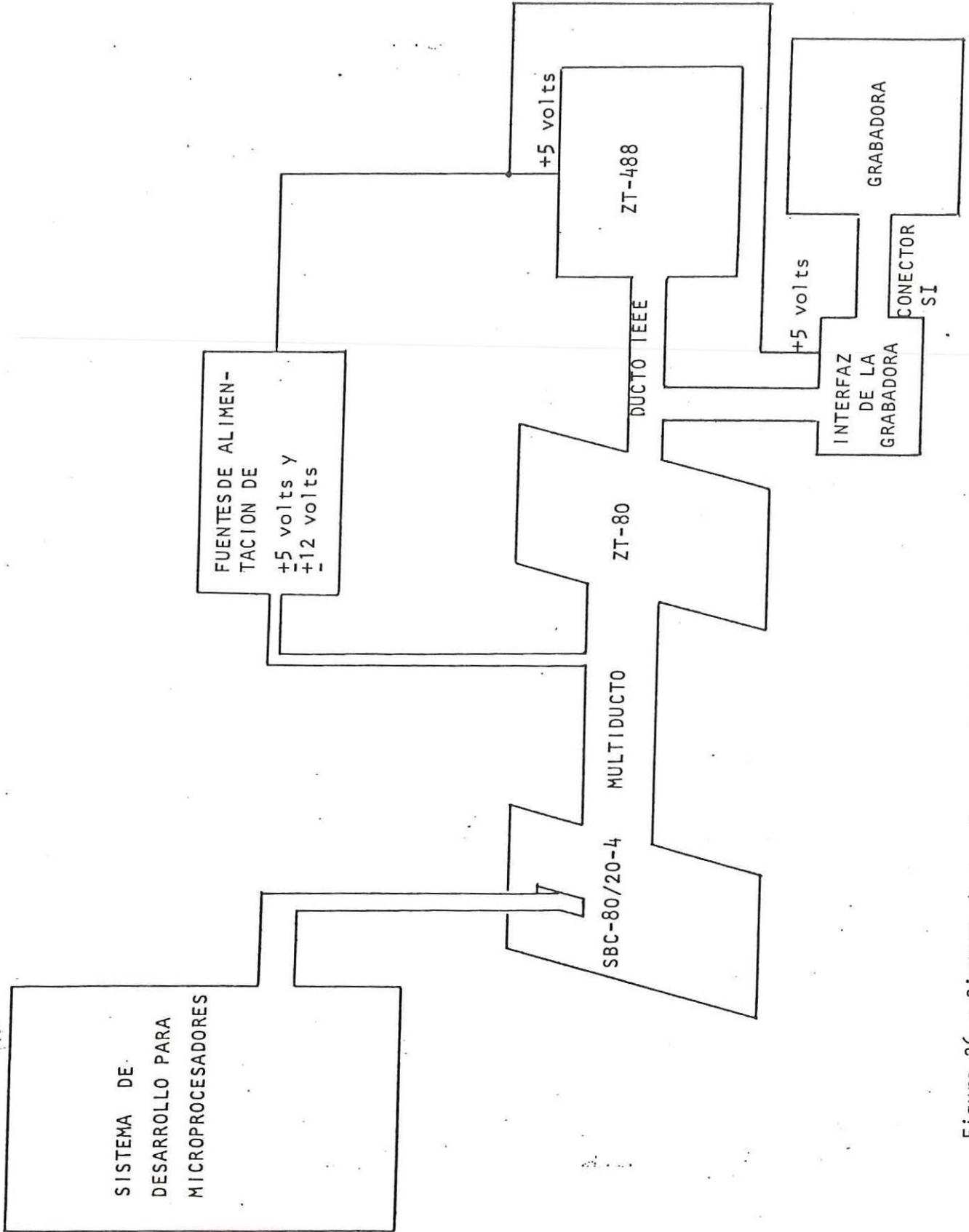


Figura 26.- Sistema de prueba para la interfaz de la grabadora.

Para la prueba de la interfaz del conductímetro se conectó primero la interfaz utilizando la configuración discutida antes como se muestra en la figura 27, se escribió luego el programa PCMG para el conductímetro en la dirección 1000H de la memoria pública y por último, se activó éste utilizando el programa PIG.

La recepción de la información en esta interfaz se probó, como en el caso anterior, utilizando el ZT-488 primero como analizador y luego, como monitor. Para el envío de datos desde la interfaz se implementó un sistema de prueba consistente básicamente de interruptores que permiten colocar en el ducto el dato que se desea hacer llegar al controlador. Los datos así enviados se almacenaron en ciertas localidades específicas de la memoria pública del controlador. Allí se verificó la correspondencia de los datos enviados por la interfaz con los recibidos por el controlador.

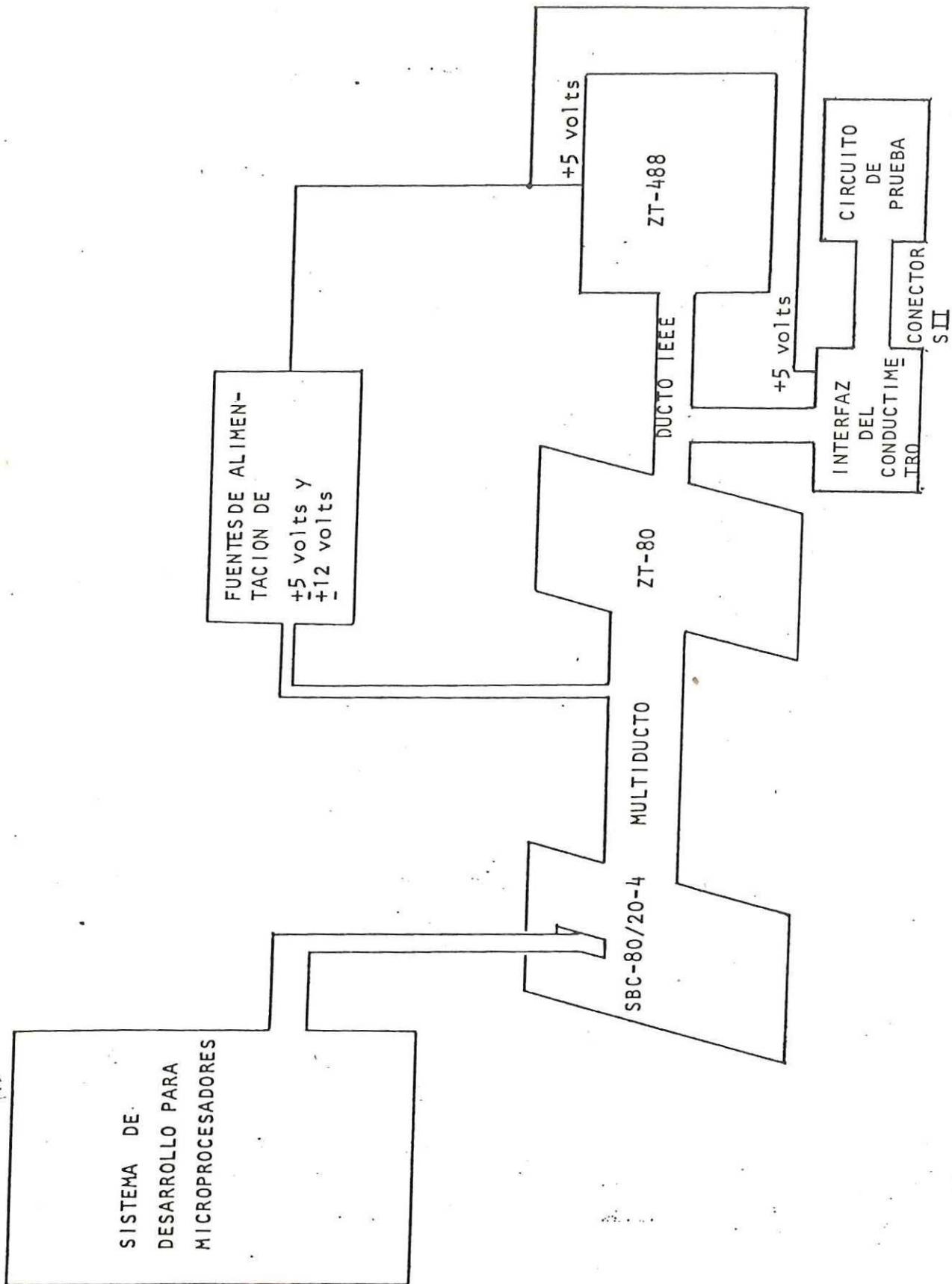


Figura 27.- Sistema de prueba para la interfaz del conductímetro.

Los prototipos de las interfaces de la grabadora y del conductímetro se muestran respectivamente en las figuras 28 y 29.

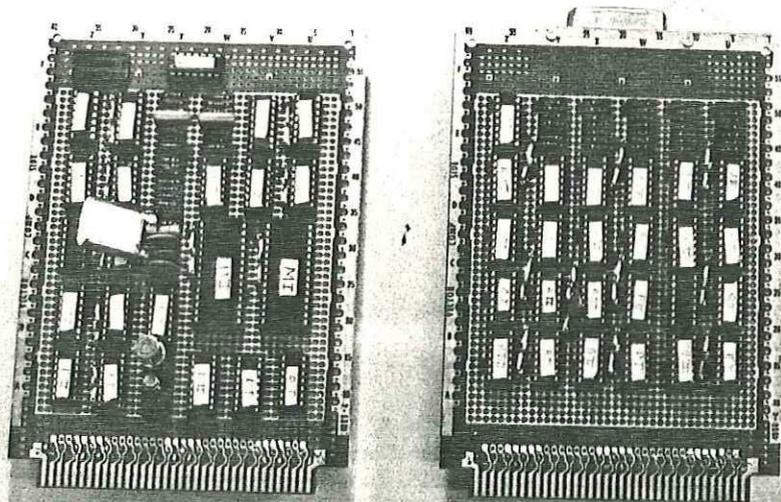


Figura 28.- Fotografía del prototipo de la interfaz de la grabadora.

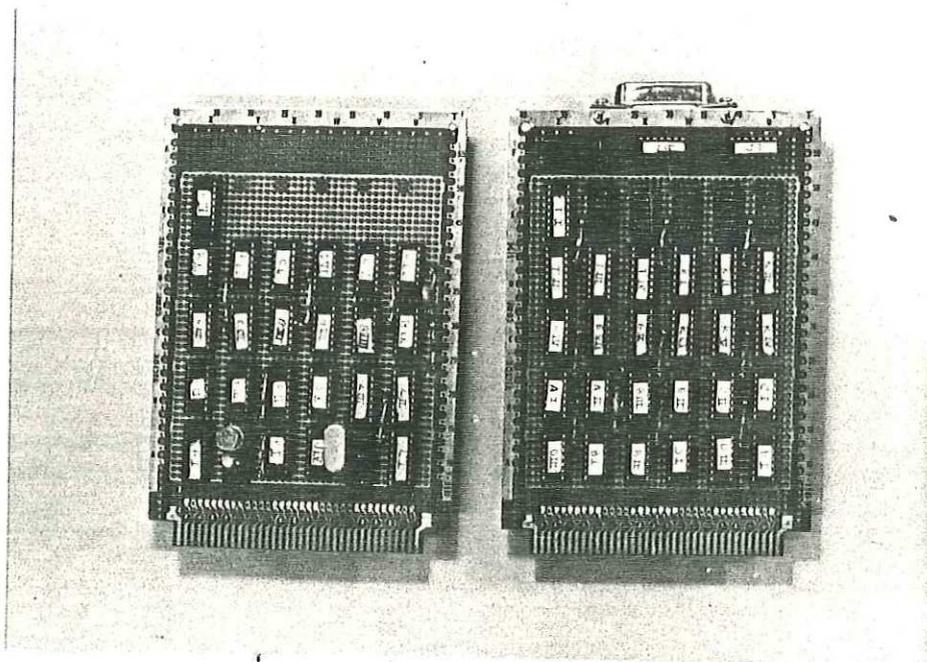


Figura 29.- Fotografía del prototipo de la interfaz del conductímetro.

VII.- CONCLUSIONES

Este trabajo consistió, por un lado, en el diseño, construcción y prueba de la circuitería de las interfaces de la grabadora y del conductímetro y, por otro, en el desarrollo y prueba de los programas que se utilizan en el control de las transferencias de información mencionadas con anterioridad.

La parte de programación se realizó utilizando el lenguaje de alto nivel del controlador lo cual simplificó enormemente el trabajo.

Los prototipos de las interfaces se llevaron a cabo cumpliendo con la norma del ducto IEEE y utilizando, en la medida de lo posible, las componentes que consumieran menos potencia. Sin embargo, no se buscó minimizar al máximo el número de componentes para reducir dicho factor.

La circuitería de ambas interfaces utiliza sólo una fuente de alimentación de +5 volts, lo cual resulta bastante práctico.

Cabe mencionar que la llamada "interfaz del

conductímetro" es lo suficientemente general para poder acoplarse a cualquier otro aparato con características y necesidades similares a las del conductímetro. Lo anterior es válido también para la interfaz de la grabadora.

Para llevar a cabo la realización completa del sistema de transferencia, resta interconectar ambas interfaces al sistema mostrado en la figura 25 y, realizar ciertos cambios en la programación. Esto no se llevó a efecto debido a la premura del tiempo y problemas presupuestales.

Es oportuno hacer notar que existen problemas que hacen difícil pensar en la interconexión del sistema completo en un instrumento autónomo como son : el alto consumo de potencia por parte del controlador , las restricciones que impone la norma y la complejidad de las interfaces realizadas.

Aunque es cierto que existen en el mercado dispositivos que pueden simplificar la circuitería empleada en las interfaces realizadas [Anon., 1981a], e incluso sustituirlas [Anon., 1981b], en el desarrollo del presente trabajo se logró:

- 1.- Obtener habilidad y experiencia en el manejo de la norma y conocimiento práctico acerca de la misma .

2.- Familiarizarse con el uso de sistemas basados en microprocesadores.

3.- Reforzar y ampliar los conocimientos de circuitería digital.

Finalmente, el conocimiento y experiencia adquiridos en la realización del presente trabajo, podrá servir para optimizar futuros diseños de interfaces normalizadas y para facilitar la interconexión de instrumentos de laboratorio que cuentan con la opción del ducto IEEE.

LITERATURA CITADA

- Anon. 1976. The TTL Data Book for Design Engineers. Texas Instruments Inc., San Diego, Cal. p. 6.2-6.56.
- Anon. 1978a. IEEE Standard Interface for Programmable Instrumentation. IEEE., New York, New York. p. 15, 20-47, 50-54, 59 y 80.
- Anon. 1978b. SBC-80 and SBC-80/20-4 Single Board Computer Hardware Reference Manual. Intel Corporation., Santa Clara Cal. p. 2.5-2.6, 3.1-3.110 y 7.1-7.2.
- Anon. 1978c. ZT-488 Operating Manual. Ziatech Corporation., San Luis Obispo, Cal. 58 pp..
- Anon. 1978d. Peripheral Design Handbook. Intel Corporation., Santa Clara, Cal. p. 1.24-1.39.
- Anon. 1980. ZT-80 Instruction Manual. Ziatech Corporation., San Luis Obispo, Cal. p. III.1-V.11 y VIII.7.
- Anon. 1981a. Component Data Catalog. Intel Corporation., Santa Clara, Cal. p. 8.276-8.329.
- Anon. 1981b. Product Catalog. ILC Data Device Corporation., Bohemia, New York. p. 285-288.
- Blakeslee, T.R. 1975. Digital Design with Standard MSI and LSI, 357 pp. John Wiley and Sons, Inc., New York, New York.

GLOSARIO

Se describen algunos términos mencionados a lo largo de la tesis.

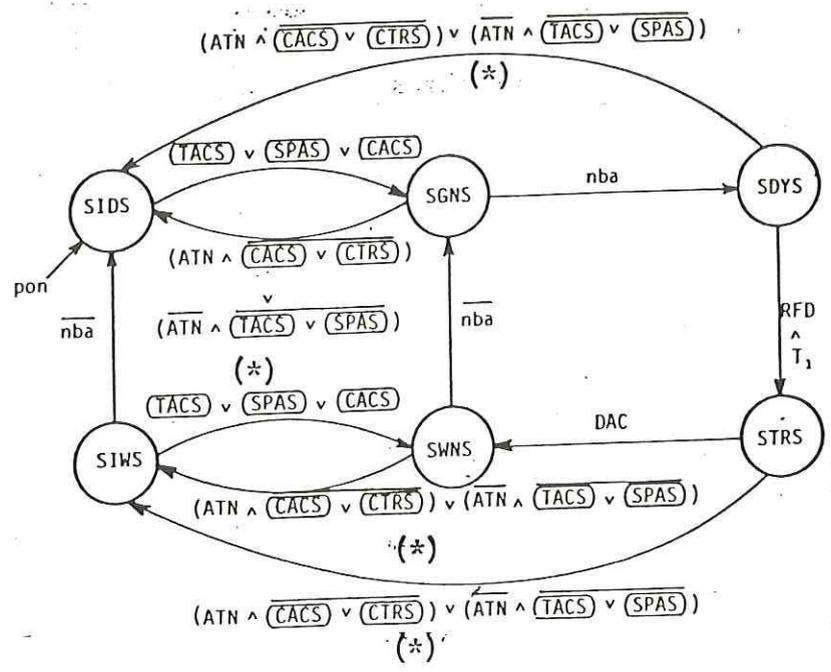
BIT: Dígito binario

OCTETO: Conjunto de 8 bits que forman una palabra

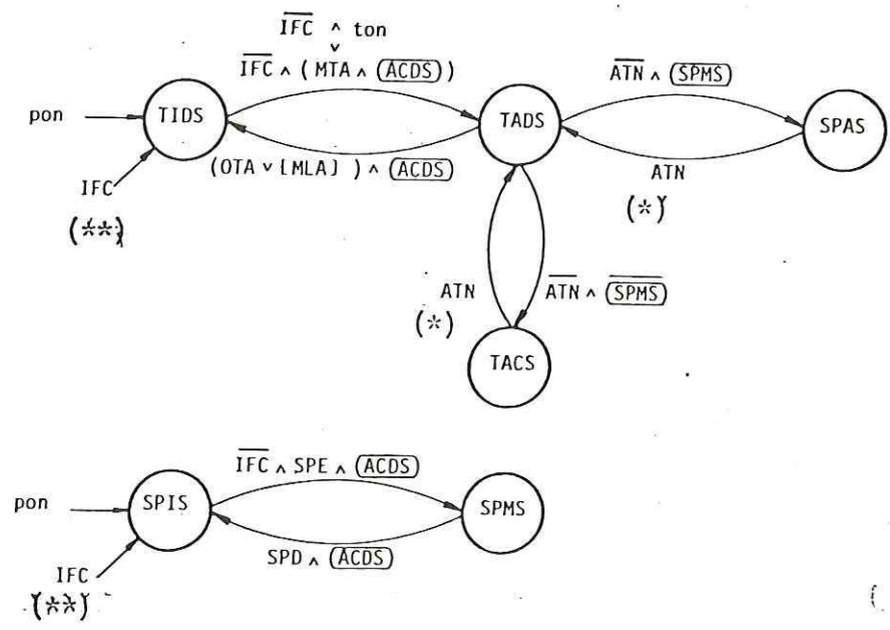
KILO-OCTETO: 1024 octetos

APENDICE I

En este apéndice se muestran los diagramas de estado generales de las funciones de interfaz AH, T, SH, L, RL Y DT. Ciertos subconjuntos de estas funciones se implementaron en las interfaces de la grabadora y el conductímetro.



Digrama de estado de la función SH



Digrama de estado de la función T

* Esta transición debe ocurrir antes de $t_2=200$ nanoseg.
 ** Esta transición debe ocurrir antes de $t_4=100$ microseg.

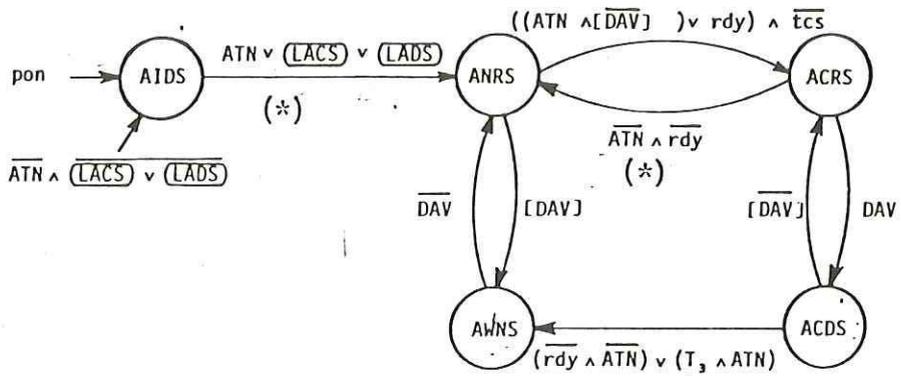


Diagrama de estado de la función AH

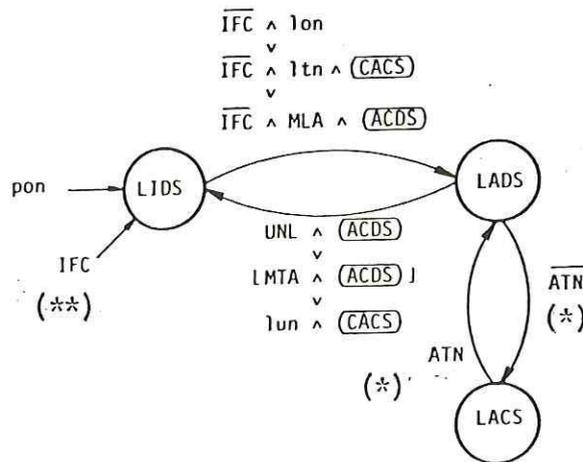


Diagrama de estado de la función L

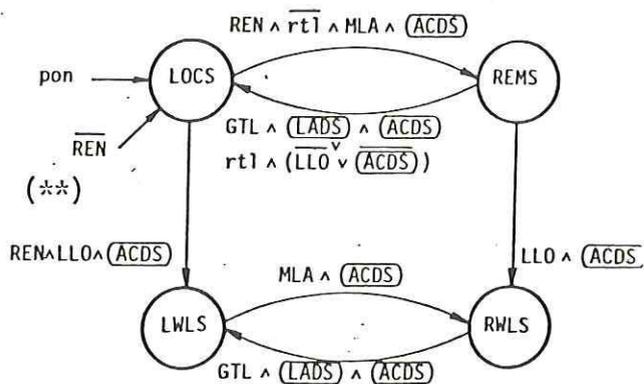


Diagrama de estado de la función RL

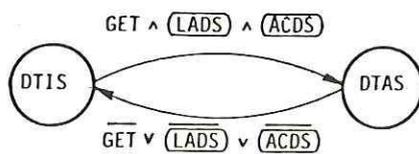


Diagrama de estado de la función DT

APENDICE II

En este apéndice se muestran los diagramas detallados de la circuitería de la interfaz de la grabadora. Los integrados utilizados tanto en la interfaz de la grabadora como en la del conductímetro y la letra empleada para distinguirlos se muestran en la tabla IX.

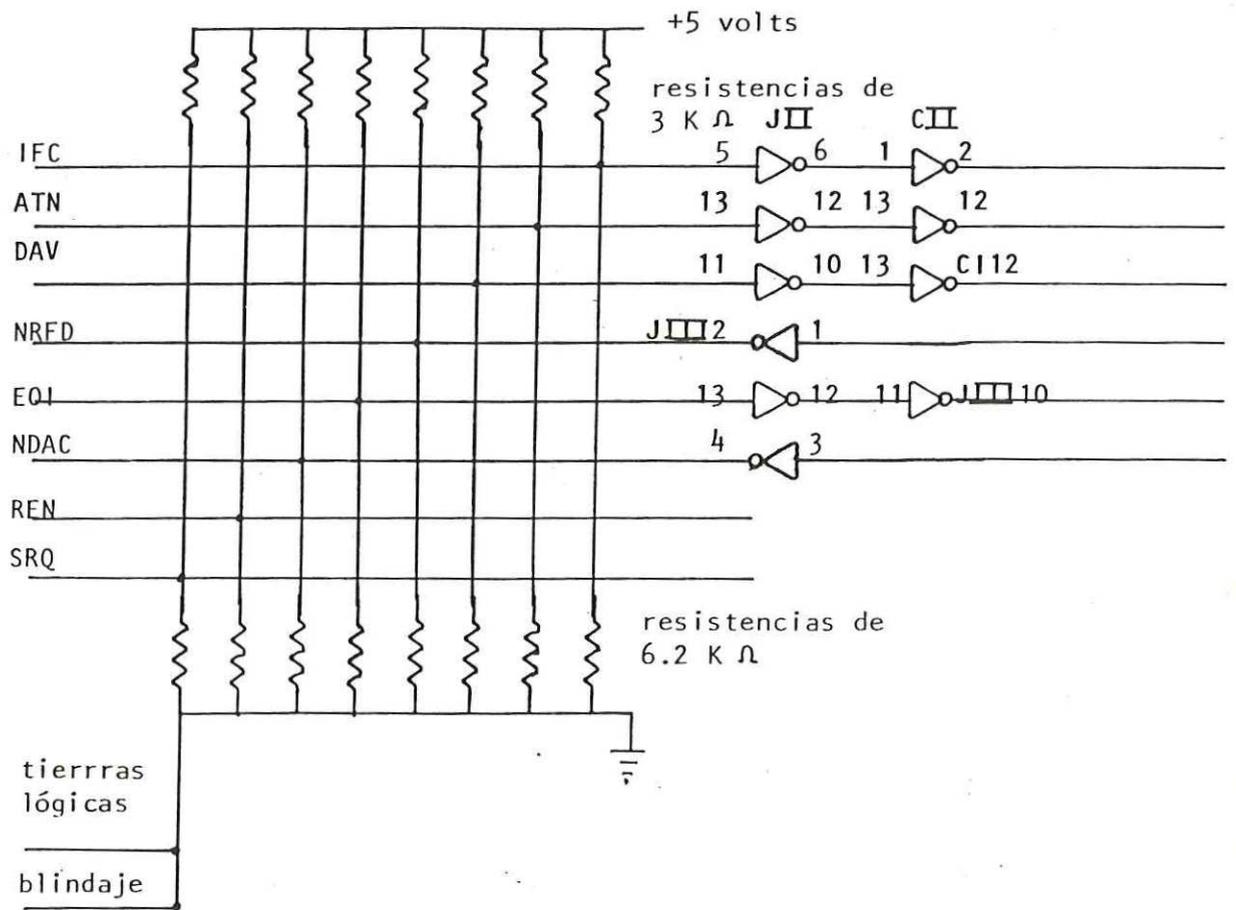
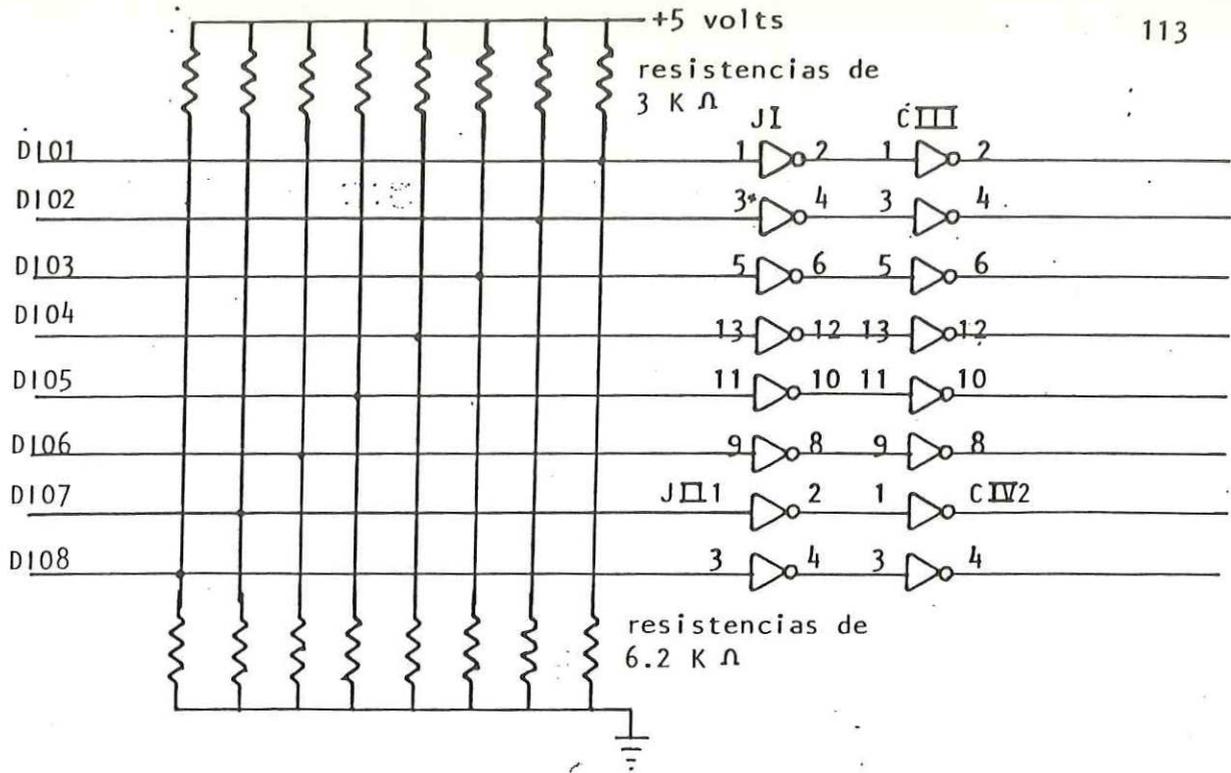
LETRA	# DEL INTEGRADO
A	74LS73
B	74LS08
C	74LS04
D	74LS32
E	74LS11
F	74LS76
G	CD4013
H	CD4030
I	CD4502
J	74LS14
K	74LS21
L	74LS367
M	8251A
N	74LS132
O	74LS74
P	74S04
T	74LS368

Tabla IX.- Nomenclatura de los integrados utilizados en las interfaces.

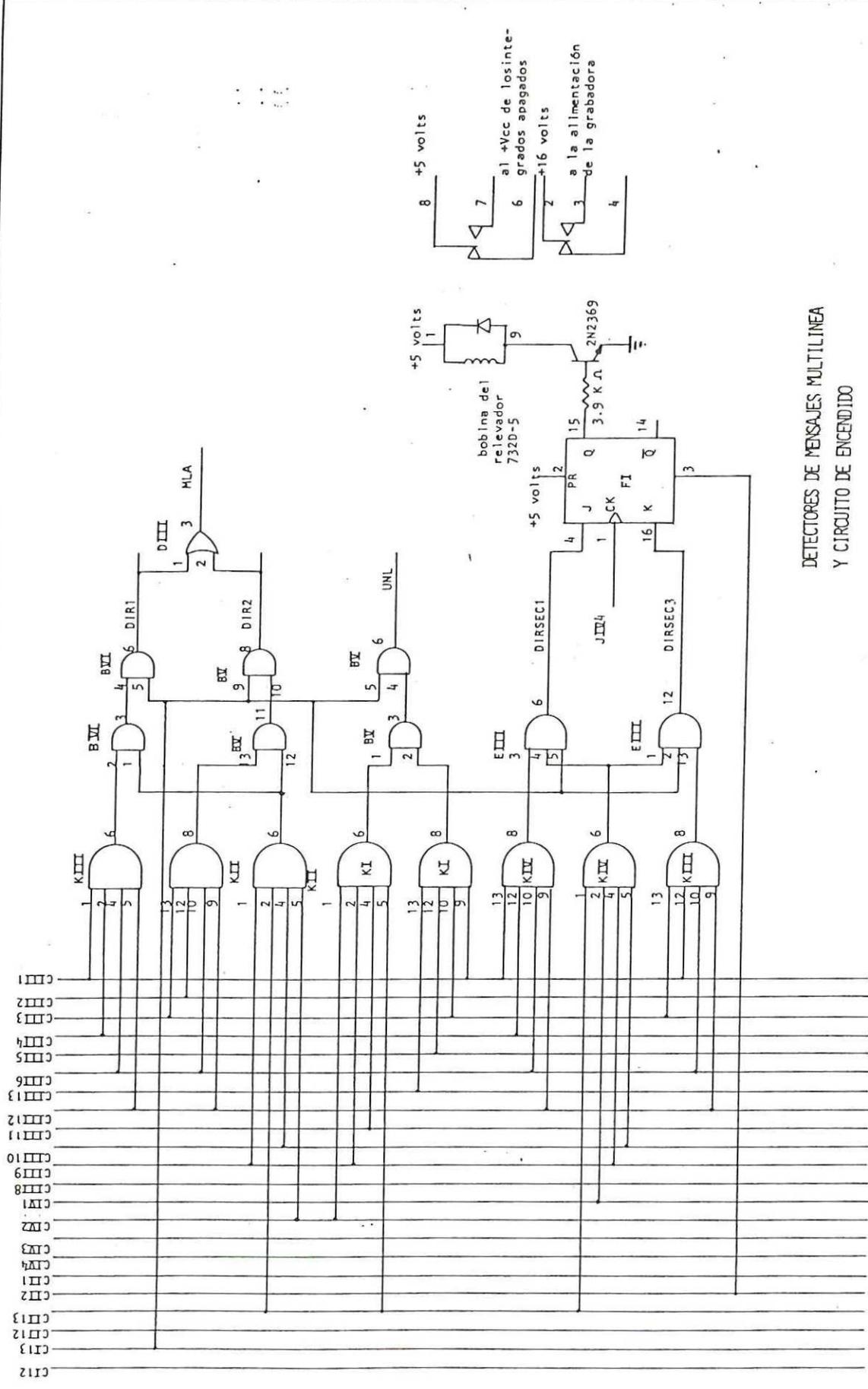
La asignación de estados para la función AH1 se muestra en la tabla X.

ESTADO DE AH1	X	Y	Z
AIDS	0	0	0
ANRS	0	0	1
ACRS	0	1	1
AWNS	1	0	1
ACDS	1	1	1

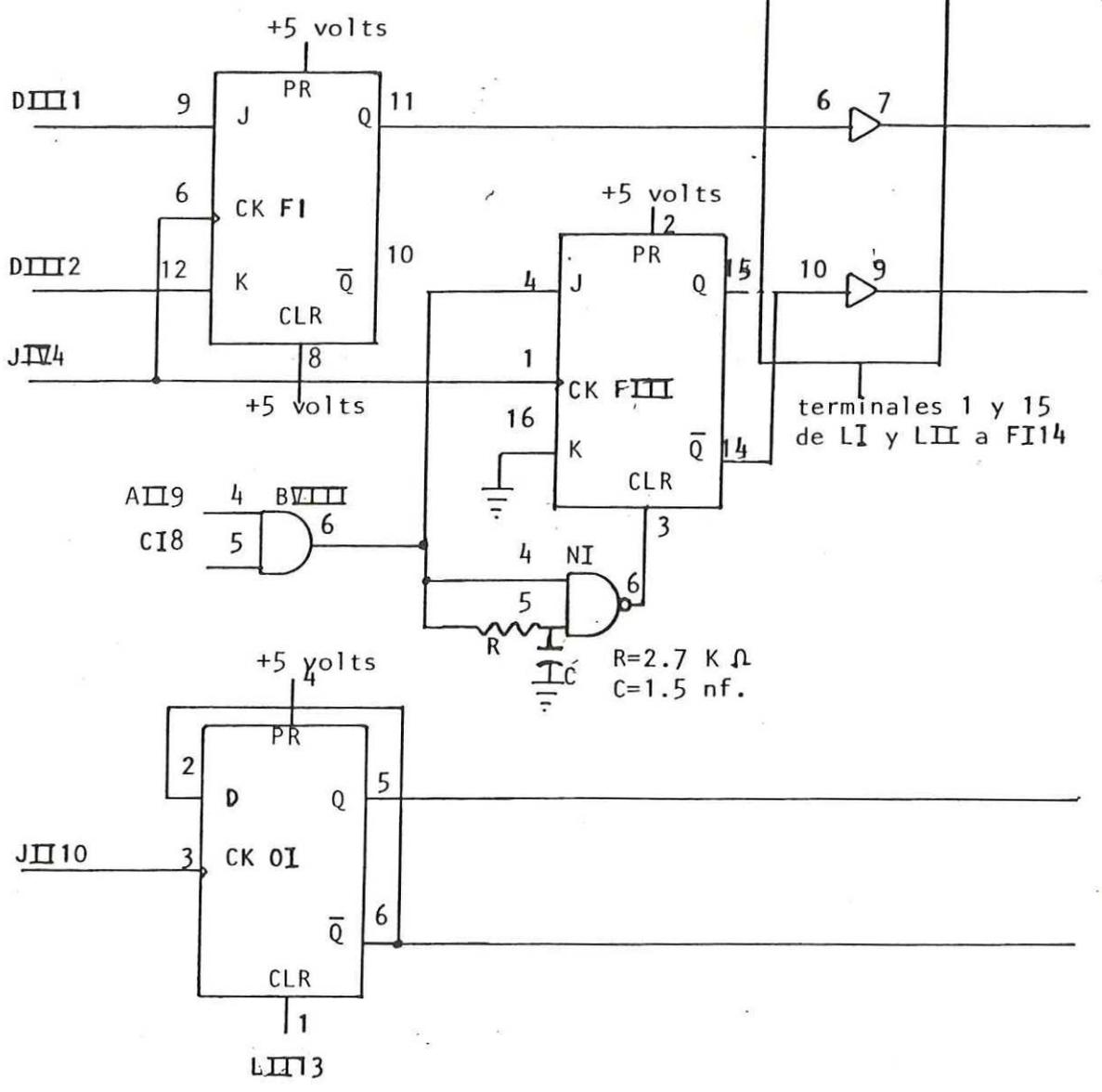
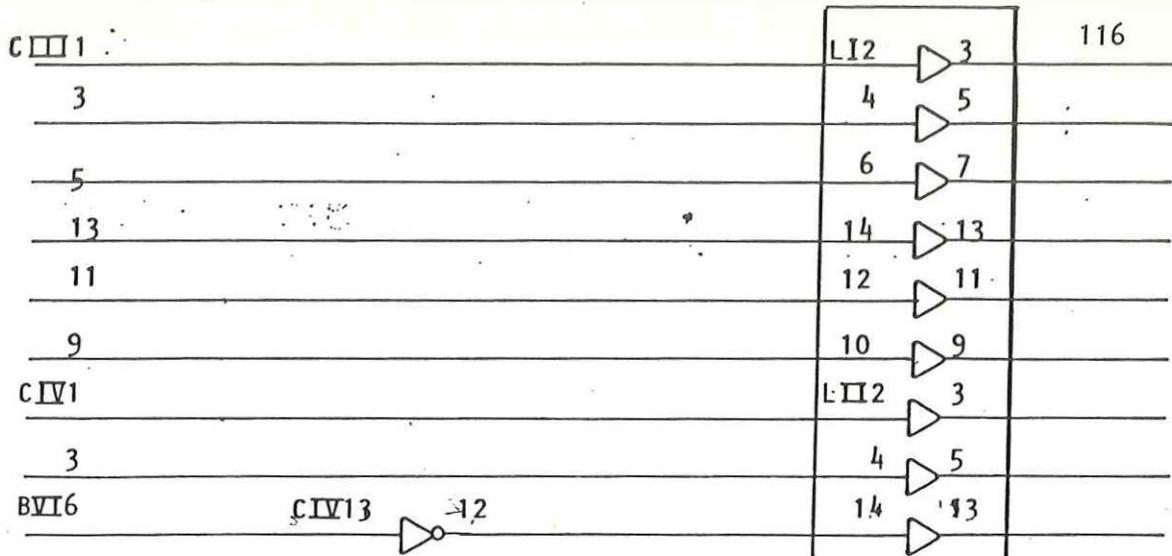
Tabla X.- Asignación de estados de la función AH1.



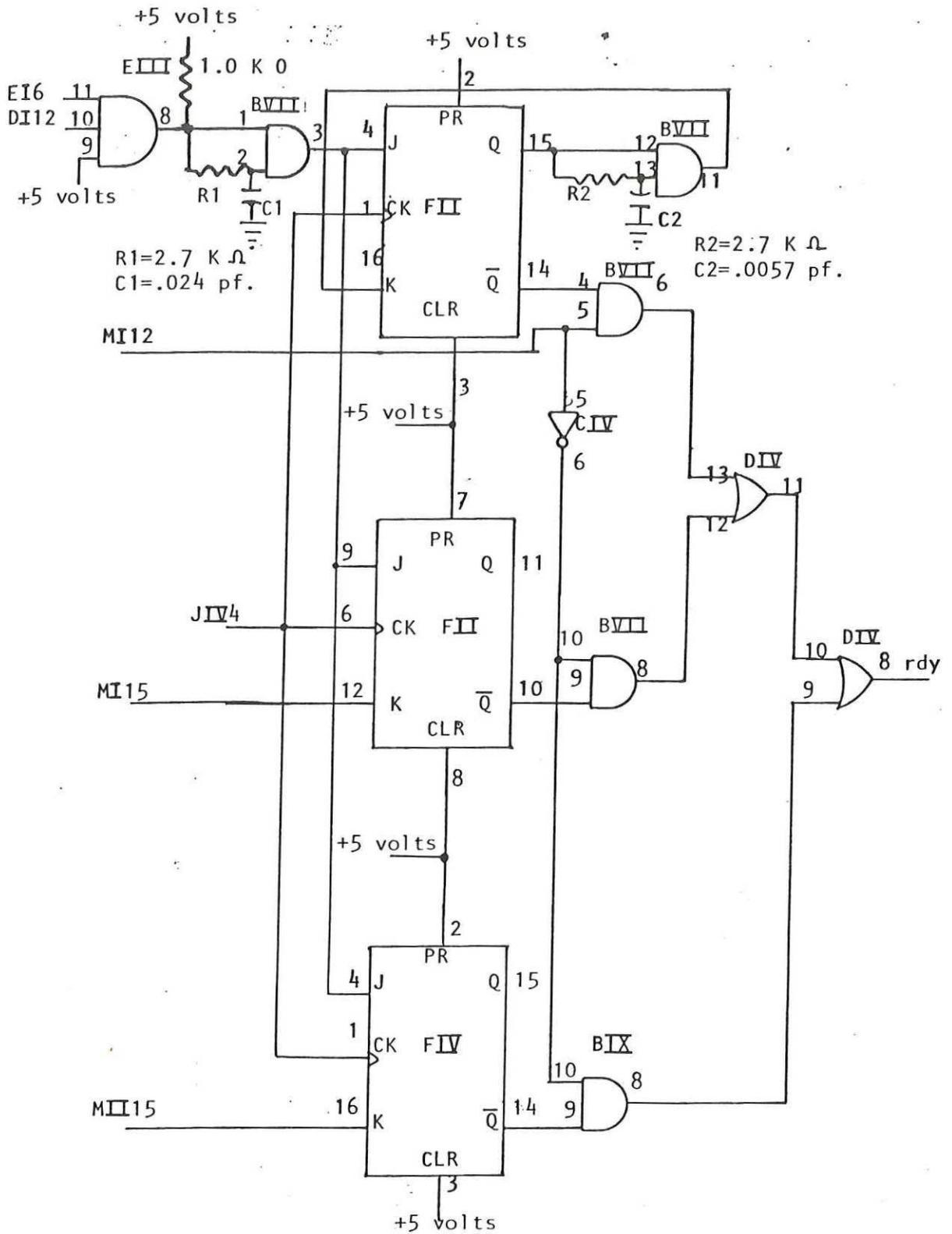
TERMINACIONES DEL DUCTO



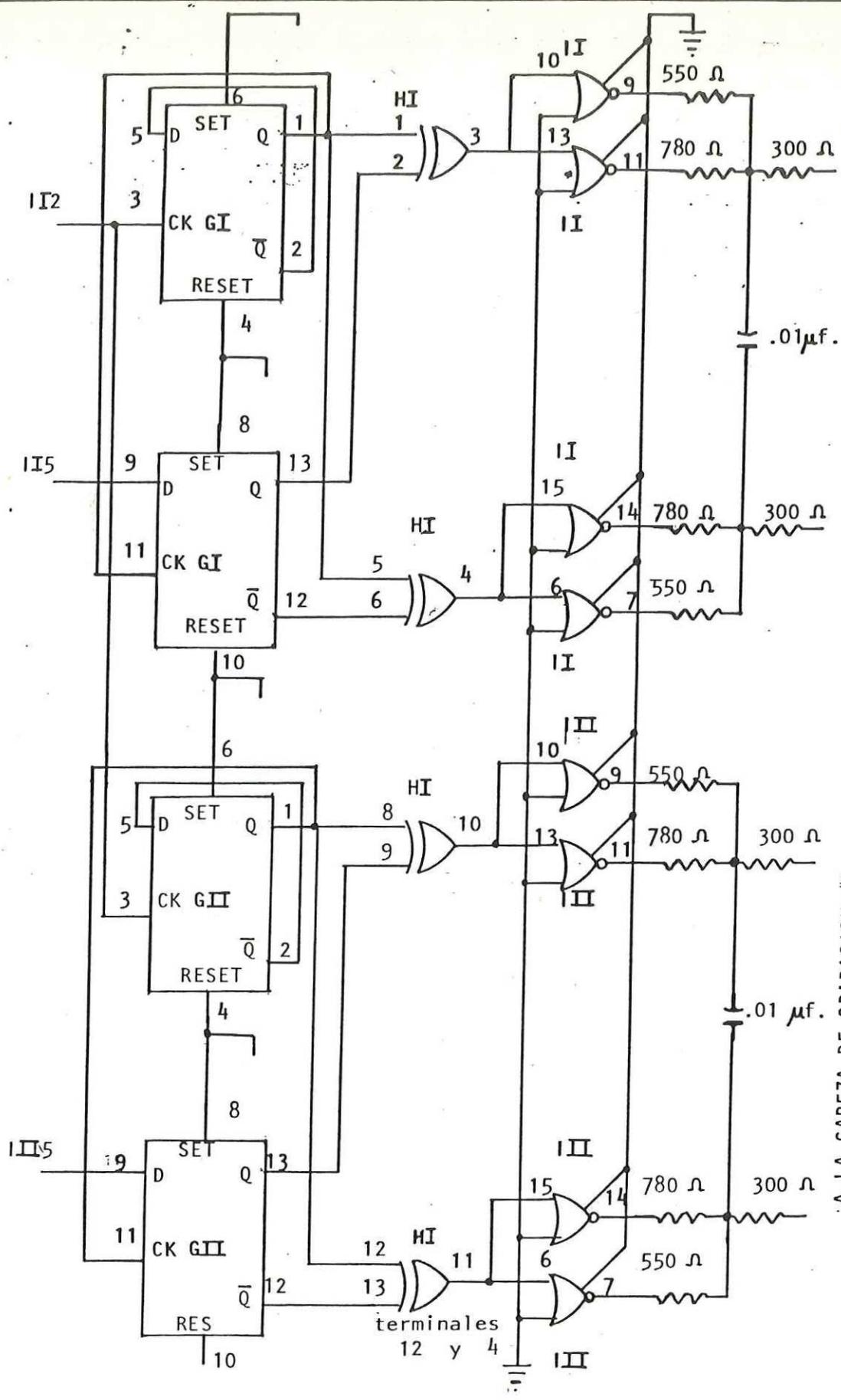
DETECTORES DE MENSAJES MULTILINEA Y CIRCUITO DE ENCENDIDO



MANEJADORES DE 3 ESTADOS



CIRCUITO GENERADOR DEL MENSAJE "rdy"



A LA CABEZA DE GRABACION # 2.

A LA CABEZA DE GRABACION # 1

CIRCUITO DE GRABACION

terminales
12 y 4

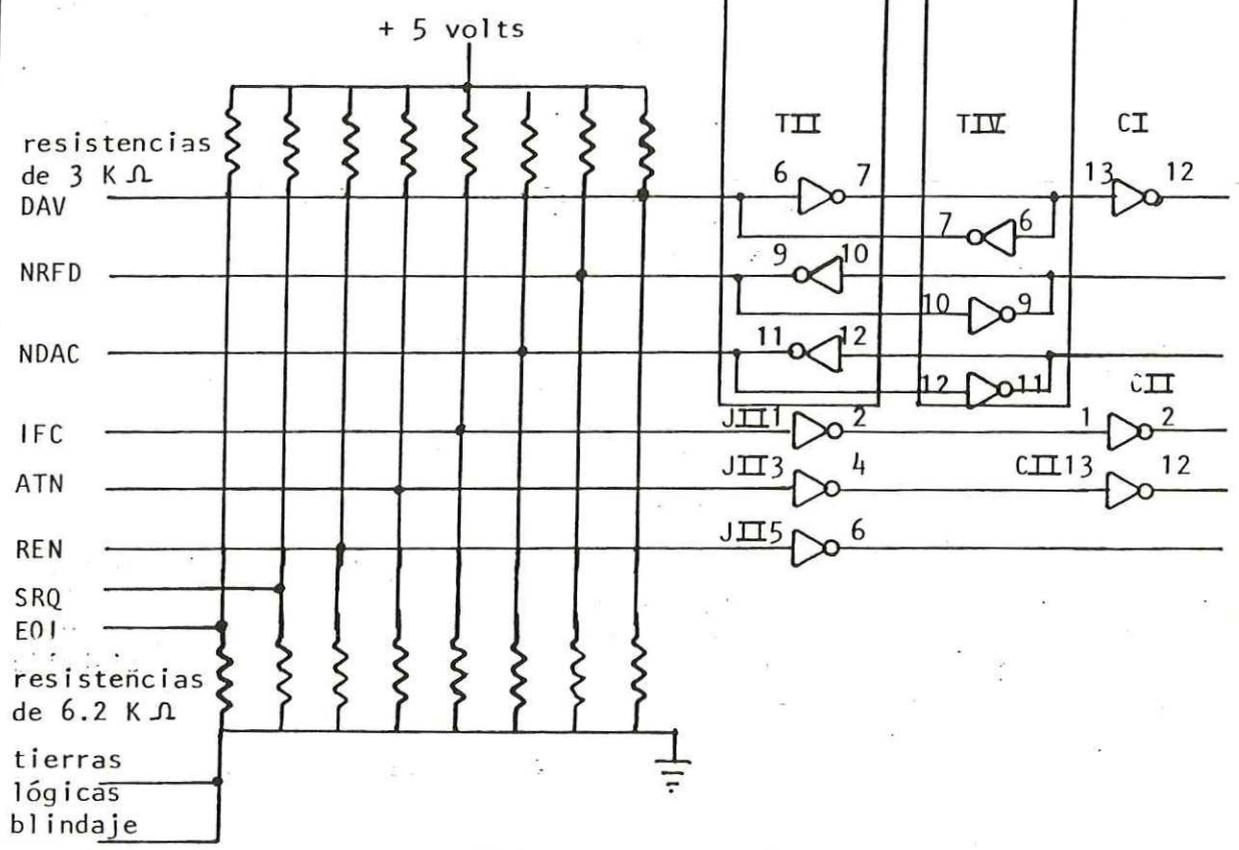
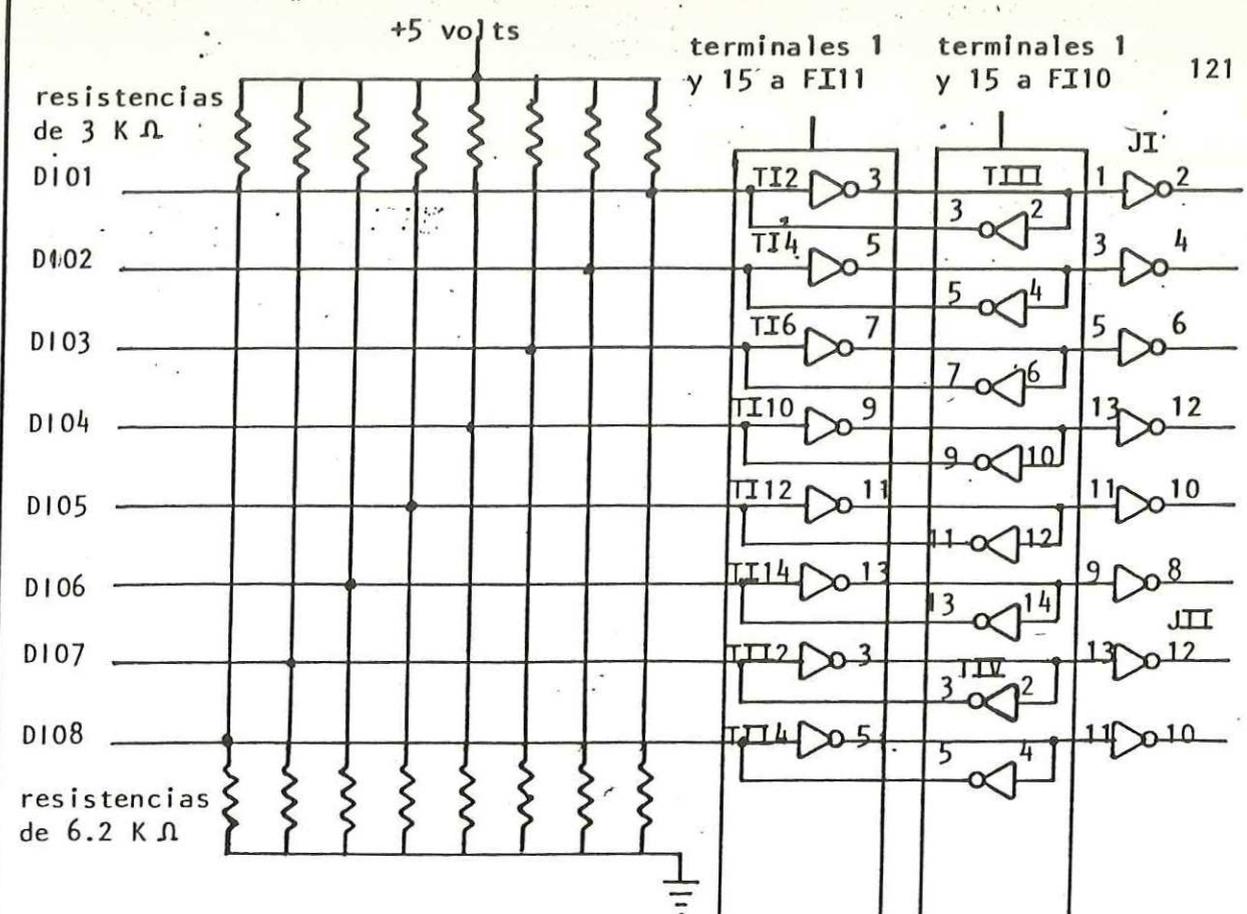
APENDICE III

En este apéndice se muestran los diagramas detallados de la circuitería de la interfaz del conductímetro.

La asignación de estados para la función AH1 de la interfaz del conductímetro es la misma que la usada para la misma función en la interfaz de la grabadora (Tabla X en el apéndice II de este trabajo). La asignación de estados para la función SH1 se muestra en la tabla XI.

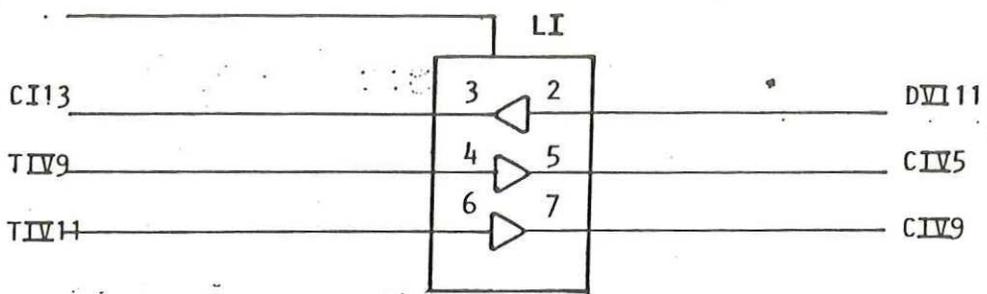
ESTADO DE SH1	A	B	C
SIDS	0	0	0
SGNS	0	0	1
SDYS	0	1	1
STRS	1	1	1
SWNS	1	1	0
SIWS	1	0	0

Tabla XI.- Asignación de estados de la función SH1.

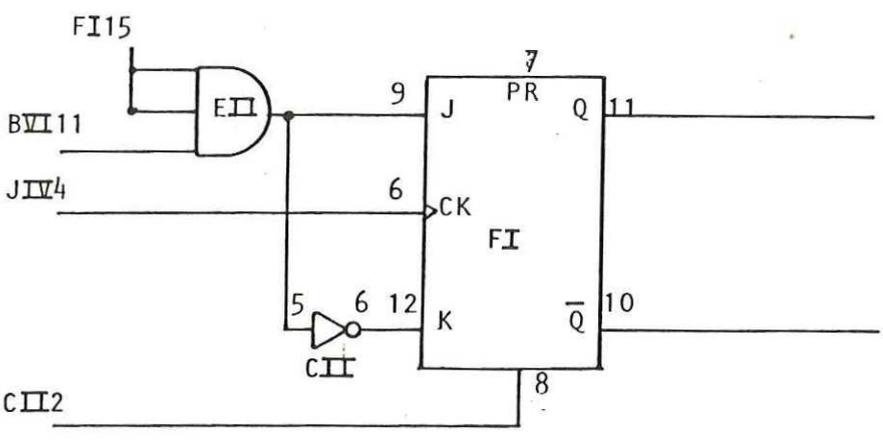
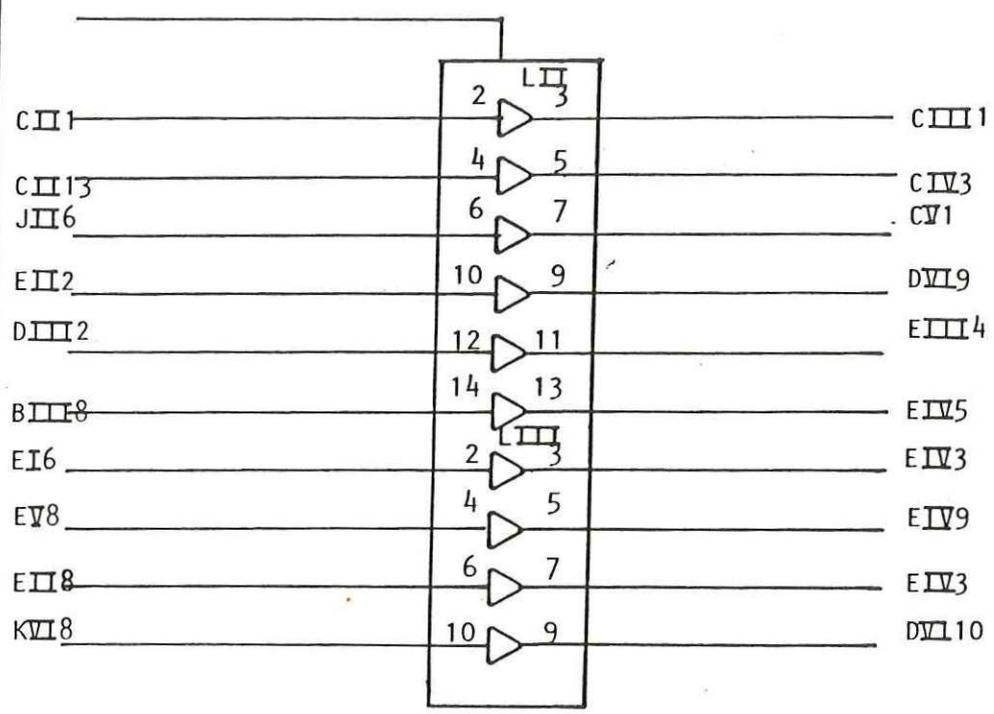


TERMINACIONES DEL DUCTO

terminal 1 a FI10



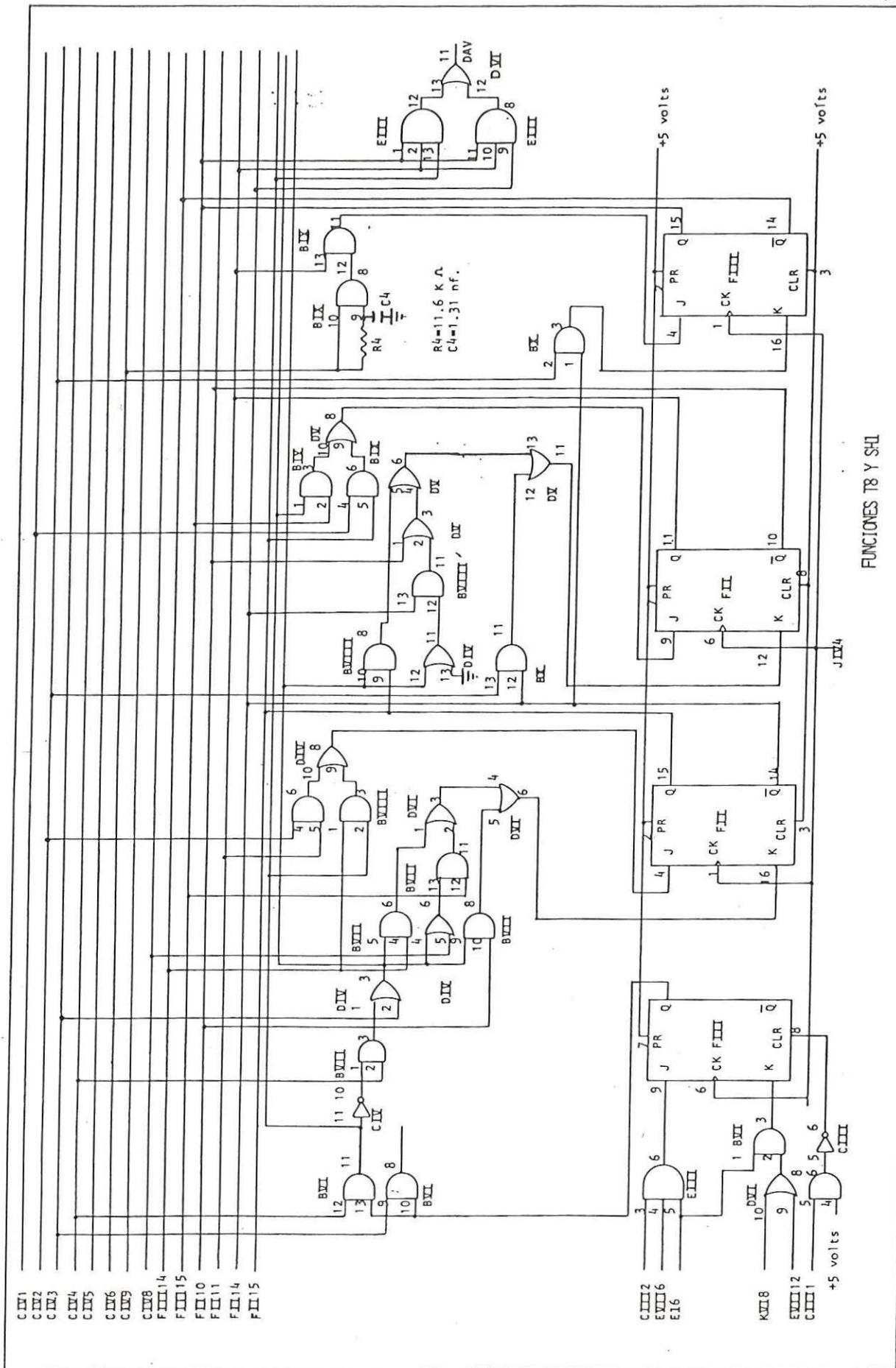
terminales 1 y 15 a FI14

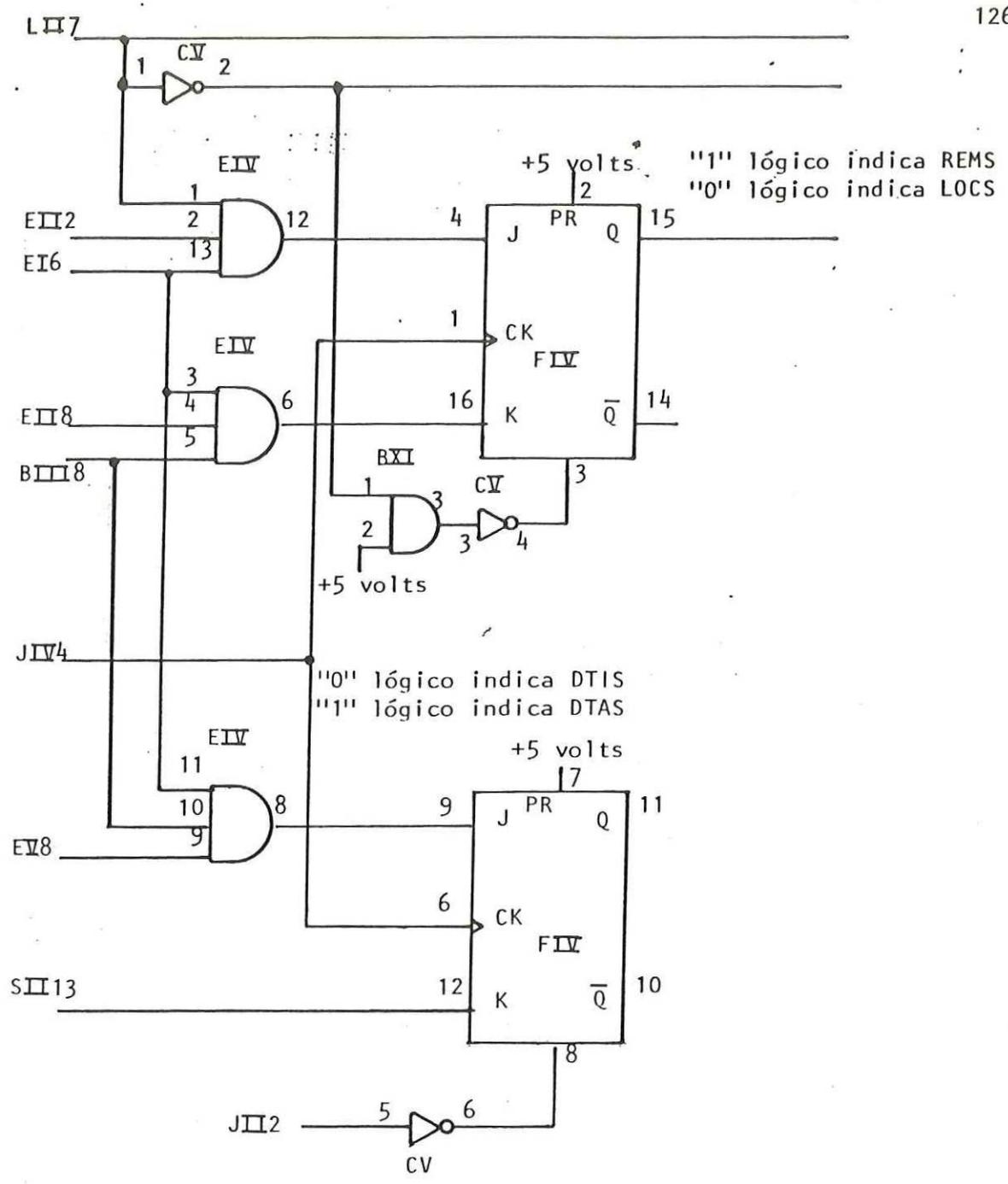


a las terminales 1 y 15 de T1, TII y LI.

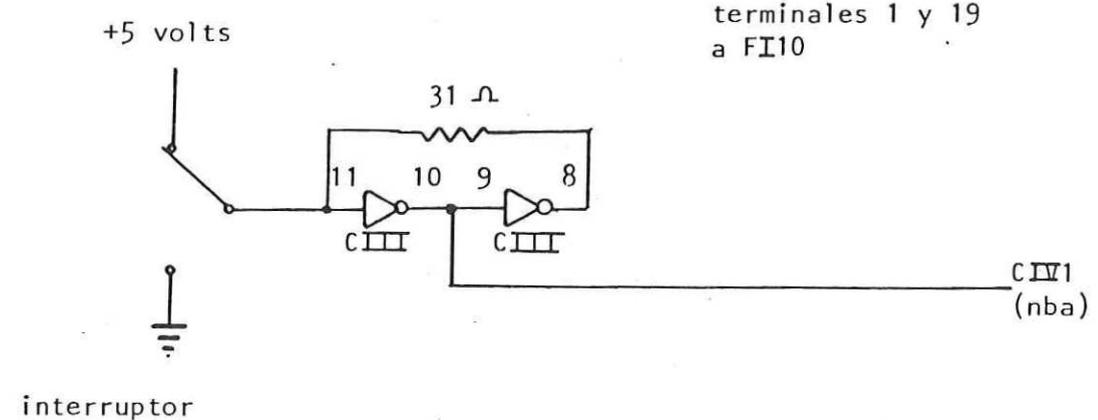
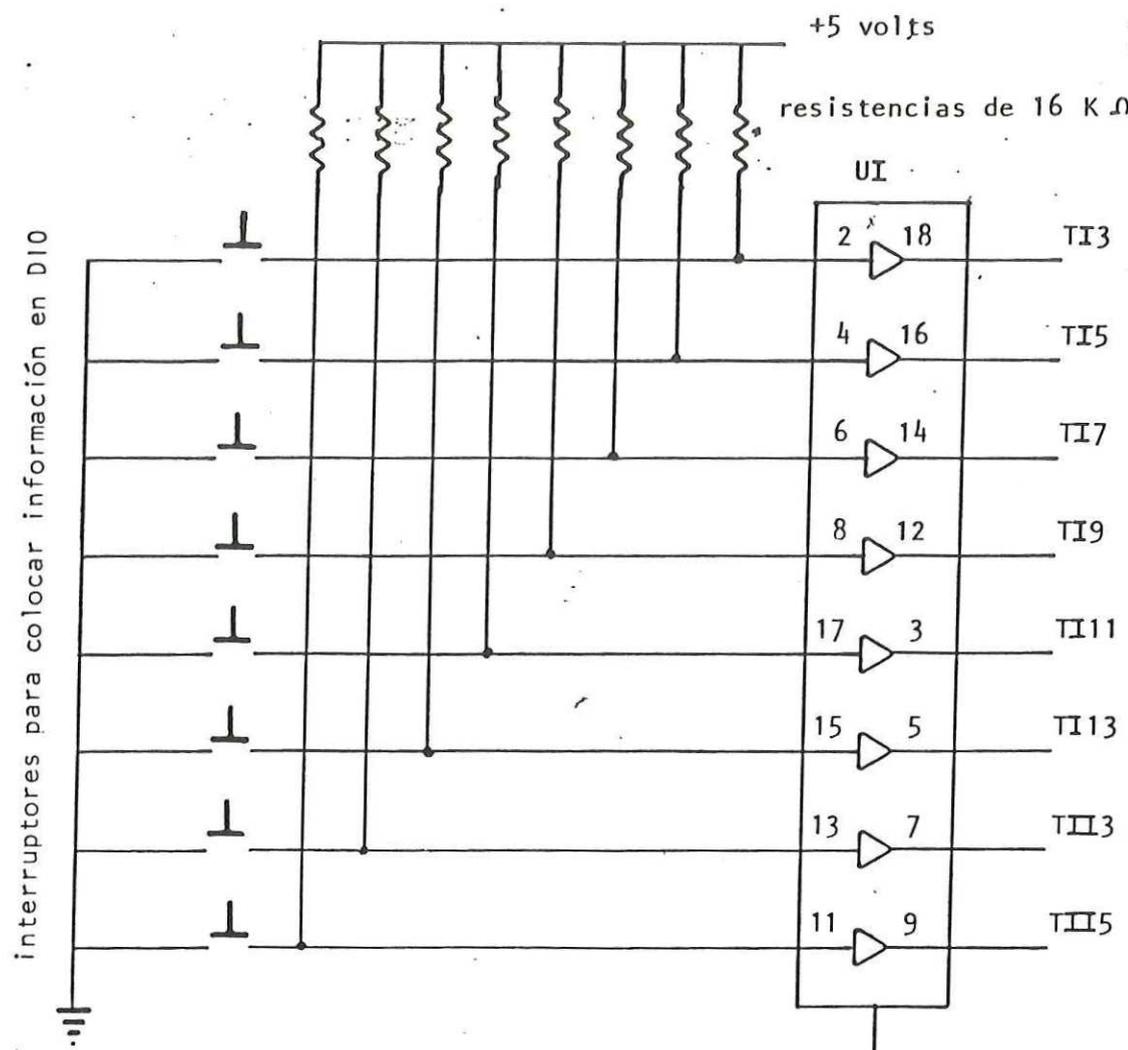
a las terminales 1 y 15 de TIII y TIV.

MANEJADORES DE TRES ESTADOS





FUNCIONES RL2 Y DT1



CIRCUITO DE PRUEBA

APENDICE IV

En este apéndice se presentan los programas empleados en el desarrollo del presente trabajo.

```

*****
*                               PROGRAMA PRINCIPAL "PIG"                               *
*****
*                               DAVID SILVA GARCIA   NOV. 1981                               *
*****
0000          ORG          X'3000'
3000 3E01      INICIO     MVI          A, 01          ; APODERATE DEL CONTROL
3002 D3D5          OUT          X'D5'          ; DEL MULTIDUCTO
3004 3E15          MVI          A, 21          *
3006 32FA13      STA          5114
3009 21FF13      LXI          H, 5119          ; PARA ENVIAR EL MENSAJE
300C 3E01          MVI          A, 01          ; IFC
300E 77          MOV          M, A
300F 7E          ALFA     MOV          A, M          ; ESPERA QUE EL ZT-80
3010 0F          RRC          ; ESTE LISTO PARA OTRO
3011 DA0F30      JC          ALFA          ; COMANDO
3014 21FA13      LXI          H, 5114          *
3017 3E01          MVI          A, 01
3019 77          MOV          M, A
301A 23          INX          H
301B AF          XRA          A
301C 77          MOV          M, A
301D 23          INX          H          ; CONFIGURA EL PROGRAMA
301E 77          MOV          M, A          ; DE ENVIDIO DE DATOS A LA
301F 23          INX          H          ; GRABADORA CON PRGID#0
3020 3E10          MVI          A, 16          ; EN LA DIRECCION X'1000'
3022 77          MOV          M, A          ; DE MEMORIA PUBLICA
3023 23          INX          H
3024 3E40          MVI          A, 64
3026 77          MOV          M, A
3027 23          INX          H
3028 3E01          MVI          A, 01
302A 77          MOV          M, A
302B 7E          BETA     MOV          A, M          ; ESPERA QUE EL ZT-80
302C 0F          RRC          ; ESTE LISTO PARA OTRO
302D DA2B30      JC          BETA          ; COMANDO
3030 3E07          MVI          A, 07          *
3032 32FA13      STA          5114          ; ACTIVA EL PROGRAMA
3035 3E01          MVI          A, 01          ; CON PRGID#0
3037 77          MOV          M, A          *
3038 FF          RST          X'38'
3039          END          INICIO

```

LOCALIDAD EN HEX.	CONTENIDO EN HEX.	INSTRUCCION	PARAMETRO	COMENTARIOS
1000	60	FDATA1		
1001	20	DEVPTR1		Se utiliza para enviar el mensaje
1002	10			DIRSEC 1, el cual se usa para encender la grabadora y una parte de su interfaz.
1003	27	BUFPTR1		
1004	10			
1005	00	LIMIT1		
1006	00			
1007	60	FDATA2		
1008	29	DEVPTR2		Se utiliza para enviar la dirección
1009	10			DIR 1 de escucha de la grabadora y los octetos de control para los serializados.
100A	31	BUFPTR2		
100B	10			
100C	08	LIMIT2		
100D	00			
100E	60	FDATA3		
100F	43	DEVPTR3		Se utiliza para enviar la dirección DIR 2 de escucha de la grabadora y los octetos de datos enviados a grabar.
1010	10			
1011	4A	BUFPTR3		
1012	10			
1013	XX	LIMIT3		
1014	XX (*)			
1015	60	FDATA4		
1016	3A	DEVPTR4		Se utiliza para enviar el mensaje DIRSEC 3, el cual se usa para apagar la grabadora y una parte de su interfaz.
1017	10			
1018	41	BUFPTR4		
1019	10			
101A	00	LIMIT4		
101B	00			
101C	21	ENDIC1		Indica fin del programa.
101D	00			
101E	10			
101F				
1020	07			Inicio de DEVPTR1.
1021	81			
1022	FF			
1023				
1024				
1025				
1026				
1027				
1028				
1029	07			Inicio de DEVPTR2.
102A	80			
102B	01			
102C	FF			
102D				
102E				
102F				
1030				
1031	AA			Inicio de BUFPTR2
1032	AA			
1033	40			
1034	40			
1035	4E			
1036	4E			
1037	11			
1038	11			
1039				
103A	07			Inicio de DEVPTR4
103B	83			
103C	FF			
103D				
103E				
103F				
1040				
1041				
1042				
1043	07			Inicio de DEVPTR3.
1044	80			
1045	02			
1046	FF			
1047				
1048				
1049				
104A				Inicio de BUFPTR3, el número de octetos a enviar para grabación estará dado por LIMIT3.

* XX Indica el número de octetos de datos que se desea enviar a la grabadora.

PROGRAMA EN LA MEMORIA PUBLICA DEL ZT-80
 PARA LLEVAR A CABO LA TRANSFERENCIA DE
 INFORMACION ENTRE EL CONTROLADOR Y LA
 GRABADORA DIGITAL.

P R O G R A M A P G M P

DAVID SILVA GARCIA

NOVIEMBRE 1981

LOCALIDAD
EN HEX.

CONTENIDO
EN HEX.

LOCALIDAD EN HEX.	CONTENIDO EN HEX.	CONTENIDO	CONTENIDO
1000	60	FDATA1	
1001	22		DEVPTR1
1002	10		
1003	28		BUFPtr1
1004	10		
1005	00		LIMIT1
1006	00		
1007	23	GOREM1	
1008	29		DEVPTR4
1009	10		
100A	24	TRIGR1	
100B	29		DEVPTR4
100C	10		
100D	60	FDATA2	
100E	31		DEVPTR2
100F	10		
1010	3A		BUFPtr2
1011	10		
1012	02		LIMIT2
1013	00		
1014	25	GOLOC1	
1015	29		DEVPTR4
1016	10		
1017	60	FDATA3	
1018	40		DEVPTR3
1019	10		
101A	60		BUFPtr3
101B	10		
101C	00		LIMIT3
101D	00		
101E	21	ENDIC1	
101F	00		
1020	10		
1021			
1022	07		Inicio de DEVPTR1
1023	85		
1024	FF		
1025			
1026			
1027			
1028			
1029	04		Inicio de DEVPTR4
102A	FF		
102B			
102C			
102D			
102E			
102F			
1030			
1031	04		Inicio de DEVPTR2
1032	07		
1033	80		
1034	FF		
1035			
1036			
1037			
1038			
1039			
103A			Inicio de BUFPtr2, el número de octetos a recibir estará dado por LIMIT2.
103B			
103C			
103D			
103E			
103F			
1040	07		Inicio de DEVPTR3
1041	87		
1042	FF		
1043			
1044			

PROGRAMA EN LA MEMORIA PUBLICA DEL ZT-80
PARA LLEVAR A CABO LA TRANSFERENCIA DE
INFORMACION ENTRE EL CONTROLADOR Y EL
CONDUCTIMETRO.

P R O G R A M A P C M P
D A V I D S I L V A G A R C I A
M A R Z O D E 1 9 8 2