

# Cuaderno del **Técnico Reparador** de Equipos Electrónicos

**Microprocesadores y  
Microcontroladores en  
Equipos de TV, Video y CD**

Por: Ing. Alberto H. Picerno

SABER  
ELECTRONICA  
EDICION ARGENTINA



**Memorias de  
Reparación de  
Televisores  
Videocasetas y  
Reproductores de CD**

## DEDICATORIA

Este libro está dedicado a un amigo que me soporta hace 5 años y a su grupo de colaboradores que me soportan con su misma idiosincracia.

Un día, hace exactamente cinco años, aparecí por la oficina de Horacio Vallejo con una pila de manuales técnicos y apuntes que había escrito para mis alumnos de APAE. Hasta ese momento jamás había escrito un artículo, salvo una colaboración para la revista telegráfica. Por supuesto que no nos conocíamos y Horacio no tenía la más remota idea de que yo fuera capaz de escribir algo medianamente inteligible; hablamos durante una hora y al salir pensé que, por lo menos, había ganado un amigo. Quedamos en que yo escribiría un artículo de prueba y después hablábamos en función del resultado.

Ese artículo fue el primero de este libro y apareció en el número 82 de Saber Electrónica en abril de 1994. Un año después, Horacio me pidió que escribiera dos artículos mensuales, por lo tanto, ya llevo escritos 108 artículos para nuestra querida revista, y en los próximos números se acrecentará mi colaboración. Esto no lo hubiera podido realizar sin el apoyo incondicional de Horacio, que siempre me brindó todo sin jamás modificar una sola de las palabras que escribiera. No puedo olvidarme que fue también Horacio quien insistió para que escribiera mi primer libro y el resultado fue la Videoenciclopedia, como así también todos los libros que vinieron después, los que tengo en proceso y todos los que pueda escribir. En una palabra, un crédito tan amplio que no puedo creer que se deba solamente a mi forma de escribir, se debe a que en Saber Electrónica tengo a un amigazo y por eso le dedico este libro, como homenaje a nuestros cinco años de amistad.

GRACIAS HORACIO

## PROLOGO

Mis primeros artículos en la revista Saber Electrónica datan de abril de 1994 y fue una serie llamada “Los asesinos andan sueltos”, en donde trataba diferentes temas relacionados con la confiabilidad de los equipos electrónicos. Fueron escritos en forma novelada porque siempre me pareció que los artículos técnicos eran muy áridos y desabridos y que alguien debía romper la rutina y escribir con más amenidad. Enseñar en forma divertida, ésa era la idea y el resultado fue una interesante serie que me abrió las puertas de la Editorial Quark y me permitió llegar a muchos lectores que hoy me escriben desde lugares tan lejanos como México o Colombia.

Exactamente cinco años después terminé de escribir otra serie para la misma revista y con el mismo criterio de realizar una enseñanza amena de un tema por demás árido, que es el de los microprocesadores. Esta serie se llamó “El rey Micro” y fue realmente un éxito a juzgar por los e-mail recibidos. Y para festejar los cinco años se me ocurrió que sería una buena idea unir ambas series en un mismo libro, con agregado de un comentario de actualidad a los artículos de los asesinos. Al mismo tiempo, y como corolario, presento un asesino inédito: el indio Tocapotee, largamente conocido y festejado por mis alumnos de APAE, que ríen de buena gana cuando cuento las andanzas del famoso indio. Además, y respondiendo a los requerimientos de mis alumnos, presento en este libro una ilustración del famoso indio, su perro y su arma mortal, el superperillero.

Con este libro pretendo divertirlo, pero le puedo asegurar que aquellos conocimientos adquiridos en un ambiente de cordialidad y fino humor, son los que quedan grabados a fuego en la memoria sin necesidad de estudiarlos con el método clásico de la relectura. Si tiene alguna duda, piense cómo hace para recordar tantos cuentos subidos de tono con sólo haberlos escuchado una sola vez.

Amigo lector, si Ud. me conoce desde la primera hora, lo invito a releer las que considero mis mejores series. Si Ud. recién me conoce, le doy un apretón de manos y le pido perdón anticipadamente por mis veleidades de escritor de novelas.

A todos mis lectores que tienen conexión a Internet los invito a escribirme a:

E-mail *picerno@satlink.com*

ING. ALBERTO H. PICERNO

Ing. en Electrónica UTN - Miembro del cuerpo docente de APAE

MEMORIA DE REPARACION N° 19

REPARANDO MICROPROCESADORES DIRIGIDOS

EN ESTA SERIE DE ARTICULOS EL AUTOR LE VA A ENSEÑAR COMO REPARAR LA SECCION DEL MICROPROCESADOR DE UN TV, UN VIDEO, UN REPRODUCTOR DE CD O DE CUALQUIER OTRO EQUIPO DE ELECTRONICA DE ENTRETENIMIENTO. EL TEMA SERA TRATADO DE UN MODO POCO FORMAL, PERO MAS ENTRETENIDO Y DIDACTICO QUE EL HABITUAL.

ING. ALBERTO H. PICERNO

Ing. en electrónica UTN - Miembro del cuerpo docente de APAE

E-mail picernoa@satlink.com

19.1 INTRODUCCION

Hace mucho tiempo que el autor quiere escribir un libro sobre microprocesadores en electrónica de entretenimiento. Muchos son los reparadores que, ante una falla en la sección del microprocesador, se desconciertan y pueden terminar cambiando un circuito integrado de 80 patas cuando, en realidad, sólo hacía falta cambiar un componente periférico del mismo.

En este artículo no le vamos a explicar cómo funciona un microprocesador por dentro. Vamos a tratar el microprocesador como una caja negra con gran cantidad de patitas, como si fuera una compuerta lógica muy compleja. Determinadas señales de entrada producirán las correspondientes señales de salidas, de acuerdo a una compleja tabla de verdad, memorizada en el microprocesador como un programa de computadora.

Cuando el autor explica microprocesadores los llama con un nombre cariñoso que los define a carta cabal: “El rey micro” que, con toda seguridad, va a ser el nombre que recibirá ese libro que algún día voy a escribir.

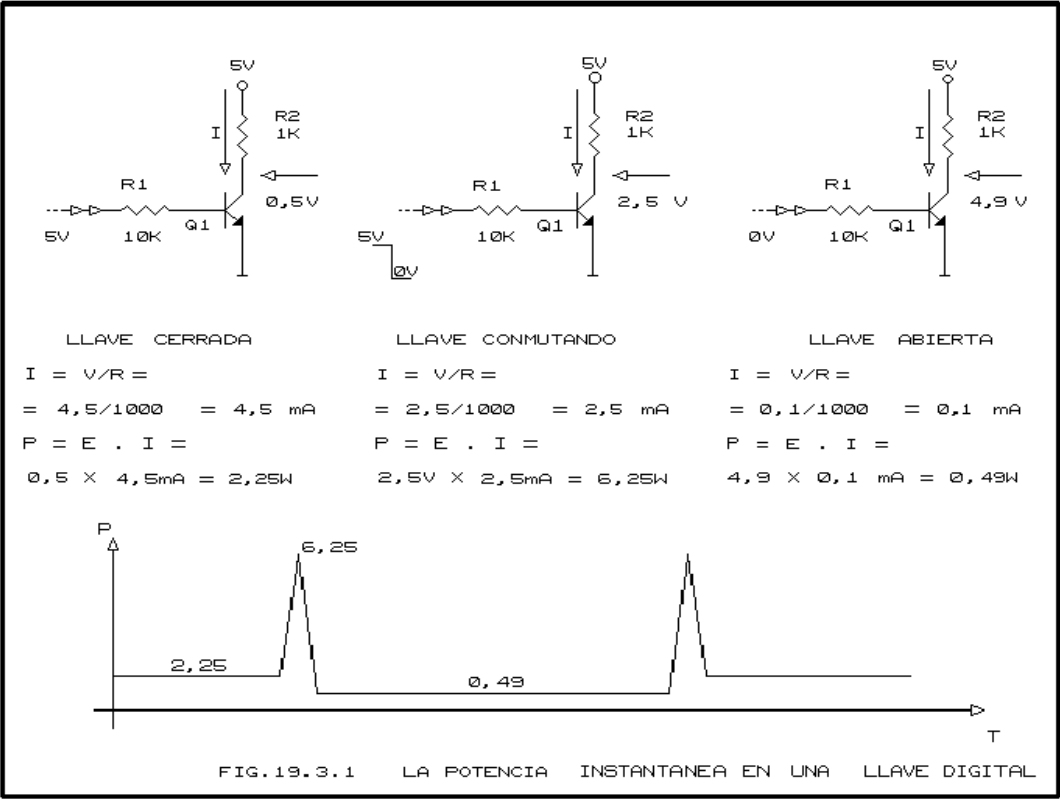
¿Por qué el rey micro? Simplemente porque el comportamiento de un microprocesador se parece enormemente a ese personaje de la edad media, que decidía todo en función de lo que decían sus soplones, pero que jamás realizaba personalmente la más mínima tarea.

El reino dependía del rey, tanto como un TV depende del microprocesador. Todo se efectúa a través de él con diligencia y precisión, en tanto el mismo rey y su corte (los componentes periféricos) funcionen correctamente.

Hagamos entonces un simulacro resumido de ese futuro libro y si el tema le parece interesante lo invito a escribirme a mi correo electrónico indicándome sus sugerencias.

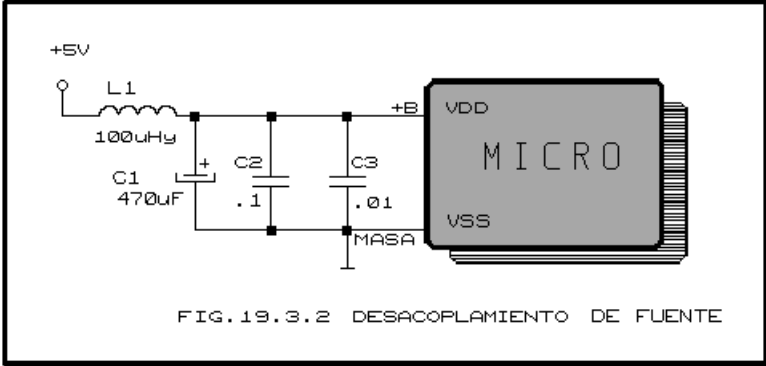


EL REY MICRO



Luego vamos a ver que esas conmutaciones no ocurren en cualquier instante, sino que ocurren al ritmo de una señal de frecuencia fija.

Todo esto significa que la fuente de un microprocesador debe soportar picos de consumo e instantes de consumo casi nulos con un margen de regulación realmente estricto. En una palabra, que la fuente debe ser regulada y presentar baja impedancia a los pulsos de consumo. La regulación corre por parte de un circuito electrónico, pero la baja impedancia a los pulsos siempre se consigue con un juego de tres capacitores, ubicados por lo general, al lado del microprocesador. Ver figura 19.3.2.



C1 es un capacitor electrolítico, responsable de mantener la baja impedancia a las frecuencias comprendidas entre 1kHz y 50kHz. El capacitor C2 es de poliéster metalizado y presenta baja impedancia a las frecuencias centrales desde 30kHz a 300kHz. El capacitor C3 mantiene la baja impedancia a frecuencias superiores a los 100kHz. L1 es un pequeño choque que evita que picos de alta frecuencia ingresen a la fuente regulada, ya que ésta los puede magnificar a través de sus redes de realimentación.

¿Qué puede ocurrir si alguno de los capacitores se abre o el choque tiene espiras en cortocircuito? Puede ocurrir que el +B tenga lo que se llama ripple lógico (picos de frecuencia diferentes a la frecuencia de red o sus armónicos). En este caso, el microprocesador funcionará en forma aleatoria y no cumplirá con su programa normal. No se puede predecir cuál será la falla del equipo y, además, puede producir diferentes fallas en diferentes momentos. En una palabra, que el rey se vuelve loco porque su alimento está en mal estado.

Use el osciloscopio conectado directamente entre la fuente y la masa de microprocesador para detectar el ripple lógico, pero recuerde que pueden producirse pulsos superiores a la frecuencia máxima del osciloscopio. En casos extremos lo indicado es reemplazar los tres capacitores y el choque.

#### 19.4 LA ORGANIZACION DE LA CORTE

Ya dijimos que el rey solamente decide. No va por la comarca observando las ovejas ni se hace cargo de cerrar la tranquera por la tarde. El rey tiene un conjunto de informadores que le indican cómo se desarrollan todas las actividades del reino y opera según esos informes a través de correos y vasallos.

El equipo a controlar tiene sensores distribuidos adecuadamente por todo su entorno. Se trata de sensores de posición mecánica, medidores de humedad, sensores de sobreconsumo, salidas de control de los circuitos integrados, etc. Según estas señales ingresan al microprocesador, opera en consecuencia a través de actuadores mecánicos o de patas de control de los circuitos integrados que, a su vez, operan motores o modifican el procesamiento de señales. El microprocesador puede ordenar directamente o a través de su bus de comunicaciones, eso depende de la velocidad con que debe efectuarse esa acción.

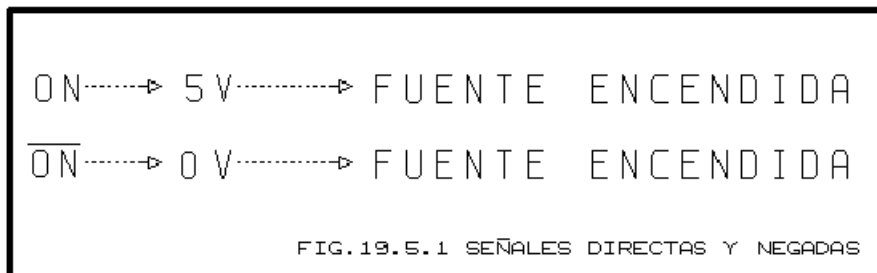
#### 19.5 BORRON Y CUENTA NUEVA

El rey micro es sumamente ordenado. Nada deja librado al azar y siempre da los mismos pasos para cumplir con el programa establecido. Para que el rey no se

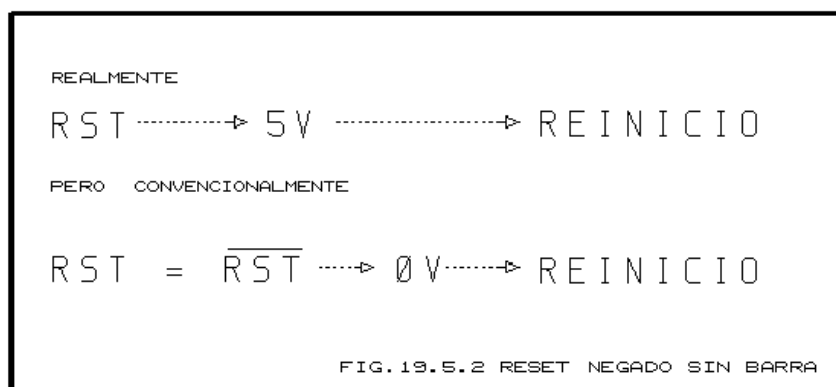
confunda, las secciones de la corte deben comenzar siempre con el mismo protocolo. Siempre comienza preguntándole al mismo informante y operando sobre el mismo vasallo. Todo microprocesador tiene un circuito externo de reset. La función del reset es ubicar todos los contadores internos en cero apenas le llega la tensión de fuente. Esto hace que el programa de trabajo se cumpla a partir del primer paso de programa (contador de programa en cero) y que las memorias internas tengan acumulados valores iniciales nulos o predeterminados por el programa.

El circuito funciona automáticamente cuando se le da tensión al microprocesador y es un simple retardo de tiempo. Para entender el funcionamiento tenemos que realizar algunas aclaraciones con respecto a los nombres de las señales en circuitos digitales.

Los nombres de las señales indican su función. Por ejemplo, si en una pata del integrado dice ON (SI) seguro se trata de una pata de salida que enciende la fuente del equipo. Pero también puede estar nombrada como "ON negada" que se representa con una raya sobre el nombre. En este caso, la fuente se debe encender cuando esta tensión está baja. Ver figura 19.5.1.

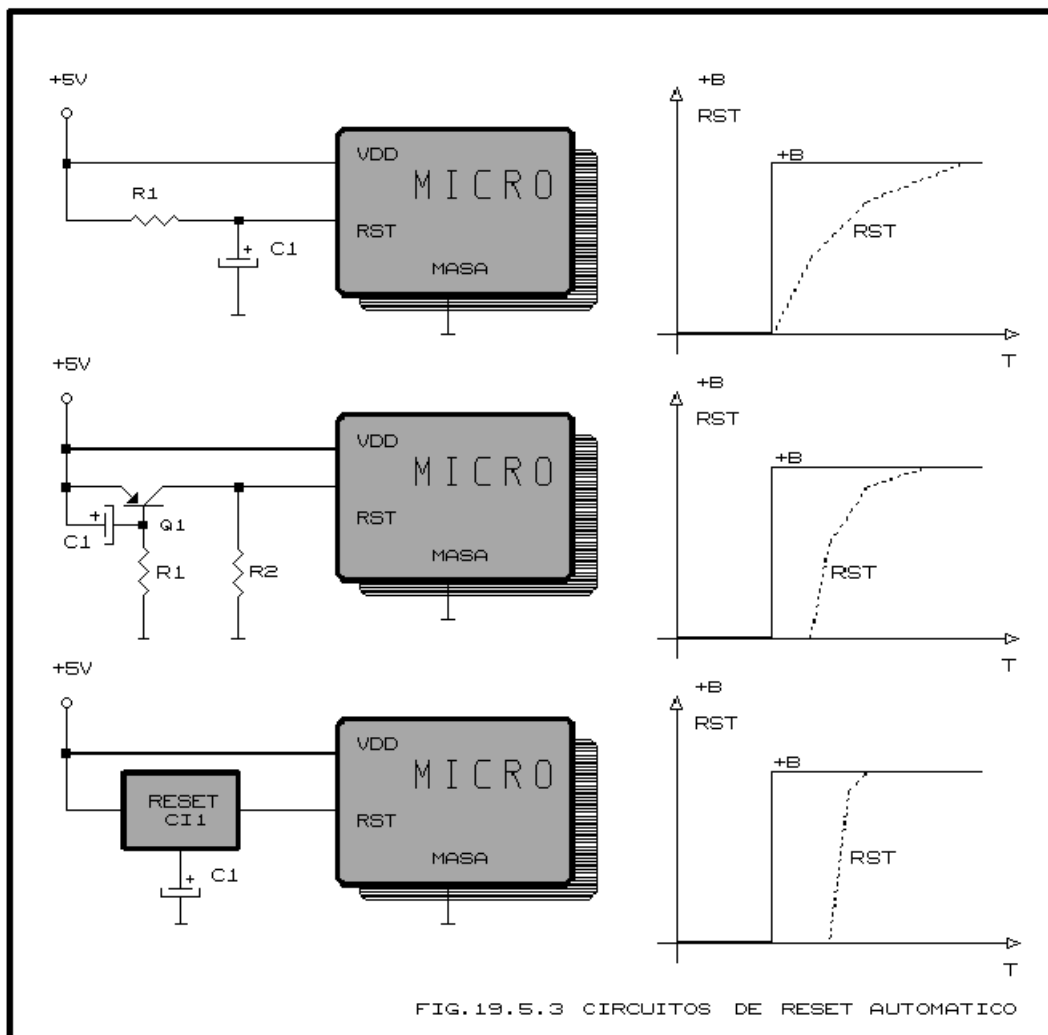


La tensión de reset recibe varios nombres según el fabricante del microprocesador, a saber: RST, RES o RESET pero se trata siempre de una señal negada, a pesar de que prácticamente jamás se le agrega el símbolo de negación. Es decir, que cuando vea esos nombres imagínese que tienen una rayita de negación aunque no la tengan. Ver figura 19.5.2.





Siendo una señal negada, el circuito de reset es muy simple, basta con un resistor y un capacitor aunque, por lo general, se agregan componentes activos para que el flanco de crecimiento del reset tenga más retardo y sea más abrupto con capacitores de menor tamaño. En los equipos más modernos se utiliza un integrado de tres patas que se parece a un transistor pero es un circuito integrado. Ver figura 19.5.3.



En “A” se muestra el circuito básico que, prácticamente, nunca se usa. En “B” mostramos un circuito clásico; la tensión sobre C1 crece lentamente y hasta que no supera la tensión de barrera, TR1 no conduce y la entrada de reset permanecerá

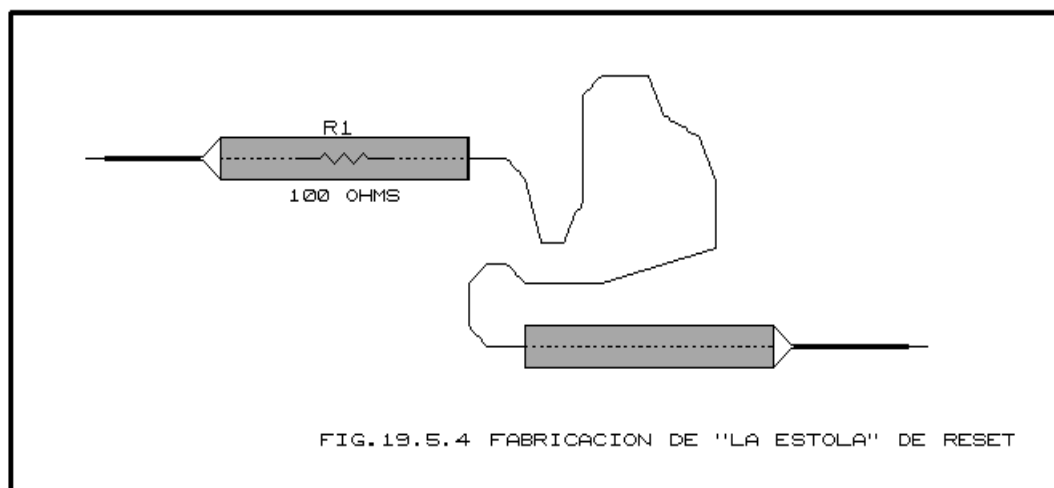
en el estado bajo por intermedio de R2. Cuando la tensión sobre C1 supera la barrera, el transistor TR1 conduce y reset pasa al estado alto.

En todos los casos el reset se mantiene bajo durante un corto instante de tiempo, suficiente para que el microprocesador se resetee.

¿Cómo se repara un circuito de reset? Ud. ya está pensando en el osciloscopio de doble haz con un canal en +B y el otro canal en RST, en encender el equipo y disparar el osciloscopio, todo al mismo tiempo para leer el retardo. No, deje el osciloscopio tranquilo, que el circuito de reset se controla con un simple resistor de 100 Ohms conectado momentáneamente entre reset y masa. Luego encienda el equipo y unos segundos después corte la patita del resistor con un alicate aislado.

Si el equipo comienza a funcionar, el problema se encuentra en el circuito de reset. Pero si no funciona, tiene que hacer otra medición. Tome el tester y mida la tensión de reset, debiera estar en 5V. Si no es así, el problema puede estar en el circuito de reset, que no levanta la tensión, o en el microprocesador que tiene la entrada a masa en corto. Apague el equipo y, con el téster digital en medición de R, verifique la resistencia entre RST y masa. Si está en un valor muy bajo, deberá desoldar la pata de RST para asegurarse que la falla está en el microprocesador.

Una variante del método consiste en utilizar lo que mi amigo Paco y sus alumnos llaman "la estola". Es decir, un adminículo muy práctico que consiste en dos puntas de téster conectadas entre sí con un resistor de 100 Ohms. Ver figura 19.5.4.



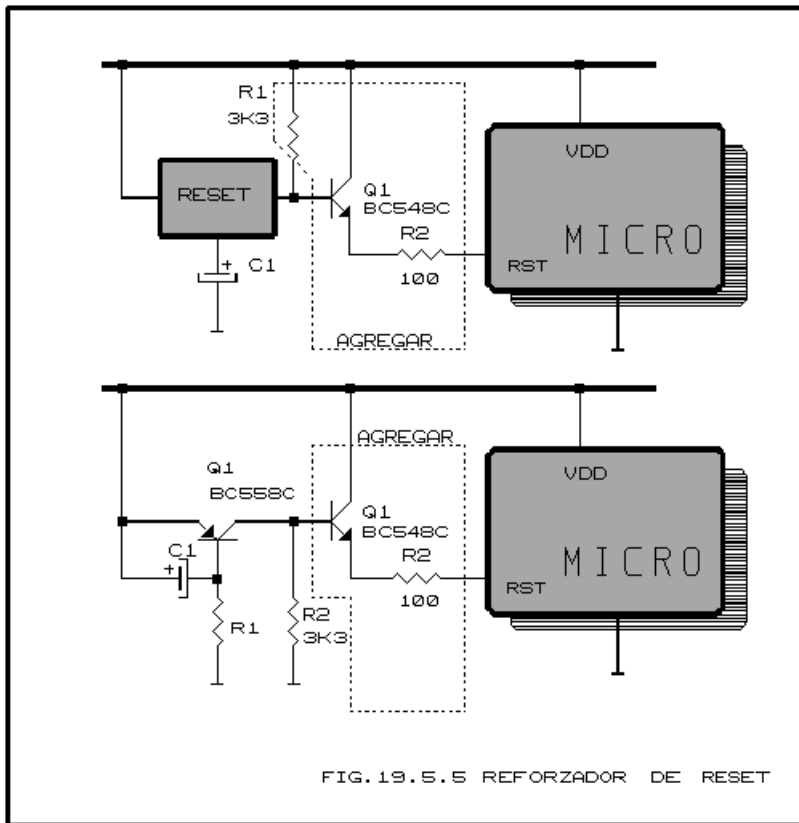
El nombre de estola viene porque queda cómoda para colgarla en el cuello. Además, si la R es de buena potencia sirve para descargar electrolíticos sin realizar

ruidos explosivos. En nuestro caso encendemos el equipo, conectamos la estola entre RST y masa por varios segundos y luego, la conectamos entre +5 V y RST. Si el equipo funciona, el problema está en el circuito de reset.

Nota: Algunas fallas en el reset del microprocesador ocurren como si la pata de reset perdiera impedancia, pero el reset interno se sigue produciendo. En estos casos, si el equipo funciona con la estola pero no lo hace con el circuito real, puede significar que estamos en presencia de una falla no fatal. Si el microprocesador se consigue, no haga cosas raras, cámbielo. Pero si no se consigue, avísele al cliente que tiene que emplear un recurso extremo para salvarle el equipo, pero que el paciente

puede morir en la operación. El recurso extremo consiste en amplificar la corriente de reset con el agregado de un transistor. Ver figura 19.5.5.

Por ahora vamos a abandonar nuestro estudio del rey micro; en el próximo artículo nos ocuparemos del clock del sistema y del sueño de nuestro querido rey.



## MEMORIA DE REPARACION N° 20

## REPARANDO MICROPROCESADORES DIRIGIDOS

EN EL ARTICULO ANTERIOR LE EXPLICAMOS ALGUNAS CARACTERISTICAS DE LOS MICROPROCESADORES UTILIZADOS EN ELECTRONICA DE ENTRETENIMIENTO Y EXPLICAMOS LAS CARACTERISTICAS DE LA FUENTE Y DEL CIRCUITO DE RESET. EN ESTE CONTINUAREMOS EL TEMA EXPLICANDO COMO FUNCIONA EL CLOCK Y EL CIRCUITO DE SLEEP.

ING. ALBERTO H. PICERNO

Ing. en electrónica UTN - Miembro del cuerpo docente de APAE

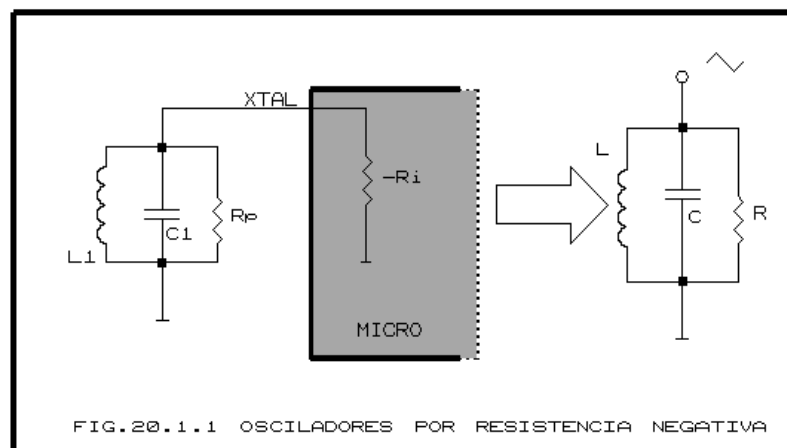
E-mail picerno@satlink.com

## 20.1 EL DIRECTOR DE LA ORQUESTA

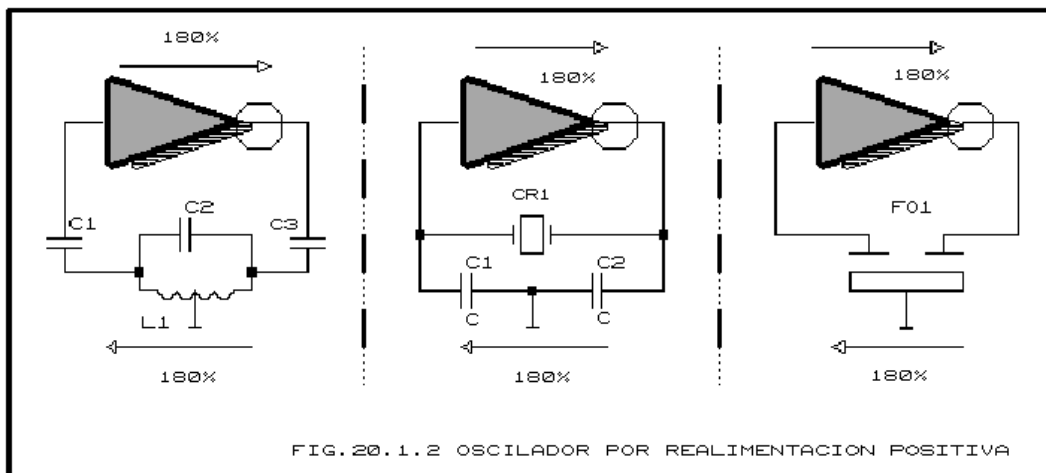
El rey micro es tan ordenado que en su corte todos se mueven al ritmo del director de orquesta. Todo ocurre armoniosamente y nadie se choca porque parecen seguir una coreografía perfecta.

En un microprocesador siempre existe una zona destinada a ordenar el trabajo de todas las demás etapas, de modo que todas las conmutaciones se produzcan a un ritmo determinado por la señal de clock. ¿Cuántos clock tiene un microprocesador? Puede tener varios clock internos de diferentes frecuencias y fases, pero todos se generan a partir del mismo componente periférico porque deben ser sincrónicos.

Ese componente puede ser un cristal, un filtro cerámico o una bobina y el microprocesador puede tener una o dos patas disponibles para conectar ese componente. En los casos (muy pocos) que sólo disponga de una patita, se trata de un sistema por resistencia negativa. Internamente un circuito electrónico provee resistencia negativa, de modo que al conectar sobre él un circuito resonante se anulan las pérdidas del mismo y se produce la oscilación a la frecuencia del circuito resonante. Ver figura 20.1.1.



En los casos en que el microprocesador posea dos patas, es porque tiene un amplificador interno y el circuito resonante opera como realimentación que provee una inversión de fase de 180°. Ver figura 20.1.2.



Para probar cualquiera de los dos tipos de circuitos se debe utilizar un osciloscopio conectado sobre XTAL o XTALO (la O es de Output = salida) con la punta divisora por 10. Por lo general, se obtienen amplitudes pap del orden de 1V o mayores. También se debe comprobar la frecuencia de trabajo aproximada con el mismo osciloscopio. Si el circuito es a cristal o filtro cerámico, sobre ellos estarán marcadas las frecuencias de trabajo, simplificando nuestra tarea. Si es a bobina y Ud. no tiene circuito, tendrá que suponer que la frecuencia correcta es del orden de los 4MHz. De cualquier modo la frecuencia no es muy importante, sobre todo si es menor que la correcta. Sólo podemos suponer que si la frecuencia es muy alta, entonces sí, el microprocesador puede dejar de funcionar.

Si no tiene oscilación, deje el osciloscopio y tome el téster; tanto en XTALI como en XTALO deberá obtenerse un valor de tensión que puede variar entre 1 y 4 V, de acuerdo al microprocesador. Si obtiene 0V es casi seguro que el microprocesador está fallado, pero si las tensiones están normales debe comprobar los componentes externos. Mida los capacitores con el téster y reemplace los cristales o filtros cerámicos por otros de similar frecuencia (por ejemplo, el cristal de clock más común es de 4 Mhz pero se puede probar, por lo menos transitoriamente, con uno de 3,58MHz).

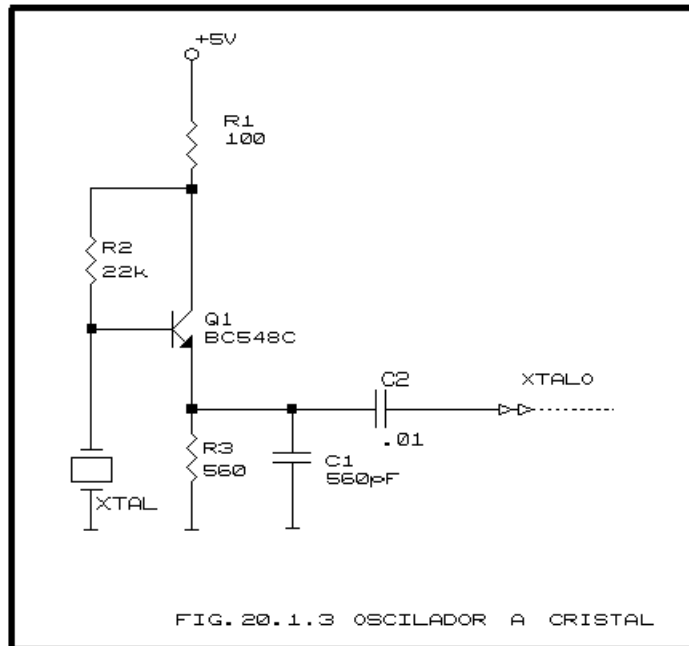
Antes de dejar colocado un cristal de una frecuencia diferente verifique si el reloj del display funciona correctamente. Por lo general, se utiliza el mismo cristal para manejar el reloj horario, pero existen modelos donde el reloj se sincroniza con la frecuencia de red.

¿Existe alguna solución de último recurso para casos desesperados? Sí, existe la posibilidad de generar el clock externamente y conectarlo sobre la pata XTALO. Fabrique el oscilador de la figura 20.1.3 y pruebe.

Algunos corte-sanos bailan rápido y otros más lentamente pero todos lo hacen sincrónicamente. Cuando uno da cuatro vueltas, el otro pueden dar una, pero nunca 1,2 o 1,3 vueltas, siempre es un número armónico. De cualquier manera, desde afuera del microprocesador no sabemos cómo se divide el clock hasta que llegamos a la pata del clock del bus de datos. En este lugar podemos verificar la existencia de una señal con forma de onda cuadrada,

obtenida por división del cristal. Con el osciloscopio en esta salida, supuestamente, podríamos comprobar si nuestro generador externo de clock funciona. Digo supuestamente porque en algunos microprocesadores modernos, el clock del bus de comunicaciones no funciona permanentemente sino sólo cuando es necesario, por ejemplo, al pulsar alguna tecla de control.

¿Se puede probar el funcionamiento del cristal sin osciloscopio? Sí, pero no es simple. Hay que utilizar una radio de onda corta sintonizada en la frecuencia del cristal y observar el silenciamiento al recibir una portadora. Puede hacer una antena transmisora y acoplarla a la pata XTALO con un capacitor de 4,7 pF.



## 20.2 EL REY DORMILON

El rey descansa cuando la corte descansa. En ese momento, en el castillo sólo funcionan algunas secciones imprescindibles como la guardia o la cocina. Pero ese sueño del rey nunca es profundo, sólo bajan la cantidad de dispositivos a controlar, la cantidad de informadores a atender. Pero si el jefe de guardia viene con una noticia

imprevista, el rey lo atiende. Sólo cambió de programa de trabajo a programa de vigilia pero nunca se desconecta de las circunstancias importantes.

Cuando el equipo se apaga, el microprocesador cambia de programa de trabajo, sigue funcionando en un programa más pequeño que se llama “rutina de inicio”. Está atento a que el usuario toque el pulsador de encendido local o remoto y cambia los segmentos del display dando la hora y minutos. Esto significa que todas las operaciones internas se realizan a la velocidad habitual y, por supuesto, que el microprocesador sigue alimentado con la tensión normal de fuente.

Si la energía se corta, el microprocesador no puede seguir funcionando. En realidad, puede funcionar un pequeño instante de tiempo más hasta que se descargue el capacitor electrolítico de su fuente particular (por lo general, de 5V), pero luego cesa toda actividad en el microprocesador y cuando le energía retorna, éste vuelve a comenzar con su programa normal de encendido, que comienza con un reset automático y termina esperando que el usuario indique qué actividad debe desarrollar tocando un pulsador del frente del equipo o del control remoto.

El lector puede suponer que esto es algo normal y habitual y que no es necesario tomar alguna precaución al diseñar un microprocesador, pero no es así. Ocurre que la red de energía suele tener microcortes que, generalmente, suelen pasar desapercibidos para el usuario pero no para el microprocesador. Simplemente, si Ud. está mirando una película en su videograbador y se produce un microcorte, la máquina se apaga y debe molestarse en encenderla y apretar PLAY. Lo peor de todo esto es que una máquina vieja sin microprocesador, cuando regresa la energía comienza a reproducir sin requerir atención.

Por todo esto, los diseñadores de microprocesadores se preocuparon por el tema de los microcortes y lo resolvieron con un método muy original. Para entender el método tendremos que hacer algunas disquisiciones sobre el consumo de un microprocesador.

Un microprocesador consume energía en forma pulsátil. En su interior tenemos una cantidad enorme de llaves digitales que constantemente cambian de estado. Cuando las llaves están abiertas consumen una potencia prácticamente nula, cuando están cerradas también, porque sobre ellas hay poca tensión. Entonces ¿cuándo consumen las llaves? Cuando cambian de estado. Entonces, si las llaves internas cambian de estado pocas veces por segundo, el consumo se minimiza.

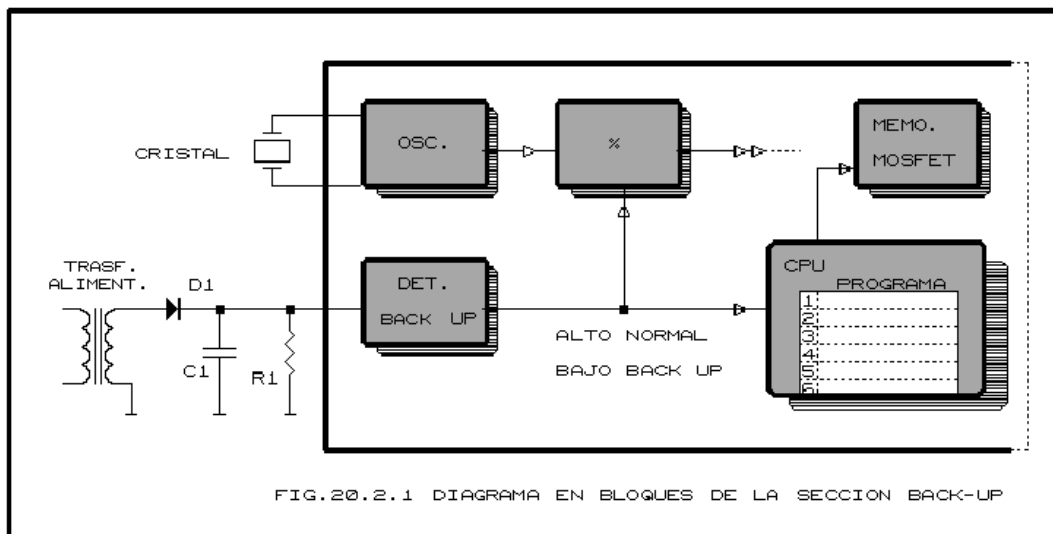
Como sabemos, en el microprocesador todo ocurre al ritmo del clock. Si reducimos el ritmo del clock, reducimos el consumo en la misma proporción. Cuando el director de la orquesta ejecuta una polca, todos los bailarines desarrollan una elevada energía; cuando ejecuta un minué, los bailarines respiran aliviados porque desarrollan un reducido consumo de energía.

La frecuencia del clock se deriva del cristal con una serie de divisores, pero podemos colocar dentro del microprocesador un divisor programable que divida por un factor elevado cuando se corta la energía eléctrica a fin de minimizar el consumo. Pero ¿quién maneja ese divisor programable? Como ya sabemos, en el reino del microprocesador todo ocurre por datos ingresados a través de los informantes de la corte. Este caso se resuelve del mismo modo y el informante hace un trabajo muy simple como controlar la tensión de red. Si la tensión se corta, se corta inmediatamente la señal en una pata del microprocesador y éste se pone a “dormir”.

¿Qué significa que el microprocesador se ponga a dormir? Ocurren varias cosas al mismo tiempo: A) se reduce la velocidad del clock interno a un valor muy bajo, y con ello se reduce el consumo sobre la fuente de 5 V; B) todas las funciones que no son imprescindibles se suprimen para reducir aun más el consumo; C) se apaga la excitación del display que es una sección del microprocesador que utiliza una parte importante del consumo total. En realidad, el display se apagará entonces doblemente cuando se trate de un termoiónico, ya que, en ese caso, se apaga rápidamente la fuente de tensión negativa del cátodo, debido al corte de energía eléctrica; D) el microprocesador comienza a correr un programa especial llamado de “BACK-UP”. Este programa acumula la información importante en memorias del tipo semivolátiles (pueden guardar la información por unas 6 horas y se basan en transistores MOSFET que acumulan carga en su compuerta). Esto ocurre previendo que el corte pueda ser largo y la energía de la fuente de 5V se agote por completo. En este caso, la máquina conservará en esas memorias los datos referentes a qué función estaba realizando al producirse el corte y cuando retoma la energía puede continuar, por ejemplo, sintonizada en el mismo canal que estábamos viendo. Según el equipo, éste retomará la última función que estaba realizando o quedará a la espera de la orden del usuario. En todos los casos, el diseñador puede elegir por intermedio del programa de BACK-UP la acción a seguir al producirse el reset del equipo.

Repasemos qué ocurre cuando se corta la energía: 1°) una pata del microprocesador pasa al estado bajo; 2°) la frecuencia de clock interno se reduce dramáticamente; 3°) se interrumpe el programa normal pero guarda los indicadores de función y otros importantes, que permiten retomar luego el programa normal en el lugar donde se abandonó. El nuevo programa que se ejecuta es el de BACK-UP; 4°) si la energía retorna antes que el capacitor de la fuente de 5V se descargue, el microprocesador vuelve al programa normal retomando la función que se estaba realizando; 5°) si el capacitor se descarga, el microprocesador detiene el programa pero quedan cargadas las condiciones anteriores al corte sobre las compuertas de transistores MOSFET y 6°) cuando retorna la energía se produce el reset pero el programa de inicio puede bifurcarse, de acuerdo a las condiciones guardadas en los MOSFET. Estas acciones se han resumido en el circuito de la figura 20.2.1.





Con respecto al nombre de la pata de entrada, los fabricantes no se pusieron de acuerdo. Algunos la llaman BACK-UP, otros SLEEP (literalmente, dormir) y otros HOLD (literalmente, enganchar; suponemos que con respecto al estado de la red de energía).

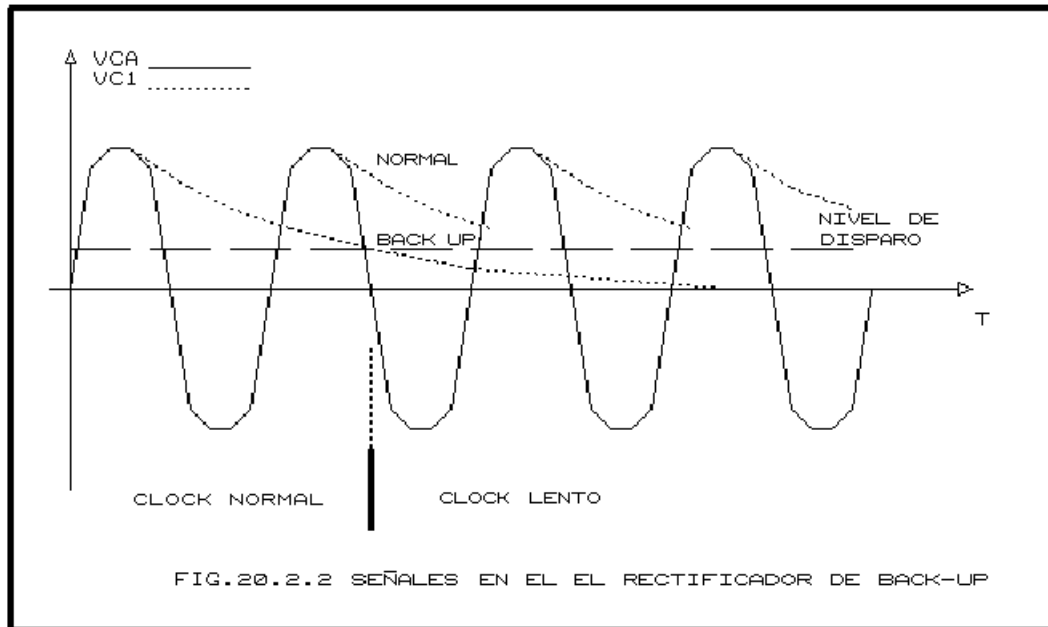
El circuito rectificador es especial por una razón particular. Como primera consideración, no se puede usar la misma fuente de 5V porque tiene capacitores de elevado valor que tardan en descargarse y no permitirían que el microprocesador entre en el programa de BACK-UP en forma sincrónica con el corte.

Por lo general, se utiliza un diodo y un pequeño capacitor para que no se acumule carga más allá de dos ciclos de la frecuencia de red. Ver figura 20.2.2.

El resistor R1 se agrega para evitar que la constante de descarga dependa sólo de la resistencia de entrada del detector de BACK-UP y de las fugas del diodo D1. R1 enmascara estas resistencias que cambian con la temperatura por un valor estable que permite elegir una constante de tiempo fija.

Seguro que el lector se estará preguntando por qué analizamos esta sección con tanto detalle. Lo hacemos porque muy pocos reparadores conocen la existencia de la condición “hecharse a dormir” del microprocesador y dan por muerto un microprocesador que sólo estaba dormido.

Una de las verificaciones que debe realizar el reparador es la de la tensión sobre C1 comparándola con la indicada en el manual, ya que si, por ejemplo, el diodo D1 se abre, el equipo se apaga (display incluido) y nos lleva a pensar en una falla del cristal, del reset o del microprocesador mismo.



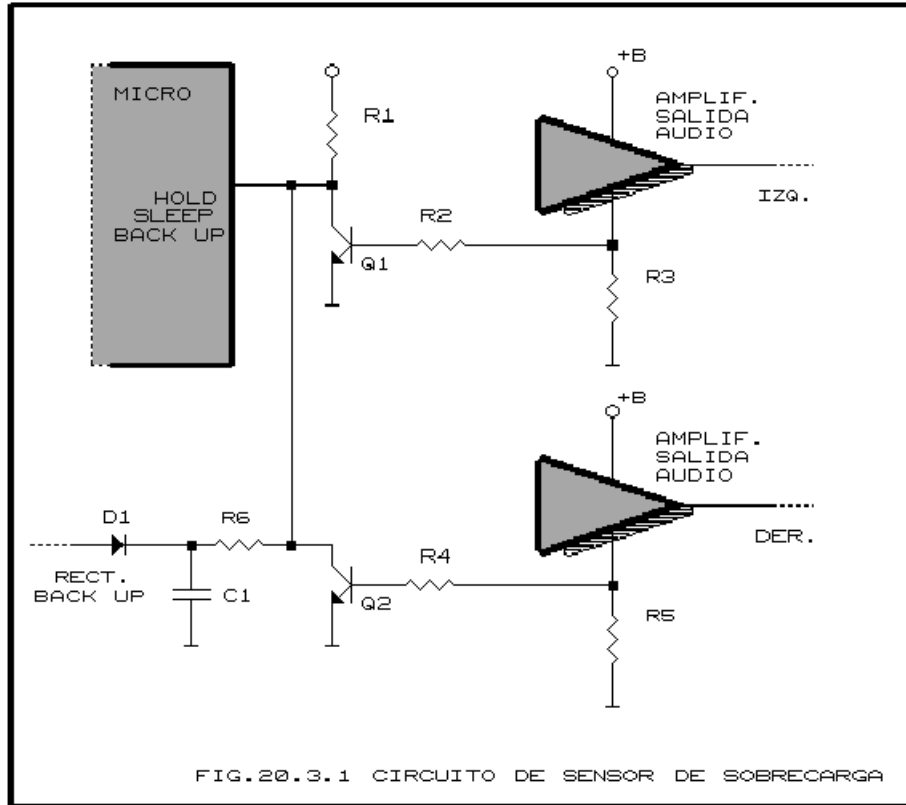
### 20.3 LAS CONDICIONES DE SOBRECARGA

Un rey inteligente puede decretar un inesperado feriado, si nota que su pueblo está agotando sus fuerzas por realizar una tarea superior a sus límites físicos.

El microprocesador controla motores, amplificadores de potencia y otros componentes susceptibles de sobrecarga mecánica o eléctrica. Cada uno de estos componente tiene su correspondiente sensor que opera sobre el microprocesador sobre dos entradas que ya conocemos: la de reset y la de BACK-UP.

De este modo, un equipo con un daño mecánico o un amplificador de potencia en cortocircuito, puede inhibir el funcionamiento del microprocesador y hacernos pensar que éste está dañado cuando sólo está protegiendo la integridad de algún componente o de la fuente de alimentación.

Un ejemplo clásico lo constituyen los centros musicales. En ellos existen dos transistores que controlan el consumo de los amplificadores de potencia. Cuando éste es elevado por problemas internos o externos (parlantes en cortocircuito), el microprocesador recibe un estado bajo en reset o BACK-UP que desactiva la llave de encendido (por lo general, un relé o un transistor de potencia); en ese momento el sistema se reinicia, enciende el display y se vuelve a cortar si no cesó la sobrecarga. En la jerga se dice que el equipo está tartamudo porque se escucha un TAC, TAC, TAC, TAC del relé y el display realiza guiños. Ver figura 20.3.1.



Por ahora vamos a abandonar aquí las historias del rey micro, en el próximo capítulo vamos a explicar algunos detalles con referencia a la corte de soplones que le informan al rey sobre el estado de diferentes lugares de la comarca. El autor espera que este tratamiento poco formal del tema le haya gustado y lo invita a enviarle un e-mail con sus sugerencias.

## MEMORIA DE REPARACION N° 21

### REPARANDO MICROPROCESADORES DIRIGIDOS

EN EL ARTICULO ANTERIOR LE PROMETIMOS HABLAR DE LOS SOPLONES DE LA CORTE. EL REY MICRO NO PUEDE CUMPLIR CON SUS FUNCIONES ESPECIFICAS SI NO TIENE LOS DATOS ADECUADOS DE COMO ESTA FUNCIONANDO SU COMARCA. AUN TENIENDO TODOS LOS DATOS NO PUEDE EFECTUAR ACCION ALGUNA DIRECTAMENTE. SIMPLEMENTE LLAMARA A OTRO SOPLON Y LE ENCARGARA QUE TRANSMITA SUS DESEOS AL RESPONSABLE DE EFECTUAR EL TRABAJO.

ING. ALBERTO H. PICERNO

Ing. en Electrónica UTN - Miembro del cuerpo docente de APAE

E-mail picerno@satlink.com

#### 21.1 INTRODUCCION

Ya sabemos que el rey micro es sumamente ordenado. Sus ocupaciones son muchas y tiene que administrar muy bien su tiempo para atenderlas a todas.

Existe una manera lógica de organizar las comunicaciones para que éstas sean efectivas y veloces. En principio, es convenientes dividir las entre comunicaciones de entrada y de salida. El rey conoce el estado de la comarca por medio de sus soplonos de entrada y entrega sus órdenes mediante los soplonos de salida.

En un principio, los soplonos se comunicaban con el rey por el método clásico de la palabra. Pero un día el rey se cansó de atender vasallos que tardaban media hora para explicar que el puente levadizo estaba levantado y les prohibió que hablaran. A partir de ese día el soplon que informa si el puente levadizo está levantado, simplemente dirige su pulgar hacia arriba para confirmarlo o hacia abajo para negarlo.

Al poco tiempo el rey se dio cuenta de que debía jerarquizar el trabajo de los soplonos. El soplon que le avisa que los bárbaros están invadiendo la comarca debe ser atendido de inmediato; en cambio, el que informa la altura del río, puede esperar un ratito sentado cómodamente para que el rey lo atienda a su debido tiempo.

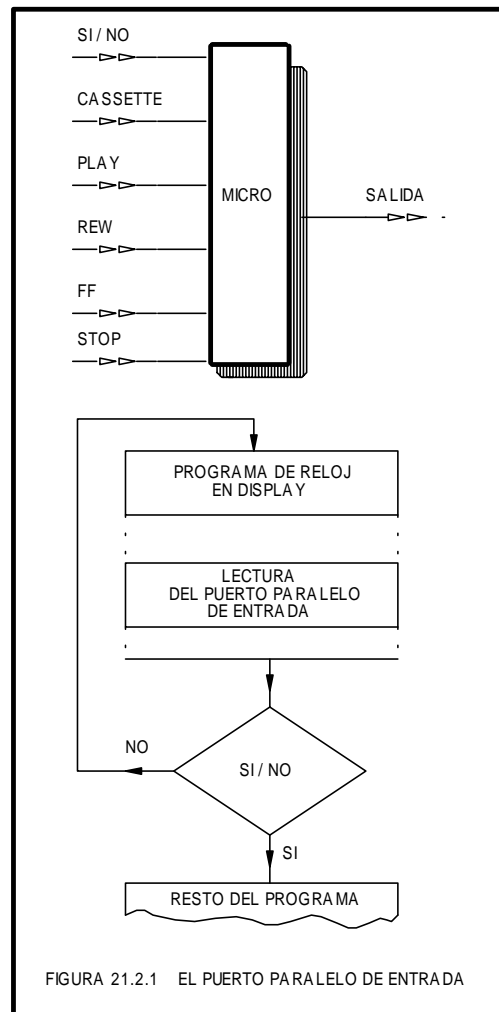
#### 21.2 EL PUERTO PARALELO DE ENTRADA

Al puerto paralelo de entrada le llegan informaciones de todo el equipo en forma de estados altos o bajos. En sí, el puerto no es más que un grupo de patitas del microprocesador que pueden inclusive estar separadas. Sin embargo, su nombre proviene del método de lectura que emplea el microprocesador y no de la ubicación geográfica de las patas.

El microprocesador puede estar ejecutando cualquier función pero, sin embargo, cada tanto cumple con una microrrutina llamada “de lectura del puerto paralelo de entrada”. Las patas de entrada son leídas como un número binario y analizadas por el programa de lectura bits a bits para conocer el estado de los dispositivos remotos. Pero ¿qué significa que el programa lee la información del puerto? Significa que el estado de cada bit es interpretado por el programa, que modifica su funcionamiento de acuerdo a las informaciones de entrada. Ver figura 21.2.1.

Tomemos como ejemplo el puerto paralelo de entrada de un videograbador. Una de las patas del puerto es el pulsador de encendido de la máquina. En la condición de máquina apagada, el microprocesador se encuentra ejecutando su programa “reloj en display”, sin embargo, constantemente lee el puerto paralelo de entrada a la espera de alguna orden del usuario. En la parte inferior de la figura le mostramos una representación resumida del programa del microprocesador. Los rectángulos son bloques de ejecución, en tanto que el rombo es un bloque de decisión. Observe que tiene una sola entrada y dos salidas. Si el pulsador de encendido no es operado, se realimenta al inicio y el videograbador sigue la rutina de cambiar los segmentos del display, mostrando la hora y los minutos.

Si el usuario opera el pulsador, el bloque de decisión cambia el flujo del programa y la máquina pasa al programa de inicio. Todo lo que ocurre después depende de diferentes circunstancias, por ejemplo, si la máquina tiene un casete cargado, el microprocesador lo reconoce porque un par de contactos denominados CASSETTE están cerrados; en este caso, el display lo informa encendiendo el dibujo de un casete pero el microprocesador no toma decisión alguna más. Evidentemente,



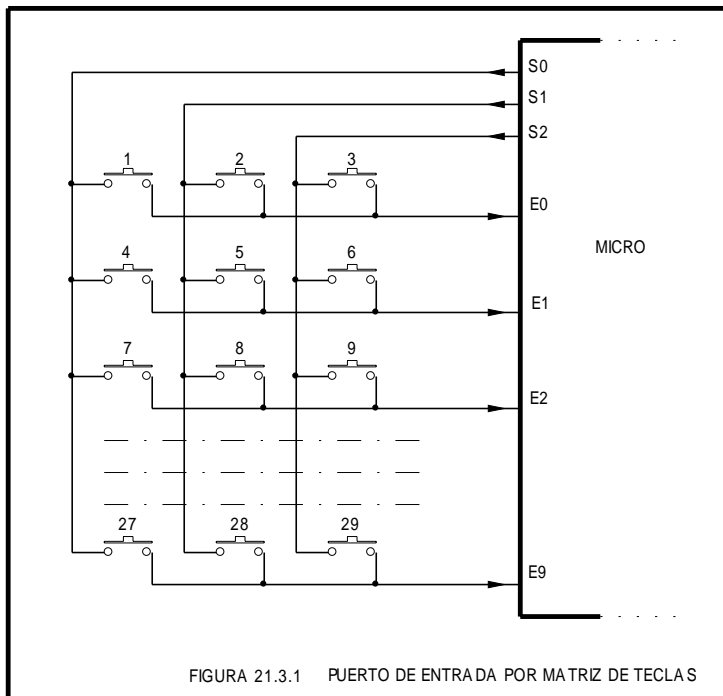
el microprocesador no puede adivinar el deseo del usuario; por lo tanto, el programa de inicio termina en un bloque de decisión, a la espera de que el usuario pulse alguna tecla que modifique el puerto paralelo de entrada (PLAY, REW, FF o dos veces STOP para extraer el casete del interior y reemplazarlo por otro).

¿Puede ocurrir que el usuario pulse un botón y el microprocesador no llegue a detectarlo porque está realizando otro trabajo? NO, todo el proceso de lectura del puerto de entrada se realiza muchas veces por segundo, y esa posibilidad nunca se efectiviza si el pulsador se tiene apretado algunas décimas de segundo.

### 21.3 PUERTO DE ENTRADA POR FILA Y COLUMNA

Cuando la cantidad de pulsadores de entrada se hace muy grande, el microprocesador resulta demasiado caro ya que su precio es fuertemente dependiente del número de patas. Por lo tanto, los diseñadores buscaron la posibilidad de ingresar más pulsadores con menos utilización de patas.

En el reino de Micro esto fue solucionado muy fácilmente. El rey instruyó a 10 vasallos para que realizaran un trabajo de observadores de diferentes acontecimientos, en forma sucesiva. Les puso un nombre: E0, E1, E2 hasta E9 y les asignó 10 sillas numeradas del 0 al 9. Cada vasallo en su sillita, sin equivocarse de lugar. Luego los llamó uno por uno y les dio órdenes precisas. Al vasallo E0 le dijo: cuando yo te dé la orden S0, tienes que ir a la puerta del castillo y decirme si está abierta; cuando te dé la orden S1, tienes que observar si la plataforma levadiza está atravesando la fosa y, cuando te dé la orden S2, debes controlar que las antorchas de la puerta estén encendidas. Al vasallo E1 le dio también otras funciones según le ordenara S0, S1 o S2 y así sucesivamente con todos los vasallos hasta E9.



El rey entonces daba la orden S0, los vasallos salían corriendo a observar el acontecimiento correspondiente y volvían a su silla levantando o bajando el dedo. El rey miraba la fila de sillas y conocía el resultado correspondiente. Luego daba la orden S1 y miraba las sillas para obtener las informaciones correspondientes y, por último, emitía la orden S2 y luego de vuelta a la S0 y así sucesivamente. ¿Qué ganaba con esto? Con sólo 10 sillas conocía 30 acontecimientos.

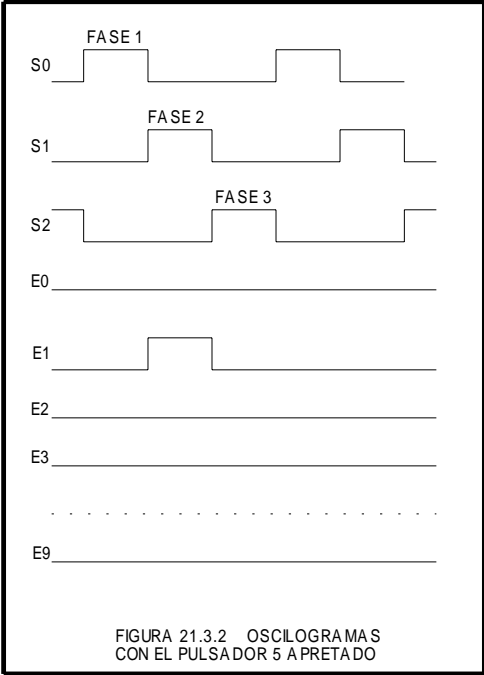
Un microprocesador moderno funciona con pulsadores que forman una matriz de filas y columnas. Ver figura 21.3.1 de la página anterior.

Las salidas S0, S1 y S2 se levantan sucesivamente tal como lo mostramos en la figura 21.3.2. Observe que la señal de estas salidas (en general se las llama salidas de barrido) tiene 3 fases en secuencia. Siempre hay una sola fase alta.

Analicemos, por ejemplo, lo que ocurre cuando apretamos el pulsador 5. Durante la fase 1, todas las entradas están bajas. Durante la fase 2 se produce un alto sólo en la entrada E1. Durante la fase 3 todas las entradas están bajas. El microprocesador no se puede equivocar, sólo tiene que analizar qué entrada está alta y relacionarla con una de las fases de salida. El circuito interno que permite realizar esta función se puede observar en la figura 21.3.3.

Observe que cada pulsador externo tiene una compuerta AND homóloga en el interior del microprocesador. Las salidas de las compuertas forman un puerto fantasma de entrada al que no puede accederse desde el exterior, pero que está disponible para que el microprocesador tome 30 informaciones de estado, usando sólo 13 patas del integrado.

Realmente parece increíble que se utilice un circuito tan complejo sólo para reducir la cantidad de patas que se destinan al puerto, pero piense que esa complejidad sólo significa complicar la fotografía que se utiliza para fabricar el circuito integrado. En cambio, si se usan más patas se dificulta el proceso de conectar el chip a las patas del encapsulado, que se realiza con una máquina robotizada de soldadura, utilizando alambre de cobre con baño de oro.



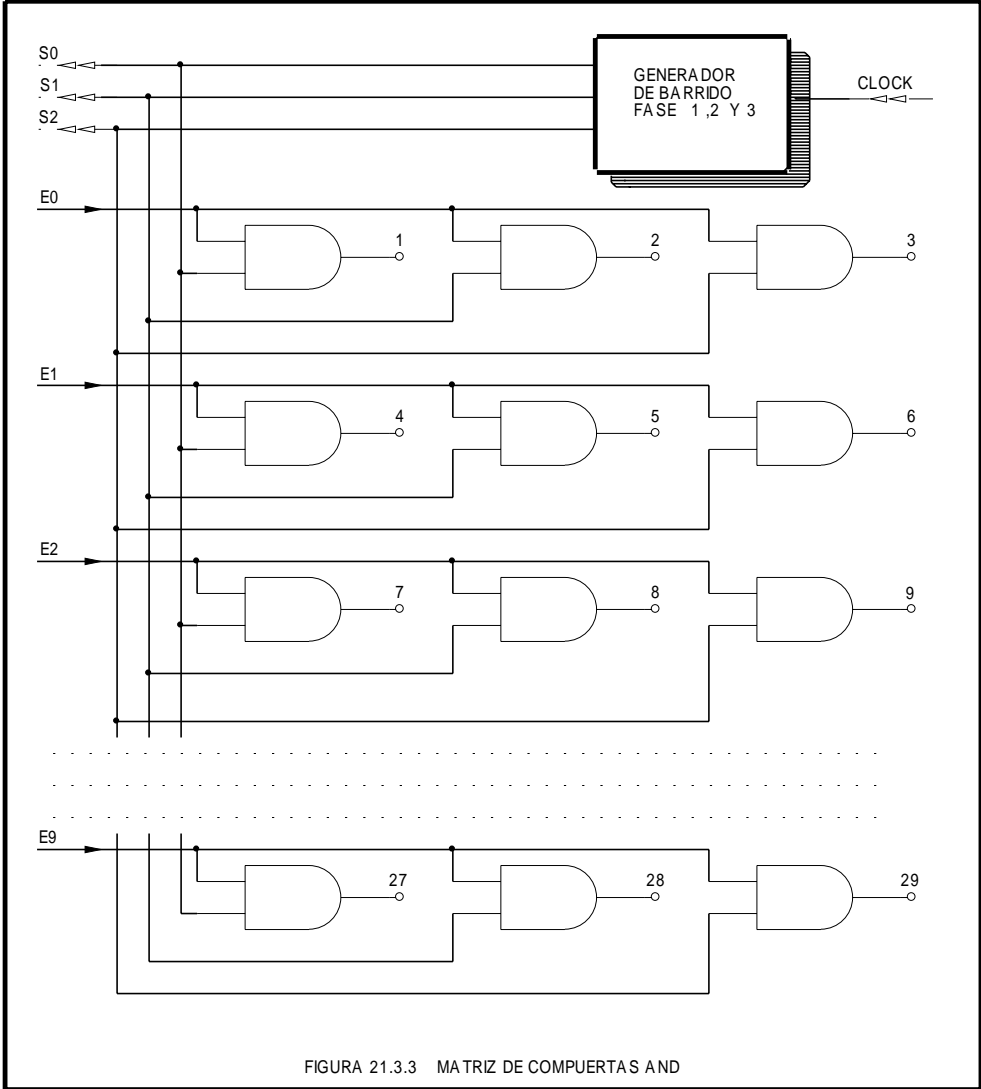


FIGURA 21.3.3 MATRIZ DE COMPUERTAS AND

### 21.4 EL PUERTO DE ENTRADA CON CONVERSORES D/A

En este mismo artículo dijimos que el rey micro le había prohibido hablar a sus soplonos para evitar que las comunicaciones sean largas y latosas. Claro que esta prohibición produjo otro problema, la multiplicación de soplonos y de sillas reservadas en la corte. En el punto anterior explicamos cómo reducir la cantidad de soplonos con el método de barrido. Pero éste no es el único método posible, existe otro muy ingenioso que es utilizado por algunos fabricantes de microprocesadores.



Imagínese el lector que sólo utilizamos tres sillas reservadas para ingresar informaciones con destino a un puerto de 30 informaciones alto/bajo. Los soplones tienen un recorrido predeterminado, pero apenas encuentran una novedad, suspenden el recorrido, se dirigen a su silla, se sientan y con los diez dedos de sus manos le indican al rey en qué punto del recorrido encontraron la novedad. El rey cada tanto observa las tres sillas y, de inmediato, reconoce qué novedad se produjo. Cuando los soplones son leídos se levantan y vuelven a reiniciar su recorrido en busca de otras novedades.

Un microprocesador puede contener uno o más conversores A/D, que operan como puertos de entrada paralelo de una sola pata, con múltiples salidas de estado binario. Ver figura 21.4.1.

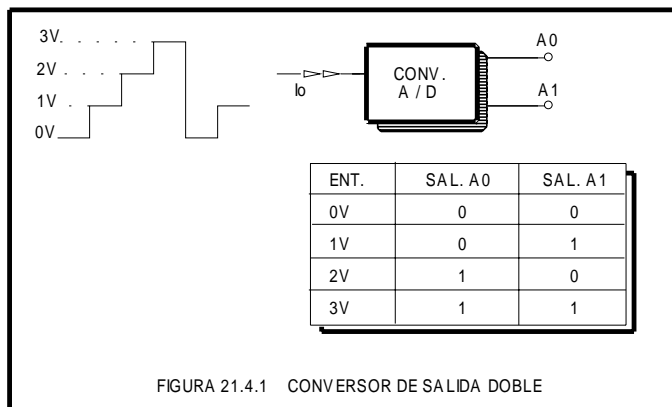
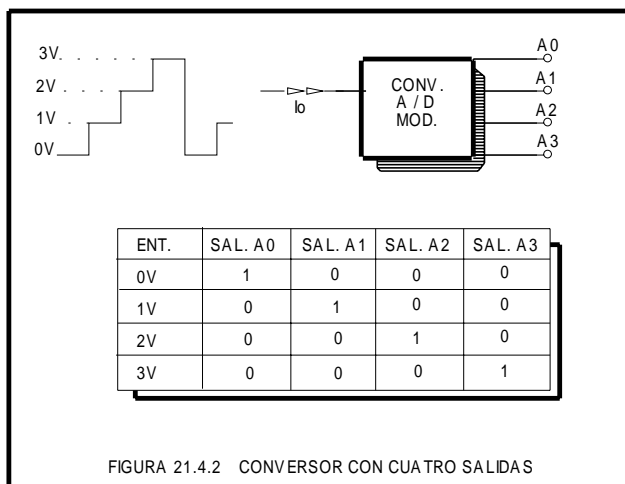
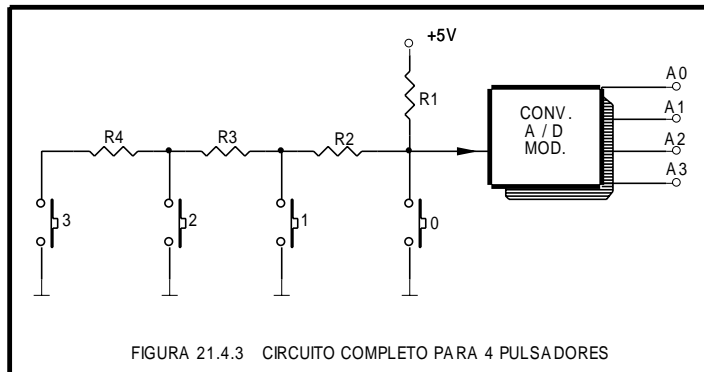


FIGURA 21.4.1 CONVERTOR DE SALIDA DOBLE

Si la entrada varía de 0 a 3V con escalones de 1V, el conversor va a generar en sus dos cables de salida, un número binario de dos cifras que represente los cuatro valores de tensión de entrada. En la misma figura se observan los estados de A0 y A1, para cada valor de tensión de entrada. Este conversor no es precisamente el que

necesitamos, pero es fácil modificarlo para convertirlo en un conversor con cuatro salidas, en donde cada estado de entrada signifique un estado alto en la salida correspondiente. Ver figura 21.4.2.





3V. Así conseguimos generar un puerto interno de 4 hilos con un solo conductor de entrada.

Este método puede extenderse todo lo que se desee, con el agregado de resistores y pulsadores en cadenas tan largas como de 16 secciones. También es

posible usar dos o tres conversores en lugar de uno. Los centros musicales más complejos de la línea AIWA utilizan este método con profusión, llega a utilizar tres entradas de 16 teclas cada una.

NOTA: Con este método, no sólo se ingresa el estado de pulsadores comandados por el usuario. Nada prohíbe que puedan ingresarse los estados de fines de carrera o contactos de llaves giratorias que indiquen cómo está operando un mecanismo.

## 21.5 LAS LINEAS DE INTERRUPCION

Una línea de interrupción es diferente a un dato de entrada de un puerto paralelo. Físicamente ingresan al microprocesador del mismo modo y son una entidad binaria de 0 ó 5V, pero el modo de operar es totalmente distinto. La interrupción tiene una mayor jerarquía, no espera que el programa la lea.

Los soplones pueden tener diferentes jerarquías, ya sabemos que si un soplón trae la noticia de que los bárbaros están invadiendo la comarca, no necesita sentarse en la silla para que el rey lo atienda en su debido momento. Entra a la corte con caballo y todo e interrumpe al rey que estaba juzgando a un ladrón de gallinas. Pero aun en este caso, el rey micro no se desordena. Anota los datos del juicio y recién después atiende al soplón de a caballo.

Si las noticias son realmente graves, el rey emplea una rutina adecuada que ya tiene preparada: “zafarrancho de combate”, y si puede rechazar el ataque bárbaro y dejar la comarca en condiciones, retorna a su tarea de juzgar al ladrón justo donde la había dejado.

Cuando una línea de interrupción pasa al estado alto, el programa del microprocesador se interrumpe, se guardan los últimos datos en una memoria, para continuar luego en el mismo punto donde se dejó el trabajo y se comienza a ejecutar

la correspondiente rutina de interrupción. Esta rutina es generalmente un caso extremo como, por ejemplo, un mecanismo que produjo una falla. En esos casos es posible que la rutina consista en una verificación de la falla. Si la falla es real, se pasa a una rutina de cierre, como puede ser devolver el casete o el disco y apagar el equipo. Si la falla desapareció, se termina la rutina; esto hace que el microprocesador vuelva a su programa original justo en el momento en que había interrumpido su trabajo.

Un microprocesador puede tener más de una línea de interrupciones y las interrupciones pueden tener, a su vez, diferentes jerarquías.

Por ejemplo, el soplón que controla que el general del ejército y la reina no se vean a hurtadillas tiene prioridad sobre el que trae la noticias de las invasiones, aunque no sabemos si el rey dispuso esta jerarquía para cuidar a la reina o al general.

## 21.6 LAS REPARACIONES DEL PUERTO DE ENTRADA

No hace falta explicarle cómo se controla una matriz de teclas con un óhmetro. Preferimos explicarle algunas fallas causadas por el puerto de entrada paralelo, que quizás Ud. no se imaginaba.

La matriz de teclado es utilizada por el usuario para ingresar datos al microprocesador apretando los pulsadores por un corto tiempo. Si un pulsador queda permanentemente apretado, el microprocesador puede quedar saturado de información y dejar de realizar otras funciones.

Yo recuerdo un equipo reproductor de CD que enloqueció a varios reparadores. El reproductor no daba alguna señal de vida al conectarlo a la red, el display estaba apagado y el relé que conectaba el amplificador de potencia quedaba en condición de abierto.

En estos casos, lo primero que se hace es verificar la tensión de fuente del microprocesador, el circuito de reset, el circuito de SLEEP; es decir, todo lo que ya le explicamos en otros artículos de esta serie. Pero todo estaba bien.

Cuando el equipo llegó a mis manos tenía una bolsita de polietileno, prolijamente pegada con cinta al gabinete, y en su interior dos reyes supuestamente muertos con una nota que indicaba todas las pruebas realizadas. El equipo me lo trajo un alumno que conocía toda la rutina de prueba de un microprocesador o, por lo menos, la rutina que conocíamos hasta ese momento.

Yo pensé: si no es del rey, la culpa es de alguno de los soplones. Como el teclado frontal se conectaba con una manguera y un conector, procedí a desconectarlo y, de inmediato, el display cobró una vida inusitada presentando un demo sumamente colorido y dinámico (al estilo de un casino de Las Vegas) que me indicó que estaba por el buen camino.

Tomé el téster y comencé a medir el estado de todos los pulsadores de entrada y, cuando llegué al pulsador de ON/OFF, lo encontré cerrado permanentemente. Lo reemplacé y el equipo comenzó a funcionar correctamente.

Para estar seguro de lo que había hecho, desconecté el equipo de la red, operé el pulsador y lo volví a conectar con el pulsador operado, para verificar que se reiteraba la falla.

Lo que ocurría es que el mismo pulsador enciende y apaga el equipo. Al estar permanentemente pulsado, el microprocesador enciende el equipo cuando hace el primer barrido de sus salidas de matriz. Pero cuando hace el segundo barrido, lo apaga y así sucesivamente.

Desde luego que todo ocurre a tal velocidad que el relé de los amplificadores de potencia no tiene el tiempo suficiente para cerrarse y además, como el microprocesador se encuentra permanentemente en esa operación, no tiene tiempo de activar el display y éste se queda sin realizar ni el demo ni la pantalla de encendido normal.

En el próximo capítulo continuaremos analizando otros puertos de entrada al microprocesador: el puerto de predisposición, el puerto del control remoto y el puerto serie de comunicaciones de entrada.

## MEMORIA DE REPARACION N° 22

EN LOS ARTICULOS ANTERIORES COMENZAMOS A ANALIZAR LA FORMA EN QUE EL REY MICRO SE COMUNICA CON EL MUNDO EXTERIOR, EL TEMA NO ESTA AGOTADO NI MUCHO MENOS, POR AHORA SOLO ANALIZAMOS COMO LLEGAN AL MICROPROCESADOR LAS NOTICIAS LOCALES. EN ESTE ARTICULO NOS ABOCAREMOS A LA PREDISPOSICION DEL MICROPROCESADOR Y LUEGO A LAS COMUNICACIONES DE LARGA DISTANCIA.

ING. ALBERTO H. PICERNO

Ing. en Electrónica UTN - Miembro del cuerpo docente de APAE

E-mail picernoa@satlink.com

### 22.1 INTRODUCCION

En otro capítulo dijimos que de acuerdo al tamaño de la comarca elegimos el tamaño del rey. Pero a veces hay comarcas similares y no tiene sentido preparar un rey distinto para cada una. En este caso, se acostumbra predisponer al rey para realizar un trabajo determinado.

Cuando un rey no puede atender a toda la comarca simplemente la subdivide y elige un virrey para que la dirija, pero queda claro que este virreinato funcionará en íntima comunicación con el rey y las decisiones importantes deberán ser consultadas.

No todas las comunicaciones que recibe el rey son directamente traídas por soplonos locales. Hasta un rey tiene personas influyentes que le ordenan cosas y que, por supuesto, no viven en el castillo. Estas personas influyentes operan en forma remota sobre el rey y como éste es muy ordenado, tiene un buchón especialmente entrenado que le da las órdenes que provienen del control remoto de los influyentes.

### 22.2 LA PREDISPOSICION INICIAL DEL MICROPROCESADOR

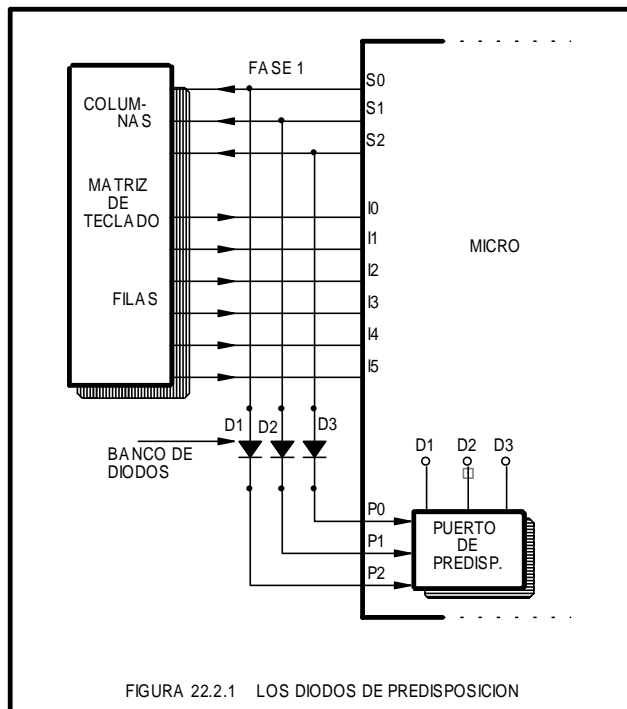
Imagínese que dos comarcas se diferencian sólo por la cantidad de canales de riego que tiene la comarca. Es evidente que el mismo rey puede dirigir ambas comarcas empleando siempre el mismo criterio (programa). Sólo necesitaríamos que un soplón le avise al rey a la mañana, antes de comenzar sus actividades, si se encuentra en la comarca de 181 canales o en la de 150.

Generalmente la predisposición de un microprocesador atiende cuestiones del tipo: cuántos canales puede recibir el TV o el videograbador, qué tipo de circuito integrado PLL tiene el sintonizador, mononorma/binorma/trinorma, 2 ó 4 cabezas, 1, 3 ó 5 CDs, etc. Es decir, que un fabricante puede usar el mismo microprocesador

para toda una línea de televisores, con el consiguiente ahorro de costos que involucra una mayor escala de fabricación.

En la plaqueta de CI se prevé la posibilidad de agregar una determinada cantidad de diodos o puentes, que introducen en el microprocesador la información necesaria para que éste funcione con los parámetros correctos. Ver figura 22.2.1.

Observemos que en un sector de la plaqueta, cercano al microprocesador, se ubica el llamado banco de diodos. Los diodos D1, D2 y D3 pueden estar todos montados, faltar alguno o faltar todos; dependiendo del modelo. El programa del microprocesador comienza con una lectura del puerto de predisposición interno que entrega salidas altas o bajas de D1, D2 y D3, según existan los correspondientes diodos externos.



El funcionamiento es similar al de la matriz de teclado, sólo que en cada fase ingresa la información por P0, P1 y P2; de cualquier modo el microprocesador sólo lee el puerto una sola vez al comenzar a funcionar, es decir, que si un diodo se levanta con el equipo funcionando, el microprocesador no se entera. Recién se entera cuando se produce el reset.

Por ejemplo, los TVs Hitachi con chasis NP91 tienen un banco de 3 diodos que se emplean del siguiente modo:

- D1 CANTIDAD DE CANALES
- D2 TIPO DE CI PLL DEL SINTONIZADOR
- D3 CONTROLES ALTO BAJO

Con el diodo D1 se fuerza a trabajar al TV en 120 canales, a pesar de que es capaz de manejar 182. Todo porque esos canales no son utilizados (UHF de cable) e involucran un tiempo extra para el ajuste automático de sintonía. Con el diodo D2,

se modifica el protocolo de comunicaciones entre el microprocesador y el sintonizador para poder usar dos marcas diferentes de sintonizadores. El diodo D3 sólo se monta para realizar más rápidamente el control de calidad del aparato terminado; con D3 conectado, los controles de volumen, contraste, brillo, etc., tienen sólo tres pasos: mínimo, medio y máximo.

El lector debe recordar este tema de la predisposición, ya que muchas veces un repuesto original (por ejemplo, un sintonizador) puede requerir un cambio de la predisposición inicial. Este dato debiera ser indicado por el service oficial en el momento de comprar el repuesto.

### 22.3 EL VIRREINATO

Muchos equipos funcionan con dos o más microprocesadores. Por ejemplo, un centro musical puede tener un microprocesador principal, un microprocesador de display y teclado y el microprocesador de la sección CD. Ver figura 22.3.1.

El microprocesador de teclado y display recibe información de la matriz de teclado y genera información para el display. A su vez, debe generar la información dirigida al microprocesador principal para que éste se entere de los deseos del usuario.

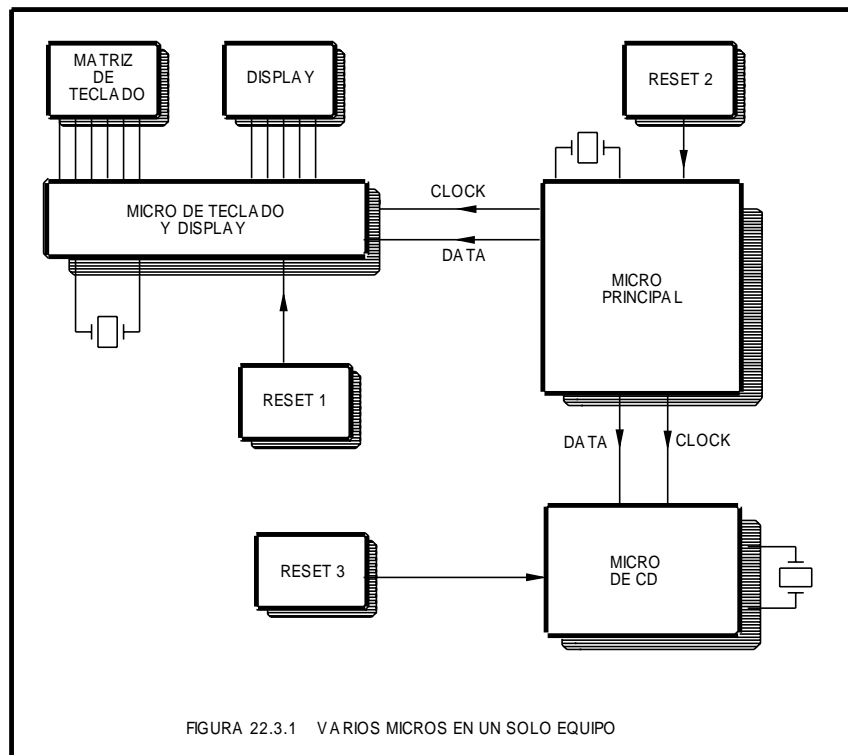


FIGURA 22.3.1 VARIOS MICROS EN UN SOLO EQUIPO

Con el microprocesador de CD ocurre algo similar, él debe controlar la sección CD y lo hace según las órdenes que recibe desde el microprocesador principal (PLAY,

PAUSA, etc.). Como vemos, los tres microprocesadores están comunicados entre sí y la comunicación es de ida y vuelta y por un solo hilo (la palabra “hilo” para designar un solo conductor de comunicaciones es una herencia de las comunicaciones telegráficas). La razón para utilizar un solo hilo es clara, ocurre que los tres microprocesadores suelen estar geográficamente separados y no se puede atravesar plaquetas con una gran cantidad de hilos, además, siempre está el problema económico (el costo es proporcional a la cantidad de patitas del microprocesador).

Los hilos de comunicación operan como un vasallo encargado del correo. Este se la pasa yendo y viniendo con su caballo a todo galope por una senda entre el rey y el virrey. Cuando llega al castillo del rey micro abre sus alforjas y le da al rey el informe del virrey. Espera la respuesta del rey que escribe sus órdenes y se las entrega. Parte hacia el virreinato, entrega las órdenes al virrey y así sucesivamente. Observe el lector que el correo siempre va en una dirección o en otra y, por lo tanto, se puede usar la misma senda para la comunicación de ida y vuelta.

Como Ud. se imagina, el correo tiene su propio portón de entrada y su propio puente levadizo. El vigía le avisa al rey cuando ve venir al correo, el rey ordena que abran el portón y bajen el puente, y luego, hace lo inverso cuando el correo ya entró al palacio. A este tipo de funcionamiento lo vamos a llamar asincrónico porque el correo puede llegar en cualquier momento, ya que el vigía hace abrir la puerta cuando lo ve.

Cierto día, un vándalo se disfrazó de correo, entró al castillo y raptó a la princesa. A partir de ese día el rey estudió el problema e inventó el correo sincrónico. El correo tarda cierto tiempo en cubrir la distancia entre el castillo del rey y el virrey; imaginemos que esa distancia la cubre exactamente en una hora de galope. El rey puede abrir el portón en las horas impares y el virrey en las pares durante un corto intervalo de tiempo suficiente para absorber las tolerancias. Con esto se resuelve el problema en forma parcial, ya que un vándalo deberá conocer de antemano los horarios para introducirse en el castillo.

El problema es que todo debe estar perfectamente sincronizado para evitar

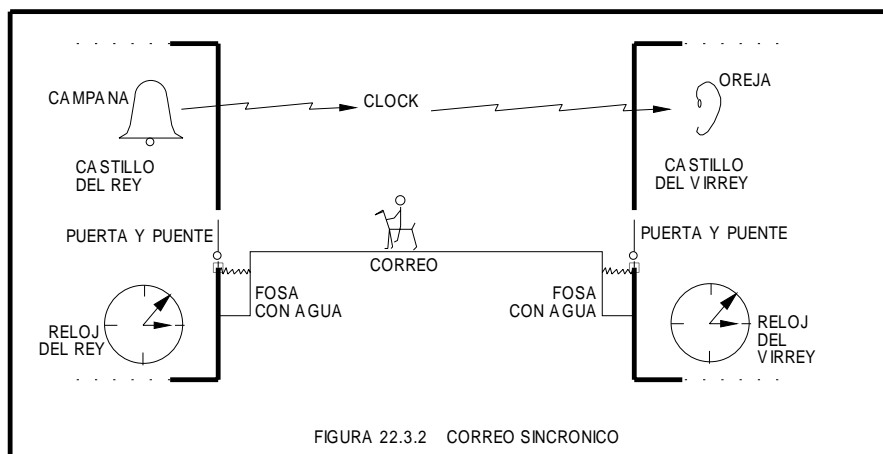


FIGURA 22.3.2 CORREO SINCRONICO



que el correo y su caballo sirvan de alimento para los cocodrilos del foso. “Nada más simple”, pensó el rey, le decimos al fraile que toque la campana cada 10 minutos y el virrey y yo sincronizamos nuestros relojes con toda precisión. Ver figura 22.3.2 de la página anterior.

En nuestro equivalente electrónico, esto significa que para realizar una transmisión sincrónica necesitamos dos hilos, uno para los datos y otro para el CLOCK. Un dato deberá ser siempre un estado alto o bajo de la línea de datos, y el flanco ascendente del CLOCK le indicará al microprocesador el instante exacto en que debe realizar la lectura de la línea de datos. Ver figura 22.3.3.

El CLOCK se conforma en el bloque MM de un multivibrador monoestable. Un MM es, simplemente, un tipo de flip flop que genera un pulso graduable en duración cada vez que la señal de entrada tiene un flanco (se puede seleccionar el disparo con el flanco creciente o decreciente).

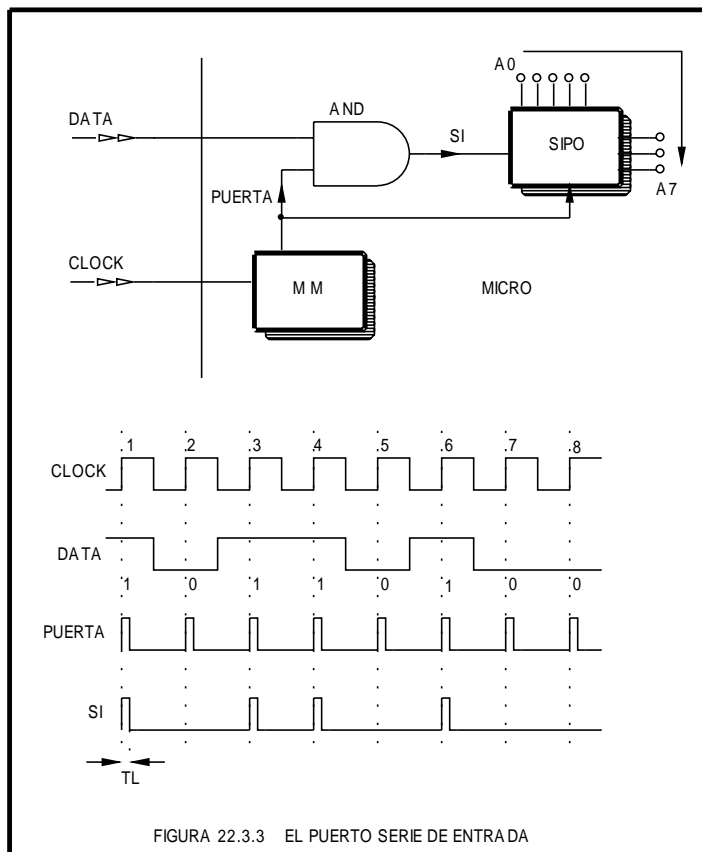


FIGURA 22.3.3 EL PUERTO SERIE DE ENTRADA

La compuerta AND opera como una puerta que se abre cuando la señal PUERTA está alta (es decir, un mínimo intervalo de tiempo). Si mientras PUERTA está alta llega un “1” por DATA, la salida SI (SERIE INPUT) permanece alta el mismo intervalo de tiempo. Si llega un “0”, aunque PUERTA está alta la salida sigue siendo cero.

La etapa siguiente debe interpretar los datos de entrada. Por ese motivo recibe las señales SI y PUERTA. Si ambas son altas, interpreta el dato de entrada como “1”. Si PUERTA es alta y SI es baja interpreta que ingresó un “0”.

¿Para qué sirve todo esto? Piense que la lectura de datos se realiza en un pequeño intervalo de tiempo (TL). Si entra algún ruido en otro momento, como el sistema es insensible no los lee y esos datos falsos caen a la fosa y son comidos por los cocodrilos.

## 22.4 TRANSFORMACION DE DATOS SERIE/PARALELO PARALELO/SERIE

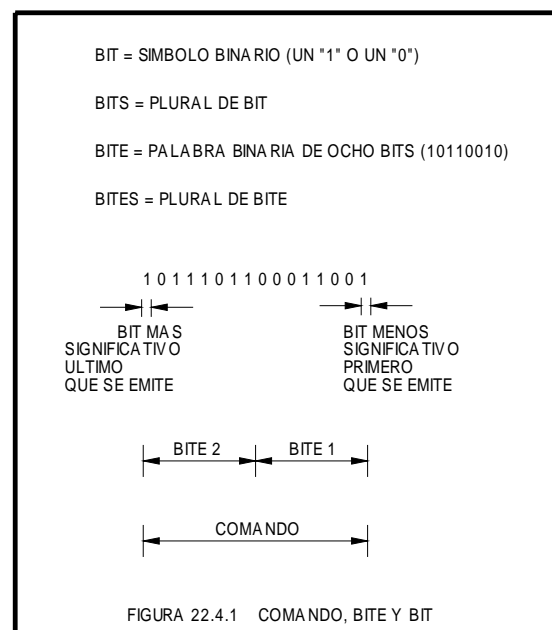
El rey, antes de escribir, se forma una idea mental de lo que quiere decir. Esta idea está en su cerebro como un bloque compacto, como una imagen completa (información en paralelo). Cuando el rey escribe, transforma esta imagen completa en una serie de símbolos que va escribiendo uno a uno sobre el papel (información en serie).

Cuando el virrey lee el correo lo hace letra por letra (toma la información en serie) formando palabras y luego, uniendo las palabras, interpreta la idea global del rey (convierte la información a paralelo).

Nuestro rey electrónico realiza un proceso muy similar. La CPU, de acuerdo a los datos de entrada y el programa, decide ejecutar un comando que está a cargo del microprocesador secundario (por ejemplo, reproducir un CD); este comando no es más que una serie de bits organizados en palabras de, por ejemplo, 8 símbolos (BITE). Tal vez un comando completo pueda tener 2 BITES de 8 BITS. Ver figura 22.4.1.

Un comando es, por lo tanto, un número binario que para ambos microprocesadores significa lo mismo: "REPRODUCIR UN CD". Simplemente transformamos la frase en un número binario que ambos microprocesadores interpretan por tenerlo guardado en su programa.

Ambos microprocesadores necesitan un bloque electrónico que transforme las informaciones paralelo en serie para ser transmitidas y serie en paralelo para ser leídas. El nombre moderno de estos bloques es SIPO y PISO respectivamente (SIPO = Serie Input Paralelo Output y PISO = Paralelo Input Serie Output).



Una SIPO debe tener tantas salidas como bits tenga un comando, ya que el microprocesador reconoce cada comando por comparación; igual que lo hacemos los seres humanos al leer (por lo menos del modo que lee un niño). Leemos las letras, las juntamos en palabras y consultamos nuestra memoria para reconocer el significado (cada palabra debe estar guardada en nuestra memoria para reconocerla). El microprocesador toma los estados altos-bajos sucesivos, los convierte en palabras en la SIPO, compara la palabra formada con el “set de comandos” guardados en el programa y, cuando encuentra uno igual, lo interpreta y actúa en consecuencia, tomando alguna bifurcación del programa principal.

NOTA: El set de comandos también se llama set de instrucciones del microprocesador. Ver figura 22.4.2.

Pero ¿qué circuitos forman una SIPO o una PISO? ¿Son muy complicados para estudiarlos aquí? Podemos analizarlos sin mayores problemas y, es más, debemos hacerlo, ya que el mismo criterio utilizado por el microprocesador para leer una información en

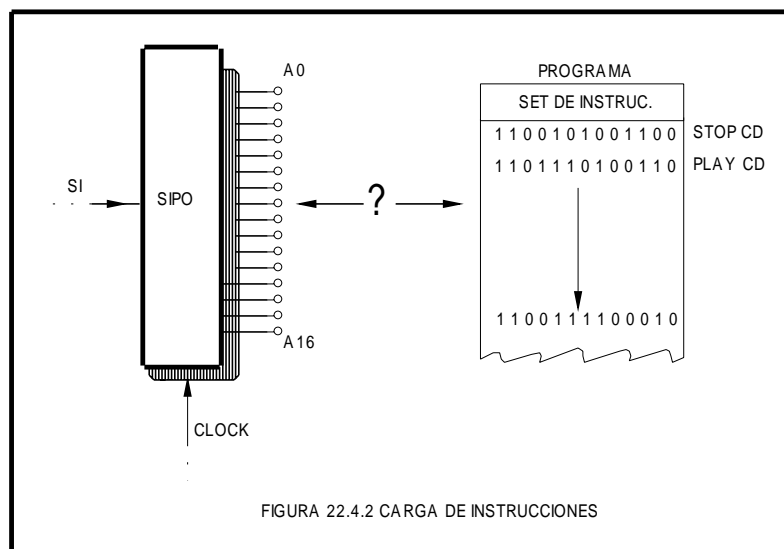


FIGURA 22.4.2 CARGA DE INSTRUCCIONES

serie, es usado también por otros circuitos integrados de un equipo, y cuando un circuito integrado no tiene puerto de comunicaciones, éste debe fabricarse externamente y para eso se construye una SIPO con un circuito integrado individual.

Por ejemplo, los centros musicales de AIWA contienen una cantidad considerable de circuitos integrados BV4094BF (llamémoslo 4094 genérico, porque otros fabricantes utilizan otras letras, como por ejemplo, RCA que lo llama CD4094B) utilizados para decodificar información serie. El circuito de un microprocesador destinado a la lectura de un puerto serie opera de un modo similar. Pero por ahora vamos a dejar la explicación aquí, ya que debemos considerar los puertos asincrónicos de entrada. Le prometo que en el próximo capítulo le voy a explicar cómo funciona un 4094.

## 22.5 EL PUERTO SERIE ASINCRONICO DE ENTRADA

Si el rey y el virrey están muy alejados entre sí, las campanas de sincronismo no se escuchan y el sistema no funciona para beneplácito de los cocodrilos. Claro que siempre se puede encontrar un método con repetidora de CLOCK. Una cadena de frailes campaneros que repitan y propaguen el CLOCK. Pero si el virreinato está del otro lado del mar, debemos encontrar otra solución para evitar el ingreso de información falsa o falsos carteros. Podría ser, por ejemplo, una identificación para el cartero que el vigía controle antes de dejarlo entrar.

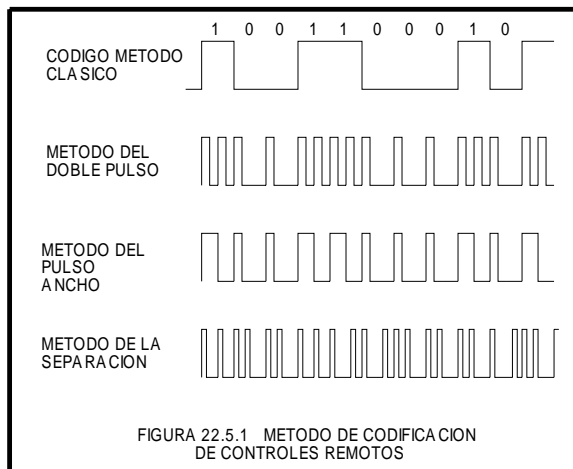
El símil del cartero asincrónico está, por supuesto, dirigido al control remoto que poseen todos los equipos modernos. El control remoto debe considerarse como un teclado frontal que sólo tiene un hilo de comunicación: el haz infrarrojo. ¿Sería posible generar un CLOCK que pueda ser enviado vía infrarrojo, desde el microprocesador hacia el control remoto para establecer un sistema de comunicación sincrónico? No, ya que ese CLOCK sería captado por el receptor remoto del mismo TV y se produciría una interferencia.

La solución es utilizar algún sistema asincrónico con una codificación especial, para que las interferencias puedan ser rechazadas por el microprocesador si reconoce que no se respeta el código. Por ejemplo, el rey y el virrey pueden ponerse de acuerdo en escribir sus notas en jerigonza (también conocido como jeringozo); si algunos de los dos recibe una nota en otro idioma, sabe que es una nota falsa o interferencia y no la considera (Si Ud. no sabe que es el jerigonza pregúntele a alguna persona mayor, como por ejemplo su abuelo/a o su padre/madre y pídale que le hable un poco en jerigonza).

El CLOCK de un sistema sincrónico sirve para dos cosas. Por un lado, para reducir el ingreso de interferencias y, por otro, para reconocer el preciso momento de la lectura. Si nosotros enviamos varios “ceros” o varios “unos” seguidos y no tenemos el CLOCK, no podemos saber con exactitud cuántos “ceros” o cuántos “unos” fueron transmitidos. Es el CLOCK el que nos indica que debemos leer la línea de DATA y así reconocer con exactitud cuántos “ceros” hay entre dos “unos” o viceversa. Por lo tanto, el control remoto debe usar un modo especial de indicar CERO o UNO y en eso los fabricantes no se pusieron de acuerdo, y generaron diferentes sistemas de codificación. Ver figura 22.5.1.

En la primera fila colocamos un código cualquiera a transmitir, luego la codificación clásica: alto “1”, bajo “0”. El siguiente es el código del control remoto llamado de doble pulso. Dos pulsos seguidos corresponde a un “1” y un solo pulso es un “0”. También se utiliza un pulso ancho como “1” y un pulso angosto como “0”. Aunque es menos común, también existe un sistema de “1” con dos pulsos separados y “0” con dos pulsos juntos.

Por lo general, dado que el sistema es externo al equipo y pueden producirse muchas interferencias, se recurre a métodos de reducción de la tasa de errores de transmisión (no se asuste por las palabras). De todos estos métodos, el más común es el de repetir tres veces el mismo código para que el microprocesador acumule tres comandos, los compare y los dé como correctos sólo si coinciden unos con otros.



En las próximas páginas nos vamos a poner en detallistas; vamos a analizar el prometido 4094 de los AIWA y algún otro circuito integrado de uso general, utilizado en la comunicación serie; también veremos cómo es un receptor de control remoto y, si queda espacio, un transmisor de control remoto.

## MEMORIA DE REPARACION N° 23 EL REY MICRO

EN ARTICULOS ANTERIORES EXPLICAMOS COMO SE COMUNICA EL REY CON OTROS CIRCUITOS INTEGRADOS QUE POSEEN PUERTO DE COMUNICACIONES. EN ESTE NOS ENCARGAREMOS DE EXPLICAR COMO ESTABLECER UNA COMUNICACION CON CIRCUITOS INTEGRADOS QUE NO TIENEN DICHO PUERTO. ESTO IMPLICA CONSTRUIR UN PUERTO DE COMUNICACIONES QUE TRANSFORME LAS EFIMERAS INFORMACIONES SERIE EN INFORMACIONES PARALELO PERMANENTES.

ING. ALBERTO H. PICERNO

Ing. en Electrónica UTN - Miembro del cuerpo docente de APAE

E-mail picerno@satlink.com

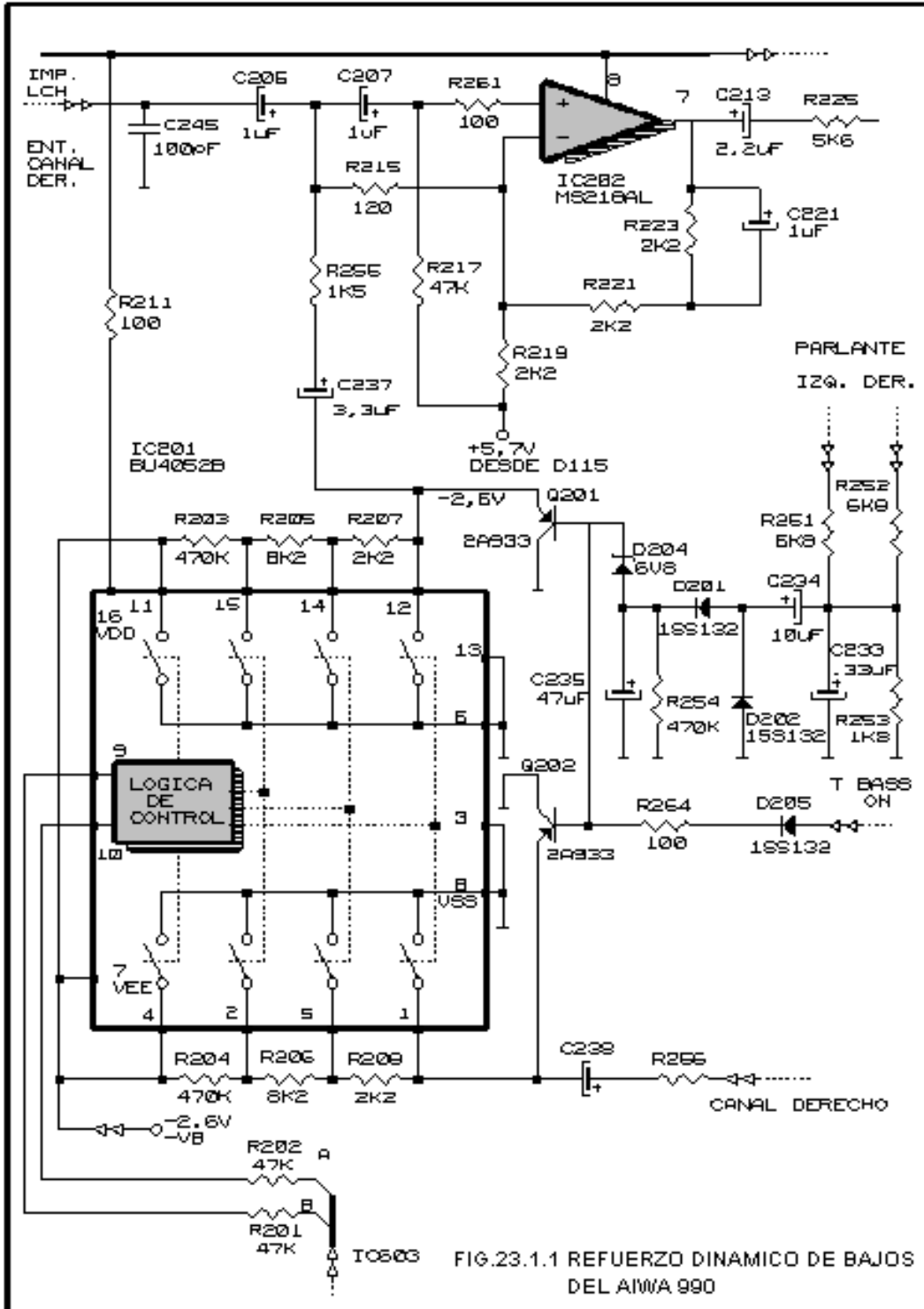
### 23.1 INTRODUCCION

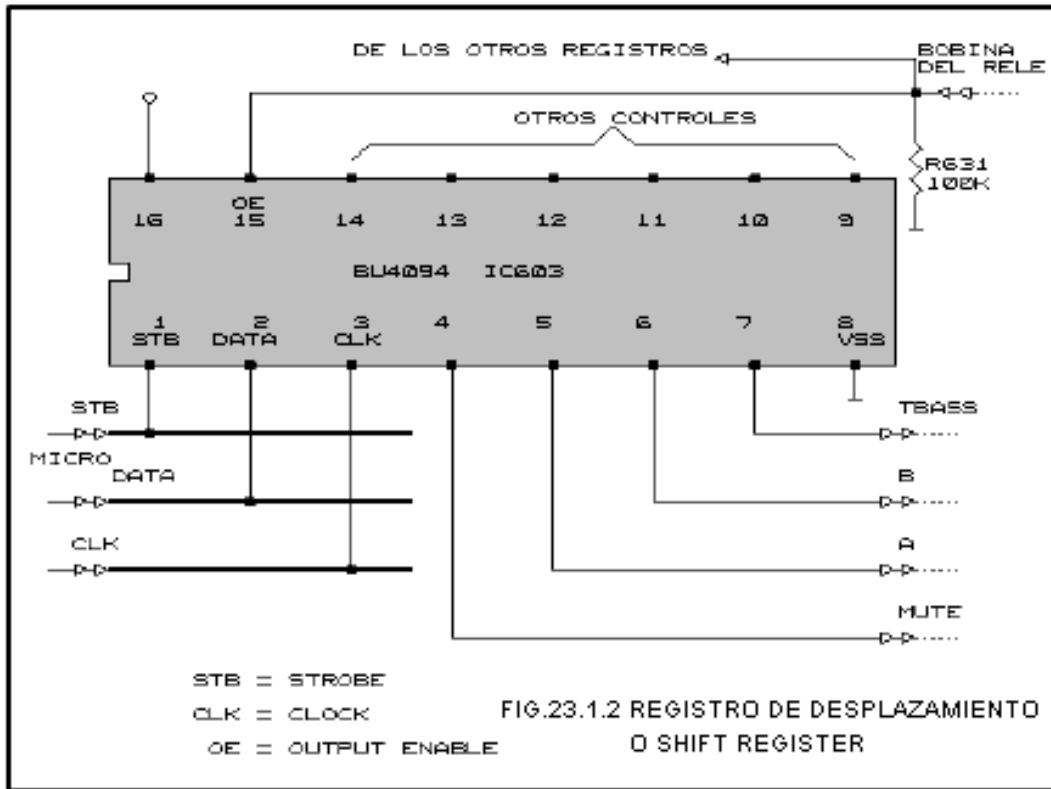
Las grandes comarcas tienen pequeños pueblos cuyo tamaño no es suficiente para que sean considerados un virreinato. Como no pueden funcionar sin el control del rey es necesario construir en ellos una oficina de correo (estafeta postal) para que el rey pueda hacer llegar sus órdenes de trabajo.

Un equipo moderno puede contener circuitos integrados que no tienen puerto de comunicaciones, en ese caso, es necesario construir un puerto con algún integrado de bajo costo que tome las informaciones en serie y las transforme en una información paralelo permanente (en realidad que dure hasta que llegue nueva información dirigida a ese puerto).

Para entender dónde se usa un circuito de port junto con otro que no lo posee vamos a brindarle una sección del centro musical AIWA 990 en donde se utiliza un port construido con CI BU4094 (registro de desplazamiento). Ver figura 23.1.1 y 23.1.2.

Observe que se trata de un circuito de refuerzo dinámico de bajos, construido con un amplificador operacional. Sobre la red de realimentación se monta una llave analógica o multiplexador 4052 que conmuta los resistores R203, R205 y R207 para el canal izquierdo y R204, R206 y R208 para el derecho. Esta llave se controla por la pata 9 y 10, es decir, en dos tensiones binarias se elige cuál de los pares de llaves se cierra o se abre. Evidentemente hay 4 pares de llaves y cuatro números binarios que se pueden realizar con los dos cables de control (00, 01, 10 y 11).





Por supuesto que la llave analógica 4052 no tiene puerto de comunicaciones (o tal vez podríamos decir que las patas 9 y 10 son un puerto paralelo de entrada). El microprocesador se encuentra geográficamente muy alejado de esta zona y no tiene capacidad libre en su puerto paralelo. Además, geográficamente cercano al circuito de refuerzo de bajos, se encuentran otros circuitos que también se operan con llaves analógicas y que también necesitan de un control lógico.

Aquí llega el auxilio del registro de desplazamiento 4094 genérico que posee 8 salidas de control por las patas 4, 5, 6, 7, 11, 12, 13 y 14, una entrada serie por la pata 2 (DATA), una entrada de CLOCK por la pata 3 (CLK) y una entrada de habilitación por la pata 1 (ST3) que le indica al registro si los datos son para él o para el otro puerto, ya que existe un puerto más colgado sobre la misma línea de DATA.

El 4094 tiene otras patas que estudiaremos más adelante en este mismo artículo (9, 10 y 15). Lo importante es que la entrada serie sincrónica capta los datos y los presenta en sus salidas en forma permanente hasta que ingresan nuevos datos. Entre esas salidas están las patas 5 y 6 que controlan el refuerzo de bajos a través de la llave IC201.



## 23.2 DIAGRAMA INTERNO DEL 4094 GENERICO

A alguien le puede parecer antiguo analizar el comportamiento de una compuerta CMOS en esta época de microprocesadores dirigidos y de uso general, pero el lector puede toparse con un centro musical AIWA 990 fabricado hace 2 ó 3 años y tiene que saber repararlo. En la figura 23.2.1 le mostramos el diagrama interno del mismo.

El diagrama muestra completo sólo el circuito del primer eslabón de las salidas (Q1). Las demás salidas se observan en un circuito simplificado, ya que son idénticas a la primera. Por separado se observan los circuitos de entradas de DATA, CLOCK, STROBE y habilitación de salida y las etapas de salida para acoplar más integrados.

La entrada serie (pata 2) posee dos inversores que operan como boosters o separadores. La doble inversión hace que en la pata D del primer flip flop la señal tenga la misma fase que en la entrada pero con amplitud normalizada. La misma disposición se utiliza en las entradas de CLOCK y STROBE, sólo que en este caso se toman señales intermedias para obtener CL, CL negado, TR y TR negado, necesarios para un correcto funcionamiento.

El flip flop tipo D es una de las compuertas en donde la salida no es función directa de la entrada sino que depende de otra señal para que la entrada se propague a la salida. En efecto, hasta que CL no tiene un flanco ascendente, el estado de la entrada D no pasa a la salida Q. El lector debe observar la relación entre los oscilogramas CLOCK, DATA ENT y Q1 INTERNO. La salida Q está invertida y demorada medio ciclo de CLOCK.

Cuando ingresa el segundo dato, el primero pasa al segundo flip flop y así sucesivamente hasta que ingresa el dato 8 en donde todos los flip flops están cargados con los datos de la entrada serie.

Las etapas de LATCH acumulan el dato de salida de cada flip flop cuando la señal de habilitación STROBE pasa al nivel alto. El circuito interno del latch puede dibujarse con más claridad, como lo indicamos en la figura 23.2.2 de la página 40.

Cuando STROBE está alto, LL1 aplica el dato de Q1 a la entrada del inversor 1 que pone un cero en la salida negada. Cuando STROBE pasa a nivel bajo, LL1 se abre, pero al mismo tiempo se cierra LL2 que coloca un uno en la entrada de INV.1 que reemplaza el dato proveniente de Q. Por supuesto, el 1 provisto por LL2 se obtiene de la negación de la salida por INV.2.

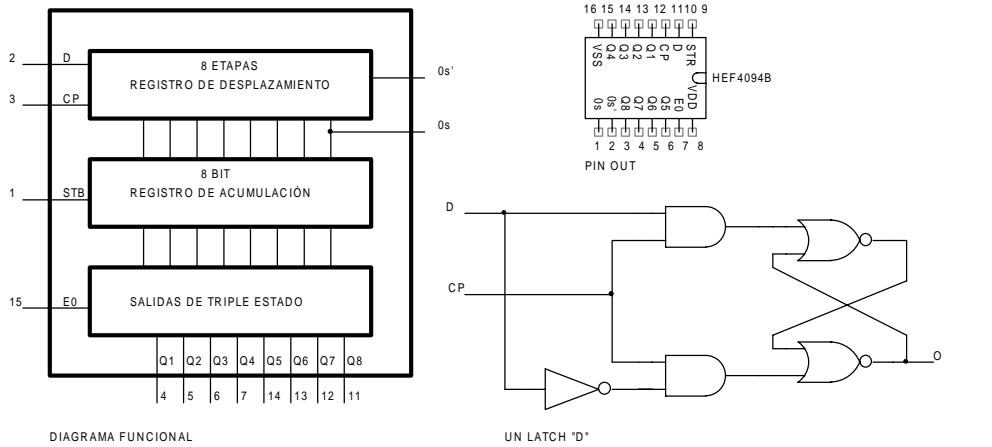


DIAGRAMA FUNCIONAL

UN LATCH 'D'

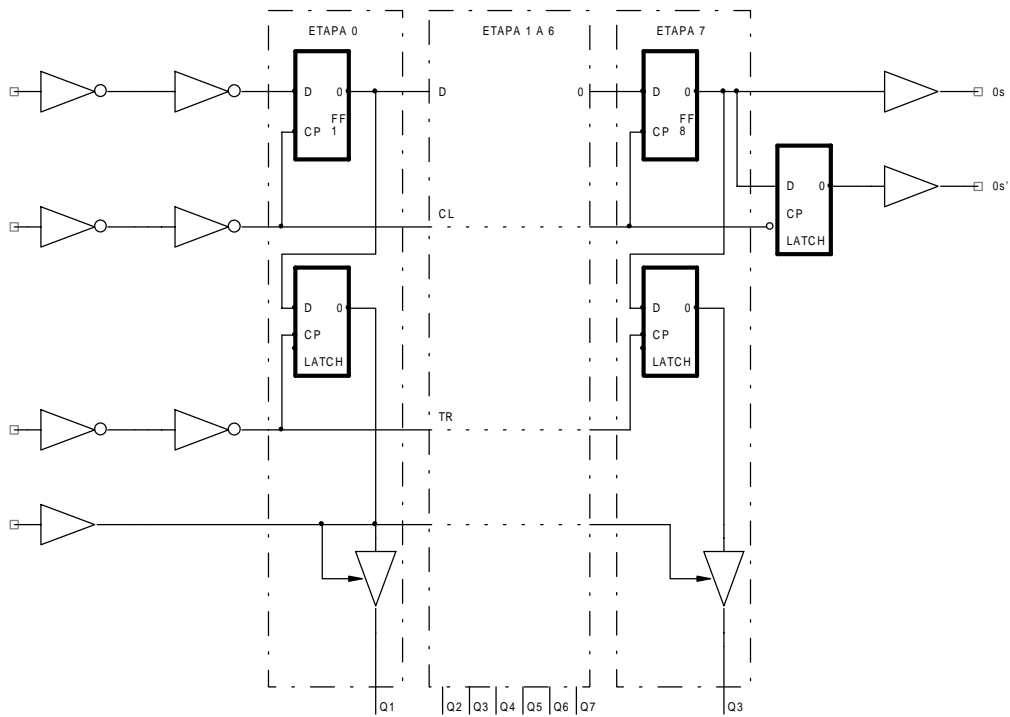
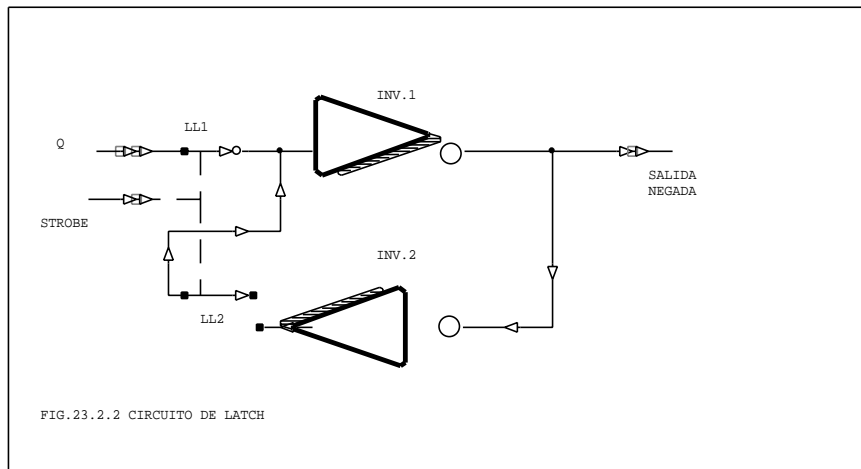


DIAGRAMA LOGICO

D	ENTRADA DE DATOS	E0	ENTRADA DE HABILITACIÓN DE LAS SALIDAS
CP	ENTRADA DE CLOCK	0s Y 0s'	SALIDAS SERIE
STR	ENTRADA DE HABILITACIÓN	Q1 A Q8	SALIDAS PARALELO

FIG. 23.2.1 dIAGRAMA EN BLOQUES DELL 4094 GENERICO



La secuencia de trabajo es entonces la siguiente: con STROBE baja se cargan 8 datos, se levanta STROBE para que los datos pasen a la salida y se vuelven a cargar datos, si es necesario cambiar algún estado de las salidas. Recuerde que lo importante es llevar STROBE a nivel alto luego de cargar un octeto. STROBE puede estar muy poco tiempo alto, lo importante es su flanco de crecimiento (puede ser un pulso angosto de allí su nombre, en lugar de habilitación que debe estar alta mientras se leen los pulsos de data).

La tercera sección es una salida inversora de tres estados. Tres estados significan que la salida puede ser alta, baja o en alta impedancia de manera que acepte y respete otras señales aplicadas sobre la misma salida. Cuando “habilitación de salida” está baja, ambas compuertas “NOR” tienen una entrada alta y sin importar el estado de la otra entrada, la salida estará baja si se abren las llaves a MOSFET (estado de alta impedancia). Cuando la entrada de “habilitación de salida” esté alta, las “NOR” tienen una pata de entrada baja y el estado de la otra pata es transferido a la salida con inversión. Si una de las compuertas “NOR” cierra un MOSFET, la otra abre al otro, se generan así los estados 1 y 0 en las salidas Q1 a Q8. Pero ¿cómo se puede hacer para leer una instrucción de 16 bit o más? Simplemente se conecta otro 4094 en la salida serie “QS” y se espera que ingrese la cantidad deseada de datos antes de levantar STROBE. Así se puede leer instrucciones de 16, 24, 32 o más bits. La salida “QS” se utiliza cuando la señal de CLOCK tiene flancos con pendiente suave.

### 23.3 EL VIRREINATO REMOTO

Ya sabemos qué funciones cumple el virrey remoto pero no conocemos cómo es su comarca, esta sección está destinada a ello; es una sección en donde nos

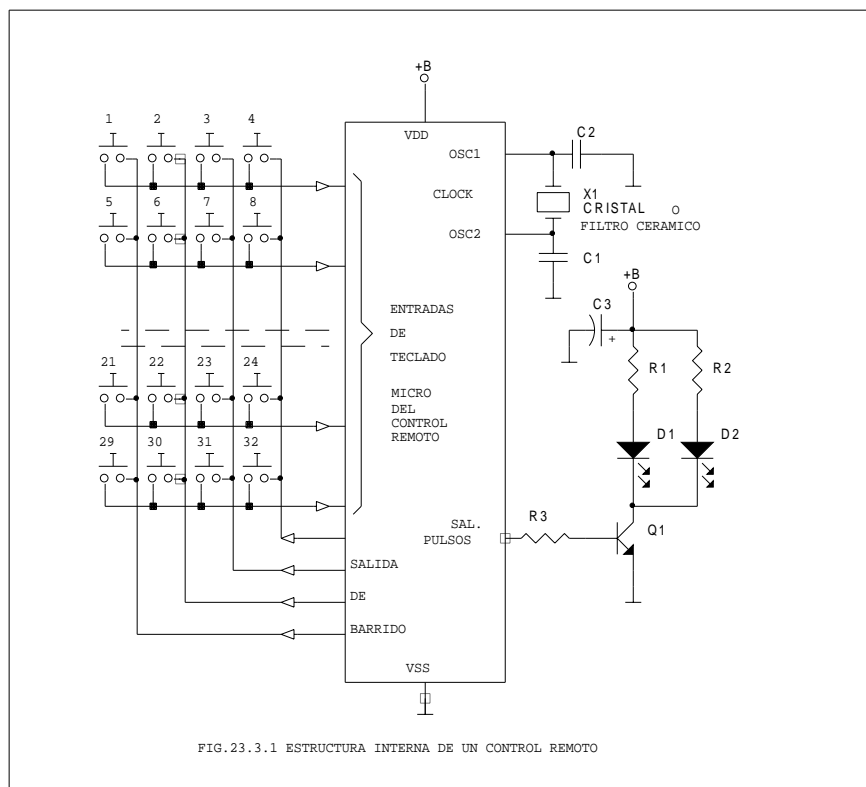
detenemos en los detalles basados en los fundamentos ya estudiados. El virreinato remoto parece el reino del revés, allí no llegan órdenes del rey, recuerde que los asimilamos al aguatero de los influyentes. El propio rey microprocesador no es más que un simple esclavo de los influyentes. En el fondo, el desarrollo de la electrónica moderna se basa en que el único rey es el usuario que cómodamente apoltronado en su sillón preferido con el virreinato remoto en su mano se dispone a controlar uno o varios equipos a su gusto y placer. El presionará a un influyente y éste al virrey que, en definitiva, es quien envía el mensaje al rey para que se ejecute la orden sin dilaciones ni enmiendas. El virrey tiene como única realimentación los deseos del usuario que observando el TV o escuchando el centro musical, tiene siempre la opción de volver atrás con los cambios o realizar uno nuevo.

El virrey remoto tiene una estructura similar al rey microprocesador pero adaptada a sus funciones y recordando que en esta comarca la energía es algo esencial pues todo depende de dos pequeñas pilas o, en los equipos más antiguos, de 4 pilas o una batería de 9V.

La estructura del virreinato remoto puede ser observada en la figura 23.3.1, aclaramos que se trata de un control remoto de última generación.

El funcionamiento es muy sencillo y es una síntesis del funcionamiento de un microprocesador.

A la izquierda observamos la matriz de teclado que funciona como el teclado local de un microprocesador. Es decir, por un sistema de barrido de las salidas y de entrada de teclado.



Este método le permite al microprocesador reconocer cuál de las 32 teclas fue oprimida (en nuestro ejemplo hay 32 teclas pero pueden existir más o menos).

El microprocesador tiene además dos patas para un circuito resonante, cristal o filtro cerámico que pueden tener capacitores o no, dependiendo del modelo de oscilador. Curiosamente, no encontramos en la actualidad una pata de reset aunque es posible que algún modelo pueda tener un circuito externo de reset. La función del reset se sigue cumpliendo pero es interna, no hay mayor información sobre cómo se realiza el reset en este caso, pero como no existe capacitor externo, la única posibilidad es que sea realizado con un contador que cuente los pulsos de CLOCK. Claro que esto parece el cuento del huevo y la gallina, porque ese contador necesita un reset para comenzar la cuenta en cero. En la actualidad el problema se resuelve de un modo muy sencillo, se deja que el contador arranque en cualquier número, cuando llegue al máximo de la cuenta y se ponga en 0000, el contador emite un pulso de salida que no provoca el reset del microprocesador. En la segunda vuelta, al volver a llegar a la cuenta máxima y pasar por cero, entonces sí se produce el reset que dura hasta el siguiente pasaje por cero. En este caso, el primer paso de programa del microprocesador consiste en desconectar el circuito de reset para que no altere el funcionamiento normal del microprocesador.

Nuestro microprocesador tan reducido sólo tiene una salida, la salida de pulsos, esta salida aplicada al transistor Q1 opera como llave digital, termina encendiendo los leds infrarrojos que emiten sus pulsos hacia el equipo a controlar.

#### 23.4 REPARANDO CONTROLES REMOTOS

¿Cómo se repara un control remoto? Lo primero es cómo se prueba sin el equipo correspondiente, porque ningún usuario va a aceptar que le pidan el TV para controlar el remoto. Existen varias posibilidades:

A) Utilizar una tarjeta especial para verificar controles remotos; se trata de una tarjeta del tamaño y forma de una tarjeta de crédito que en el centro tiene una ventanita con un material sensible a los rayos infrarrojos. Si el control remoto emite, esta ventanita se iluminará con una luz roja bien evidente. Esta tarjeta se consigue en algunos comercios de Buenos Aires a unos 8 U\$S y se conoce como tarjeta infrarroja. Ver figura 23.4.1.

B) Utilizar un radiorreceptor sintonizado entre emisoras en el centro de la banda de AM. Pulsando una tecla con repetición (por ejemplo, volumen +) se escuchará un ruido similar al de una metralleta cuando se acerca el control remoto a la varilla de ferrite del receptor. Este ruido se produce porque existen elevados pulsos de corriente que circulan por el transistor Q1 y producen una irradiación electromagnética.

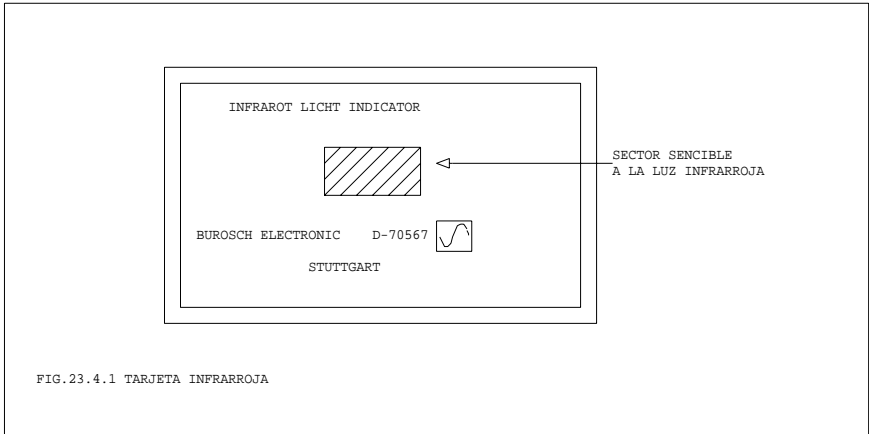


FIG.23.4.1 TARJETA INFRARROJA

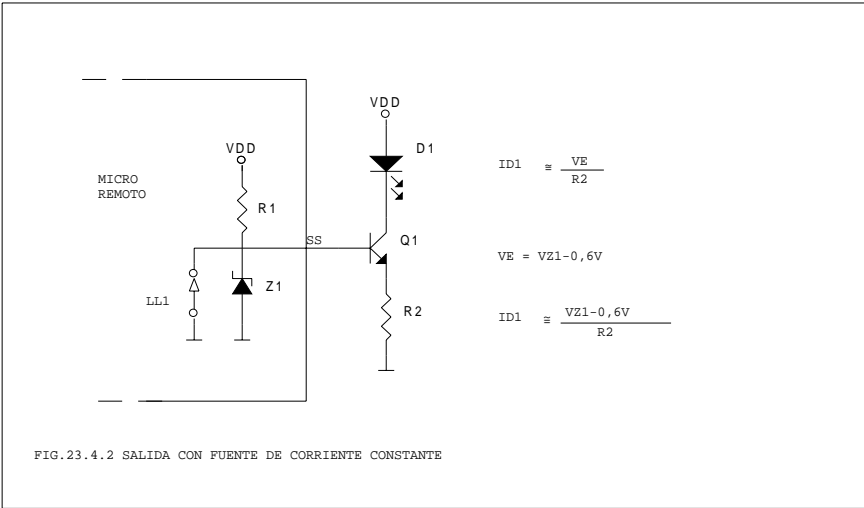
C) Si Ud. tiene un fotómetro para medir la emisión del láser de los CD lo puede utilizar también para medir la emisión infrarroja de

un control remoto. Un camcorder también es un receptor infrarrojo ya que el sensor de imagen CCD tiene una excelente respuesta al infrarrojo. Apunte a la cámara con el control remoto y observe en el monitor cómo se produce una iluminación pulsada tipo flash.

¿Y si el control remoto no funciona? Mida la tensión de fuente VDD con el téster, luego mida la señal sobre las patas OSC1 u OSC2 con un osciloscopio. Sobre las formas de señal, las amplitudes y las frecuencias nada necesitamos aclarar porque estas fueron consideradas al hablar del microprocesador en general.

La etapa de salida merece una consideración especial. Por lo general, se utilizan 2 LEDs aunque existen modelos que sólo utilizan uno. Lo importante es que circule una corriente determinada por los diodos. En nuestro circuito la corriente la determina R1 o R2 porque Q1 opera como una llave que se abre y cierra con una pequeña caída de tensión sobre ella. Este no es el único sistema existente para limitar la corriente,

existe otro también muy usado que se basa en un circuito de corriente constante a transistor. Ver figura 23.4.2.



$$ID1 = \frac{VE}{R2}$$

$$VE = VZ1 - 0,6V$$

$$ID1 = \frac{VZ1 - 0,6V}{R2}$$

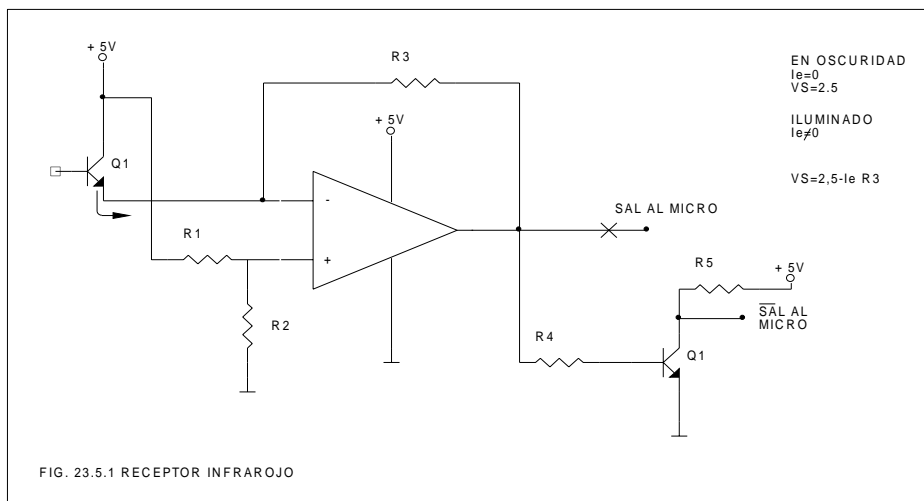
FIG.23.4.2 SALIDA CON FUENTE DE CORRIENTE CONSTANTE

En este caso, la salida SS sólo puede subir hasta un valor determinado por el zener Z1 (en general, 1,5 a 2V), esta tensión se reduce en unos 0,6V para formar la tensión de emisor. Variando el valor de R2 se puede ajustar la corriente del diodo LED al valor deseado. Puede observar que sobre la fuente de +VDD existe un capacitor electrolítico. Los pulsos de corriente por el transistor pueden ser mantenidos por las pilas, pero cuando éstas se agotan, toma importancia el capacitor electrolítico. No mida el electrolítico con el téster digital, cámbielo directamente. Los tésteres digitales miden los electrolíticos a muy bajo nivel de corriente y suelen indicar que el capacitor está bueno cuando su falla es la oxidación de los contactos internos.

### 23.5 EL RECEPTOR DE CONTROL REMOTO

En la actualidad es un componente integrado de sólo tres patas que contiene un fototransistor y un amplificador operacional que amplifica la salida del fototransistor. Ver figura 23.5.1. La polarización de salida es de 2,5V cuando el receptor no recibe iluminación (con el transistor abierto tanto la pata negativa como la pata de salida se encuentran al potencial del divisor R1 R2).

La incidencia de luz hace circular corriente por el transistor que no puede ingresar al operacional porque este tiene impedancia de entrada infinita. Por lo tanto, circula por R3 y produce una caída de potencial que se resta de la tensión de salida. Si la luz incidente tiene suficiente amplitud, la salida puede llegar a potencial de masa. Cuando un receptor de remoto falla y deja la salida permanentemente a masa, el microprocesador se queda leyendo en forma permanente la entrada de remoto y como no realiza otra función, da la sensación de que no funciona, cuando en realidad el problema se encuentra en el receptor de control remoto.



## MEMORIA DE REPARACION N° 24 EL REY MICRO

EN EL ARTICULO ANTERIOR VIMOS COMO SE TRANSFORMA UNA INFORMACION SERIE EN UNA PARALELO Y ADEMAS, COMO ES LA ESTRUCTURA DE UN TRANSMISOR Y UN RECEPTOR DE CONTROL REMOTO. EN ESTE, VAMOS A COMENZAR A ANALIZAR LOS LLAMADOS PROTOCOLOS DE COMUNICACION.

ING. ALBERTO H. PICERNO

Ing. en Electrónica UTN - Miembro del cuerpo docente de APAE

E-mail picernoa@satlink.com

### 24.1 INTRODUCCION

Sabemos que un microprocesador recibe datos del usuario o del dispositivo a controlar, los analiza y genera órdenes para operar sobre lo que genéricamente llamamos actuadores (actuador = que actúa sobre un circuito o mecanismo, engloba las llaves lógicas, los relés, los tragantes, los drivers de motores, etc.).

Al microprocesador lo podemos considerar como una interfaz de comunicaciones, ya que recibe un dato y genera otro en consecuencia, se lo analiza según un criterio guardado en su programa almacenado.

El rey micro hace lo propio en su corte. Escucha a un buchón y le da órdenes a otro para que efectúe una tarea de las tantas que se realizan en su comarca.

Por lo tanto, para un microprocesador y para el rey micro, las comunicaciones son sumamente importantes o mejor dicho, la velocidad, el orden y la economía de palabras (bites) y la utilización de la menor cantidad posible de correos (puertos series o puertos paralelos de entrada o salida).

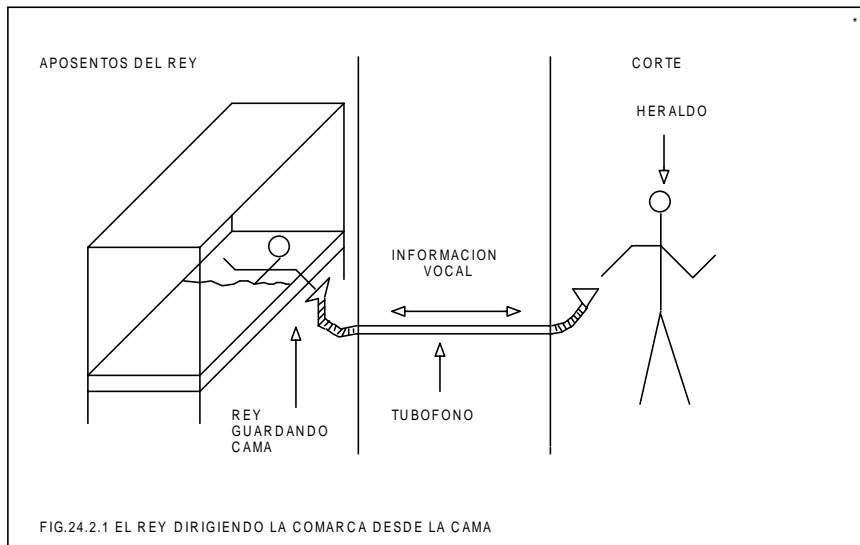
### 24.2 EL REY MICRO GUARDA CAMA

Un día el rey micro se enfermó, pero como él es imprescindible para tomar las decisiones de la comarca, dispuso todo como para seguir atendiendo la corte desde su lecho de enfermo, a través de un aparato acústico consistente en un caño con dos cornetas en cada punta (la verdad es que desconozco el nombre de ese prototeléfono de la Edad Media, pero lo rebautizaremos como “tubófono”).

El día que el rey utilizó el tubófono por primera vez, inventó el puerto serie asincrónico de entrada y salida. Ver figura 24.2.1.

El heraldo se transforma en un retransmisor de informaciones entre los buchones y el rey. El le envía las noticias de los buchones, el rey las analiza y ordena en consecuencia y, por último, el heraldo busca al buchón correspondiente y lo envía





a realizar su tarea.

En un comienzo la comunicación era imposible porque el rey y el heraldo no se ponían de acuerdo sobre en qué momento debían hablar y en

qué momento escuchar. Cuando ambos tomaban la corneta y hablaban al mismo tiempo se perdía la comunicación. El rey Micro creó entonces una regla protocolar muy sencilla:

A) Primero hablo yo para dejar establecida la vía de comunicación; por lo tanto, el heraldo debe comenzar sus actividades escuchando. Cuando yo termine de hablar diré “adelante, cambio” y me pondré la corneta en el oído.

B) El heraldo dirá su mensaje y cuando termine dirá “adelante, cambio” momento en que yo retiraré la corneta del oído, analizaré los datos y daré las indicaciones levantando la corneta contra mi boca.

Lo que establecieron el rey y el heraldo no es ni más ni menos que un protocolo de comunicaciones para una comunicación punto a punto por un solo hilo bidireccional.

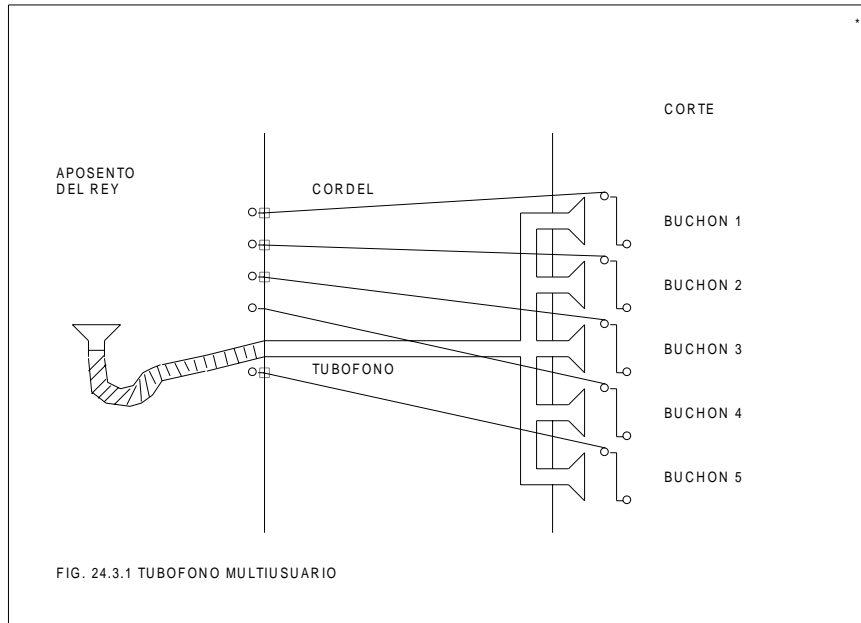
### 24.3 EL MAGO DEL REINO

Todos sabemos que entre los cortesanos siempre existía un encargado de las cuestiones científicas. Era una mezcla de químico, mecánico y filósofo que se pasaba los días buscando la piedra filosofal, que convertía en oro todo lo que tocaba o el elixir de la vida que permitía a quien lo tomaba cumplir con el sueño de la vida eterna. Nuestro rey Micro tenía también un mago que, entre una dispepsia y otra (dispepsia: dolor de estómago, que en nuestro caso era producto de los brebajes automedicados), observaba en qué se podía facilitar la tarea de gobierno del rey. El mago pensó: tendría que mejorar este sistema de comunicaciones, ya que conmigo

como médico, este pobre desgraciado va a guardar cama por varios meses. Luego de un sesudo análisis llegó a la conclusión, de que la figura del heraldo no era necesaria (y además no era conveniente tener un competidor más).

El mago ideó un sistema de múltiples cornetas todas en paralelo y un sistema de cordeles con un pompón rojo para que el rey pudiera indicar a quién le dirigía la comunicación.

Ver figura 24.3.1.



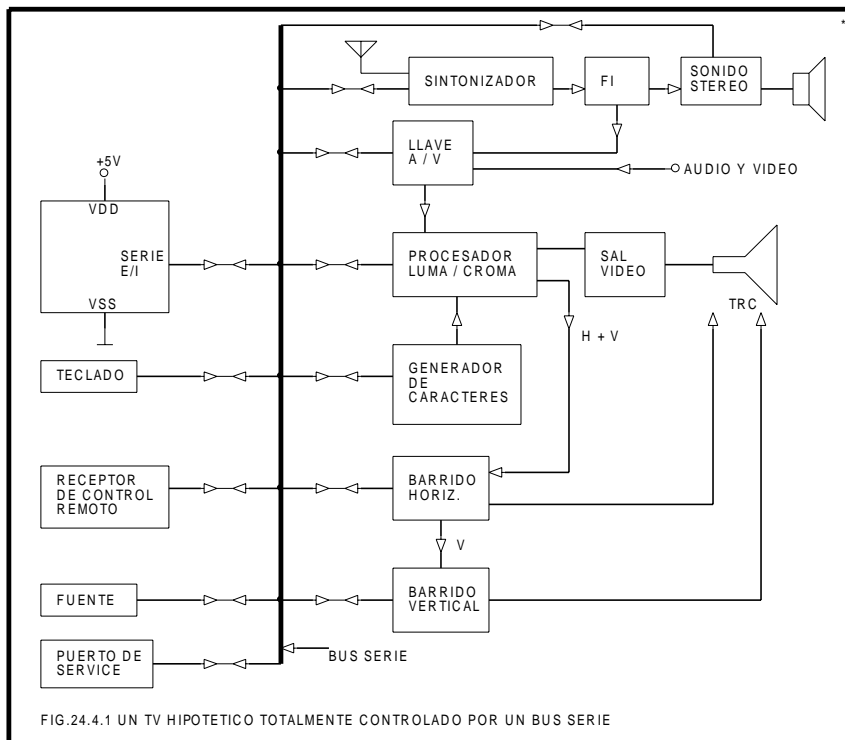
El sistema es sencillo pero requiere un protocolo más complejo que el anterior. El rey debe levantar el pompón del buchón al que desea comunicar una orden.

El buchón correspondiente apoya la oreja en la corneta, luego escucha hasta que el rey diga “adelante, cambio”. Cuando el rey deja de hablar suelta el cordel, el pompón baja y pasa a la escucha. Cuando el buchón quiere pasarle algún dato al rey, debe observar que todos los pompones estén bajos, entonces acerca la boca a la corneta y dice “buchón 3” (el rey tira del cordel 3) y luego agrega los datos correspondientes. Si un buchón tiene que pasar un dato pero hay otro hablando debe esperar que termine esa comunicación para comenzar la suya, con todos los inconvenientes que esto trae aparejado.

En efecto, una comunicación de este tipo puede ser lenta. Un día el buchón de alarma contra incendio quería avisarle al rey que debía enviar a los bomberos a la caballeriza porque se estaba incendiando pero el rey estaba hablando con otro buchón y la caballeriza se incendió completamente. El mago N° 2 que reemplazó al primero porque no tenía cabeza para apoyar su bonete, ideó un sistema de comunicaciones punto a punto para los datos urgentes y dejó el multiusuario para las informaciones triviales.

## 24.4 LA PIEDRA FILOSOFAL DE LA INGENIERIA ELECTRONICA

La tendencia actual en disposiciones microcontroladas es un microprocesador con un solo bus serie de I/O (I = Input = entrada; O = Output = salida) y un conjunto de bloques o circuitos integrados con un puerto de comunicaciones bidireccional. El



microprocesador debe tener auto-reset y C L O C K internos. Un TV tendría una disposición como la indicada en la figura 24.4.1.

Sería la síntesis total. Un microprocesador con sólo 3 patas a saber: fuente masa y puerto serie de I/O.

Cada etapa tendría su puerto de comunicaciones de I/O. Empezando desde arriba vamos a pasar lista a cada etapa, para indicar cuáles de la misma están en la actualidad en condiciones de uso y cuales suponemos que lo estarán a corto plazo.

Los sintonizadores a PLL están totalmente desarrollados para comunicarse con el microprocesador, pero aún lo hacen a dos o tres hilos. Sería bastante sencillo modificar su puerto para comunicarse a través de un solo hilo. Los decodificadores de sonido estéreo prácticamente nacieron con su propio puerto y en la actualidad con tres circuitos integrados se puede realizar un canal completo de sonido estereofónico que incluye el decodificador, la etapa de control de volumen y tono y el amplificador de potencia.

Las llaves para conmutar A/V lamentablemente son simples con entradas lógicas en paralelo, el agregado de un puerto incrementaría notablemente su precio

pero lo más lógico sería incluirlas en el procesador de luma/croma y en el de sonido. Los procesadores de luma/croma y la FI suelen estar unidos formando un bloque llamado “jungla”; actualmente no tienen puerto serie. Las señales de control son tensiones continuas que llegan por diversas patitas para controlar brillo, contraste, saturación, norma. Es muy probable que haya algún dispositivo en desarrollo que tenga su puerto serie debido a que son controles que no requieren gran velocidad en su accionar.

Los generadores de caracteres actuales para TV suelen estar incluidos en el propio microprocesador, que tiene cuatro patas dedicadas a esta función, conectadas directamente al procesador de luma/croma (generalmente llamadas R', V', A' y Y'). Directamente contienen señales de video (sin sincronismo) que generan los caracteres en pantalla. Sin embargo, en un videograbador se utilizan generadores de caracteres que se comunican con el microprocesador con el bus serie y le agregan caracteres a la señal de video compuesta que sale del videograbador. Todos los circuitos integrados que conoce el autor utilizan un bus de tres hilos por lo que deberán sufrir modificaciones en su diseño.

Las etapas de barrido horizontal y vertical requieren muy poco control desde el microprocesador relacionado siempre con el cambio de normas. Por eso es muy probable que deban diseñarse juntas compartiendo el puerto de comunicaciones; en la actualidad no existen o, por lo menos, el autor no las conoce.

Un teclado actual utiliza directamente el microprocesador en disposiciones que ya vimos en algún artículo anterior. No existen desarrollos actuales que trabajen en forma independiente y tengan su propio puerto de comunicaciones. Un receptor de control remoto es, en la actualidad, un dispositivo de tres patas muy elemental que estudiamos en el artículo anterior y que, por supuesto, no tiene puerto serie de comunicaciones. Esta etapa es un caso especial porque todo el receptor es en realidad un puerto serie pero el generador de sus datos está alejado y no recibe señales del microprocesador. Por lo tanto, su funcionamiento no podría respetar el protocolo que exige controlar el estado del bus antes de iniciar una transmisión. En realidad, existen algunos TVs muy sofisticados que tienen doble vía de comunicación con el control remoto; la vía de regreso lleva modulada la señal de audio que puede escucharse privadamente con un auricular conectado al control remoto. Por lo tanto, no sería una idea tan loca que esa señal incluya de algún modo las señales necesarias para que el control remoto se transforme en un dispositivo sincrónico.

La fuente de alimentación tiene, por lo general, un solo control, el encendido. Pero como la tendencia actual es integrar la fuente con la salida horizontal, el encendido podría realizarse desde la salida horizontal, como ya se usa en la actualidad en algunos televisores que cortan la excitación a la base del transistor de salida.

Por último, agregamos una etapa que llamamos “puerto de service”. Este puerto ya existe en los camcorder, que hoy por hoy son aparatos con bus serie muy desarrollados. Este puerto se hace imprescindible para que el service pueda realizar su diagnóstico de fallas por medio de una PC. Como dijo un gaucho cuando vio un camello : “este animal no existe”. Cierto, pero es muy probable que alguna vez exista. Tecnológicamente es imposible de realizar con las técnicas actuales. El problema es más económico que técnico y también de índole comercial porque todos los dispositivos deberían utilizar un protocolo común para comunicarse y a pesar de que éste existe desde hace más de 15 años, los fabricantes de circuitos integrados se resisten a utilizarlo, porque cada uno pretende imponer uno propio para vender todo el juego de circuitos integrados.

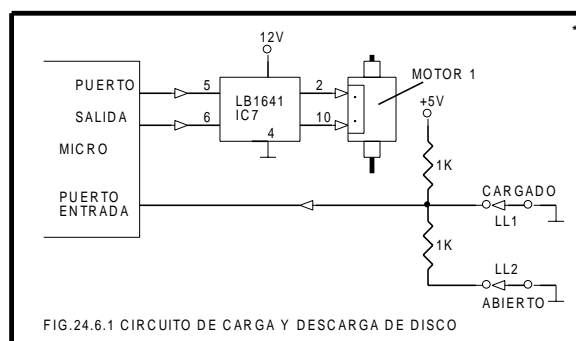
## 24.5 VOLVIENDO A LA REALIDAD

En la actualidad un microprocesador tiene una gran cantidad de patas destinadas a puertos serie y paralelo de entrada, de salida o de I/O. Los puertos de entrada ya los conocemos prácticamente a todos, salvo uno que lo dejamos para un análisis posterior (el puerto analógico de entrada para el CAFase del sintonizador). Nos quedan por analizar los puertos serie y paralelo de salida y I/O aunque ya avanzamos lo suficiente como para que Ud. entienda cómo una información serie de salida se transforma en una paralelo, dentro de un circuito integrado con puerto serie o, si no lo tiene, con un registro de desplazamiento. También realizamos un ejercicio futurista sobre la posibilidad de controlar un TV con un único bus serie. En lo que queda de este artículo vamos a tratar el tema del bus paralelo de salida y del paralelo de I/O.

## 24.6 EL BUS PARALELO DE SALIDA

Cuando el dispositivo a controlar está cercano se lo controla directamente con una o varias patas de salida binaria. Por ejemplo, para controlar el motor de carga de disco de un CD se suelen utilizar dos patas del port de salida del microprocesador. Ver figura 24.6.1.

Las patas 5 y 6 del IC7 controlan el motor de carga. Cuando ambas están bajas el motor está



detenido porque las salidas 2 y 10 se encuentran al mismo potencial (6V, la unidad de fuente). Cuando la pata 5 pasa al estado alto, el motor gira en un sentido y cuando la 6 pasa al estado alto, gira en el sentido contrario. Las patas 5 y 6 nunca pueden estar altas al mismo tiempo. Es obvio que el cambio en el sentido de giro se produce porque las patas 2 y 10 vasculan alrededor de su valor central de 6V. Por ejemplo, con la pata 2 en 4V y la 10 en 8V, el motor gira en un sentido y con la pata 2 en 8V y la 10 en 4V gira en el sentido contrario.

La posición de la bandeja opera dos fines de carrera LL1 y LL2. Cuando el trineo está totalmente cargado, se cierra LL1 y cuando está totalmente abierto, se cierra la llave LL2. Cuando el trineo se está abriendo o cerrando, ambas llaves están abiertas. El puerto de entrada tiene que detectar 3 estados en lugar de los dos clásicos (puerto threstate). En el fondo esto no es nada extraño, porque ya conocemos otro puerto de entrada que reconoce de 5 a 10 niveles de tensión (el puerto de entrada con redes resistivas para ingresar los pulsadores frontales). En realidad, la entrada threstate termina generando un port ficticio de entrada de 3 hilos con estados altos bajos que significan trineo adentro, trineo afuera y trineo en movimiento.

Este tipo de port es sumamente utilizado para mover motores o cerrar interruptores de predisposición relacionados con circuitos integrados que no tienen puerto.

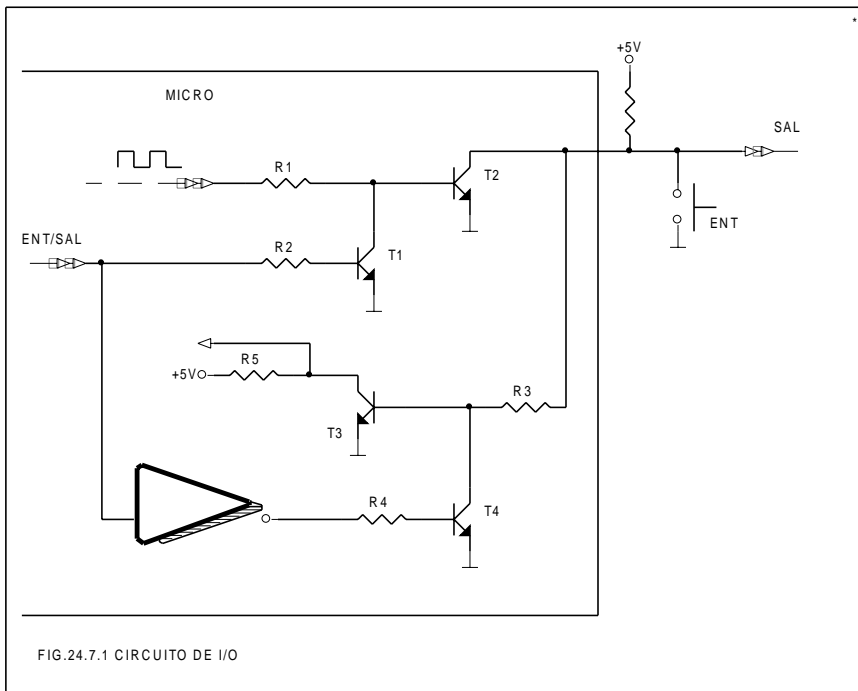
#### 24.7 PUERTO PARALELO DE ENTRADA Y SALIDA

¿Cómo es posible que una misma pata sirva para el ingreso o egreso de datos? En principio, parece que fuera imposible, ya que si lo pensamos bien internamente debieramos tener conectado un colector como salida y una base como entrada. Pareciera que el dato de salida tiene que ser tomado como de entrada para volver al microprocesador.

Este problema se resuelve con un circuito que cambia la función de la pata de I/O de manera que en cierto momento es de I y en otro es de O. ver figura 24.7.1.

Los transistores T1 y T4 operan como llave de transmisión/recepción, cuando la señal ENT/SAL está alta, T1 está cerrado y no pueden salir datos por el colector de T2. Cuando la señal ENT/SAL está baja, T4 conduce y los datos de salida no pueden reingresar por T3.

Si el lector está tratando de recordar en qué equipo se utiliza el port paralelo como entrada salida, le avisamos que no es en un producto de electrónica de entretenimiento; esto es utilizado en informática donde el puerto paralelo de una PC puede ser utilizado también para ingresar datos.



Si embargo, en electrónica de entretenimiento también se usa, pero de un modo diferente. Prácticamente todos los microprocesadores dirigidos tienen la posibilidad de utilizar las patas de salida como

entradas esta condición está contenida en el microprocesador cuando se lo está fabricando. Luego en el proceso de grabación de su memoria interna se predispone cada pata en una condición determinada de modo que, a partir de allí, pierde su dualidad. Por esta razón, los microprocesadores tienen denominaciones tan largas, la primera parte del código corresponde al microprocesador básico y las últimas letras indican las variantes de configuración y el código de programa.

En el próximo artículo vamos a abordar en detalle los diferentes tipos de puertos de salida serie utilizados realmente en equipos de electrónica de entretenimiento.

## MEMORIA DE REPARACION N° 25 EL REY MICRO

EN ARTICULOS ANTERIORES COMENZAMOS A ANALIZAR COMO SE COMUNICA EL REY CON LA CORTE. SOBRE EL TEMA HAY MUCHO PARA COMENTAR PORQUE A PESAR DE LOS INTENTOS REALIZADOS, LOS FABRICANTES DE CIRCUITOS INTEGRADOS NO SE PUSIERON DE ACUERDO SOBRE COMO REALIZAR UN PROTOCOLO COMUN QUE PERMITA UTILIZAR CIRCUITOS INTEGRADOS DE DIFERENTES FABRICANTES COMUNICADOS ENTRE SI.

ING. ALBERTO H. PICERNO

Ing. en Electrónica UTN - Miembro del cuerpo docente de APAE

E-mail picernoa@satlink.com

### 25.1 INTRODUCCION

Toda persona que haya participado de una reunión multitudinaria sabe lo complejo que es mantener una comunicación fluida y ordenada. La corte del rey micro no es una excepción. En un principio, cuando la corte tenía pocos informantes, el rey utilizaba un sistema muy simple de organización. No dejaba que los informantes hablaran cuando tenían una información, él los interrogaba ordenadamente uno por uno en períodos de tiempo determinados.

Pero cuando la comarca es muy grande este tipo de comunicación (paralelo) no puede emplearse y se utilizan sistemas de correo. Como esta historia del rey micro es una versión libre, me voy a tomar una licencia poética y por razones didácticas voy a transportar la corte del rey micro en el tiempo, de forma que nuestro rey pueda utilizar como elemento de comunicación un simple teléfono.

Nuestro moderno rey dispone que en su propio castillo sólo quede una estructura mínima; a saber: A) la oficina donde se guardan los códigos de procedimiento (programa); B) el centro de cálculo (unidad aritmética y lógica ALU); C) un pequeño sector de archivos transitorios y otro de archivos permanentes (memoria interna) y D) un sector de comunicaciones de entrada y salida (puertos serie y paralelo).

El resto de los sectores estarán alejados y cada uno de ellos tendrá su propio sector de comunicaciones para interactuar con el rey micro. Por ejemplo, los sectores de trabajo (procesadores de diferente tipo, como por ejemplo sintonizadores, procesador de croma/luma y procesador de servos en un videograbador); los sectores de memoria masiva, etc.



## 25.2 COMUNICACION A DOS HILOS DE I/O

En un equipo moderno es imprescindible que el microprocesador ordene, a los circuitos integrados y que los circuitos integrados respondan devolviendo datos al microprocesador. Esta comunicación debe realizarse a dos hilos, es decir, con un hilo de dato y otro de CLOCK. Lo ideal sería una comunicación sólo con el hilo de DATA pero esto involucra utilización de técnicas de comunicación asincrónica que están más propensas a las interferencias (similares a la codificación de los controles remotos). Por otro lado el hilo de CLOCK tiene un uso doble, no sólo marca el ritmo de lectura de datos sino que sirve como hilo de señalización para indicar el estado de la comunicación.

Cuando el rey desea comunicarse con una región alejada de la comarca, toma su teléfono, marca el número de esa región y luego el del destinatario; establecida la comunicación da sus órdenes y cuelga. Así dará sus órdenes sucesivamente a las diferentes regiones. Luego se queda a la espera de una comunicación. Los destinatarios de las órdenes, para responder, toman su teléfono y marcan el número del rey. Si está ocupado, esperan y vuelven a intentar un poco después.

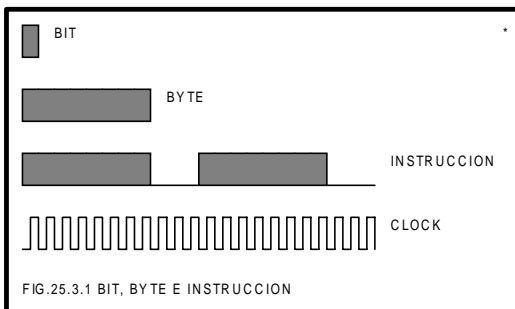
El rey es el único que puede comunicarse con sus súbditos, en este sentido es muy poco democrático, las comunicaciones entre los súbditos están prohibidas. Esto es lógico, porque solamente él puede tomar decisiones.

Un microprocesador real tiene establecido un protocolo similar al descrito. El protocolo es lo que diferencia, a un sistema de comunicación con otro, ya que todos utilizan la simple técnica de dos estados para comunicarse por la línea de datos.

En estos artículos no vamos a realizar el análisis de un protocolo determinado, ya que el intento de uniformar los protocolos no parece tener solución. En efecto, el intento más serio en este sentido fue el protocolo IICBUS o I2CBUS (Intercommunication Integrated Circuit Bus), que parece haber quedado en el olvido. Vamos a estudiar el tema de los protocolos en forma general y vamos a dar como ejemplo el protocolo empleado por PHILIPS para los circuitos integrados de servos digitales para CD.

## 25.3 CONSTRUCCION DE UNA INSTRUCCION

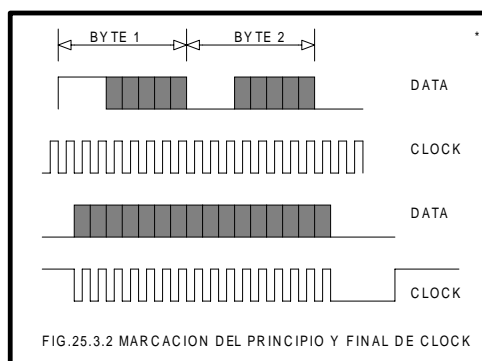
En el orden jerárquico de las comunicaciones digitales primero está el bit (unidad de información 1 ó 0) luego el bite o palabra (conjunto de bits) y, por último, una “instrucción”, que es un conjunto de palabras o bites. Ver figura 25.3.1.



Los diferentes protocolos varían en la cantidad de bits por bytes y en la cantidad de bytes por instrucción. Lo más común es emplear bytes de 8 bits pero existen sistemas de 16 bits e inclusive de 4 (en este caso, reciben el nombre especial de NIBLES). Con respecto a la cantidad de bytes por instrucción lo más

común son los sistemas de 2 bytes pero existen de 1 y de 3.

Una instrucción debe tener un principio y un final bien determinados. Esto puede lograrse de diferentes maneras. Existen protocolos que marcan el comienzo de un bit con la misma línea de datos y otros que utilizan la línea de CLOCK para indicar el comienzo y el final de una instrucción o de un byte. Ver figura 25.3.2.



#### 25.4 DIRECCIONAMIENTO Y COMIENZO DE INSTRUCCION

Una instrucción debe dirigirse a un circuito integrado determinado y dentro de él a una sección determinada del mismo. Recuerde que el rey micro marcaba un número de teléfono y luego daba la instrucción. En la vida real de la electrónica ocurre algo similar. Todo el primer byte puede utilizarse como indicación de comienzo de una instrucción y de direccionamiento.

El comienzo de instrucción debe indicarse con un código que no se vuelva a emplear posteriormente como dirección o como orden. Por ejemplo, una buena elección es utilizar cuatro unos seguidos. De este modo el puerto de todos los integrados conectados al bus de datos puede determinar (midiendo el tiempo en que la línea de datos está alta) que comienza una instrucción nueva. Los cuatro bits posteriores pueden ser empleados para el direccionamiento de la instrucción.

Si analizamos un poco, observamos que con cuatro dígitos podemos tener  $2^4=16$  direcciones distintas, una de las cuales no podemos usar (el binario 1111) ya que se utiliza como comienzo de instrucción. Estas 15 direcciones pueden ser ordenadas de modo que los dos primeros dígitos indiquen a qué integrado se dirige la instrucción y los últimos dos a qué sección dentro de ese integrado. De este modo

podría seleccionar 4 integrados (el 00, 01, 10 y 11) y dentro de cada integrado puede acceder a 4 secciones distintas para los tres primeros y a tres para el último. Ver figura 25.4.1.

### 25.5 INSTRUCCIONES

La instrucción todavía no comenzó, recién ahora se puede pensar que el microprocesador tiene en línea la etapa que quiere instruir, para que realice una determinada función.

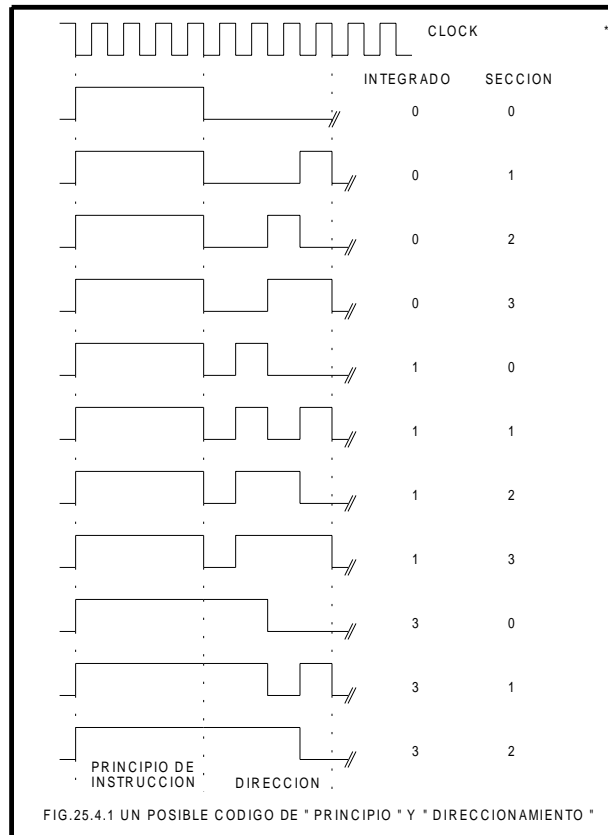
Ahora es necesario determinar cuántas instrucciones necesita la sección que requiere más instrucciones de los cuatro integrados. Con un solo bite de 8 bits podemos obtener 256 instrucciones diferentes de las que debemos despreciar aquéllas que

incluyan 4 o más unos seguidos. Si lo piensa un poco, verá que hay 5 casos de 4 unos seguidos; 4 de 5 unos seguidos; 3 de 6; 2 de 7 y 1 de 8; es decir, 15 instrucciones menos, que restadas de las 256 posibles hacen un máximo de 241 instrucciones. Por lo general, un set de instrucciones de una sección de un procesador muy complicado puede tener 50 instrucciones; así que con un solo bite destinado a instrucciones sobran posibilidades.

Una instrucción por lo general sólo significa una acción simple del tipo “cerrar la llave LL3”. Pero esto significa que el procesador involucrado debe realizar una tarea muy ordenada que implica:

- Reconocer la llegada de una instrucción (4 bits en “1”).
- Reconocer si la comunicación le corresponde a él.
- Reconocer a qué sección debe enviar el siguiente bite.
- Acumular ese bite en la memoria transitoria de esa sección.

E) Leer reiteradamente las 4 memorias transitorias y reconocer si alguna cambió desde la última lectura.



F) Si alguna cambió, comparar el nuevo código con los códigos de su set de instrucciones.

G) Realizar la acción indicada por la instrucción.

Pero ¿qué ocurre si el código no corresponde con una instrucción válida? El procesador debe comunicarse con el microprocesador y solicitar una reiteración de la instrucción. Esto significa una comunicación de regreso que todavía no sabemos realizar.

## 25.6 COMUNICACION DE ENTRADA AL MICROPROCESADOR

El microprocesador puede efectuar varias instrucciones seguidas, pero cuando termina su tanda debe quedar a la espera de alguna comunicación de regreso, que se realiza sobre el mismo bus. Esto significa que debe dejar el terminal de DATA en alta impedancia y con el transistor de entrada preparado para recibir datos.

Los procesadores deben analizar el estado del bus por un tiempo equivalente a más de 8 bits para saber que la línea está desocupada y luego comenzar una transmisión con la tensión levantada sobre el bus por un tiempo correspondiente a 4 bits.

Pero para realizar una transmisión de datos se necesita que el CLOCK esté activo. Si bien es posible mantener el CLOCK permanentemente en funcionamiento, esta técnica ha sido abandonada en la actualidad porque existen mayores posibilidades de que se produzcan interferencias con ingreso de datos falsos en los momentos en que el CLOCK está activo pero no existe transmisión de datos.

Para resolver esto sería posible proveer a cada procesador de un cristal y un generador de CLOCK, pero esto es una solución muy cara. Es más lógico idear una señalización de la línea de CLOCK, que bien podría ser la siguiente:

Antes de que un procesador comience a transmitir lo anuncia bajando la tensión de CLOCK que se dejará alta en reposo. Unos ciclos de CLOCK después, el procesador puede comenzar una transmisión con los 4 primeros bits altos. Desde luego que el procesador deberá tener un propio código de acceso que estará determinado por el primer bite. En el segundo bite, el procesador entregará su información al microprocesador para que éste esté enterado de cómo funciona esa sección de su comarca.

Como el microprocesador necesita saber quién está transmitiendo, es muy probable que el segundo bite deba tener una primera parte de 4 bits destinada a indicar quién transmite y utilizar sólo los últimos 4 bits para entregar información.

Como este método tiene poco rendimiento, es posible utilizar el hilo de

CLOCK para que el microprocesador sepa que alguno de sus vasallos desea comunicarse con él. En efecto, si el microprocesador tuvo que activar el generador de clock porque algún procesador bajó la tensión de ese hilo, está claro que la señal de DATA debe ser entrante. Por lo tanto, no es necesario discar el número del rey y es posible dejar los últimos 4 bits del primer bite para poner la dirección del procesador que inició la transmisión.

## 25.7 EL DIA QUE EL REY QUIZO IMPONER EL ESPERANTO

¿Cuántos protocolos de comunicaciones son posibles con las técnicas actuales? Infinitos, ya que con sólo cambiar una mínima parte de la codificación de direccionamiento o de comienzo de bite, es suficiente para que el microprocesador y los procesadores dejen de entenderse.

Un buen día el rey se cansó de que en su comarca se hablaran diferentes idiomas. Convocó a la corte en pleno y se propuso elegir un idioma oficial para toda la comarca. Sólo quedaba por decidir cuál sería el idioma oficial. A su tiempo hablaron todos los integrantes de la corte y propusieron el idioma de su propia región como el más indicado; algunos esgrimieron razones de peso, como ser la cantidad de vasallos que ya hablaban un determinado idioma, otros apelaron a la facilidad de aprendizaje y otros dieron importancia a razones de índole sentimental e históricas.

En fin, la decisión se hizo tan difícil que el rey decidió que no emplearía los idiomas vigentes y ordenó a su científico/mago/alquimista que se transformara en lingüista y creara un idioma especial que fuera fácil de aprender y rápido para expresar las ideas. Ese idioma fue llamado “esperanto”, con la esperanza de que fuera rápidamente adoptado por todos los vasallos de la comarca. La reunión terminó con vítores y aplausos para la magistral decisión del rey (dejando de lado que algunos hacían cuernitos con los dedos cuando nadie los miraba), y con el apoyo de toda la corte, éste supuso que su idea pronto sería una realidad.

Por supuesto, una vez que cada integrante de la corte volvió a su región siguió hablando su propio idioma y el único integrante de la corte que hablaba en esperanto era el mago y no por sus propias convicciones sino porque intentaba, como siempre, que su cabeza siguiera montada sobre su cuello y su bonete con estrellas y lunas sobre su codiciada cabeza.

En el mundo real el I2CBUS espera pacientemente que los fabricantes lo utilicen de forma universal. Mientras tanto, todos los días sale al mercado un juego de circuitos integrados que poseen su propio protocolo de comunicaciones.

## 25.8 CONCLUSIONES

En este artículo terminamos de explicar los diferentes modos de comunicación que emplean los circuitos integrados. No pudimos tratarlo en forma práctica ya que, en general, los códigos de comunicaciones no son entregados junto con las especificaciones de los circuitos integrados. Además, no es común que un reparador posea instrumental que le permita leer los datos del hilo DATA.

Por lo general, la máxima incursión que realiza un reparador sobre el hilo DATA consiste en verificar que durante la transmisión de datos, este hilo fluctúe entre 0 y 5V. El oscilograma en el osciloscopio no es estable dado que el dato no es repetitivo, pero se puede apreciar que hay transmisión de datos, que es lo que estamos comprobando.

A medida que avancen las técnicas digitales, será necesario utilizar otros medios de diagnóstico, como por ejemplo, una interface para computadora que permite ver toda una cadena de comunicaciones entre el microprocesador y los procesadores. Hay mucha gente trabajando sobre este tema y estoy seguro que pronto tendremos a nuestra disposición un medio de diagnóstico barato y eficaz.

En el siguiente artículo vamos comenzar a tratar el tema de los display y su manera de relacionarse con el microprocesador. Estudiaremos desde un simple diodo led hasta los más modernos display termoiónicos a tres colores e inclusive los sistemas OSD (Only Screen Display = display solamente en la pantalla) para TVs y para videograbadores, cosa que nos llevará varios meses.

## MEMORIA DE REPARACION N° 26 EL REY MICRO

EL HOMBRE SE COMUNICA CON EL MICROPROCESADOR PERO EL MICROPROCESADOR DEBE DEVOLVER INFORMACION AL HOMBRE PARA QUE ESTE SEPA SI RECIBIO LAS ORDENES Y COMO PROGRESA LA EJECUCION DE LAS MISMAS. OTROS MENSAJES SON AUTOMATICOS, POR EJEMPLO, CUANDO UNA TRANSMISION DE TV PASA DE MONOAURAL A ESTEREOFONICA. ESTA NECESIDAD DE COMUNICACION DE RETORNO SE CANALIZA POR EL MAS HUMILDE DE LOS LED HASTA LOS MAS SOFISTICADOS DISPLAY EN COLORES DE LOS MODERNOS CENTROS MUSICALES.

ING. ALBERTO H. PICERNO

Ing. en Electrónica UTN - Miembro del cuerpo docente de APAE

E-mail picernoa@satlink.com

### 26.1 INTRODUCCION

En algunos de los artículos de la serie dijimos que, en el fondo, nuestro rey no era más que un esclavo de lujo. Recibe información, la procesa, y opera sobre la comarca. Ahora vamos a agregar que, además de estar esclavizado, es preso de las apariencias.

El microprocesador, como algunos intendentes, primero pone el cartel y luego, si puede, realiza la obra. En muchos casos es un pequeño aviso (por ejemplo algunas videos Panasonic de bajo precio, como la 2010 que sólo tiene 4 leds para que el usuario sepa si está reproduciendo, grabando, en STOP o apagada), en otros, el cartel es más grande que la obra, por ejemplo, los centros musicales AIWA F9 y similares, que presentan un abanico de colores en un display termoiónico de unos 15 a 20 cm, que parece más una pantalla de televisión que un centro musical.

En el extremo de este comportamiento están unos centros musicales coreanos que tienen un videojuego en display, que se maneja desde el control remoto. Como a la mujer robot, sólo le falta picar carne.

Algunos display son sobrios y distinguidos, otros hacen gala de un enorme mal gusto y se empeñan tanto en la dinámica y los colores, que la información que deben transmitir es difícil de encontrar. Olvidémonos del contenido; a nosotros nos interesa cómo se transmite esa información visual, es decir, el tipo de dispositivo y el modo de operación del mismo, que en la actualidad siempre emplea metodos de multiplexado.

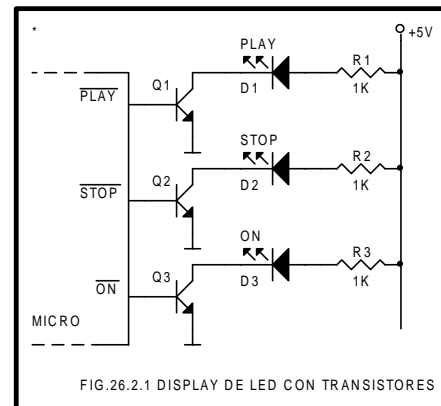
Lo que no debe olvidar como reparador es que la indicación y la función siguen caminos separados. Si Ud apreta la tecla PLAY, el micro lo escribe primero

en el display; luego procede a enviar el mensaje al resto de la máquina para que realice la acción de reproducir. Es decir que la indicación no es una garantía de que la acción se haya realizado. El rey micro siempre se considera como un dios (algunos más humildes, sólo como un semidios) que cuando da una orden debe ser cumplida sin dilación. Pero nunca falta un vasallo que sale corriendo como si fuera a cumplir la orden, pero luego se echa en los brazos de Morfeo (no piense mal, Morfeo es el dios del sueño y cuando digo “hecharse en los brazos de morfeo” quiero decir que se va a dormir y no cumple la orden).

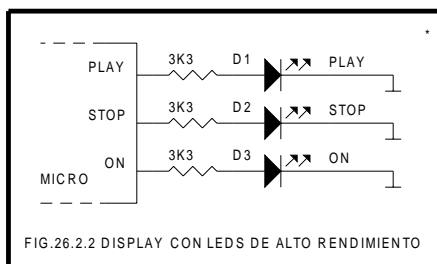
## 26.2 DISPLAY DE LEDS

Nada más sencillo que un display de leds. El microprocesador destina alguna de las salidas de su port paralelo a excitar diodos led. En muchos casos, como el manejo de potencia del port es limitado, se deben utilizar transistores excitadores. Ver figura 26.2.1.

Esta figura no amerita mayores explicaciones; sólo que el microprocesador debe manejar señales negadas dada la inversión que ocurre en los transistores drivers. La mayoría de los leds sólo necesitan unos 4 mA para operar como indicadores, por lo tanto, los resistores son del orden de 1 KOhm. También existen diodos led de alto rendimiento, generalmente cercano a tres veces el normal. En estos casos



se pueden obviar los transistores que compensan el mayor precio de los leds y el circuito se reduce al mostrado en la figura 26.2.2.

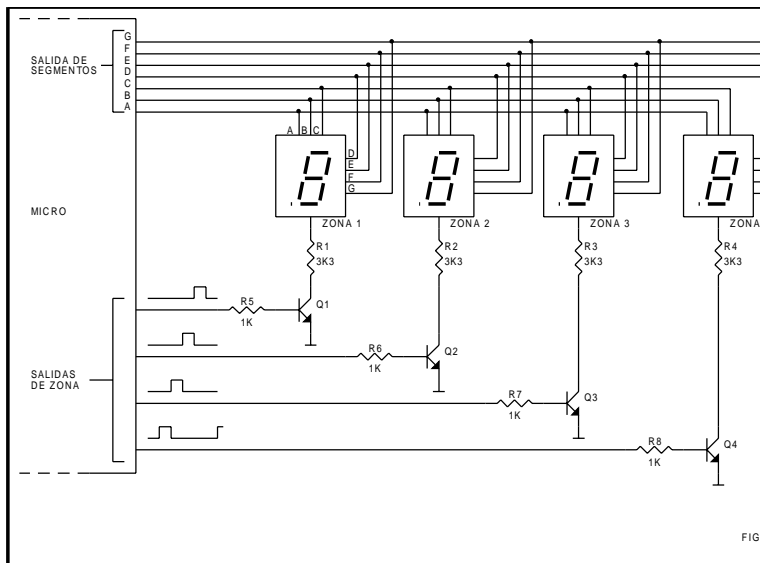


El rey micro no se conforma con una información tan rudimentaria y genera prontamente los llamados display de led de 7 segmentos para, por ejemplo, indicar la hora en los modernos y apreciados radio relojes, que tan solícitamente nos despiertan cada mañana.

Saquemos una cuenta: si cada sección de 7 segmentos posee 8 patas activas de conexión (7 para el número y una para el punto flotante) y necesitamos 4 secciones, esto significa que el microprocesador debe utilizar 32 patas para excitar al display. Realmente un despropósito porque, como sabemos, la cantidad de patas incrementa el costo en forma cuasi lineal.



Los diseñadores, ya tenían experiencia en problemas similares pero con respecto a las entradas de los pulsadores; por lo tanto, utilizaron la misma solución de excitación de fila y columna, sólo que este caso lo llamaron sección y segmento. En nuestro caso separamos el display en 4 secciones (en cuatro números) y disponemos que el micro tenga tantas salidas como segmentos tenga cada sección (7 u 8). Ver figura 26.2.3.



Observe que los segmentos equivalentes se excitan en todas las zonas, pero sólo se enciende aquél cuya zona tiene al transistor conductor. Es decir que combinando la salida de segmentos con las de zona se consigue iluminar un segmento determinado de una zona determinada.

Por supuesto que la iluminación no será constante, sino pulsada, pero al producirse a una elevada velocidad, se tiene la sensación de que la iluminación no cambia.

La disposición mostrada no es la única posible, ya que existen displays de ánodo común y de cátodo común, pero el circuito básico es el mismo. En nuestro circuito las salidas de segmentos son activadas conectándolas internamente a +5 V.

Si miramos las salidas de zona, podemos observar que es una señal idéntica a la de barrido del teclado por matriz de fila y columna. Son tan idénticas que en realidad son la misma señal que se usa para el teclado y el barrido de zonas con el consiguiente ahorro de patas. En la figura 26.2.4 le mostramos cómo queda parte del circuito cuando la señal de barrido tiene doble uso.

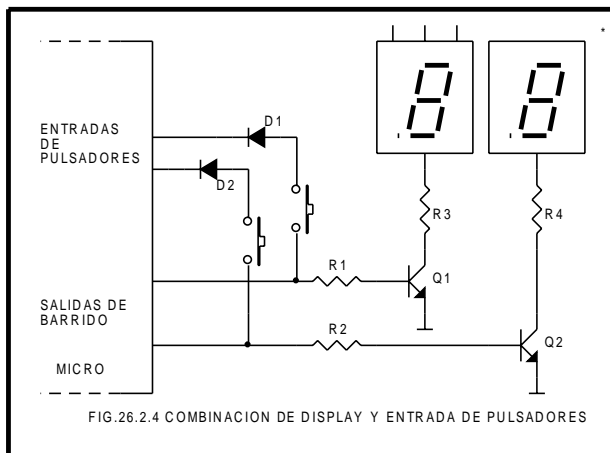


FIG.26.2.4 COMBINACION DE DISPLAY Y ENTRADA DE PULSADORES

Cuando se pretende realizar un display más complejo, se presentan grandes inconvenientes, porque no es fácil darle una forma especial a los diodos leds. Por lo tanto, este tipo de display no va más allá de una combinación de display de 7 segmentos.

### 26.3 LOS DISPLAY DE CUARZO LIQUIDO

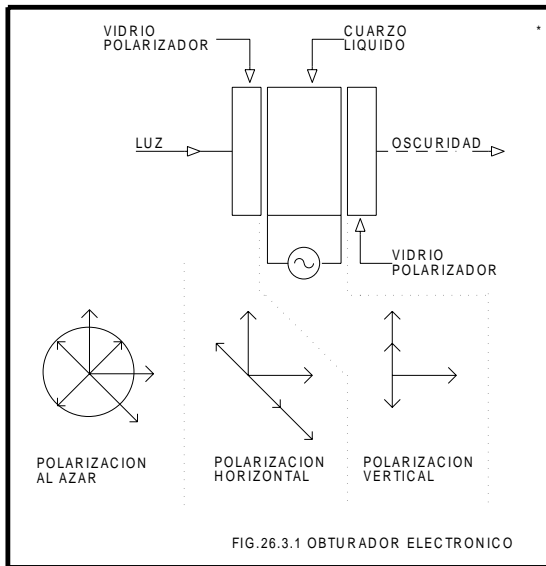
Existen algunos materiales capaces de rotar el plano de polarización de la luz. Pero ¿que cosa es el plano de polarización de una fuente de luz?

La luz es una onda electromagnética, tal como las ondas de radio o de TV, sólo que de frecuencia mucho mayor. Seguramente usted no colocaría una antena de TV en un plano de polarización vertical; siempre la ubica sobre un plano horizontal y luego la gira sobre ese plano hasta obtener máxima señal.

Esto es porque la antena transmisora de TV está ubicada sobre un plano de polarización horizontal. La luz común del sol, de una vela o de un tubo fluorescente no es polarizada. Es como si esa fuente de luz fuera una antena que cambia su ángulo de polarización constantemente. El ojo la percibe porque es un receptor no polarizado.

Hay fuentes de luz polarizada, como por ejemplo el láser, y también hay materiales que rotan el plano de polarización de la luz que los atraviesa. De estos materiales (por lo general sólidos de estructura cristalina) se destaca un tipo especial de cuarzo que es líquido a la temperatura ambiente. Este material presenta la propiedad de rotar el plano de polarización de la luz en función del campo eléctrico al que se lo somete. Si no se aplica campo eléctrico, el cuarzo líquido es un material amorfo que transmite normalmente la luz. Si se lo somete a un pequeño campo eléctrico, se transforma en un cristal que gira el plano de polarización de la luz. En la figura 26.3.1 dibujamos algo que podríamos denominar obturador electrónico.

La luz no polarizada arriba al filtro polarizador y sale de él polarizado horizontalmente. El cuarzo líquido tiene el espesor adecuado para rotar el plano de polarización en  $90^\circ$  cuando es excitado por un campo de CA. El segundo vidrio está polarizado en sentido vertical y no permite que la luz lo atraviese.



Cuando se quita el campo eléctrico, el cuarzo se transforma en un líquido amorfo sin propiedades ópticas y la luz atraviesa el vidrio posterior porque su plano de polarización corresponde con el del filtro.

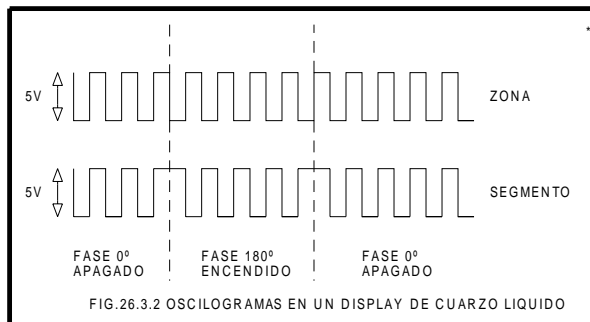
Como podemos observar, el campo se aplica en la misma dirección que la luz debido a que la cara posterior del primer filtro y la anterior del segundo están suavemente metalizadas, de modo tal que puedan conducir la electricidad y así permiten que circule la luz.

También es importante observar que la señal aplicada es una CA. Con campos continuos también se observa el efecto de rotación del plano de polarización, pero se producen efectos de migración iónica, que destruyen el dispositivo en forma inmediata. Más aun, hay que observar que la señal aplicada no tenga distorsiones que impliquen un valor medio no nulo, porque basta una mínima componente continua para dañar el dispositivo.

Este problema con respecto a la excitación del dispositivo hace que éste requiera circuitos integrados especiales para su funcionamiento. Por supuesto que esos circuitos utilizan métodos de multiplexado del tipo zona y segmento, sólo que las formas de señal son alternas cuadradas de baja frecuencia (alrededor de 1 kHz).

Si usted conecta un osciloscopio sobre un segmento o una zona va a observar una señal permanente, pero si presta atención a la fase de las dos señales va a observar que, cuando el segmento de una determinada zona se debe encender, las señales de zona y segmento están en contrafase y, cuando debe estar apagado, están en fase. Ver figura 26.3.2.

En cuanto a los circuitos requeridos para excitar un display de cuarzo líquido, diremos que éstos son sumamente simples porque el display trabaja por campo eléctrico, es decir, que prácticamente no se requiere una corriente de excitación y, por lo



tanto, no son necesarios componentes externos. Los circuitos son simples conexiones del display al microprocesador. Ver figura 26.3.3.

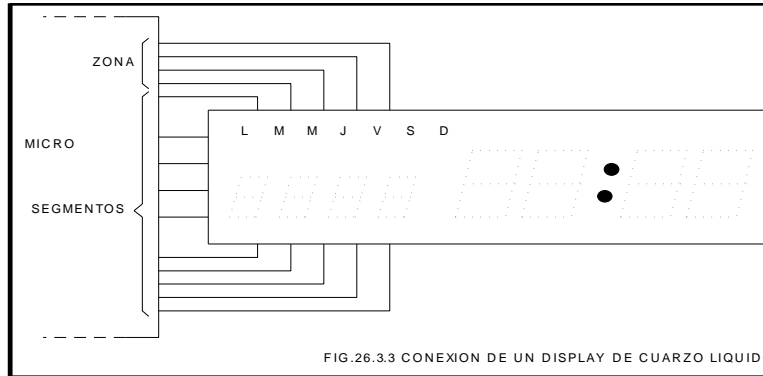


FIG.26.3.3 CONEXION DE UN DISPLAY DE CUARZO LIQUIDO

## 26.4 ILUMINACION DE UN DISPLAY DE CUARZO LIQUIDO

Un display de leds genera su propia luz; un display de cuarzo líquido controla la luz que lo atraviesa, pero la fuente de luz debe ser externa. Existen dos tipos básicos de display: los de reflexión y los de transferencia. En los display de transferencia debe colocarse una fuente de luz detrás del display, generalmente un conjunto de leds colocados en una o dos filas de acuerdo a la altura del display. Los de reflexión, tienen un espejo posterior y trabajan con la luz ambiente. Ver figura 26.4.1.

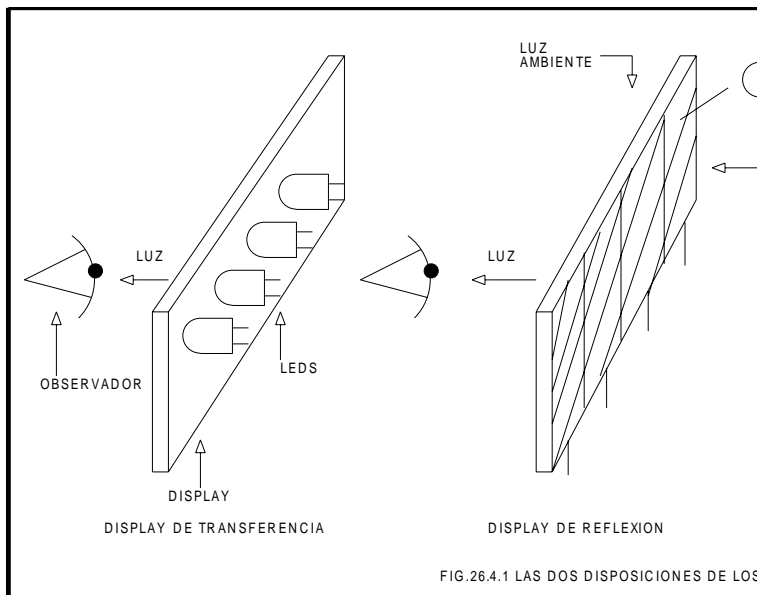


FIG.26.4.1 LAS DOS DISPOSICIONES DE LOS

Recuerde que el display de transferencia tiene un filtro polarizador en la cara interior y otro en la exterior. El display de reflexión tiene sólo uno en la cara exterior con un plano de polarización horizontal o vertical. La luz, al atravesar dos veces el cuarzo líquido, gira 90° el plano de polarización, es decir 45° de ida y 45° de vuelta. De este modo, los segmentos excitados aparecen negros y los no excitados blancos, porque la luz no ve girado su plano de polarización y puede salir del display con el mismo plano que entró.

Para permitir la observación con poca luz ambiente, los display de reflexión poseen un led auxiliar en un costado que se puede encender con un pulsador cuando se desea luz en el display. Este es el caso de los relojes pulsera.

## 26.5 DISPLAY DE CUARZO LIQUIDO EN COLORES

¿Es posible obtener una imagen en colores con un display de cuarzo líquido de transferencia? Sí, sólo basta con emplear una iluminación posterior con led de tres colores (rojo, verde, y azul) y encenderlos en concordancia con las señales de segmentos y zonas. Esto permite formar todos los colores del espectro combinando el encendido de los led, cosa que queda a cargo del microprocesador.

El autor pudo observar un solo display de cuarzo líquido en colores; realmente era un dispositivo magnífico con gran cantidad de detalles y ofrecía una sección llamada pantalla psicodélica donde se generaban manchas de colores que cambiaban al ritmo de la música. Si bien era un juguete más, estaba muy bien logrado.

En realidad los display de cuarzo líquido en colores tienen más aplicación como pantalla de TV que como display. Son las famosas pantallas de matriz activa que forman parte de todas las computadoras portátiles de la actualidad. Estas pantallas tienen un ángulo de observación elevado comparadas con sus antecesores que tenían iluminación lateral con un pequeño tubo fluorescente.

## 26.6 REPARANDO UNA FALLA DE UN DISPLAY DE CUARZO LIQUIDO

Mi hijo Alejandro estaba reparando un reproductor JVC bastante antiguo que tenía un display de cuarzo líquido. La falla era el display apagado, clásico de los equipos a los que no les funciona el microprocesador. Por lo tanto, verificó la fuente, el cristal, el reset tal como lo indicáramos en un artículo de esta misma serie.

El resultado es que todo el procedimiento daba un resultado adecuado, pero el display estaba apagado. Cuando mi hijo me llamó, le pregunté si aparte del problema del display el aparato funcionaba, lo probó, cargo un CD y comenzó a reproducirlo perfectamente. El problema era sólo que el display no encendía. Le pregunté si hacía

iluminación posterior y me dijo que al conjunto de leds le llegaba tensión, pero que no podía verlos encendidos porque había que desoldar el display por completo. De cualquier manera, según mi hijo, era imposible que todos los leds se hubieran quemado al mismo tiempo y además que se vislumbrarían los segmentos aun sin luz.

Revisamos oscilogramas y nos parecieron totalmente normales. Aunque es difícil apreciar el cambio de fase, lo hicimos muy trabajosamente y el cambio existía. En ese momento llegó al taller Oscar, el dibujante que ilustra estos artículos, miró el equipo y nos dijo: “Yo tuve un caso igual hace muy poco. Tiene las cuatro lámparas quemadas”. Le contesté que en todo caso serían los cuatro leds. “No” -me dijo- “Tiene cuatro lámparas de filamento largo de 12V”.

Ante los hechos, nos dispusimos a desoldar el display y, por supuesto, encontramos cuatro lámparas cilíndricas de contacto cónico con sus puntas prolijamente soldadas y las cuatro con el filamento cortado.

Inmediatamente dispuse que en las compras del día siguiente se dirigieran a una casa de capital que se especializa en lámparas de todo tipo. Oscar, con una sonrisa, me dijo que no hacía falta ir tan lejos, que las conseguía aquí en Burzaco como repuesto de lámpara para cenicero de auto.

A la tarde llamó el cliente y le pregunte si el display se apagó de golpe. Su respuesta fue que no, que primero bajó un poco la iluminación, luego quedó encendido de las dos puntas y un tiempo después se apago del todo. Todo el operativo duró algunos meses, pero se había olvidado de avisarme que se habían quemado las lamparitas, las cuales no pudo cambiar porque había que desoldar todo el display para llegar a ellas. Le respondí que tenía razón y que enseguida de probarlo nos habíamos dado cuenta de la falla.

En fin, que todo el mundo sabía cómo se reparaba el reproductor menos mi hijo y yo, que fuimos los que hicimos el trabajo.

## 26.7 CONCLUSIONES

En este artículo analizamos el funcionamiento de los display menos comunes de la actualidad, en el próximo artículo vamos a analizar el más común de todos, el display termoiónico. Veremos cómo funcionan, cómo son los circuitos y cómo se reparan, tal como es nuestra costumbre.

## MEMORIA DE REPARACION N° 27

EN EL ARTICULO ANTERIOR INDICAMOS EL FUNCIONAMIENTO DE LOS DISPLAY DE LEDS Y DE CUARZO LIQUIDO. EN ESTE EXPLICAREMOS COMO FUNCIONAN LOS DISPLAYS TERMOIONICOS QUE SON, POR MUCHO, LOS MAS USADOS DE LA ACTUALIDAD.

ING. ALBERTO H. PICERNO

Ing. en Electrónica UTN - Miembro del cuerpo docente de APAE

E-mail picernoa@satlink.com

## 27.1 INTRODUCCION

Nuestro rey Micro no opera precisamente con perfil bajo como dice el periodismo moderno. Le gusta figurar y lo hace con los mayores espavientos, a todo brillo y a todo color mediante su display.

Los display analizados hasta ahora no permitían grandes lujos con respecto a definición y colores. Apenas se obtenía algo de color en los display de cuarzo líquido, si se realizaba una iluminación de fondo con un único color (por lo general, verde o celeste).

En cambio, los display termoiónicos permiten obtener todos los colores del espectro, con una definición excelente y además son relativamente baratos. La elección es evidente: los equipos más modernos usan una válvula termoiónica con forma de display. Es la recreación del famoso ojo eléctrico de las radios capillas de la época de mi padre (si el lector tiene menos de 40 años pregúntele a algún anciano de 70, que seguramente le hablará del tema durante una hora, por lo menos).

## 27.2 REPASANDO VALVULAS TERMOIONICAS

Lee De Forest inventó el triodo, a principios de siglo,

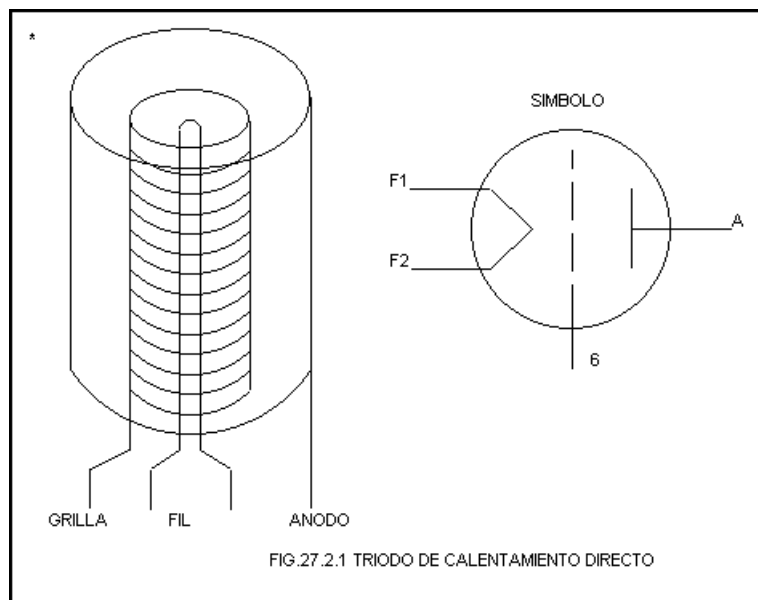
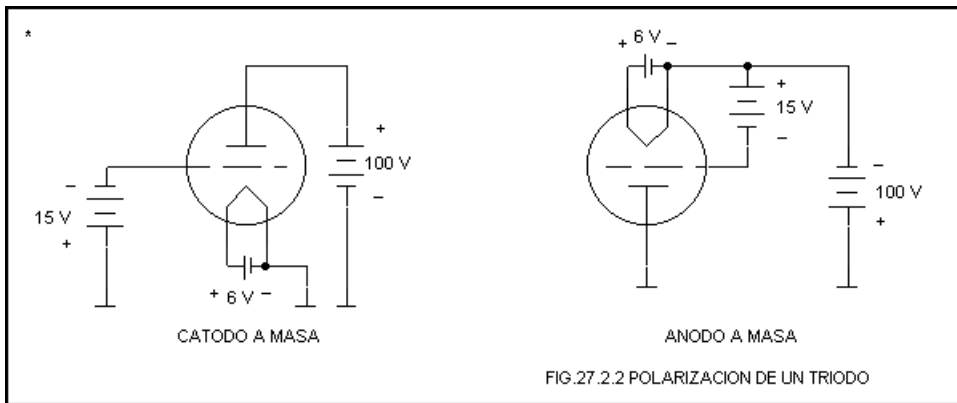


FIG.27.2.1 TRIODO DE CALENTAMIENTO DIRECTO

y le agregó una grilla con trama abierta al diodo termoiónico de calentamiento directo, que se usaba hasta ese momento para rectificar CA. En la figura 27.2.1 se puede observar la construcción de ese triodo.

El funcionamiento es muy simple: al calentar el filamento, éste emite electrones libres que son atraídos por el ánodo que debe estar conectado a una fuente positiva. Si se aplica una pequeña tensión negativa a la grilla, ésta repele los electrones del cátodo y corta el flujo hacia el ánodo. Si la reja se construye muy cerca del cátodo, basta con aplicar una pequeña señal negativa para controlar una importante corriente de ánodo, así se obtiene una amplificación de la señal de grilla.

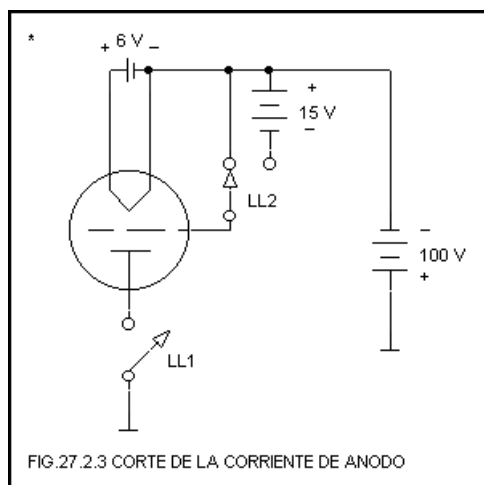
Un triodo puede polarizarse de dos modos diferentes, según que la tensión alta disponible sea negativa o positiva. Ver figura 27.2.2.



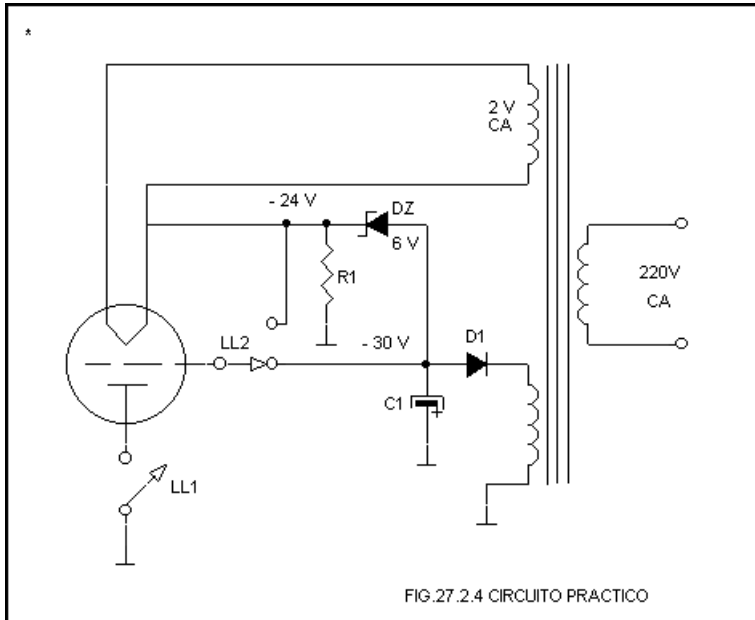
Observe que en ambos circuitos el ánodo es positivo con respecto al cátodo para que el triodo tenga una polarización adecuada. La reja está polarizada negativamente con respecto al cátodo, para poder interceptar los electrones emitidos por éste.

En la figura 27.2.3 agregamos dos llaves que permiten la circulación de corriente de ánodo o la suprimen.

Observe que para que se produzca corriente de ánodo, LL1 debe estar cerrada y LL2 debe conectar la grilla al cátodo. Si no se cumple alguna de estas condiciones o las dos, no circula corriente de ánodo. El microprocesador será el encargado de operar estas llaves al ritmo adecuado, para generar







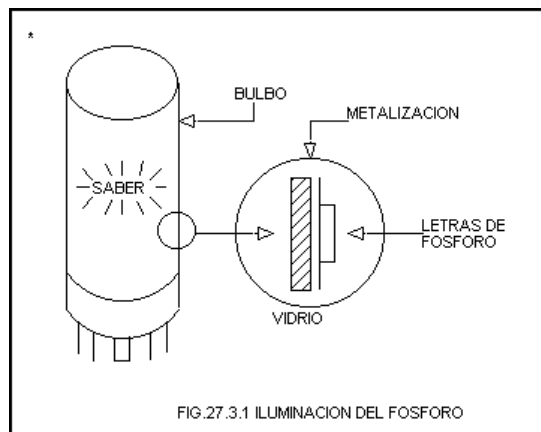
la corriente de ánodo. Pero este circuito es poco práctico porque utiliza baterías. Un display debe alimentarse desde la fuente a transformador. El circuito más utilizado se puede observar en la figura 27.2.4.

Observe que el filamento se calienta con CA obtenida desde un secundario aislado de masa. Un bobinado genera 30V por la

rectificación de D1 sobre el capacitor C1. Esta tensión de 30V se reduce a 24V con el agregado de D2 y R1. El filamento se alimenta con CC desde los 24V. El microprocesador opera la llave LL2 de manera que, en cierto momento, la grilla está conectada al filamento que opera como cátodo y en otro instante la grilla se conecta a 30V para cortar la corriente de ánodo (también podría conectarse la grilla a masa o a + 5V para permitir un mayor flujo de electrones).

### 27.3 ILUMINANDO EL BULBO

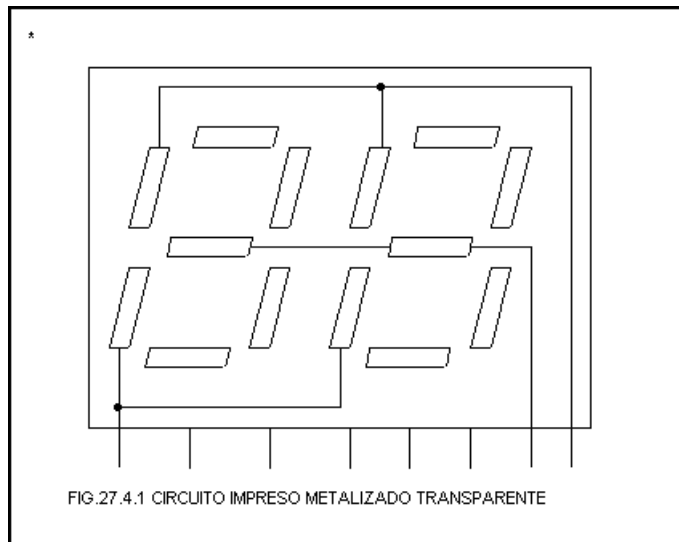
Ahora imagínesse que el interior del bulbo de vidrio se cubre con una fina metalización (tan fina que es transparente) y que sobre la metalización se pintan letras con fósforo blanco. Luego el metalizado se utiliza como ánodo del triodo. Con todo conectado se podrá observar que las letras de fósforo emiten una diáfana luz blanca (o de otro color, de acuerdo al fósforo utilizado) producto de los electrones que chocan contra el fósforo. Ver figura 27.3.1.



Moviendo cualquiera de las dos llaves rítmicamente, se puede conseguir que el cartel de “Saber” se encienda o apague al mismo ritmo. ¿Por qué dos llaves y no solamente una? Porque ambas llaves realizarán un proceso de multiplexado en un verdadero display que se puede considerar como un conjunto de múltiples triodos.

## 27.4 CONSTRUCCION DEL VERDADERO DISPLAY

La mejor manera de entender cómo es un display termoiónico consiste en estudiar cómo se construye paso a paso. La construcción comienza con el panel frontal de vidrio. Sobre una de sus caras se realiza una fina metalización de plata que tiene la propiedad de ser transparente. Sobre esta capa se deposita otra fina capa de material fotosensible que se impresiona para generar una imagen latente de una especie



de circuito impreso. Luego de un proceso de revelado, de ataque con ácido y un lavado profundo, queda formado un circuito impreso de plata metálica transparente. En la figura 27.4.1 damos un ejemplo para un display de dos números de 8 segmentos.

Observe que los segmentos homónimos están conectados unos con otros y a una pata exterior. En el dibujo sólo realizamos 3 pistas, pero todos los segmentos

homónimos tienen su conexión, en realidad se utilizan sistemas multicapas para poder conectar todos los segmentos.

Sobre cada isla se realiza una impresión serigráfica con pintura de fósforo. En los display multicolores se realiza una impresión por cada color.

A continuación se agrega un marco aislante sobre el que están montados tantas grillas como sectores tenga el display (en nuestro caso 2). Ver figura 27.4.2.

Por encima de este marco se coloca otro que posee un filamento de emisión termoiónica, generalmente con forma de hilos rectos. Ver figura 27.4.3.

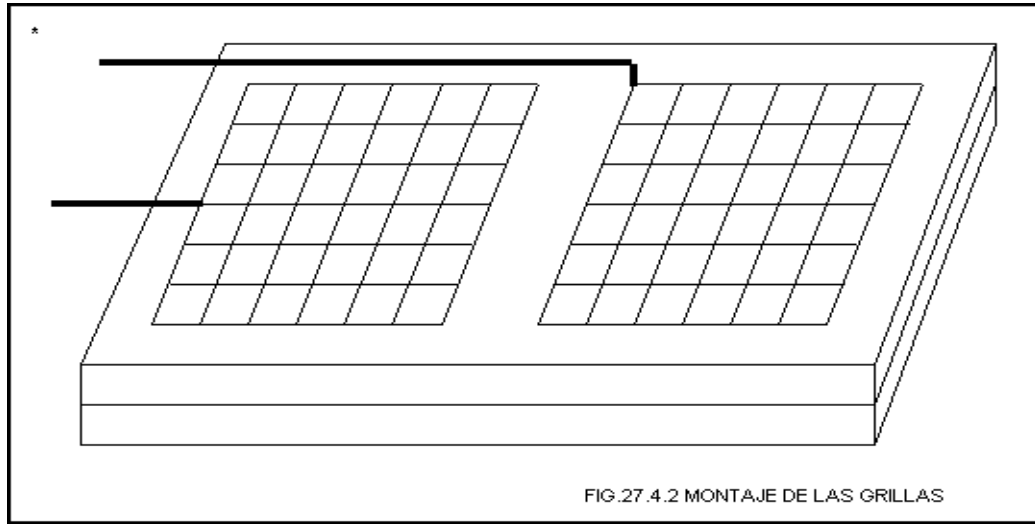


FIG.27.4.2 MONTAJE DE LAS GRILLAS

Luego se agrega una tapa de vidrio con un pico por donde se realizará el vacío, se sellan los marcos y se agregan las patas de conexión. Ver figura 27.4.4.

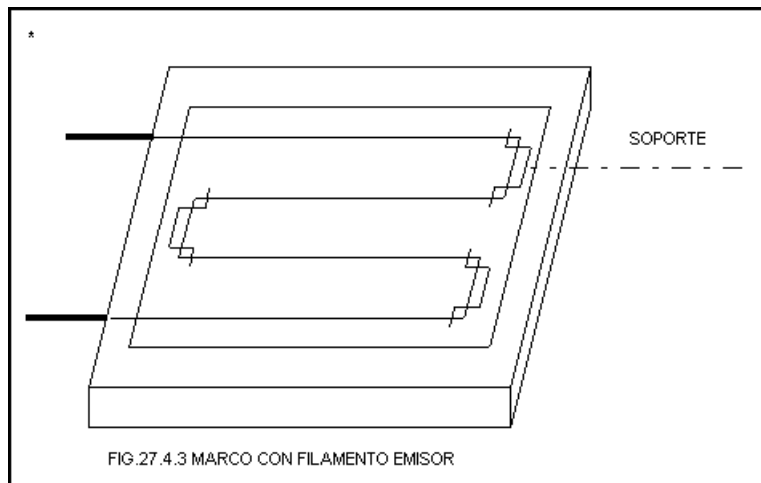


FIG.27.4.3 MARCO CON FILAMENTO EMISOR

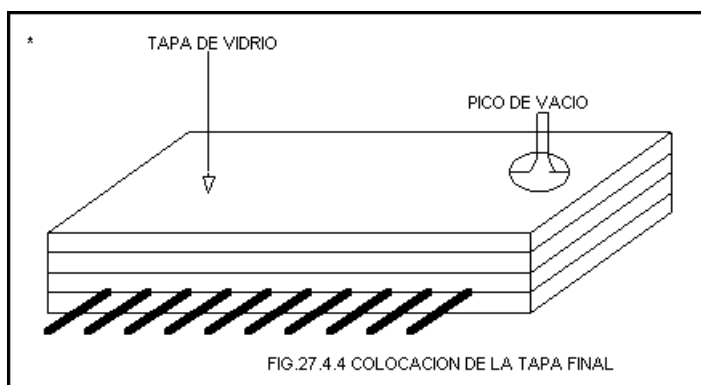
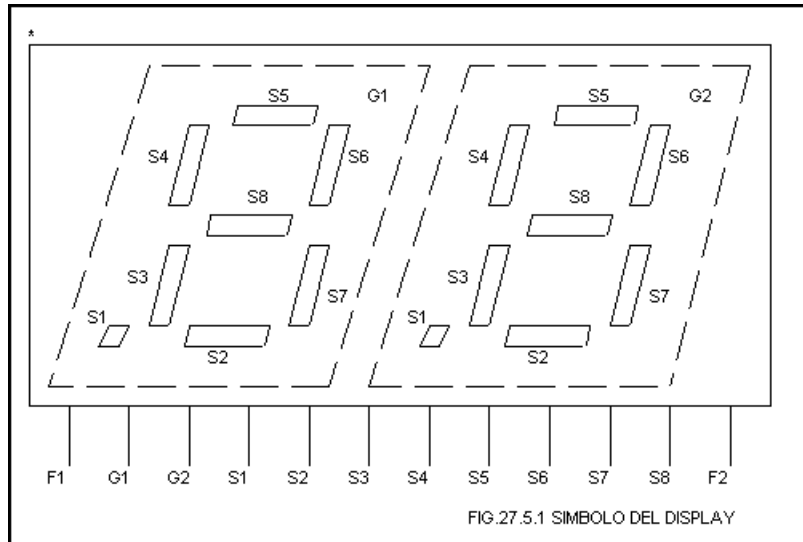


FIG.27.4.4 COLOCACION DE LA TAPA FINAL

Ahora se realiza el vacío por el pico y se funde con un soplete, queda un dispositivo hermético, adecuado para funcionar como una válvula termoiónica.

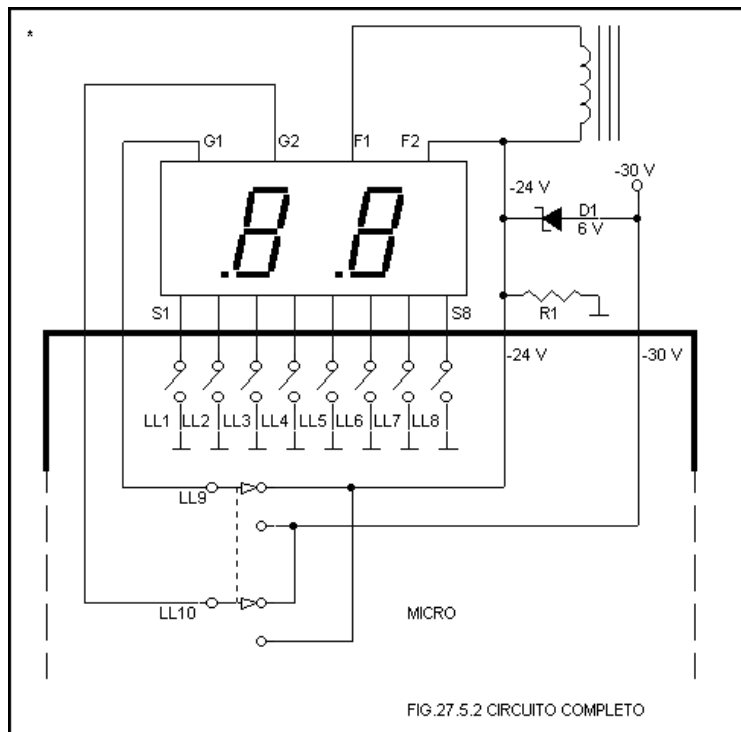
### 27.5 MULTIPLEXADO DEL DISPLAY

El display que tomamos como ejemplo posee dos patas de filamento permanentemente conectadas al transformador de alimentación, dos grillas que controlan el sector 1, el sector 2 del display y 16 segmentos conectados de a



dos a cada una de los 8 patas de segmentos. En la figura 27.5.1 mostramos cómo se puede dibujar el símbolo de nuestro display particular. Para encender un segmento

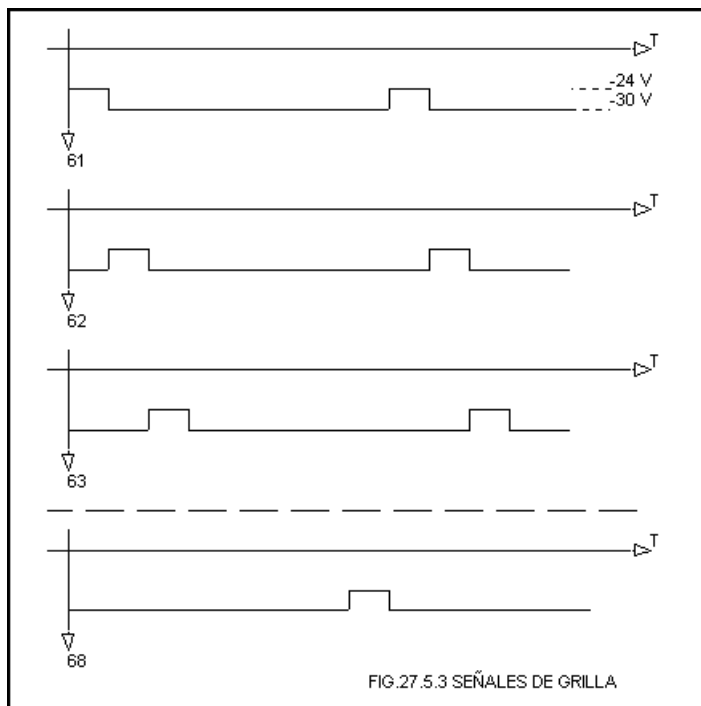
en particular, el microprocesador debe tener un programa de trabajo que conecte el segmento correspondiente a masa cuando la grilla adecuada tenga el mismo potencial del filamento.



Un circuito adecuado podría ser el que mostramos en la figura 27.5.2.

Observe que el microprocesador, aparte de su habitual tensión de fuente, ahora debe recibir 30V

y 24V para generar las tensiones adecuadas de las grillas de selección de sectores. En este caso, las señales de G1 y G2 son simples señales rectangulares que fluctúan entre 24V y 30V, de modo que cuando una grilla tiene la tensión más negativa, la



otra tiene la menos negativa. Este es el caso más simple de sólo dos sectores pero, en general, se suelen utilizar display con 8 ó 10 sectores y entonces las señales serán como las que mostramos en la figura 27.5.3.

El período de estas señales puede fluctuar entre diferentes equipos. Lo importante es que deben tener una frecuencia superior a los 100Hz para evitar el parpadeo.

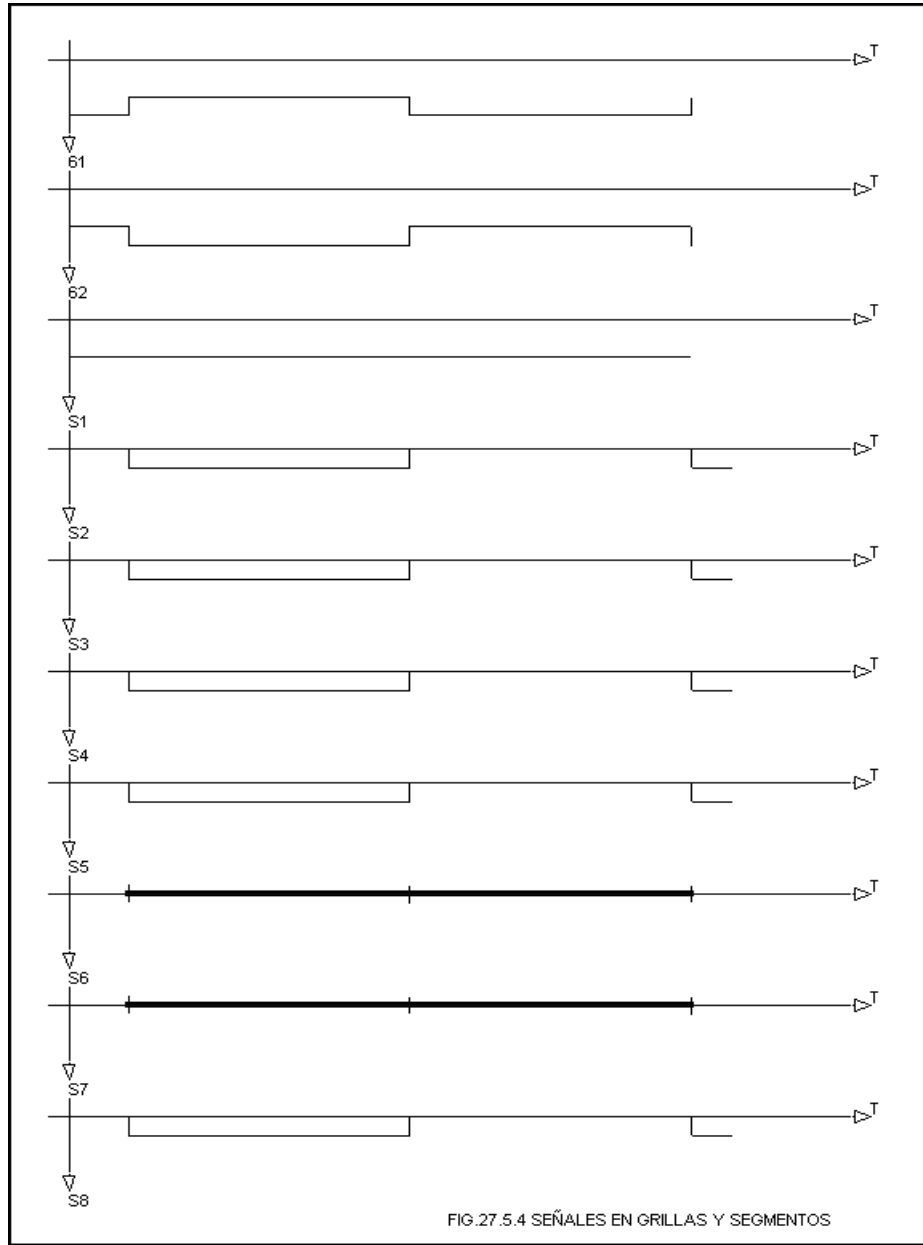
Las señales de segmentos tendrán una forma de onda repetitiva sólo en caso de que el display

tenga una indicación fija y su frecuencia depende de la indicación en el display. En nuestro display de dos números, si queremos encender el número 18 tendremos las formas indicadas en la figura 27.5.4 de la página siguiente.

Observe que S1 está siempre a un potencial negativo comprendido entre cero y el potencial negativo de cátodo. En general, este potencial es de unos 10V pero todo depende de la impedancia de entrada del osciloscopio que se esté utilizando. El hecho de que S1 esté siempre a potencial negativo hace que los dos puntos del display estén siempre apagados.

S2, S3, S4, S5 y S8 están el tiempo correspondiente al display G1 encendido, en estado de tensión negativa, porque debe generar un número "1" donde esos segmentos deben estar apagados. Las señales de los segmentos S5, S6 y S7, en este momento están en cero, porque las respectivas llaves del microprocesador están cerradas para encender los segmentos.

Durante el tiempo correspondiente a la grilla G2, todas las llaves, menos la correspondiente a los puntos, deben estar cerradas dando señales a nivel cero volt.



## 27.6 OTRA DISPOSICION Y UN MISMO RESULTADO

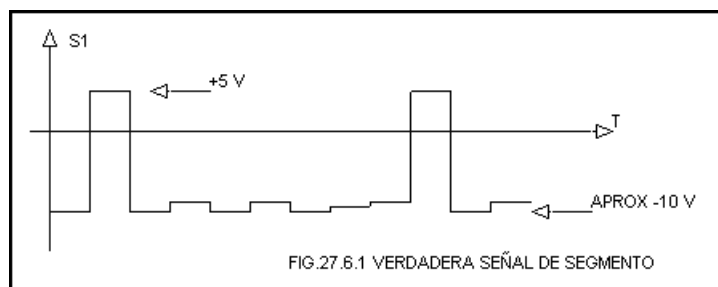
Si para nuestro ejemplo utilizo los segmentos con una señal de barrido (es decir, encendido en secuencia, primero cierra LL1, luego LL2, LL3, etc., hasta que

vuelve a cerrar LL1 y con la precaución de que cuando se cierra una llave se abra la anterior) y a las grillas las enciendo o apago en función del número que deseo formar, voy a obtener el mismo resultado pero con formas de onda diferentes. Invitamos al lector a dibujar las señales correspondientes.

En efecto, cada segmento se enciende cumpliendo con una lógica AND, es decir, que ambas llaves (la formada por la grilla y la que conecta el ánodo a masa) deben estar cerradas para que el segmento emita luz. Como acabamos de ver se puede optar por dos juegos de señales para lograr el encendido de los mismos segmentos.

¿Cuál de las disposiciones conviene utilizar? Siempre se utiliza la segunda porque la señal de barrido se puede utilizar para el teclado matricial que explicamos unos números atrás. Recuerde que los pulsadores de entrada se excitaban en barrido para que dieran señales de entradas desfasadas al ser pulsadas. De ese modo se economizaban patas de entrada del rey micro.

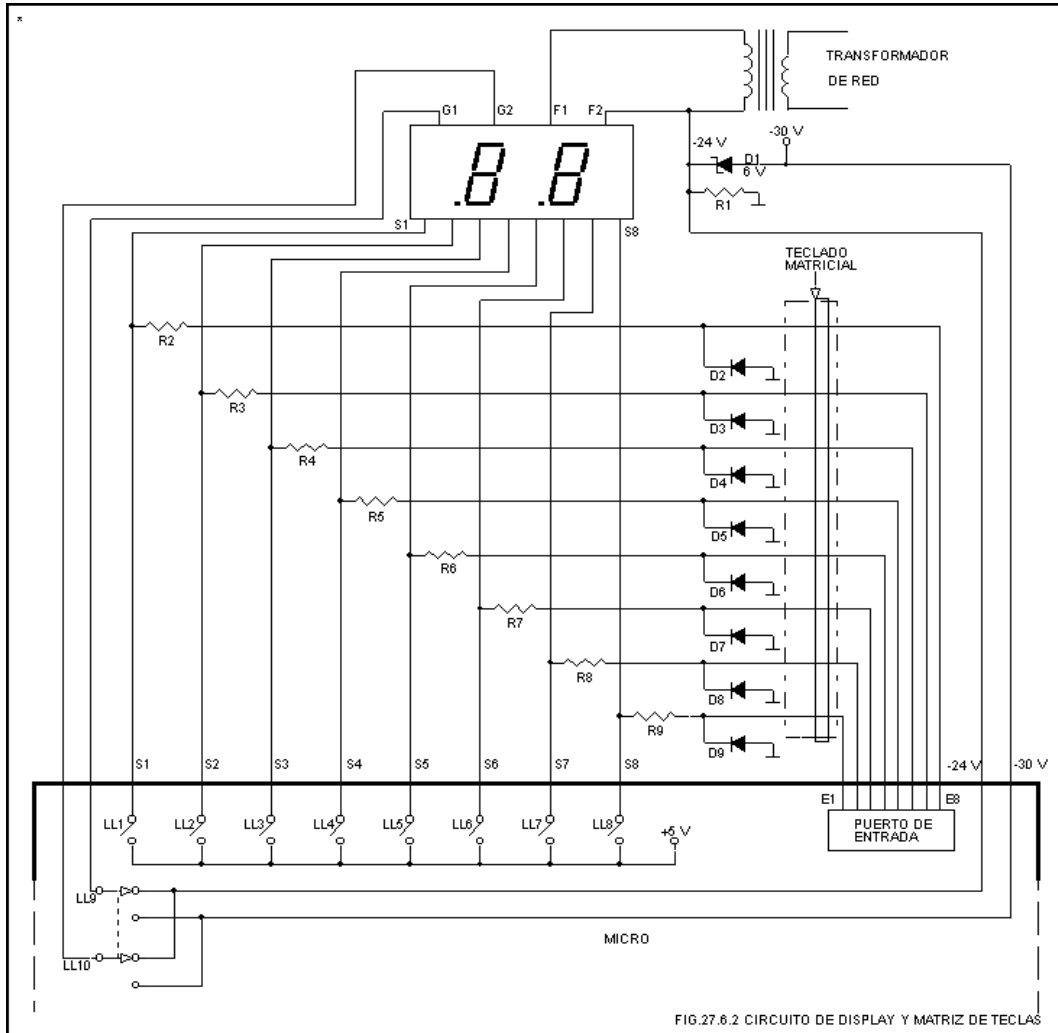
Este doble uso implica un cambio en las llaves de segmentos. En lugar de conectarlas a masa se las conecta a +5V. Ahora una señal de barrido va a tener una forma como la indicada en la figura 27.6.1.



Como vemos, la sección negativa de onda tiene fluctuaciones debido al consumo que realizan otros segmentos sobre la fuente de tensión de cátodo/filamento de 24V. Estas irregularidades no provocan ningún problema si se tiene la precaución de tomar las señales de barrido por intermedio de diodos tal como lo indicamos en la figura 27.6.2.

Observe que a pesar de que las salidas de segmentos tienen tensiones negativas del orden de los 10V, los diodos D2 a D9 recortan y no permiten que la tensión se reduzca por debajo de 0,6V evitan, de ese modo que se dañe el puerto de entrada.

El circuito propuesto no es el único posible, existen otros equivalentes que sólo poseen un diodo por cada segmento conectado con el ánodo hacia el display y el cátodo hacia el puerto. Este sistema conduce los potenciales altos de +5V al puerto de entrada pero se abre con los potenciales negativos.



## 27.7 CONCLUSION FINAL

Así completamos esta serie del rey micro que tan buena acogida tuviera entre nuestros lectores. No puedo agradecer por razones de espacio a cada uno de mis lectores de toda América, que se comunicaron por E-mail para hacerme llegar sus palabras de aliento. Les agradezco y saludo a todos en general.

Antes de terminar este artículo y como al releerlo veo que casi no hay referencia a nuestro querido rey, quiero contarles una anécdota absolutamente verídica de algo que ocurría en la corte de los reyes amigos del rey micro. La corte del rey llegaba a tal extremo de alcahuetería que consideraron que las necesidades fisiológicas



## EL REY MICRO

del rey eran un hecho divino que merecía ser presenciado por la corte.

Cuando el rey tenía alguna necesidad de ese tipo llamaba al “biombero” que prestamente armaba un biombo bajo, alrededor del trono, de manera que era posible observarle la cara al rey pero no su cuerpo. La corte hacía un profundo silencio durante el acto hasta que una sonrisa del rey demostraba la culminación del mismo. Entonces la corte entera aplaudía e irrumpían vítores por la feliz consumación.

Si a Ud. le parece un acto bárbaro pero lo acepta en función de la época en que ocurría, considere que muchos gobernantes democráticos o de facto de la actualidad hacen lo mismo que esos reyes de la Edad Media, sólo que sin usar biombo. Y no les falta una corte de adulones que lo aplauden, vitorean y felicitan como si sus decisiones fueran la panacea universal.