

## 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

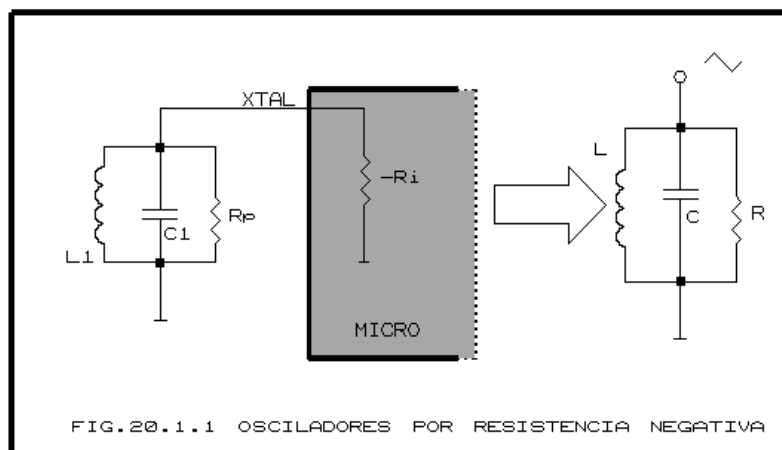
E-mail [picerno@satlink.com](mailto:picerno@satlink.com)

## 20.1 EL DIRECTOR DE LA ORQUESTA

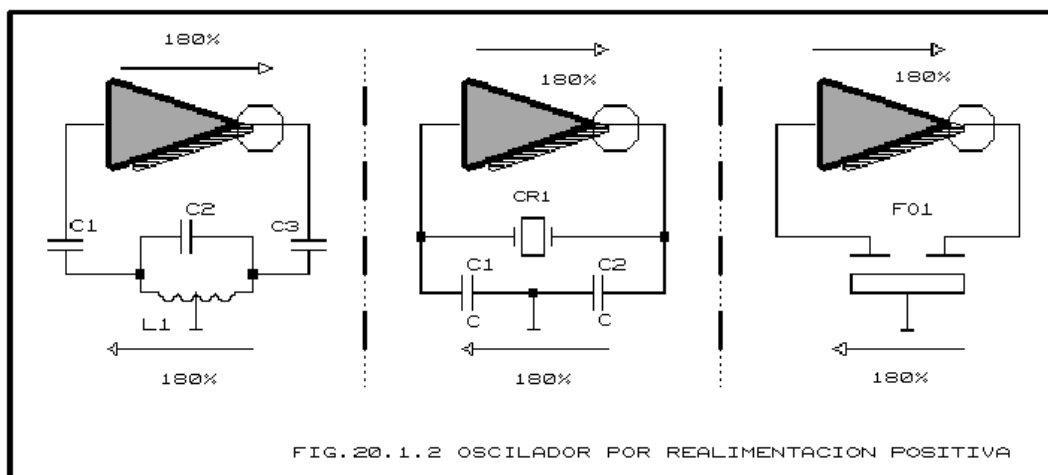
El rey micro es tan ordenado que en su corte todos se mueven al ritmo del director de orquesta. Todo ocurre armoniosamente y nadie se choca porque parecen seguir una coreografía perfecta.

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  $180^\circ$ . 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).

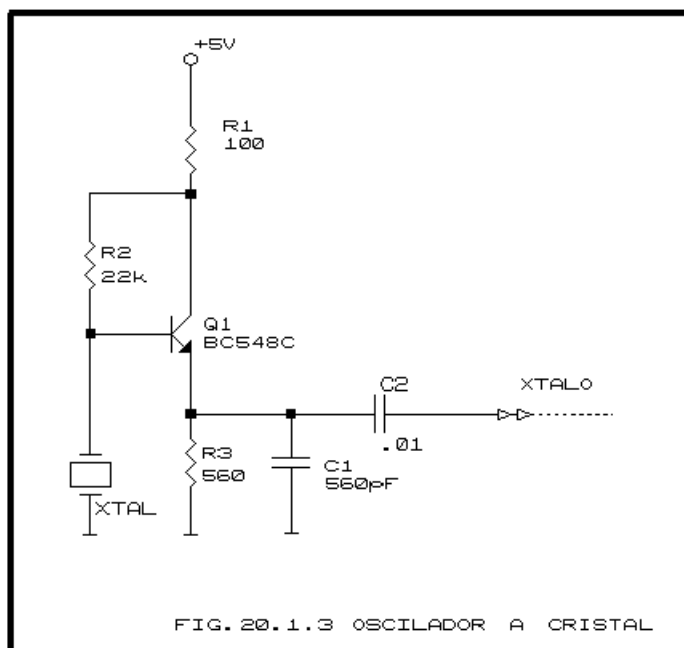
Antes de dejar colocado un cristal de una frecuencia diferente verifique si el reloj del display funciona correctamente. Por lo general, se utiliza el mismo cristal para manejar el reloj horario, pero existen modelos donde el reloj se sincroniza con la frecuencia de red.

¿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.

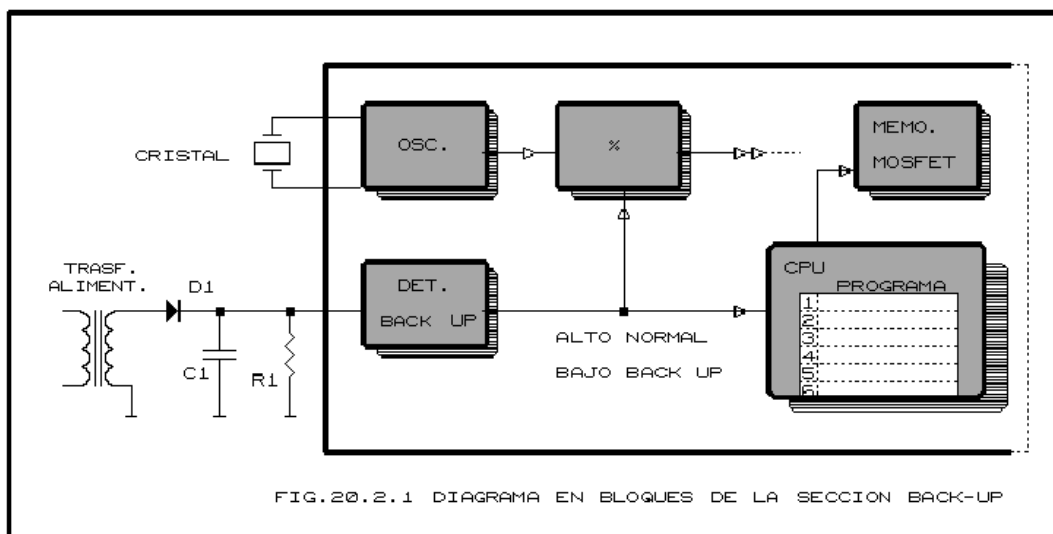
Un microprocesador consume energía en forma pulsátil. En su interior tenemos una cantidad enorme de llaves digitales que constantemente cambian de estado. Cuando las llaves están abiertas consumen una potencia prácticamente nula, cuando están cerradas también, porque sobre ellas hay poca tensión. Entonces ¿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, enganche; suponemos que con respecto al estado de la red de energía).

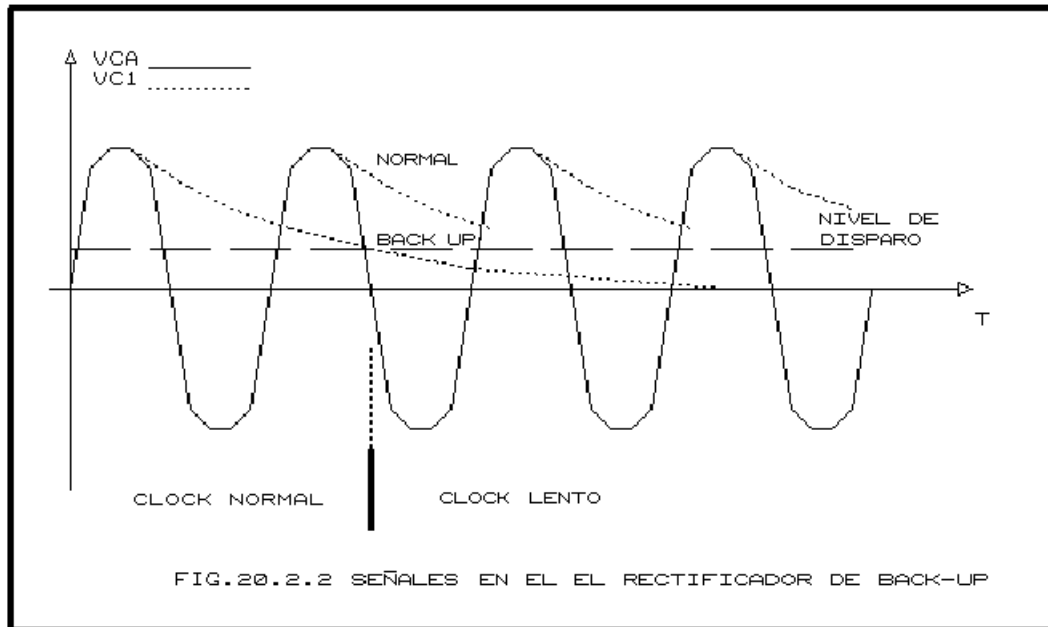
El circuito rectificador es especial por una razón particular. Como primera consideración, no se puede usar la misma fuente de 5V porque tiene capacitores de elevado valor que tardan en descargarse y no permitirían que el microprocesador entre en el programa de BACK-UP en forma sincrónica con el corte.

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.



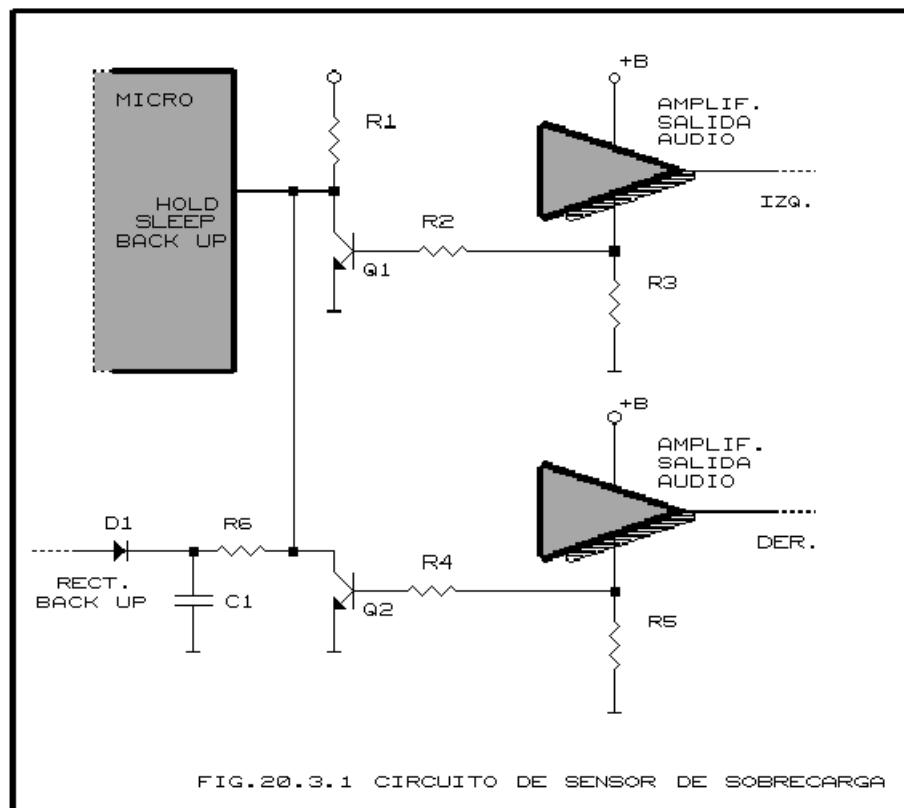
### 20.3 LAS CONDICIONES DE SOBRECARGA

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.