

## 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.

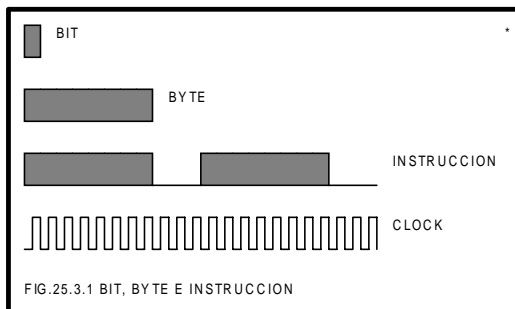
El rey es el único que puede comunicarse con sus súbditos, en este sentido es muy poco democrático, las comunicaciones entre los súbditos están prohibidas. Esto es lógico, porque solamente él puede tomar decisiones.

Un microprocesador real tiene establecido un protocolo similar al descripto. 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

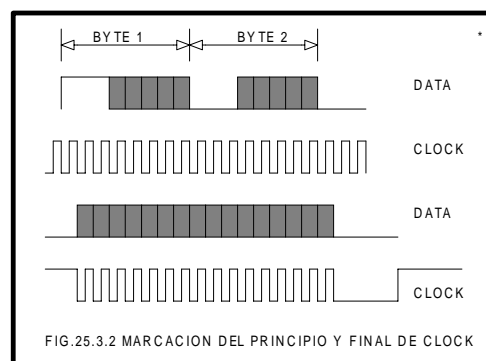
En el orden jerárquico de las comunicaciones digitales primero está el bit (unidad de información 1 ó 0) luego el bite o palabra (conjunto de bits) y, por último, una “instrucción”, que es un conjunto de palabras o bites. Ver figura 25.3.1.



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

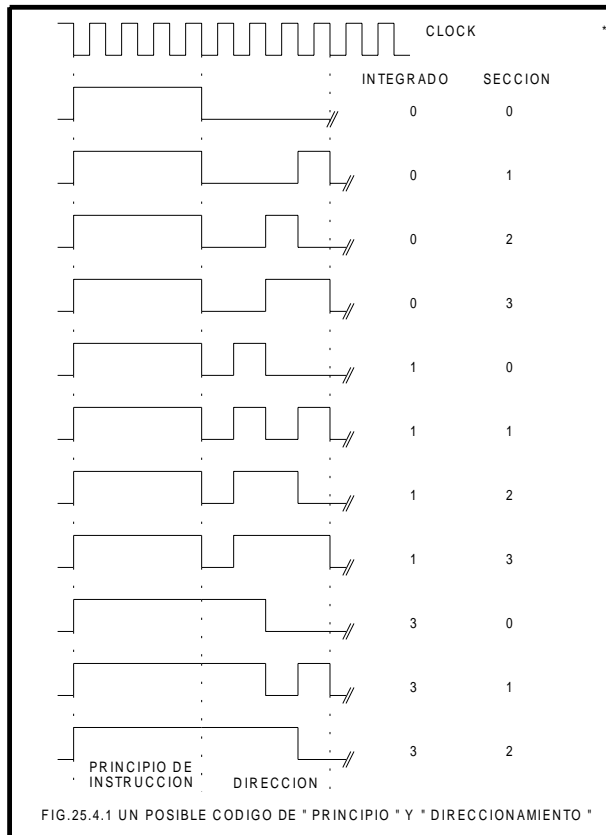
La instrucción todavía no comenzó, recién ahora se puede pensar que el microprocesador tiene en línea la etapa que quiere instruir, para que realice una determinada función.

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.