

# MÓDULO PARA LA INTEGRACIÓN PROGRESIVA DE TODAS LAS PRÁCTICAS DE ELECTRÓNICA DIGITAL EN UNA APLICACIÓN COMÚN

*Elena Gadea Morant, Eduardo Garcia Breijo, Luis Gil Sánchez y Javier Ibáñez Civera*

*Dto. Ingeniería Electrónica. Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Diseño.  
Universidad Politécnica de Valencia. egarciab@eln.upv.es*

## RESUMEN

Tradicionalmente, en la asignatura de Electrónica Digital, se han planteado las prácticas como bloques aislados relacionados únicamente con el tema teórico asociado. El alumno realizaba la práctica sobre el conocimiento adquirido en teoría y ya no volvía a utilizar dicho conocimiento a lo largo de la asignatura. Con el módulo integrado se ha querido dar un enfoque general a las prácticas, de tal forma que ya no es un conjunto de módulos sueltos sino un conjunto de módulos integrados en un proyecto general; de esta forma el alumno está continuamente revisando materia a la vez que trabaja las prácticas desde una perspectiva real y en conjunto. El módulo consiste en un control de un motor de corriente continua.

## 1. INTRODUCCIÓN

La asignatura de Electrónica Digital forma parte del título de Ingeniero Técnico Electrónica Industrial. Es una asignatura de segundo curso, cuatrimestral con 6 créditos distribuidos en 3 créditos de teoría y 3 de prácticas.

Los principios básicos de esta asignatura se dan en Tecnología Electrónica de primer curso. En esta asignatura se imparten 2 temas de Electrónica Digital: Introducción a la Electrónica Digital y Álgebra de Boole, Puertas Lógicas y Circuitos Lógicos Combinacionales, con sus correspondientes prácticas. Con estos dos temas el alumno aprende los principios de la electrónica digital y es capaz de afrontar el temario de la asignatura de segundo curso. Las prácticas de estos dos temas se realizan por el método tradicional sobre placa de montaje, además pueden utilizar un simulador lógico (WINBREADBOARD) de características muy similares a la práctica real.

Con esta base el alumno afronta la asignatura de segundo curso. La distribución del temario en esta asignatura se muestra en la tabla I.

	<b>Tema</b>	<b>Horas</b>
<b>1</b>	<b>Familias Lógicas</b>	8
<b>2</b>	<b>Biestables. Circuitos de Reloj</b>	8
<b>3</b>	<b>Registros Desplazamiento</b>	4
<b>4</b>	<b>Contadores.</b>	4
<b>5</b>	<b>Sistemas Secuenciales Síncronos.</b>	8
<b>6</b>	<b>Dispositivos Lógicos Programables</b>	8
<b>7</b>	<b>Memorias Electrónicas.</b>	4
<b>8</b>	<b>Introducción a Microprocesadores</b>	4
<b>9</b>	<b>PIC</b>	12

Tabla I

El primer tema (Familias Lógicas) es una introducción al mundo de los circuitos digitales y sus acoplamientos de entrada salida tanto con otros circuitos digitales como con elementos analógicos (sensores, transistores, relés, etc). Al ser el primer tema y dada su naturaleza, las prácticas se realizan siguiendo el método tradicional con montaje sobre placa.

El segundo tema es el primer contacto con sistemas secuenciales y circuitos de reloj, de tal forma que esta segunda práctica también está planteada por el método tradicional con montaje de placa.

Estas dos prácticas se apoyan en el simulador WINBREADBOARD (figura 1) de tal forma que el alumno pueda prepararlas en casa.

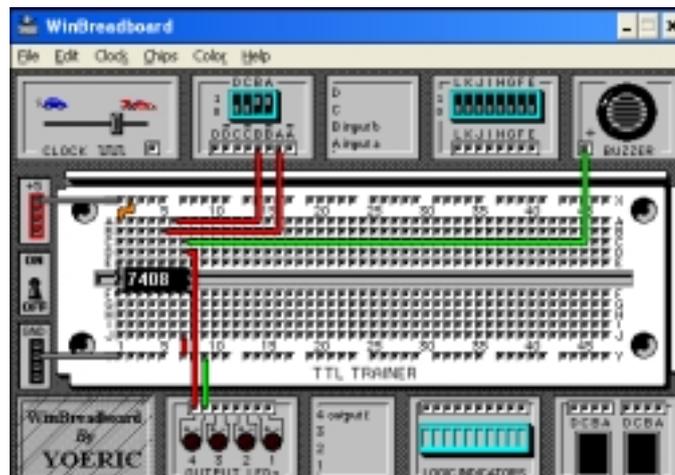


Figura 1

Las prácticas de los siguientes temas (3 a 7) de la asignatura se realizarán fundamentalmente dentro de un diseño que recoge una típica aplicación industrial: El Control de la velocidad y giro de un motor de corriente continua. De esta forma, se relacionan los contenidos teóricos con el mundo industrial y sirve de introducción al desarrollo de un proyecto electrónico de cierta envergadura.

Por último, en la práctica del tema 9 se simplifica dicho proyecto mediante la utilización de un PIC.

En la tabla II se muestra la distribución de prácticas.

PRÁCTICA	NOMBRE	TEMA TEORIA
1	Control de iluminación con LDR	1
2	Introducción a Biestables y astables	2
<b>CONTROL DE VELOCIDAD DE UN MOTOR C.C.</b>		
3	Control de Teclado Matricial	3
4	Tacómetro Digital	4
5	Sistema de Control de Motor	5
6	Control de Motor con PWM	6
7	Almacenamiento de datos	7
8	PIC: aplicación al proyecto	9

Tabla II.

## 2. MÓDULO DE PRÁCTICAS INTEGRADO

El diseño del módulo de prácticas se ha dividido en bloques; cada uno de ellos corresponde con el contenido de un tema de la asignatura y corresponde a una práctica, que se puede dividir en dos partes: una inicial dedicada a realizar varios montajes para madurar los contenidos de tema de teoría y otra parte específica de una de las partes del diseño.

El diseño consiste en un sistema que controla la velocidad y giro de un pequeño motor de corriente continua (c.c.). El usuario establece previamente 16 datos de velocidad dentro de un rango de 10 niveles (de 0 a 9), desde motor parado a velocidad máxima. Los 16 datos de la velocidad se introducen por un teclado y se almacenan en una memoria RAM.

Una vez realizada esta programación, el usuario da la orden de funcionamiento (Volcado) y los datos son leídos automáticamente de la memoria en intervalos de 10 segundos; el valor del dato se aplica a un controlador PWM (modulación por ancho de pulso) que determina la velocidad del motor. También se puede modificar el sentido de giro. El proceso es cíclico, es decir una vez volcada la última velocidad vuelve a empezar por la primera.

Todo el sistema está gobernado por un bloque que actúa como control de cada uno de los procesos que intervienen en el proyecto.

Como elemento adicional, existe un tacómetro que mide la velocidad del motor.

El esquema general se muestra en la figura 2.

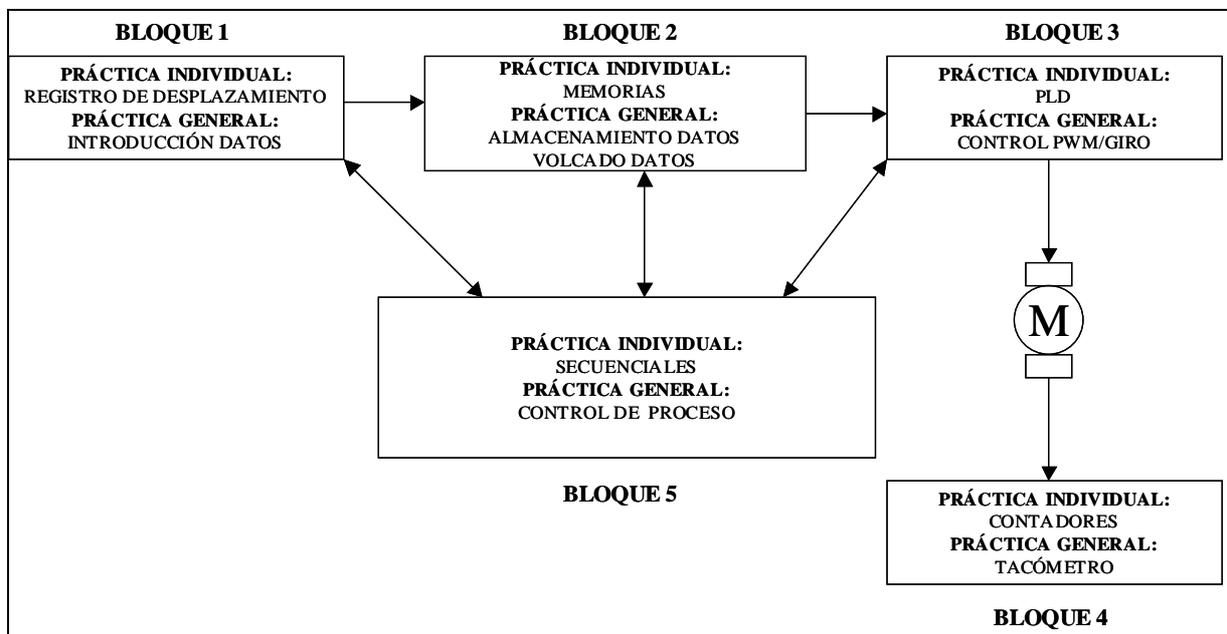


Figura 2.

### BLOQUE 1

Corresponde a la **práctica 3** sobre registros de desplazamientos y al sistema de introducción de datos y giro del diseño general.

- ✓ En cuanto a la práctica de registros se estudian las distintas configuraciones de un registro de desplazamiento universal y una aplicación como contador en anillo que permite leer las teclas pulsadas en un teclado de 12 teclas.
- ✓ En el diseño general este bloque es el que permite introducir los valores de velocidad (de 0 a 9) y el sentido de giro.

## **BLOQUE 2**

Corresponde a la **práctica 7** sobre memorias y al sistema de almacenamiento y volcado de datos del diseño general.

- ✓ En cuanto a la práctica de memoria se estudia el proceso de escritura y lectura de datos en una memoria RAM.
- ✓ En el diseño general este bloque es el encargado de guardar los datos que se suministran por teclado y volcarlos al siguiente bloque mediante control de usuario. El bloque consta de un sistema que permite volcar los datos en intervalos de 10s.

## **BLOQUE 3**

Corresponde a la **práctica 6** sobre dispositivos lógicos programables y al sistema de control PWM y giro del diseño general.

- ✓ En cuanto a la práctica de PLD se estudia el lenguaje de programación OrCAD PLD y la programación de PLD.
- ✓ En el diseño general este bloque es el encargado de generar una señal PWM conforme al dato que está siendo volcado y controlar un puente de transistores MOS encargados de hacer funcionar el motor de c.c.

## **BLOQUE 4**

Corresponde a la **práctica 4** sobre contadores y a un tacómetro del diseño general.

- ✓ En cuanto a la práctica de contadores se estudian las distintas configuraciones de un contador individual o en cascada.
- ✓ En el diseño general este bloque es el encargado de medir la velocidad del motor, mediante un optoacoplador reflexivo.

## **BLOQUE 5**

Corresponde a la **práctica 5** sobre diseño de sistemas secuenciales síncronos y a un control de procesos del diseño general.

- ✓ En cuanto a la práctica de secuenciales síncronos se diseña mediante biestables JK un sistema secuencial.

- ✓ En el diseño general este bloque es el encargado recibir todas las entradas de control del resto de bloques y de suministrar salidas de control a dichos bloques, de tal forma que el sistema esté gobernado según la secuencia programada.

En figura 3 se puede observar la distribución de señales del control de procesos con respecto al resto de bloques del sistema.

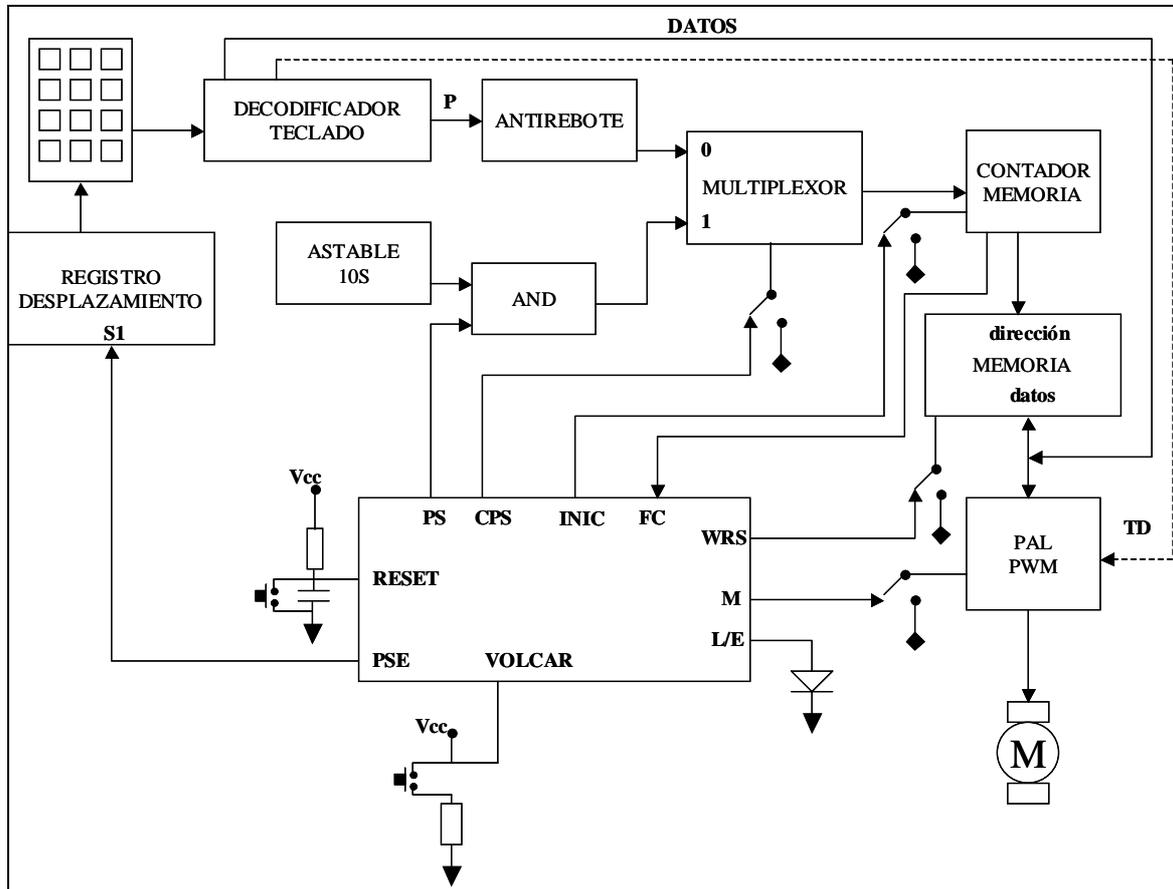


Figura 3.

La placa de circuito impreso está dividida según los bloques y permite funcionar tanto con un bloque de forma aislada o con todo el conjunto de bloques del sistema. En caso de trabajar con un bloque aislado es necesario que no se vea interferido por las señales procedentes de los otros bloques, para ello se han colocado diversos conmutadores en forma de puente que permite la conexión o aislamiento de los bloques. Los puentes de esta placa tienen dos posiciones: Modo Manual (**MM**) para trabajar con un solo bloque y Modo Automático (**MA**) para trabajar con todo el conjunto.

En esta práctica el alumno se puede apoyar en el programa de diseño de sistemas síncronos secuenciales BOOLE-DEUSTO (figura 4)

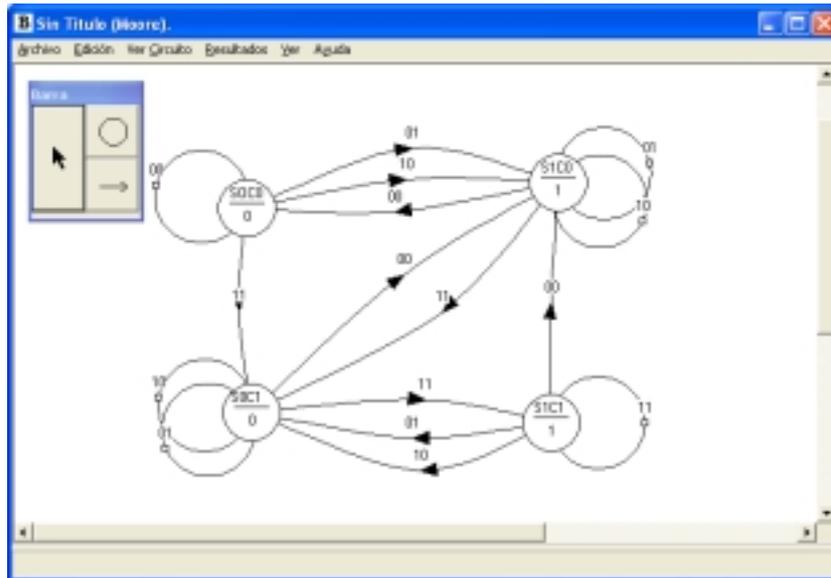


Figura 4.

En la figura 6 se muestra la distribución de prácticas en la placa, se observa como los componentes están ya colocados en la placa; en algunos bloques se debe realizar las conexiones entre componentes (bloque 4 y 5, Contadores y Sistemas Secuenciales) y otros casos ajustar conmutadores (bloques 1 y 2, Registros y Memorias). En el bloque 3 se deberá programar el dispositivo PAL.

Al inicio de cada parte de cada práctica se indica la posición de cada conmutador y cada puente que afecte al bloque en cuestión. Se facilita al final de cada tema un plano con el circuito detallado del bloque. Es necesario que se siga cada conexión y que se comprenda su funcionamiento.

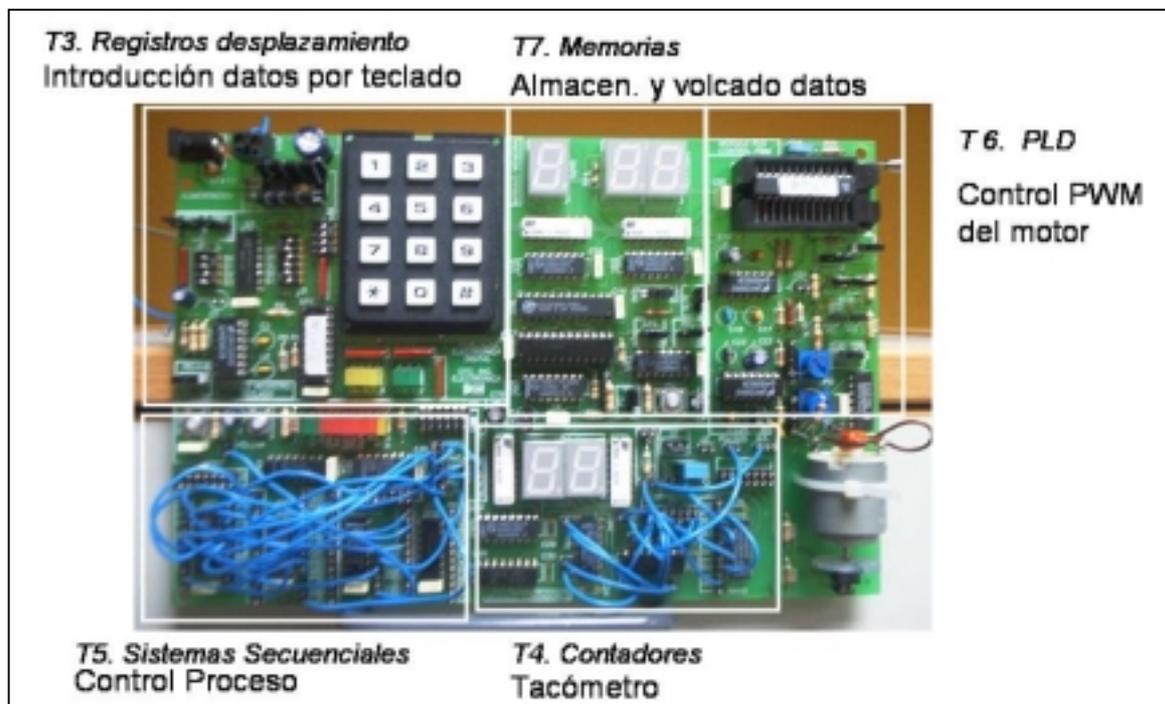


Figura 6

### 3. PRÁCTICAS DEL PIC

El último bloque de prácticas se basa en el microcontrolador PIC. Este bloque se divide en dos partes: una prácticas cortas de programación y una práctica final con montaje.

Las prácticas cortas se utilizan para que el alumno adquiriera los conocimientos básicos de programación del PIC necesarios para preparar la práctica final. Para su desarrollo se utiliza el programa MPLAB IDE de MICROCHIP (figura 7) y el simulador MICROPLAY de BUBBLE SOFTWARE (figura 8).

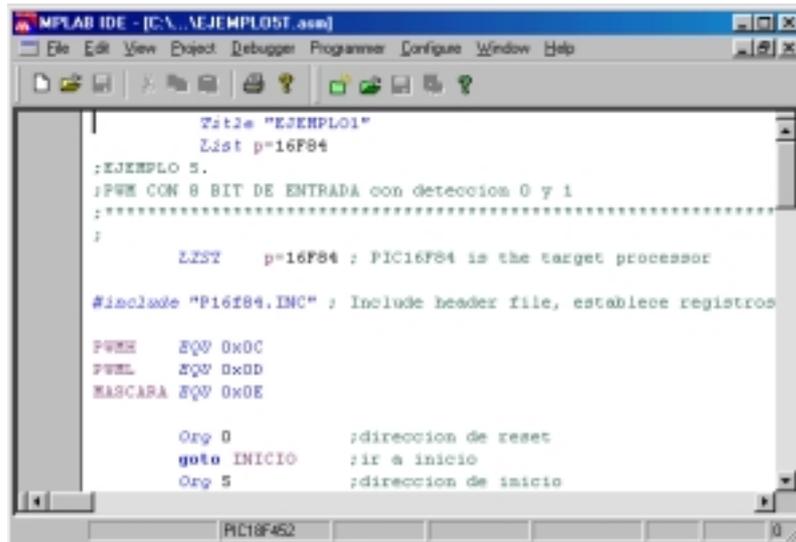


Figura 7.

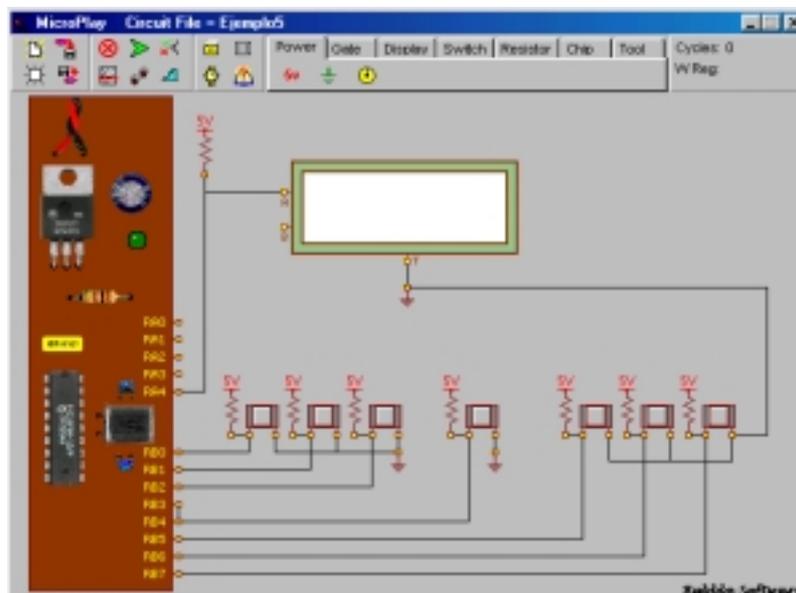


Figura 8.

La práctica final del PIC se realiza sobre una placa de programación en serie desarrollada para tal fin (figura 9). La práctica consiste en simplificar el diseño realizado anteriormente, es decir controlar la velocidad de un motor de c.c., basándose en unos datos de entrada, con el fin de comprender las ventajas que aportan los microcontroladores. Fundamentalmente consiste en introducir en el PIC, los datos de velocidad mediante un bus de

8 bits y obtener una señal PWM y, a ser posible, controlar la dirección de giro mediante un puente de MOSFET.



Figura 9.

Para programar el PIC se debe conectar un cable serie del puerto COM1 o 2 del PC al conector DB9 de la placa. La programación se realiza mediante el programa ICProg (figura 10). Existe un microinterruptor para realizar un RESET en cualquier momento, por otra parte, la frecuencia de trabajo es de 50KHz. La placa está preparada para trabajar en otras aplicaciones, para ello se suministra una regleta de conexión con todas las señales necesarias.

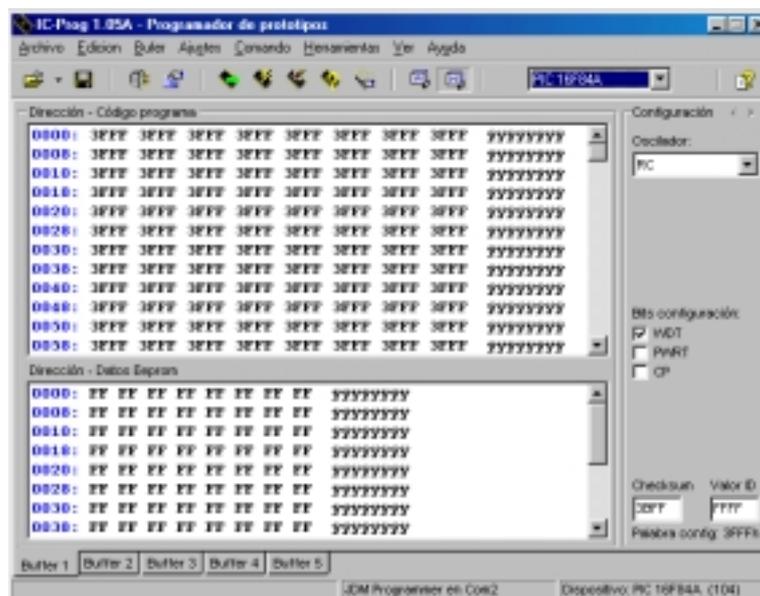


Figura 10.

#### 4. CONCLUSIONES

En la presente comunicación se ha desarrollado un método para realizar las prácticas de Electrónica Digital. Con este método se busca que las prácticas posean las siguientes cualidades

- Plantear un proyecto “real” que acerca al alumno las aplicaciones industriales de la electrónica, de esta forma el alumno se suele encontrar más motivado.

- Es un proyecto completo porque incluye todos los conocimientos adquiridos a lo largo de la asignatura.
- Aumenta progresivamente la dificultad de las prácticas hasta obtener un sistema complejo.
- Ofrece una visión integradora de los distintos subsistemas digitales.

Realizando estas prácticas se consigue además:

- Que el alumno aprenda a leer y entender esquemas electrónicos.
- Que el alumno aprenda a localizar y entender los *data sheet* de los componentes.
- Que el alumno aprenda a manejar placas de circuito impresos y a localizar componentes.
- Que no pierda el “carácter manual” de las prácticas introduciendo módulos con cableados.