

TARJETA DE VOLTÍMETRO DIGITAL PARA PRÁCTICAS CON PLDs

C. ORRITE, L.A. BARRAGÁN Y J.I. ARTIGAS

Departamento de Ingeniería Electrónica y Comunicaciones. Centro Politécnico Superior. Universidad de Zaragoza. María de Luna 3, 50015 Zaragoza. España.
e-mail: corrite@posta.unizar.es

Este trabajo presenta una tarjeta versátil y de bajo coste (menos de 3.000 ptas. con todos los componentes incluidos) que se ha utilizado en las prácticas de laboratorio de asignaturas de electrónica digital, en distintas titulaciones de Ingeniería. La tarjeta implementa un voltímetro digital que recibe una señal analógica de entrada comprendida entre 0 y 5V, y representa dicho valor con una precisión de décima de voltio en dos visualizadores de 7 segmentos. Asimismo, en este trabajo se describen las prácticas de laboratorio que se pueden realizar utilizando la tarjeta.

1. Introducción

Para la realización de prácticas con PLDs, es interesante disponer de equipos que permitan trabajar con circuitos de cierta complejidad, que sean atractivos para el alumno y que se puedan realizar en el poco tiempo disponible. En este trabajo se presenta una tarjeta que implementa un voltímetro digital. La tarjeta contiene un conversor A/D de 8 bits, una GAL22V10, una memoria EPROM que almacena la tabla de conversión de código y dos visualizadores donde se muestra la tensión con una precisión de décima de voltio. Con esta tarjeta se pueden proponer varias prácticas al alumno dependiendo del tiempo disponible y de los conocimientos de éste. A continuación se describe la tarjeta y algunas de las posibles prácticas propuestas a los alumnos, para ilustrar la versatilidad de un montaje tan sencillo y barato como éste. En [1] se puede encontrar una descripción más detallada de la tarjeta.

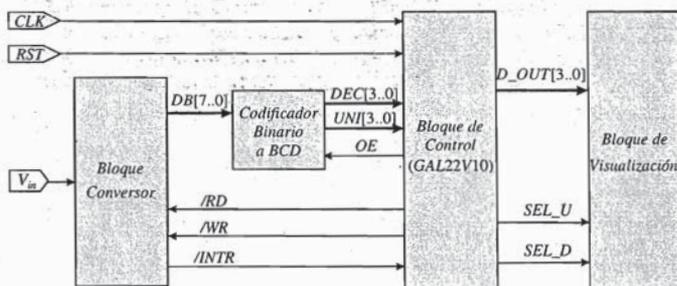


Figura 1: Diagrama de bloques del voltímetro digital

2. Descripción de la tarjeta

El circuito de la tarjeta se divide en los cuatro bloques representados en la figura 1. Un primer bloque se encarga de la conversión de la señal analógica en valores digitales. La señal

análoga es una tensión con un valor comprendido entre 0 y 5V, pudiéndose modificar mediante un potenciómetro. El valor digital obtenido, una vez convertido al formato adecuado mediante un bloque codificador de binario a BCD y multiplexado, pasa a un bloque de visualización donde se mostrará el valor de la tensión en dos visualizadores de 7 segmentos.

El conversor A/D utilizado, el ADC0804, es un conversor de aproximaciones sucesivas que requiere de una señal de reloj para su funcionamiento. El propio conversor dispone de un circuito generador de reloj, cuya frecuencia viene fijada por una resistencia y un condensador externos. Posee tres entradas de control, /CS, /WR y /RD, y una salida /INTR, que facilitan su interconexión. La figura 2 muestra el cronograma de funcionamiento del conversor.

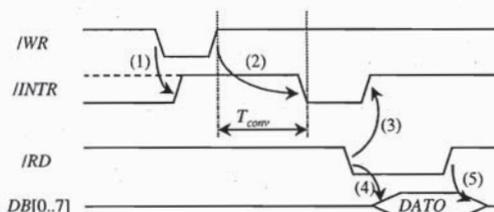


Figura 2: Cronograma del control del conversor

La figura 3 representa el esquemático del conversor junto con la EPROM y el registro paralelo/paralelo (74HC573), necesario para evitar que mientras el conversor se encuentra en proceso de conversión se visualicen datos erróneos. Los 8 bits de salida del ADC se utilizan como entrada en la parte baja del bus de direcciones de la memoria EPROM 27C256. La memoria implementa una función combinatorial de conversión de código, de tal manera que, para una dirección dada (A7-A0), los cuatro bits más significativos de la salida de datos de dicha memoria representan los voltios (UNI) y los cuatro menos significativos las décimas de voltio (DEC).

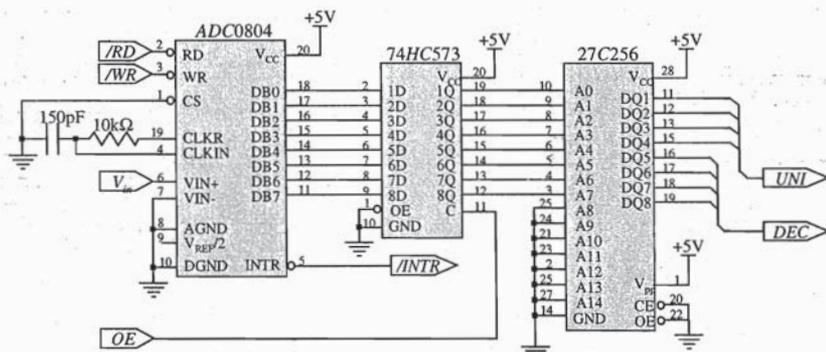


Figura 3: Conversor A/D junto con bloque codificador

En la tarjeta únicamente disponemos de un decodificador de BCD a 7 segmentos. Las salidas de la memoria (07-00) se conectan a la GAL22V10 que realiza la multiplexación correspondiente entre las 8 salidas de la memoria y las cuatro entradas del decodificador. Las salidas SEL_D, SEL_U de la GAL sirven para activar adecuadamente el cátodo común de los dos visualizadores (figura 4). Además, la GAL debe generar las señales /WR y /RD del ADC.

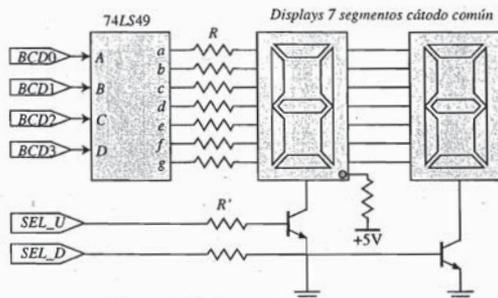


Figura 4: Bloque de visualización

3. Prácticas propuestas

Durante la práctica, el alumno tiene que describir en ABEL o en VHDL el circuito secuencial síncrono que ha de implementarse en la GAL22V10 para hacer funcionar el voltímetro digital según lo explicado en el apartado anterior. Asimismo, en función de la duración de la práctica, tiene que generar la tabla de conversión de código que debe almacenarse en la memoria EPROM. El listado de la figura 5 es una posible implementación, en lenguaje ABEL, del diseño propuesto, en donde se han codificado los estados de forma que las variables de estado coinciden con salidas de control.

```

module voltmetro
title 'voltímetro digital';
volt device 'p22v10';

* Entradas
CLK, RST      pin 1,2;
D0,D1,D2,D3   pin 3,4,5,6;
D4,D5,D6,D7   pin 7,8,9,10;
nINTR         pin 11;

* Salidas
Y0,Y1,Y2,Y3   pin 22,21,20,19;
OE,nWR,nRD    pin 23,17,16;
SEL_D,SEL_U   pin 15,14;

* Definiciones
D_DEC = [D3,D2,D1,D0];
D_UNI = [D7,D6,D5,D4];
D_OUT = [Y3,Y2,Y1,Y0];
ESTADO = [nWR, OE];
INI = [0, 0];
CONV = [1, 0];
FIN = [1, 1];
XXX = [0, 1];

state_diagram ESTADO
state INI;
goto CONV;
state CONV;
if (nINTR==0) then FIN
else CONV;
state FIN;
goto INI;
state XXX;
goto INI;

equations
nRD = !OE;
SEL_D := !SEL_D;
SEL_U := SEL_D;
when (SEL_D==1) then
D_OUT = D_DEC;
else D_OUT = D_UNI;

nWR.clk = CLK; OE.clk = CLK;
SEL_U.clk = CLK; SEL_D.clk=CLK;
nWR.re = RST; OE.re = RST;
SEL_U.re = RST; SEL_D.re = RST;

end voltmetro;

```

Figura 5: Listado ABEL

4. Conclusiones

La figura 6 muestra la tarjeta de circuito impreso. La GAL22V10 y la EPROM se insertan en sendos zócalos ZIF una vez que han sido programadas. Esta tarjeta se ha usado con gran aceptación por parte de los alumnos en prácticas de laboratorio de asignaturas de electrónica digital en las titulaciones de Ingeniería Industrial, Ingeniería de Telecomunicación e Ingeniería Informática.

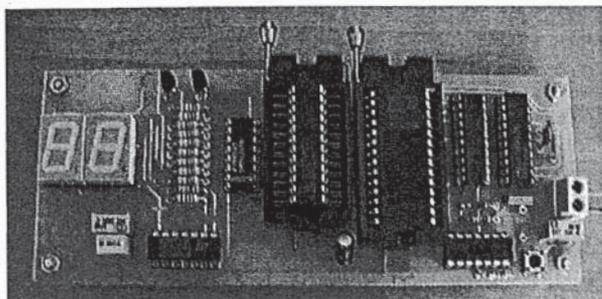


Figura 6: Tarjeta del voltímetro digital

Cada grupo, formado por dos alumnos, dispone de un PC durante toda la práctica. Durante la práctica los alumnos tienen que realizar todos los pasos del proceso de diseño con PLDs: describir textualmente el circuito en HDL, compilar el diseño, simular para comprobar el funcionamiento y generar el archivo de fusibles JEDEC. Como HDLs se han utilizado ABEL con el entorno *DesignDirect* de Vantis [2], y VHDL con el entorno *WARP2* de Cypress [3].

Con ese archivo se graba la GAL mediante un grabador universal conectado a un ordenador dedicado. Todos los ordenadores están conectados en red, con la facilidad que ello supone para la transferencia de archivos. Con la GAL ya grabada se verifica el funcionamiento en alguno de los puestos disponibles con la tarjeta descrita. Para turnos de 15 grupos de prácticas, es suficiente con disponer de 2 tarjetas, puesto que la mayoría del tiempo se dedica en editar y depurar los diseños en los ordenadores. De esta forma, con una inversión muy reducida se pueden realizar unas prácticas de PLD interesantes y vistosas para el alumno.

Referencias

- [1] J.I. Artigas, L.A. Barragán, C. Orrite. *Aplicaciones y Problemas de Electrónica Digital*. Prensas Universitarias de Zaragoza (Colección Textos Docentes, 69), Zaragoza, 1999.
- [2] Lattice Semiconductor, <http://www.latticesemi.com>.
- [3] Cypress Semiconductor, <http://www.cypress.com/cypress/prodgate/tool/uni.html#FreeWarp2>.