

Diseño de un Modulo de Propiedad Intelectual basado en FPGA para el manejo de Display LCD gráfico y táctil

Albán Núñez Cristóbal; Jiménez Chávez Michael; Ponguillo Ronald MSIG.
Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación
Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL)
Campus Gustavo Galindo, Km 30.5 vía Perimetral
Apartado 09-01-5863. Guayaquil-Ecuador
Email: calban@fiec.espol.edu.ec
Email: mjimenez@fiec.espol.edu.ec
Email: rponguil@espol.edu.ec

Resumen

El presente trabajo se basa en la creación de un módulo para el control de pantalla táctil y LCD utilizando la tarjeta DE2 con FPGA Cyclon II EP2C35F672C6.

Entre los componentes a considerar para su funcionamiento se tienen la pantalla táctil, GLCD (GRAPHIC LCD), convertidores analógicos a digitales y circuito para lectura de pantalla.

La aplicación permite dibujar una figura en la pantalla y guardar la información en la tarjeta (DE2) por medio de dos botones en la pantalla GLCD.

Mediante los botones guardar y ver, se permite al usuario registrar la información y observar el contenido previamente almacenado.

En este artículo se describen los componentes utilizados para el proyecto, la descripción de cada uno, junto con sus respectivas gráficas y comportamiento.

Se hace un análisis de la programación, diagrama ASM y un esquema general de la aplicación utilizada.

Por último se encuentra la implementación junto a sus resultados y observaciones que se tuvieron a lo largo del desarrollo del proyecto.

Palabras Claves: Tarjeta DE2 con FPGA Cyclon II EP2C35F672C6, GLCD (GRAPHIC LCD).

Abstract

This paper is based on the creation of a control module and LCD touch screen using DE2 board with Cyclone II FPGA EP2C35F672C6.

The components to consider for its operation have touchscreen GLCD (GRAPHIC LCD), analog to digital converters and circuit for screen reading.

The application allows you to write a figure on the screen and save the information on the board (DE2) by two softkeys GLCD.

Using the buttons save and view, allow the user to observe and record the information previously stored.

This article describes the components used for the project, a description of each, along with their graphs and behavior.

An analysis of programming, ASM chart and an overview of the application used.

Finally there is the implementation with results and observations that were taken during development of the project.

Keywords: DE2 Board with Cyclon II FPGA EP2C35F672C6, GLCD (GRAPHIC LCD).

1. Introducción

El desarrollo o la construcción de un edificio no termina con la puesta en marcha del mismo, el cliente por lo general desea una forma de poder controlar ya sea cada habitación en cada piso, o mantenerse informado constantemente de los sensores de luz, agua y ambiente, el complemento de estos controles hacen que el usuario dueño del edificio se sienta más seguro y capaz de controlar todo tan solo con la palma de su mano.

Este trabajo pretende ser una herramienta para ver las virtudes y facilidades que se pueden obtener a partir del manejo de una pantalla táctil con un GLCD siendo uno de los primordiales complementos la DE2 que permite el procesamiento de toda la información.

Así mismo permite ser una base para el funcionamiento e implementación de una infinidad de aplicaciones usando las herramientas mencionadas con anterioridad.

2. Análisis de los componentes del módulo para el IP Core

2.1. Pantalla Táctil

Un panel táctil resistivo está compuesto por dos láminas rígidas transparentes, formando una estructura “sándwich”, que tienen una capa resistiva en sus caras internas. La resistencia de estas capas no excede normalmente de 1Kohm.

Los lados opuestos de las láminas disponen de contactos para acceder a un cable plano. El procedimiento para determinar las coordenadas de la posición del panel que ha sido presionada puede dividirse en dos pasos. El primero es la determinación de la coordenada X y el segundo el de la coordenada Y del punto.

Para determinar la coordenada Y, es preciso conectar el contacto derecho de la superficie X a masa y el contacto izquierdo de la fuente de alimentación, como se muestra en la Figura 1.

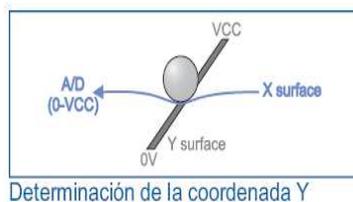


Figura 1. Determinación de Coordenada Y

Esto permite obtener un divisor de tensión presionando el panel táctil. El valor de la tensión obtenida en el divisor se puede leer en el contacto inferior de la superficie Y. La tensión variará en el rango de 0 V a la tensión suministrada por la fuente de alimentación y depende de la coordenada X.

Si el punto está próximo al contacto izquierdo de la superficie X, la tensión estará próxima a 0 V. Para la determinación de la coordenada Y, es preciso conectar el contacto inferior de la superficie Y a masa, mientras que el contacto superior se conectará a la fuente de alimentación.

En este caso, la lectura de la tensión se hará en el contacto izquierdo de la superficie X. En la Figura 2 se muestra la Estructura Interna del Panel Táctil.

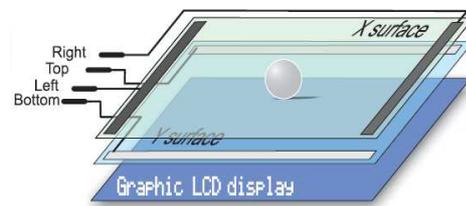


Figura 2. Estructura Interna del Panel Táctil

2.2. GLCD

El diagrama de la Figura 3 muestra las dimensiones del GLCD. Se debe tomar en consideración la posición que debe tener la pantalla para poder determinar sus coordenadas en X e Y.

Las especificaciones del tamaño de cada pixel también se encuentran adjuntas, ya que al momento de graficar se debe calibrar en este caso el grosor del punto al momento de ser presionado sobre la pantalla táctil.

Las dimensiones, el grosor y el contorno de cada figura y de las líneas deben ser especificadas en la programación para poder tener una mejor visión de los objetos en la pantalla.

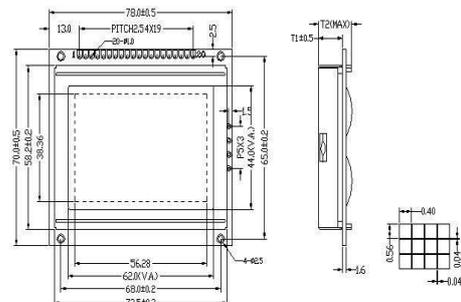


Figura 3. Diagrama general del LCD

En la Figura 4 se muestra la distribución de coordenadas y puntos en la GLCD está determinada por sus dos caras, cada una con una dimensión de 64 x 64, las cuales a su vez se encuentran divididas en 8 páginas de arriba hacia abajo, cada página tiene un alto de 8 bits y son los que se encienden o se apagan dependiendo de los datos que se les envíen.

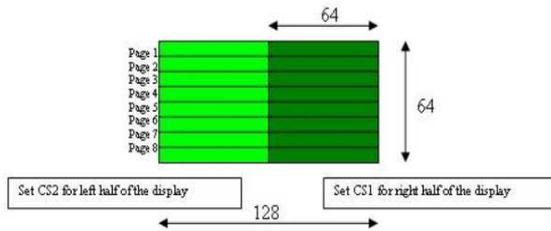


Figura 4. Distribución de bits dentro del GLCD

2.3. Diagrama de bloques de la GLCD

En el diagrama de bloques se muestra un poco el comportamiento del GLCD. Se tiene los IC1 e IC2 que son los que indican las caras del GLCD sobre la cual se va a dibujar, estos son activados mediante los pines CS1 y CS2, siendo así el IC1 para la parte derecha y el IC2 para la parte izquierda del GLCD.

Al ser la pantalla gráfica de una dimensión de 128 x 64, tanto el lado derecho como el izquierdo de la pantalla están divididos cada una en 64 x 64 bits, como se muestra en la Figura 5.

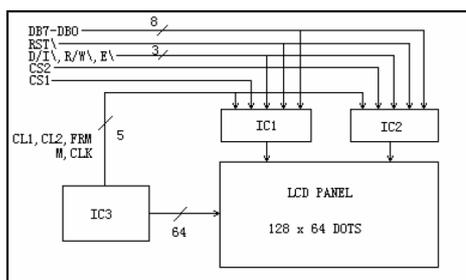


Figura 5. Diagrama de Bloques del GLCD

2.3.1 Pines de Conexión GLCD

En la Tabla 1 se muestran los pines de Conexión que el GLCD posee y se describe cada una de las características de las mismas.

Tabla 1. Pines de Conexión

| No. PIN | Símbolo | Función |
|---------|---------|------------------------------|
| 1 | /CS1 | Chip para seleccionar al IC1 |
| 2 | /CS2 | Chip para seleccionar al IC2 |
| 3 | VSS | Tierra |
| 4 | VDD | Alimentación |
| 5 | Vo | Ajuste Contraste |
| 6 | RS | Selección de Registro |
| 7 | RW | Señal R/W |
| 8 | E | Enable |
| 9-16 | DB0-DB7 | Bus de datos |
| 17 | RST | Señal de Reset |
| 18 | VEE | Voltaje negativo |
| 19 | LED + | |
| 20 | LED - | |

2.4. Circuito para lectura de pantalla táctil

Para conectar un panel táctil a la DE2, es preciso crear un circuito para el control del panel táctil. Por medio de este circuito, la DE2 conecta los contactos adecuados del panel táctil a masa y a la tensión de alimentación, para determinar las coordenadas X e Y.

El contacto inferior de la superficie Y y el contacto izquierdo de la superficie X están conectados a un convertidor A/D cuyas salidas van hacia la DE2. Las coordenadas X e Y se determinan midiendo la tensión en los respectivos contactos.

Una vez determinadas las coordenadas en la pantalla táctil se procede a la respectiva conexión, se tiene en el caso de las láminas que contienen a los extremos derecha (right) y arriba (top) van conectados hacia los colectores de los transistores, estos pasan por la base causando una ligera diferencia de tensión, la cual a su vez pasa por la resistencia de 1k y es parte esencial ya que regula esa diferencia para poder tener una mayor precisión.

Los extremos, izquierdo (left) e inferior (bottom) tienen entradas bidireccionales análogas, y son las que indican la variación de voltaje a medida que se presiona sobre la pantalla táctil.

La variación de voltaje es de entre 0 y 5 v, pero debido a las caídas de voltaje que es ocasionado por otros componentes como los transistores, dicha variación cambia. Para regular esta variación se debe

primero construir un circuito, el cual hace la conversión digital de las salidas left y bottom, luego en la programación se especifican los rangos entre voltajes para poder seleccionar las coordenadas más precisas al momento de dibujar sobre el GLCD, como se muestra en la Figura 6.

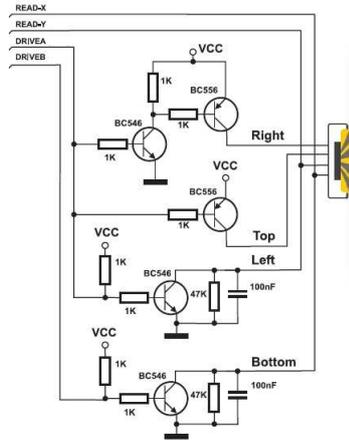


Figura 6. Circuito controlador de la pantalla táctil

3. Diseño y Programación

3.1. Introducción

A continuación se detallan las principales líneas de código que permiten la comunicación entre la LCD táctil y la GLCD.

Dentro de la programación se tienen funciones para la especificación de las coordenadas. Los puntos X e Y son vectores de 8 bits ya que la información que se obtiene de los convertidores analógico a digitales que tienen dicha dimensión.

Uno de los problemas a tratar es la determinación de las páginas sobre las cuales se escribe. Para esto se implementa una función que determina la posición de la misma como se muestra en la Figura 7.

```

63 function escoger_pagina(aa: in std_logic_vector(7 downto 0))return integer is
64 variable cc : integer := 0;
65 variable entero3 : integer := 0;
66
67 begin
68     entero3 := conv_integer(aa);
69     if(entero3 < 8) then cc := 7;
70     elsif(entero3 > 7 and entero3 < 16) then cc := 6;
71     elsif(entero3 > 15 and entero3 < 24) then cc := 5;
72     elsif(entero3 > 23 and entero3 < 32) then cc := 4;
73     elsif(entero3 > 31 and entero3 < 40) then cc := 3;
74     elsif(entero3 > 39 and entero3 < 48) then cc := 2;
75     elsif(entero3 > 47 and entero3 < 56) then cc := 1;
76     elsif(entero3 > 55 and entero3 < 64) then cc := 0;
77     end if;
78     return cc;
79 end escoger_pagina;
    
```

Figura 7. Función para seleccionar página

3.2. Esquema General de la Aplicación

Para explicar el funcionamiento de la pantalla táctil y la GLCD se desarrollo una aplicación que consiste en la gráfica de objetos por medio de la pantalla táctil y presentar dos botones sobre la pantalla GLCD.

La pantalla está dividida en dos caras, la cara izquierda tiene la sección de los botones, mientras que la parte derecha tiene la parte para graficar los objetos, los cuales van a ser guardados en la DE2.

La sección de los botones consta de dos, uno para guardar y otro para visualizar. El botón de guardar, almacena la información en este caso el objeto graficado en la parte izquierda. Una vez presionado se borra el objeto y se almacena en este caso en un arreglo dentro de la DE2.

El botón visualizar, corre todos los gráficos almacenados con una diferencia de tiempo entre ellos de 3 segundos.

3.3. Diagrama ASM

En la Figura 8 se muestra el Diagrama ASM, el cual permite ver el funcionamiento correcto del Sistema Completo, yendo de un estado a otro para su mejor control.

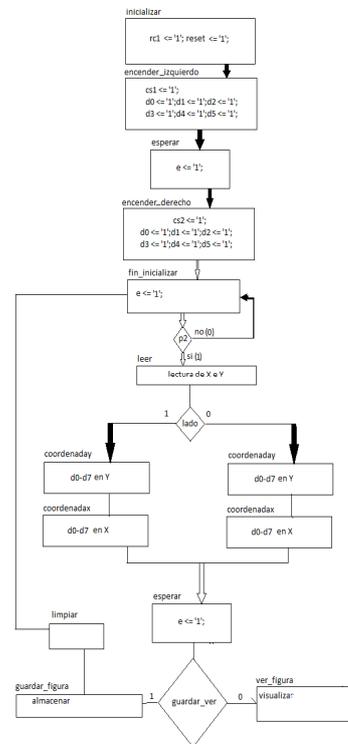


Figura 8. Diagrama de Estados

4. Implementación y Resultados

4.1. Implementación

Entre una de las aplicaciones que se tomó para el control de la GLCD y pantalla táctil fue la de guardar y visualizar objetos sobre la GLCD por medio de un menú con dos botones sencillos “GUARDAR” y otro “VER”.

El botón “GUARDAR” almacena lo graficado en la parte derecha de la GLCD, los botones se encuentran en la posición izquierda.

Por medio de la pantalla táctil se va dibujando el objeto en la cara derecha de la GLCD.

El botón “VER” permite visualizar los objetos en la parte derecha de la GLCD, con un tiempo de retardo entre cada una de ellas.

La aplicación permite mostrar el control de la pantalla táctil, la calibración para la variación de voltaje en el panel resistivo del LCD y la toma de información de un circuito externo.

4.2. Resultados

Dentro del diagrama de estados, en el proceso de inicialización del sistema, en el estado “esperar” se toma un pulso de 100hz para poder procesar la información debido a que en la salida “enable” debe pasar de 0 a 1 para poder pasar los datos, en este caso D0 a D7.

Como la variación de voltaje es un problema a tomar en cuenta al momento de la calibración se tuvo que dividir las páginas para la lectura de nuevos niveles de voltaje.

En un caso ideal el voltaje varía de 0 a 5 v en cada uno de los ejes, en el caso de la coordenada en X, está dividida en 8 páginas de 8 bits cada una.

En el caso ideal al presionar en la mitad de la página 4 se debe encender el bit 28 (coordenada en X) y el nivel de voltaje ideal será de 2,3 voltios aproximados. Pero al tener caídas de voltaje este valor es muy inestable. En el siguiente ítem se muestra una tabla con los valores que se manejan.

4.3. Datos Importantes

La forma en que se toma la información de la pantalla táctil se realiza a través de una conversión analógica a digital.

Los niveles de voltaje que se anotan a continuación son los aplicados con una fuente de alimentación de 5 V, con una caída a 4,85 V. Es así que los niveles de voltaje que varían en la pantalla LCD táctil en el eje Y van de un máximo de 4,60 V a un mínimo de 3,22 V; mientras que en el eje X la variación va de un máximo de 4,54 V hasta los 2,30 V en la parte superior, como se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2. Valores Máximos y Mínimos en Voltios

| | MIN | MAX |
|---|------|------|
| X | 2.30 | 4.54 |
| Y | 3.22 | 4.6 |

Como el eje X está dividido en 8 páginas de 8 bits y cada bit se enciende dependiendo del nivel de voltaje en el lugar que se hace la presión se debe dividir los niveles de voltaje (en el caso real) para tener una nueva distribución de bits. Es así que tenemos, la Figura 9.

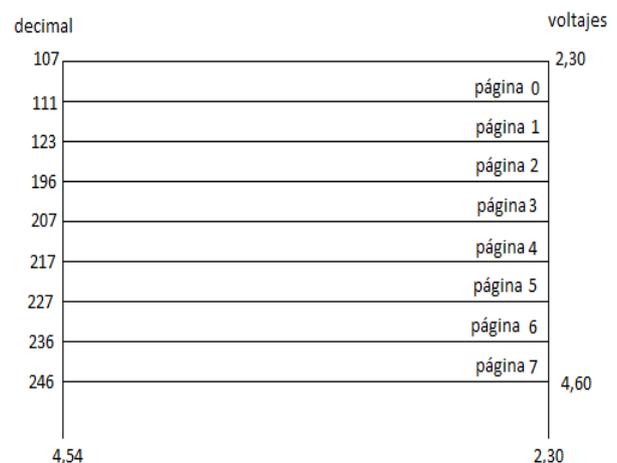


Figura 9. Distribución de bits entre cada página en el eje X

4.4. Configuraciones

Al momento de leer las posiciones X e Y en la pantalla táctil se deben configurar las salidas descritas por la figura 6. Es así que las salidas DRIVEA (DA) y DRIVEB (DB) deben tener los siguientes niveles lógicos, para poder seleccionar la coordenada a leer, ya que la configuración del circuito no permite leer ambos ejes al mismo tiempo.

Los ejes X e Y en la LCD táctil corresponden a las láminas left para Y y bottom para X. A continuación se muestra la Tabla 3 de las configuraciones.

Tabla 3. Configuración de DriveA (DA) y DriveB (DB) para la lectura en X e Y

| DA | DB | | MIN | MAX |
|----|----|---|------|------|
| 1 | 0 | X | 2.30 | 4.54 |
| 0 | 1 | Y | 3.22 | 4.6 |

5. Conclusiones

Hacer funciones y procedimientos que permitan el uso en general de la pantalla táctil junto al GLCD es el principal tema a tratar dentro de este trabajo. Uno de los mayores inconvenientes que se encontró a lo largo del proceso fue el hecho de que todos los recursos en la WEB indicaban el uso de micro-controladores.

El circuito que controla la pantalla táctil es muy inestable, no permite tener una buena lectura de los puntos sobre los cuales se hace presión.

No todas las pantallas táctiles tienen la misma variación de voltaje, en foros se pudo encontrar que estos niveles cambian debido a la resistividad que poseen, el voltaje aplicado y su sensibilidad.

No hay mucha información disponible sobre el manejo de GLCD con VHDL, pero se puede tomar como base la codificación para el manejo de la misma en otros lenguajes, en especial en C++.

Los tiempos de retardo para el procesamiento de información son indispensables. Se crearon estados de espera para que el GLCD pueda tomar los cambios de señales sin problema.

6. Recomendaciones

Se puede verificar con micro-controladores el correcto funcionamiento del GLCD, ya que la mayoría de funciones para graficar objetos, botones o texto ya se encuentran implementadas en asm o en C++.

Para descartar caídas de voltaje o señales basura, es recomendable armar un PCB para el controlador de la pantalla táctil y los convertidores analógico-digitales.

Se recomienda tener bien identificados los niveles de voltaje a lo largo de los ejes X e Y para una correcta y precisa calibración al momento de recibir los datos que provienen de las salidas de los convertidores analógico-digitales.

7. Referencias

[1] DISPLAY LCD 128X64, UCONTROL, Códigos y configuración de micro-controladores. (Disponible

en: <http://www.ucontrol.com.ar/forosmf/proyectos-con-pic/display-glcd-128x64/?wap2>. Consultado el: 1 de noviembre de 2010)

[2] EASYPIC 5, SOFTWARE AND HARDWARE SOLUTIONS FOR EMBEDDED WORLD (Disponible en: http://www.mikroe.com/eng/downloads/get/6/easy-pic5_layout.pdf. Consultado el: 5 de noviembre de 2010)

[3] MICROELECTRONIKA, DEVELOPMENT TOOLS. (Disponible en archivo PDF: es_mikroe_article_pascal_pic_01_09.pdf. Consultado el: 1 de diciembre de 2010)