

Taller de Proyecto I

Informe Técnico

Grupo: 5

Proyecto: Control para una matriz de leds

Integrantes del grupo:

Buján Ariel, 157/0

Delgado David, 139/8

Silva Agustín, 063/5

ÍNDICE

<u>Resumen</u>	Página 2
<u>Palabras Clave</u>	Página 2
<u>Introducción</u>	Página 2
<u>Desarrollo</u>	Página 2
<u>Propuesta</u>	Página 4
<u>Análisis entre lo propuesto y lo realizado</u>	Página 4
<u>Esquema gráfico</u>	Página 5
<u>Materiales y presupuesto</u>	Página 6
<u>Funcionamiento del sistema</u>	Página 7
<u>Matriz de 8x8</u>	Página 7
<u>Display LCD</u>	Página 8
<u>Teclado Matricial</u>	Página 8
<u>Menú de la interfaz</u>	Página 9
<u>Menú principal</u>	Página 9
<u>Escribir texto</u>	Página 9
<u>Enviar Texto</u>	Página 10
<u>Velocidad Matriz</u>	Página 13
<u>Diagramas de diseño</u>	Página 14
<u>Ensamblado de la placa PCB</u>	Página 18
<u>Explicación básica del código</u>	Página 18
<u>Programa Principal</u>	Página 18
<u>Menú Principal</u>	Página 18
<u>Elegir función</u>	Página 18
<u>Escribir Texto</u>	Página 19

<u>Escribir LCD</u>	Página 19
<u>Enviar Texto</u>	Página 19
<u>Envía texto</u>	Página 19
<u>Siguiente letra</u>	Página 20
<u>Cargar letra</u>	Página 20
<u>Velocidad Desplazamiento Matriz</u>	Página 20
<u>Explicación técnica del código</u>	Página 20
<u>Control de las GPIOs</u>	Página 20
<u>Inicializar GPIO</u>	Página 20
<u>Control de los demultiplexores</u>	Página 20
<u>Datos LCD</u>	Página 20
<u>Datos Matriz</u>	Página 21
<u>Control de teclado</u>	Página 21
<u>Entradas Teclado</u>	Página 21
<u>Salidas Teclado</u>	Página 21
<u>Leer Teclado</u>	Página 21
<u>Tareas Realizadas</u>	Página 22
<u>Conclusión</u>	Página 22
<u>Apéndice</u>	Página 23
<u>Bibliografía</u>	Página 26

Resumen

En este informe se explicarán de forma detallada las tareas realizadas para el desarrollo de un poncho para la EDU-CIAA-NXP en un proyecto de la materia “Taller de Proyecto 1” del cuarto año de la carrera de Ingeniería en Computación de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de La Plata. Este sistema controla una matriz de leds de 8x8 y cuenta con una interfaz de entrada/salida para que el usuario pueda escribir texto y enviarlo, para ser mostrado en la matriz.

Palabras Clave

EDU CIAA-NXP, CIAA, poncho, shield, matriz de leds 8x8, LCD 1602, teclado matricial.

Introducción

La EDU-CIAA-NXP tiene dos características distintivas. Es Industrial, ya que su diseño es lo suficientemente robusto para soportar las exigencias que demandan los productos y procesos industriales; y es abierta, es decir, que la información sobre su diseño de hardware, firmware, software, etc. es de libre acceso y cualquiera la puede utilizar.

Este año en la materia Taller de Proyecto 1 de Ingeniería en Computación se propuso realizar un proyecto donde se diseñara y fabricara un poncho para la EDU-CIAA-NXP. El objetivo de este informe es realizar una descripción detallada del diseño del hardware y software, de los procedimientos realizados y del funcionamiento del sistema desarrollado e implementado.

Desarrollo

El poncho encastrado en la EDU CIAA-NXP trabaja como intermediario entre los sensores (los pulsadores) y actuadores (la matriz de leds, el display LCD) que tiene el sistema,

Durante el diseño del sistema, se tuvieron en cuenta algunas características importantes:

- Utilizar un radio mínimo 0.7 mm en los agujeros pasantes, y de 2 mm en las pistas para evitar que se levanten las mismas.
- Utilizar pistas de 1 mm de ancho para evitar que se levanten y/o corten al atacar la placa con ácido.
- Evitar dejar pistas con esquinas a 90°, ya que estas acumulan cargas, y producen ruido.
- Utilizar capacitores conectados entre VCC y GND cerca de los circuitos integrados para reducir el potencial ruido en el circuito.
- Mantener las pistas de la placa separadas por cierta distancia prudencial, para evitar ruido, y posibles cortocircuitos.
- Utilizar un sobre-poncho para conectar la matriz, ya que las matrices de leds comerciales tienen distintas distribuciones de pines, dependiendo del modelo.

Propuesta

Diseñar e implementar un poncho adaptador que sirva para comunicar la placa EDU-CIAA con una matriz de LEDs de NxN, pudiéndose mostrar en la misma texto en forma de caracteres, o símbolos definidos por software.

Además de implementar una interfaz con el exterior por medio de un display y un teclado.

Análisis entre lo propuesto y lo realizado

Se lograron cumplir con todas las metas según la propuesta planteada, se realizó un sistema que controla una matriz de leds de 8x8 y posee una interfaz con el exterior por medio de un teclado matricial, y un display LCD de 16x02.

Esquema gráfico

La siguiente imagen tiene la función de ilustrar al lector en cuanto a la distribución de componentes básicos y el aspecto del poncho una vez terminado:

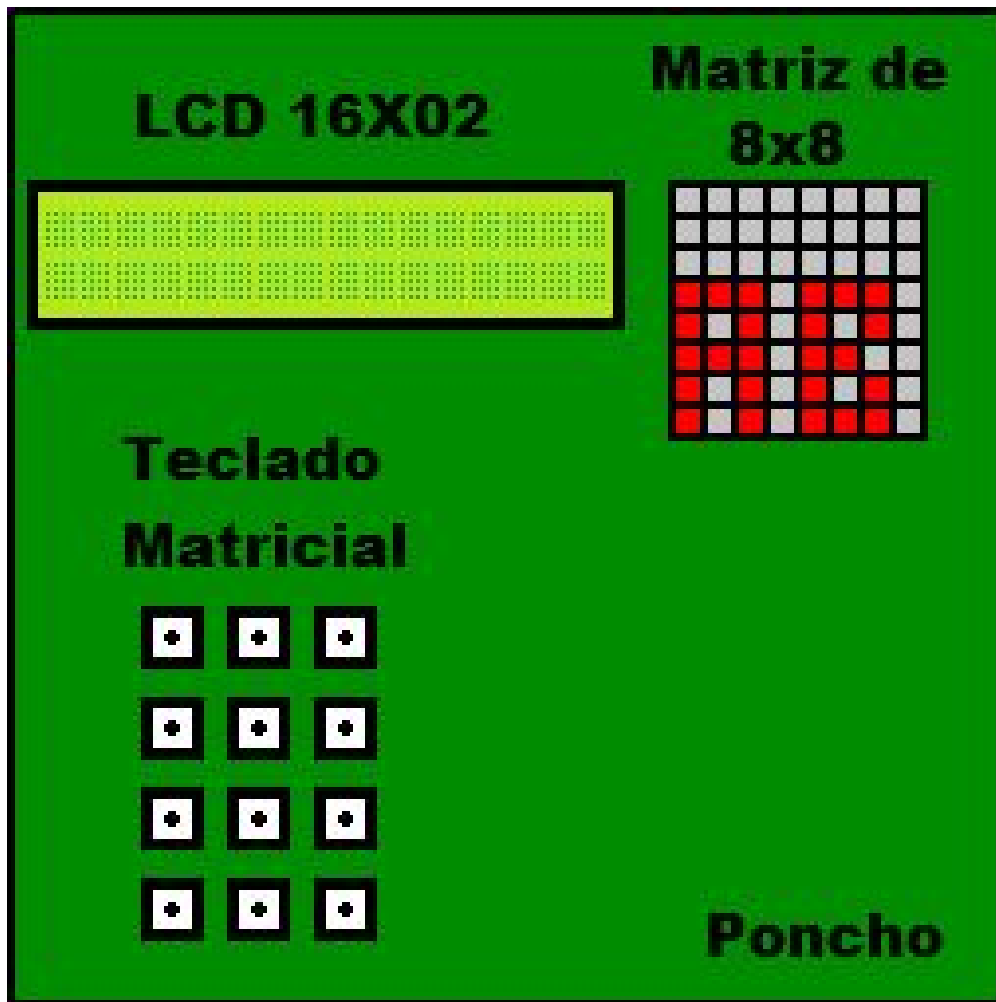


Figura 1.1: Esquema ilustrativo del poncho.

Materiales y presupuesto

Tabla 1.1: Componentes utilizados y sus precios estimados al mes de noviembre del 2015

Elemento / Componente	Cantidad	Precio por unidad
Placa de desarrollo EDU-CIAA-NXP	1	\$500
Display LCD 16x02	1	\$100
Matriz de Leds de 8x8	1	\$50
Demultiplexor CMOS 74HC238 DIP-16	1	\$20
Demultiplexor CMOS 74HC138 DIP-16	1	\$20
Capacitores cerámicos de 100nF	2	Estimado entre todo: \$35
Capacitores electrolíticos de 22uF	2	
Resistencias de 220 ohms	9	
Preset de 10k ohm	1	
Pulsadores touch de 6 mm	12	
Tiras de 20 pines macho dobles	2	\$12
Tira de 16 pines hembras	1	5
Tiras de 8 pines hembras	4	2.5
Tiras de 8 pines macho	2	2.5
Placa PCB de cobre 20x20	1	\$40
Placa PCB doble faz de cobre 10x10	1	\$15
Total		\$824

Funcionamiento del sistema

El sistema total del poncho puede dividirse en tres grandes subsistemas, que se intercomunican entre sí:

Matriz de 8x8

El control de la matriz de leds se realiza mediante dos demultiplexores, uno normal, el cual devuelve una sola salida activa por combinación en las entradas, y uno invertido, que devuelve todas las salidas excepto una encendidas en la salida por combinación en la entrada:

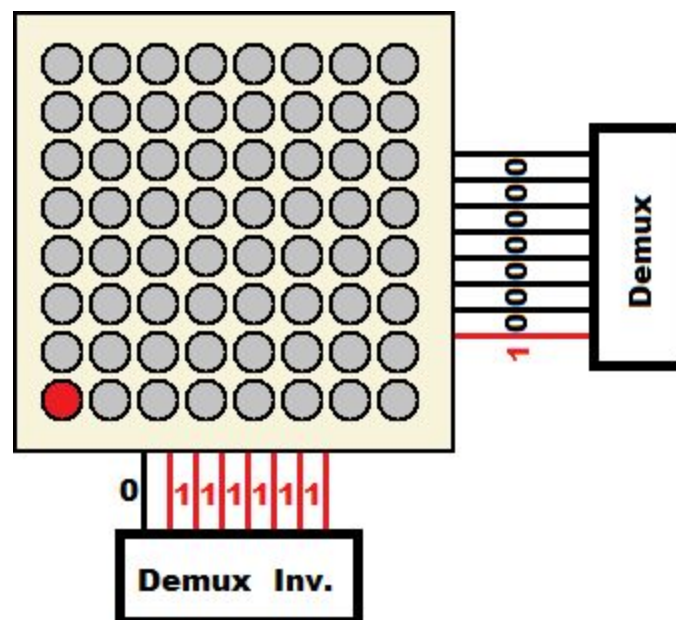


Figura 2.1: Funcionamiento de la Matriz de leds con demultiplexores

Los demultiplexores se controlan con ocho puertos GPIO (cuatro para cada uno) configurados como salidas. A partir de ellos se mapea el led encendido con el valor en la salida de los GPIOs.

Los primeros tres puertos son utilizados para controlar la combinación en las entradas del demultiplexor correspondiente, y el cuarto es utilizado para habilitar o deshabilitar el Enable, y de esta forma poder encender o apagar la matriz en su totalidad.

Cabe destacar que los pines de las matrices comerciales pueden variar entre los diferentes modelos. Este poncho está pensado para poder ser utilizado con cualquiera de estos modelos, para esto se le añade un sobre-poncho el cual, la única función que cumple es reordenar los pines de forma que un demultiplexor controle las *filas* y el otro controle las *columnas* (El diseño utilizado para este sobre-poncho queda a modo de ejemplo en el anexo).

Display LCD

Se utilizaron los pines asignados en el diseño de la EDU-CIAA para controlar el Display, pero, debido a que aún no existe un driver destinado a controlar este componente, se implementó por medio del control de los GPIO, enviando un paquete de bits en paralelo y luego un bit por el puerto RS para indicar si se trataba de un dato o una instrucción. De esta forma, se fueron definiendo funciones tales como:

- Inicializar Display
- Imprimir un carácter
- Imprimir 16 caracteres
- Posicionarse en una línea específica

Una vez definidas todas esas funciones, únicamente restaba implementar un menú para hacer que la interfaz sea amigable con el usuario.

Teclado Matricial

Una vez más se utilizaron los pines asignados por el diseño de la EDU-CIAA pero se implementaron las funciones de control por medio de los GPIO. El funcionamiento del teclado son básicamente:

- 4 GPIOs definidos como salidas (los 4 puertos destinados a las filas), que sucesivamente cambian de estado de forma que siempre haya uno con valor 0(cero) y el resto con valor 1(unos).
- 3 GPIOs definidos como entradas con PULL-UP (los 3 puertos destinados a columnas).

De esta forma se puede identificar que pulsador se presionó, conociendo en qué entrada llegó un 0(cero), y que salida tiene ese valor asignado.

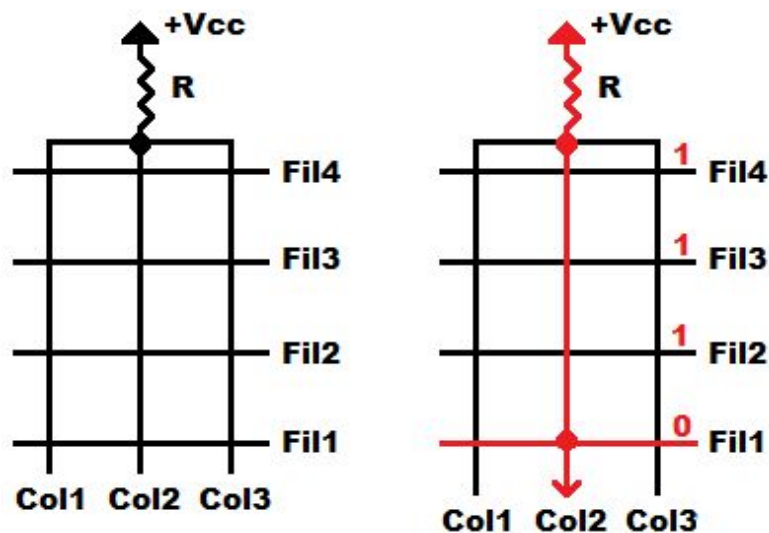


Figura 2.2: Funcionamiento del teclado matricial (pulsador 21 presionado)

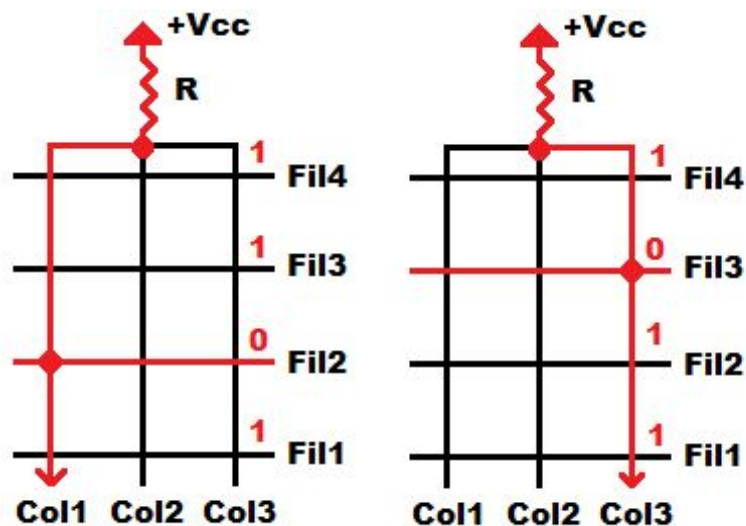


Figura 2.3: Funcionamiento del teclado matricial

(Imagen A:pulsador 12 presionado; Imagen B:pulsador 33 presionado)

Nota: Cabe destacar que el PULL-UP es una medida de seguridad, ya que sin este, la conexión realizada entre Vcc y GND (el GPIO puesto en 0) resultara en un cortocircuito, al existir una resistencia (programada al definir el GPIO) se limita la corriente que ingresa por los puertos de las columnas, y de este modo no se daña la EDU-CIAA.

Menú de la interfaz

Menú principal

Luego de encender la placa, aparecerá un mensaje de bienvenida, seguida del menú principal que permitirá al usuario moverse por las funciones con las flechitas, y seleccionar una con la tecla OK.

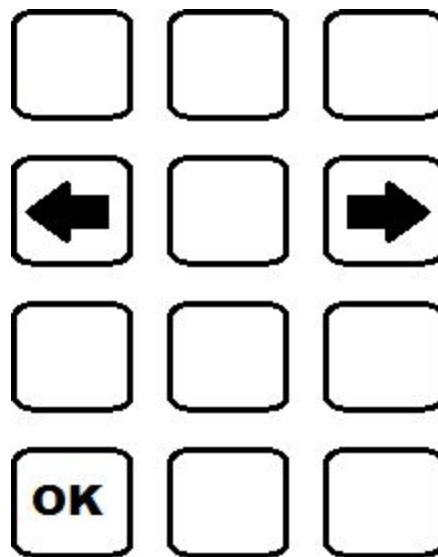


Figura 2.4: Distribución del teclado en el menú principal

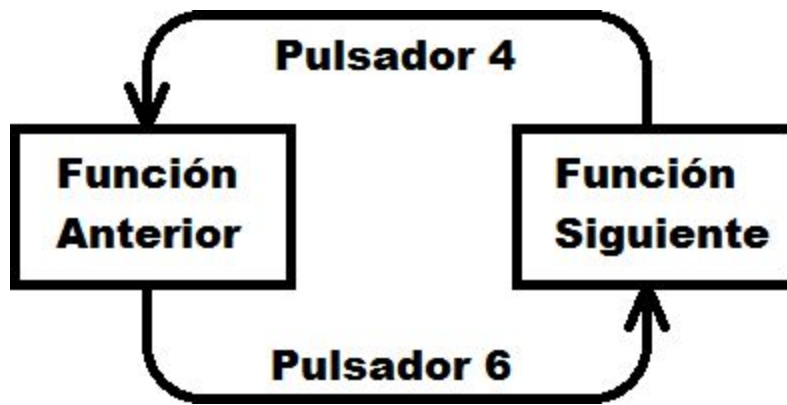


Figura 2.5: Máquina de Estados del menú principal

Escribir texto

Permite escribir un texto para ser enviado y mostrado en la matriz de leds, el control es bastante intuitivo. La distribución de teclas está dada de una forma similar a los celulares de la década del 90.

- **Modo Escritura:** Luego de seleccionar un carácter se debe confirmar el mismo con la tecla OK.
- **Modo Borrado:** Si se desea borrar un carácter o más, se debe presionar dos veces ESC, de esta forma se ingresa al modo borrado, para continuar borrando se debe volver a presionar ESC. Para volver al modo escritura, se debe presionar OK nuevamente.
- **Modo Salida:** Para volver al menú principal se debe presionar una vez la tecla ESC y confirmar con OK.



Figura 2.6: Distribución del teclado en la función escribir

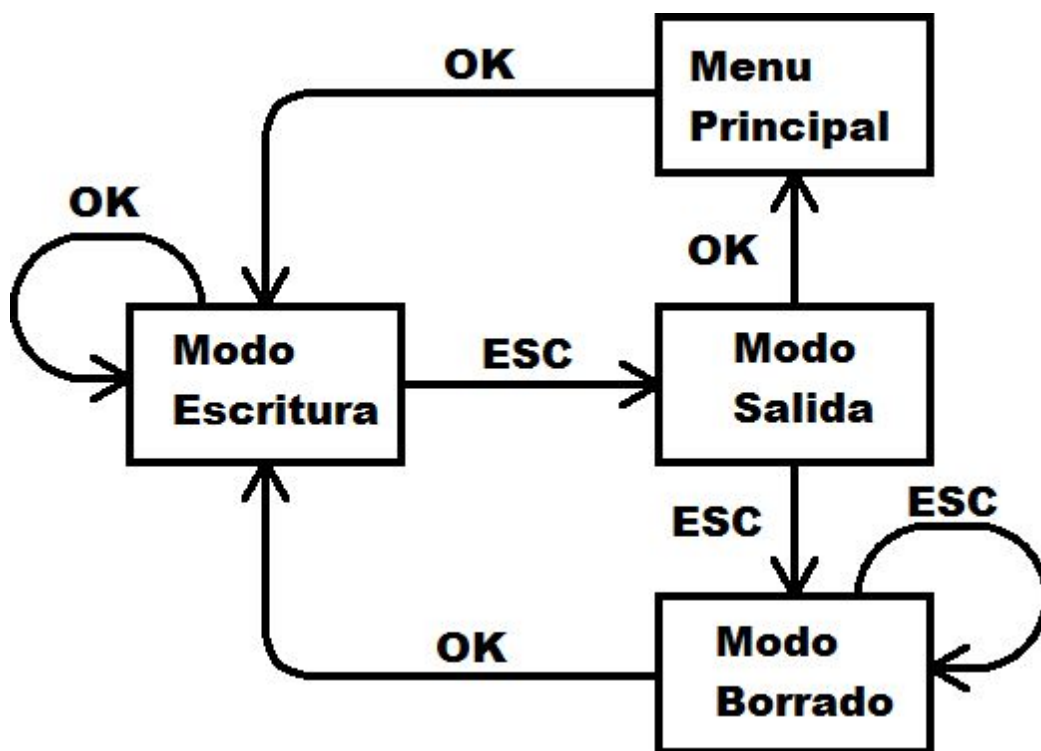


Figura 2.7: Máquina de Estados de la función escribir

Enviar Texto

Luego de escribir el texto se debe enviar a la matriz para poder visualizarlo, En esta función la única acción que puede tomar el usuario es salir de la misma, presionando el botón OK o ESC.

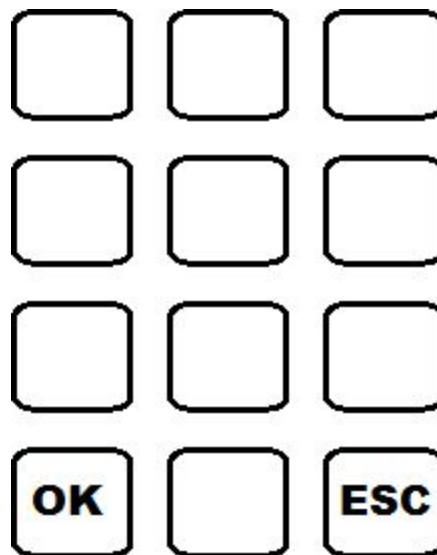


Figura 2.8: Distribución del teclado en la función enviar texto

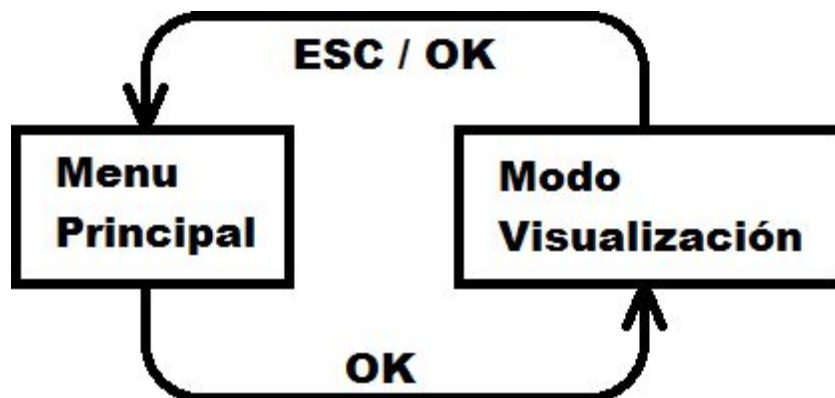


Figura 2.9: Máquina de Estados de la función Enviar Texto

Velocidad Matriz

Este menú permite configurar la velocidad de desplazamiento de la matriz, se aumenta o disminuye la velocidad con los pulsadores 6 y 4 respectivamente, y se sale de la función con los pulsadores OK o ESC.

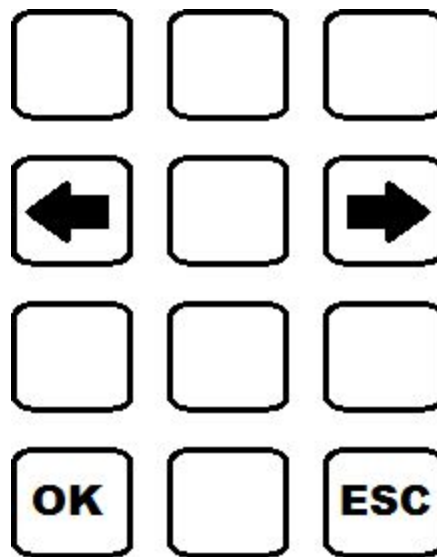


Figura 2.10: Distribución del teclado en la función velocidad matriz

Diagramas de diseño

Para definir el diagrama esquemático del circuito y el diagrama PCB (que muestra las conexiones de las pistas de cobre sobre la placa) se deben interpretar los requerimientos funcionales (comportamientos del sistema), y los requerimientos no funcionales (limitaciones del sistema). A partir de ello se eligen qué componentes utilizar y como interconectarlos entre sí. Para esto se utilizó el software libre Kicad, que cuenta con las herramientas necesarias para diseñar estos diagramas.

Para realizar el esquemático se agregó la librería del circuito integrado 74HC238 (el demultiplexor) y del 74HC138 (el demultiplexor invertido) que pueden encontrarse en internet.

Se conectaron las salidas digitales de propósito general (GPIO) de la CIAA a las entradas y el pin de enable de los demultiplexores. También se conectan los pines correspondientes al LCD y se hizo lo propio con el teclado matricial.

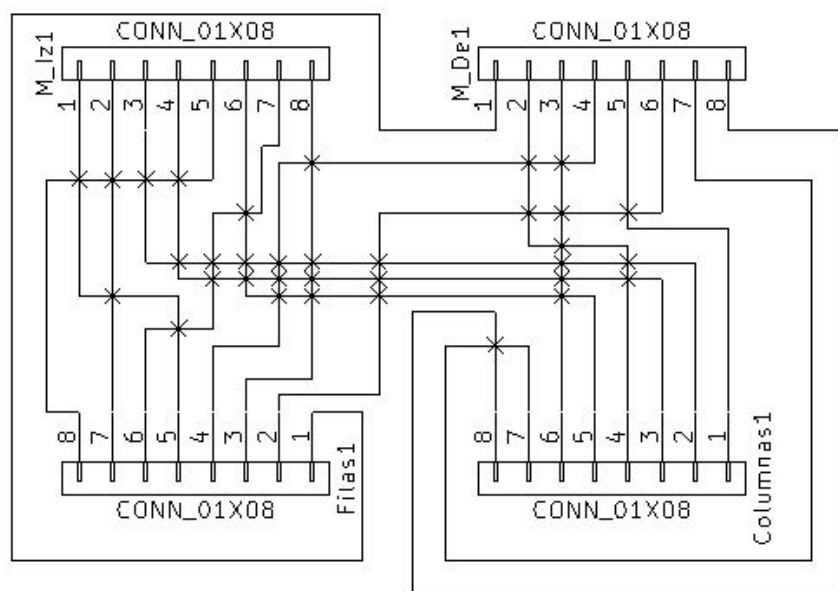


Figura 3.1: Diagrama esquemático del sobre-poncho

Nota: el diagrama esquemático mostrado en la figura 4.6 es exclusivo para una matriz de leds de 8x8 modelo M12088 A/B, para otros modelos sería necesario diseñar otro sobre-poncho.

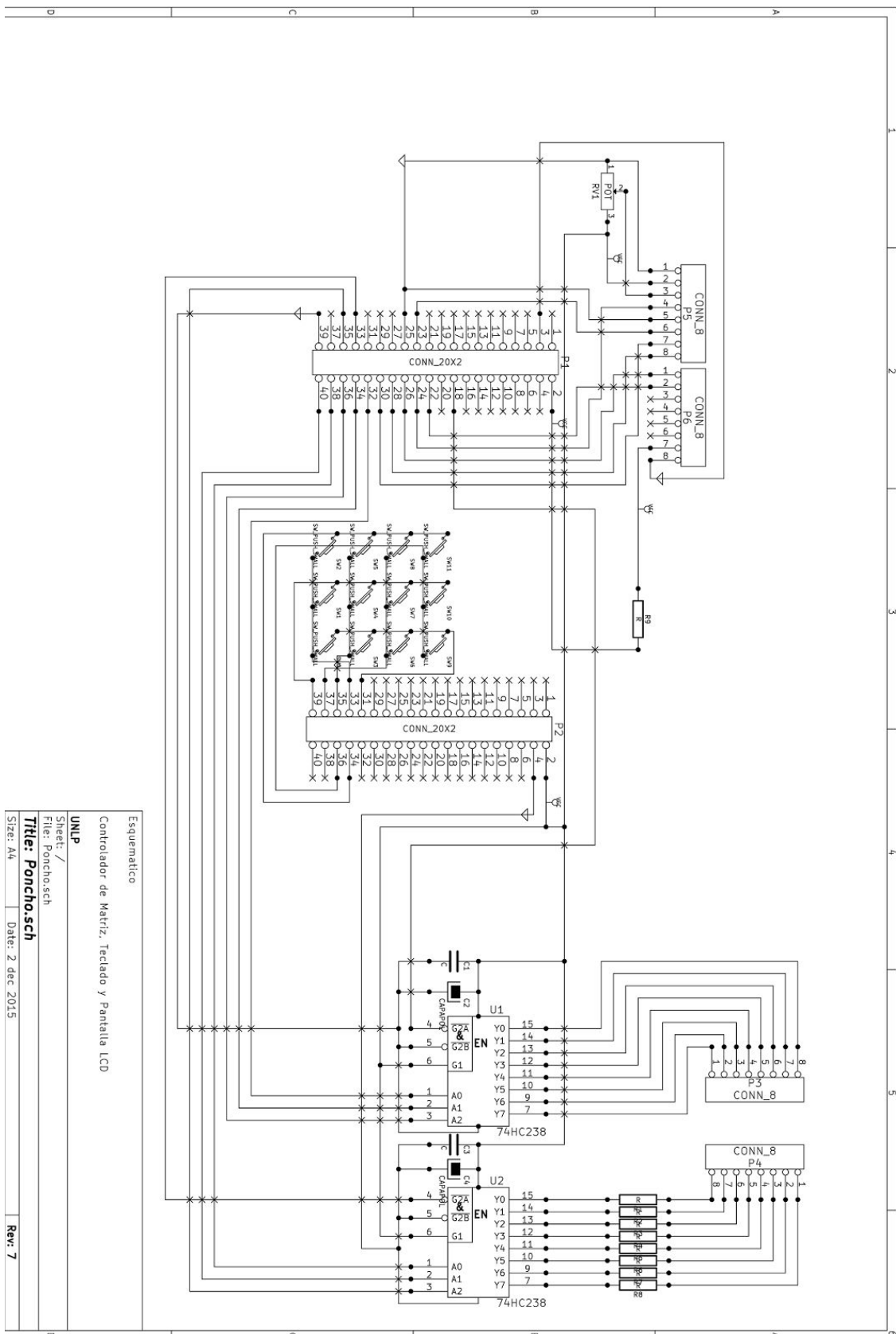


Figura 3.2: Diagrama esquemático del poncho

Tabla 3.1: Conexionado poncho-EDU CIAA

Pin	Conectado a		Pin	Conectado a
SPI_MISO	Pin de enable demux 1		T_FIL0	Pines de Filas como entradas
GPIO1	Entrada 1 demux 1		T_FIL1	
GPIO3	Entrada 2 demux 1		T_FIL2	
GPIO5	Entrada 3 demux 1		T_FIL3	
GPIO4	Pin de enable demux 2		LCD_EN	Pin de Enable del LCD
GPIO6	Entrada 1 demux 2		LCD_RS	Pin de Datos/Instrucciones
GPIO7	Entrada 2 demux 2		LCD1	Pines de datos
GPIO8	Entrada 3 demux 2		LCD2	
T_COL0	Pines de Columnas como salidas		LCD3	
T_COL1			LCD4	
T_COL2				

Una vez diseñado el esquemático se deben asignar los footprints (que son básicamente las formas y tamaños de los componentes utilizados en el diagrama PCB). Se utilizaron pistas de 1 mm de ancho, agujeros pasantes de radio mínimo 0.7 mm y pistas de radio mínimo 2 mm.

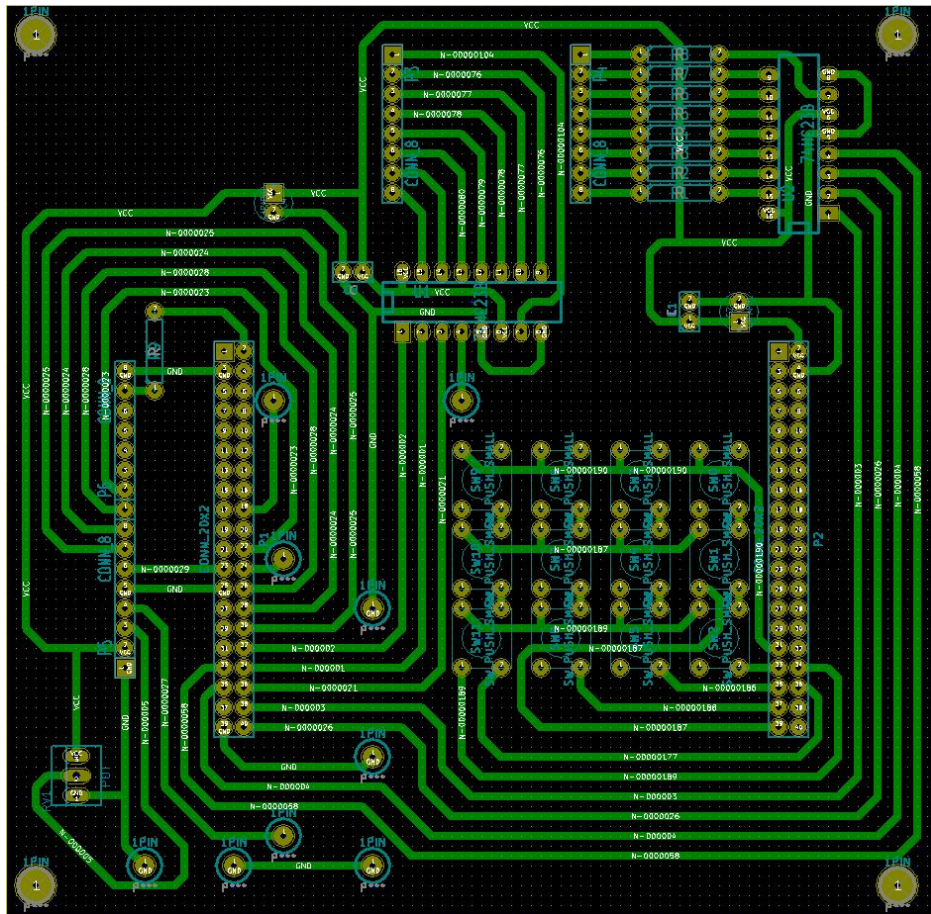


Figura 3.3: Diagrama PCB del poncho

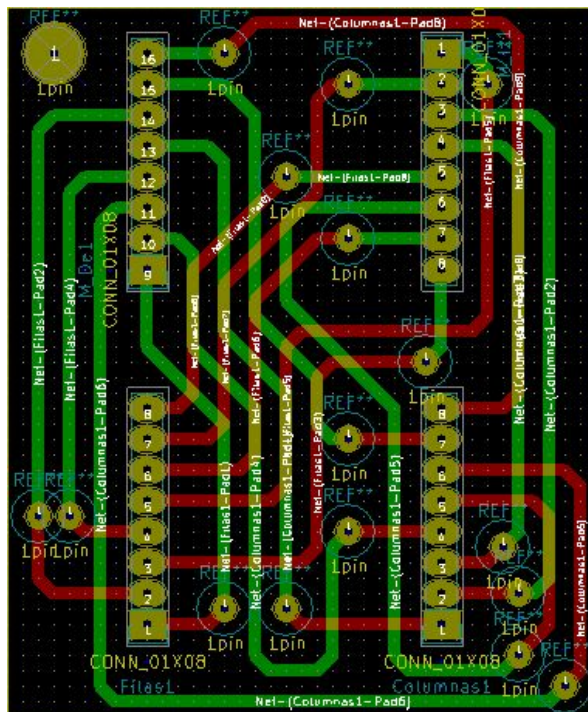


Figura 3.4: Diagrama PCB del sobre-poncho

Ensamblado de la placa PCB

Inicialmente se cortó a medida la placa de cobre, luego se limpió bien la superficie con virulana y detergente. Se imprimió el diagrama PCB con una impresora láser, en un papel fotográfico de 90 gramos. Se transfirió el diseño a la placa con una plancha, mientras aún estaba caliente, se la sumergió en agua fría, para así poder despegar el papel. Una vez removidos los restos del papel se procedió a sumergir la placa en ácido cúprico que “comerá” el cobre, exceptuando las zonas que estén cubiertas con toner. Se procedió a perforar la placa y a limpiarla para remover los restos de tóner. Luego se la pinto con una capa de resina para protegerla y evitar que se opaquen las pistas y por último se soldaron los componentes.

Este proceso se repitió para el sobre-poncho, aunque este requirió mayor cuidado, ya que al ser una placa de doble faz es necesario que los agujeros pasantes coincidan.

Explicación básica del código

Programa Principal

Se inicializan todas las variables, el display LCD, y la matriz de leds apagada. Luego se imprime en el display un mensaje de bienvenida que dura unos segundos. Por último se accede al lazo principal que corresponde al menú principal, de esta forma se invoca a “Elegir función” que devolverá un número correspondiente a la opción escogida. Este número se evaluará en un switch que invocara a la función correspondiente.

Menú Principal

Elegir función

Se itera leyendo desde el teclado, a la espera de que se presionen las teclas correspondientes a las flechas laterales (pulsador 4 o 6), imprimiendo el nombre de la función siguiente o anterior según corresponda. O la tecla Ok (pulsador 10) que simboliza que se selecciono una función y retorna el número correspondiente.

Escribir Texto

Escribir LCD

Es un lazo que detecta que tecla se presiono y actúa en base a ello, si se presiona:

- Cualquier tecla excepto la 10 (OK) o la 12 (ESC), se lee el caracter correspondiente y se lo imprime en el display, si la siguiente tecla presionada es:
 - OK, se agrega el carácter a la palabra, y se avanza una posición en el display.
 - La misma recién presionada, se incrementa un contador para avanzar al siguiente carácter, y se lo imprime en el display sin avanzar de posición.
 - ESC se pasa al modo Salida.
 - Distinta de la recién presionada, siempre se reinicializa el contador (también en OK y ESC).
- OK:
 - Y no habia ningun caracter seleccionado, no pasa nada.
 - Y estaba en modo Salida, se regresa al Menú Principal.
 - Y estaba en modo Borrado, se pasa a modo Escritura.
- ESC:
 - Y estaba en modo borrado, borra el siguiente carácter.
 - Y estaba en modo Salida, pasa a modo Borrado

Enviar Texto

Envía texto

Esta función lee los datos de una matriz que funciona como un buffer y cambia el estado de los GPIOs correspondientes a los demultiplexores, para mostrar la información en la matriz de leds. Cuando termino de leer todos los datos en la matriz buffer, llama a la función “siguiente letra” para que cargue mas. En caso de llegar al final del texto, simplemente se repite la misma desde el inicio.

Siguiente letra

Es la función que interpreta los caracteres del texto y se los envía como parámetros en la invocación de “cargar letra”.

Cargar letra

Se encarga de recibir una letra, y cargar la matriz buffer con los datos asociados para esa letra en la librería letrasMatriz.h. La función también recibe una posición, que indica en qué posición de la matriz buffer se deben guardar los datos.

Velocidad Desplazamiento Matriz

Esta función lee del teclado esperando que se presionen las teclas 4 o 6 (las flechas horizontales) y modifica una variable de delay en base a la tecla presionada, de esta forma se espera más o menos al hacer el desplazamiento, y se modifica la velocidad.

Explicación técnica del código

Control de las GPIOs

Inicializar GPIO

Utilizando funciones definidas en el firmware disponible de la EDU-CIAA, configuramos la función a utilizar de cada pin (ya que cada uno posee diferentes funciones que varían según su implementación) y si es utilizado como entrada o salida. En la tabla 3.1 que se encuentra antes definida, se pueden observar los pines utilizados y que función cumplen en el poncho.

Control de los demultiplexores

Datos LCD

Esta función recibe como parámetro un valor y lo envía comparando bit a bit, hacia los pines conectados al display LCD, en el siguiente formato: Los primeros 4 bits son de

datos, el 5^{to} bit es que determina si es dato o instrucción, y el 6^{to} y último bit es el Enable para que la pantalla lea lo último que le fue enviado,

Datos Matriz

Esta función al igual que la anterior, recibe como parametro un valor y lo envía comparando bit a bit, hacia los demultiplexores conectados a la matriz. Siguiendo el siguiente formato: 3 bits de datos y 1 para el Enable, así tanto para el demultiplexor conectado a las filas como para el demultiplexor conectado a las columnas.

Control de teclado

Entradas Teclado

Esta función simplemente lee los valores de los pines conectados entradas y los retorna como un valor de tipo entero el cual consta del siguiente formato: El 1^{er} bit corresponde a la primera columna, el 2^{do} corresponde a la segunda columna y el 3^{er} bit corresponde a la tercer columna.

Salidas Teclado

Esta función recibe como parametro un valor y lo envía hacia los pines conectados a las filas del teclado, cambiando los estados de las 4 filas, con los 4 bits enviados como parámetro.

Leer Teclado

Esta función realiza un polling de las entradas del teclado a medida que va activando las salidas. Primero habilita la primer fila del teclado y lee los valores de las columnas, para saber que tecla fue apretada. Luego repite el procedimiento con las otras 2 columnas. Este procedimiento fue explicado en una sección anterior.

Tareas Realizadas

En la Tabla 3.1 se especifican las tareas que realizo cada integrante, las mismas fueron asignadas de acuerdo a la afinidad de cada uno con los conocimientos de electrónica o de programación.

Tabla 4.1: Componentes utilizados y sus precios estimados al mes de noviembre del 2015

Tarea	Realizada por
Diseño del diagrama esquemático	Buján, Delgado, Silva
Diseño del diagrama PCB	Buján
Diseño del sobre-poncho	Delgado
Prueba del circuito en el protoboard	Buján, Delgado, Silva
PCB	Buján, Delgado
PCB del sobre-poncho	Buján, Delgado
Software de GPIO	Buján, Delgado
Software del display LCD	Silva
Software de control de demultiplexores e impresión de texto en Matriz	Buján, Delgado
Software de teclado y menús	Buján
Informe - Presentación Power Point	Buján, Delgado, Silva

Conclusión

En este proyecto se desarrolló un sistema de control sobre la placa de desarrollo EDU-CIAA-NXP, la cual tiene poco tiempo en el mercado, y aún existe muy poca información drivers y firmwares desarrollados, por lo tanto la investigación sobre la misma

en ocasiones es compleja, sin embargo también es más fructífera y gratificante al obtener resultados.

Consideramos que esta experiencia fue muy enriquecedora, en muchos aspectos competentes a nuestra carrera, creemos además que fue interesante desarrollar un sistema prácticamente desde cero, y fue muy satisfactorio ver que funcione como se esperaba.

Apéndice

En esta sección se mostrarán hojas de datos y detalles tomados en cuenta en el diseño:

NXP Semiconductors

74HC238; 74HCT238

3-to-8 line decoder/demultiplexer

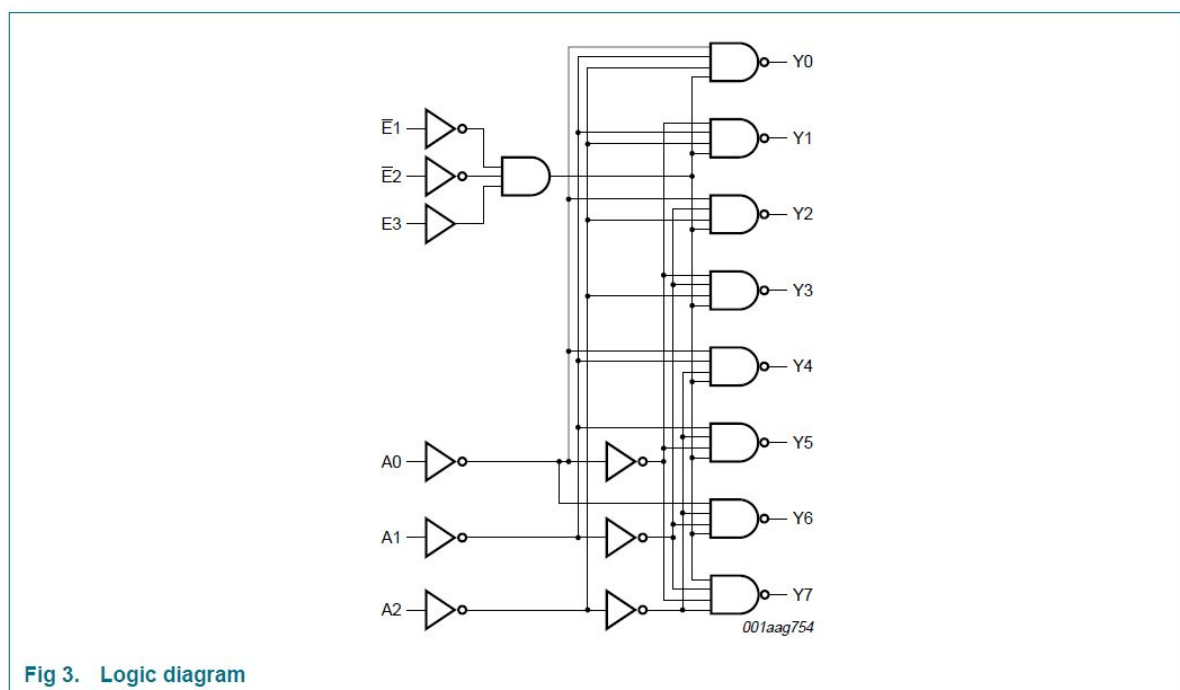


Figura 5.1: Conexionado interno del Demultiplexor - 74HC238

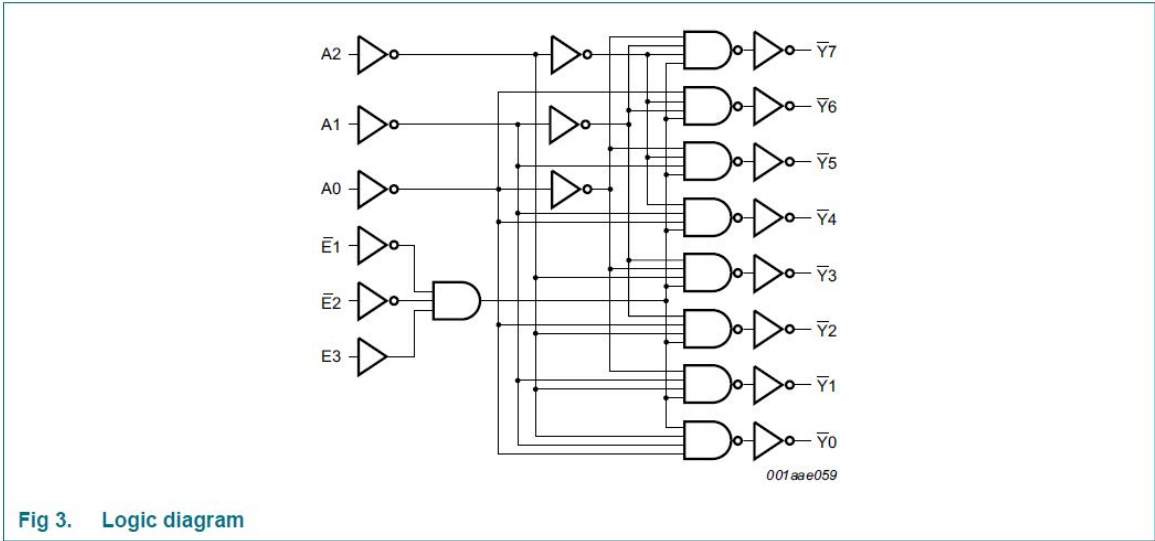


Figura 5.2: Conexión interno del Demultiplexor invertido - 74HC138

6. Functional description

Table 3. Function table^[1]

Inputs						Outputs							
$\overline{E1}$	$\overline{E2}$	$\overline{E3}$	A0	A1	A2	Y0	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7
H	X	X	X	X	X	L	L	L	L	L	L	L	L
X	H	X	X	X	X	L	L	L	L	L	L	L	L
X	X	L	X	X	X	L	L	L	L	L	L	L	L
L	L	H	L	L	L	H	L	L	L	L	L	L	L
L	L	H	H	L	L	L	H	L	L	L	L	L	L
L	L	H	L	H	L	L	L	H	L	L	L	L	L
L	L	H	H	H	L	L	L	L	H	L	L	L	L
L	L	H	L	L	H	L	L	L	L	H	L	L	L
L	L	H	H	L	H	L	L	L	L	L	H	L	L
L	L	H	L	H	H	L	L	L	L	L	L	H	L
L	L	H	H	H	H	L	L	L	L	L	L	L	H

[1] H = HIGH voltage level;
L = LOW voltage level;
X = don't care.

Figura 5.3: Tabla de verdad del Demultiplexor - 74HC238

6. Functional description

Table 3. Function table^[1]

Control			Input			Output							
E1	E2	E3	A2	A1	A0	Y7	Y6	Y5	Y4	Y3	Y2	Y1	Y0
H	X	X	X	X	X	H	H	H	H	H	H	H	H
X	H	X											
X	X	L											
L	L	H	L	L	L	H	H	H	H	H	H	H	L
			L	L	H	H	H	H	H	H	H	L	H
			L	H	L	H	H	H	H	H	L	H	H
			L	H	H	H	H	H	H	L	H	H	H
			H	L	L	H	H	H	L	H	H	H	H
			H	L	H	H	H	L	H	H	H	H	H
			H	H	L	H	L	H	H	H	H	H	H
			H	H	H	L	H	H	H	H	H	H	H

[1] H = HIGH voltage level;
L = LOW voltage level;
X = don't care.

Figura 5.4: Tabla de verdad del Demultiplexor invertido - 74HC138

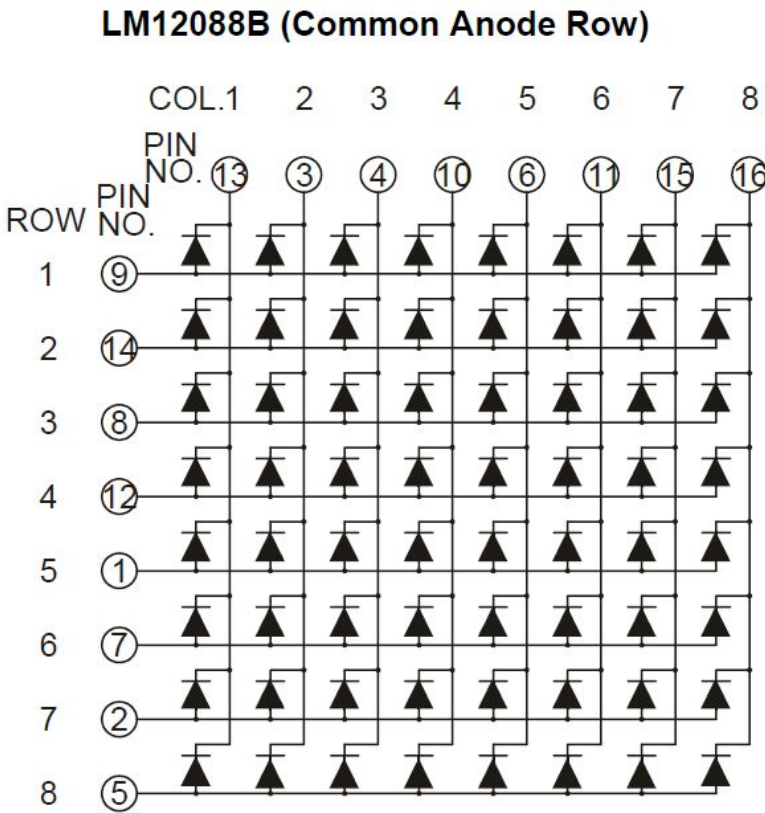


Figura 5.5: Conexión interno de la matriz de LEDs

Bibliografía

Hoja de datos del demultiplexor CMOS 74HC138:

http://www.nxp.com/documents/data_sheet/74HC_HCT138.pdf

Hoja de datos del demultiplexor CMOS 74HC238:

http://www.nxp.com/documents/data_sheet/74HC_HCT238.pdf

Hoja de datos de los pulsadores de 6 mm:

<https://www.hdk.co.jp/pdf/eng/e291702.pdf>

Hoja de datos de la matriz de leds:

<http://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/574249/LIGHTKEY/LM12088AB.html>