GameBoy-Periféricos LCD y GPIO

Sebastián Cortés, Luis Carlos Díaz

February 2019

1 Hardware

La estructura del sistema se muestra en la figura **??**. El sistema cuenta con cinco periféricos, por el momento se han implementado dos de ellos, LCD y GPIO.

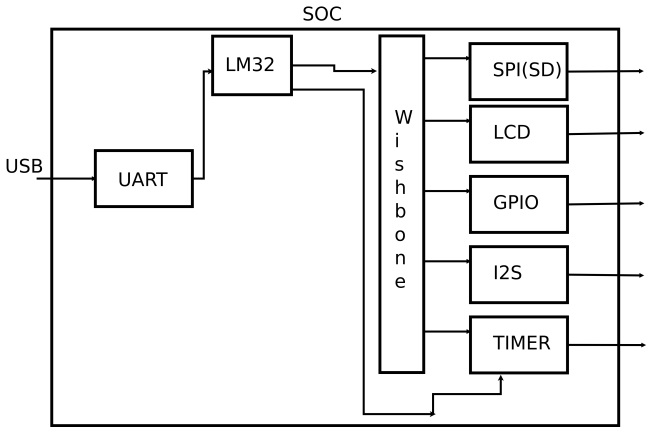


Figure 1: Modelo del sistema en chip.

1.1 LCD parallel

La función de este modulo es escribir en los registros de la pantalla, siguiendo el diagrama de tiempos mostrado en la figura 2.

Para acceder a la Ram de gráficos se sigue otro diagrama de tiempos, mostrado en la figura 4, esta secuencia se identifica con el comando 0x3c, y recibe N argumentos, correspondientes a el color de cada píxel.

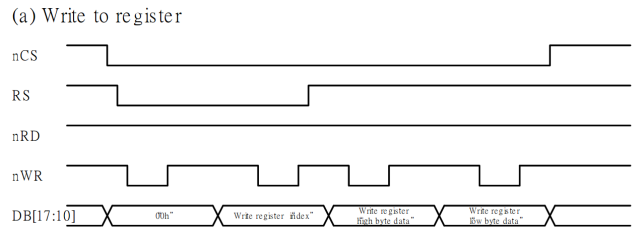


Figure 2: Diagrama de tiempos para la escritura en los registros de la LCD.

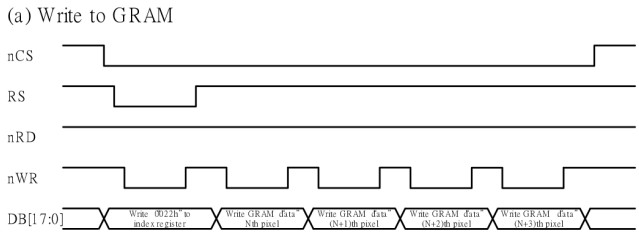


Figure 3: Diagrama de tiempos para la escritura en la Ram de gráficos.

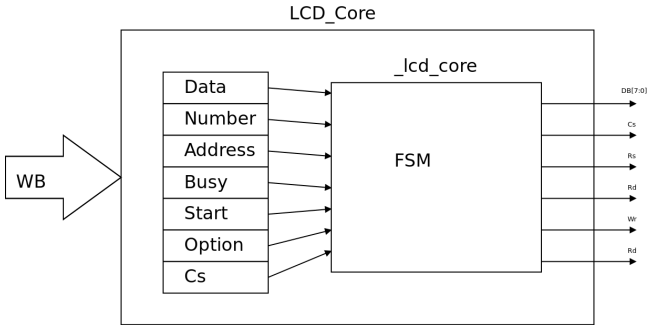


Figure 4: Diagrama del periférico.

En la tabla 1 se muestra el mapa de memoria del periférico encargado de comunicarse con la pantalla LCD. ADDR es la dirección de la pantalla, DATA es el dato que se va a escribir en dicha dirección, NUMBER se refiere al numero de veces que se enviará DATA, esto para hacer la escritura en la GRAM, START se debe confiurar en 1b1 para dar inicio a la transmisión, con OPTION se puede elegir el tipo de transmisión debido a que algunos registros de la pantalla no necesitan un argumento y funcionan como comandos. OPTION

- 00:envio de 16-bits
- 01:envio de 8-bits

- 10:envio de 16-bits sin dato
- 11:envio de 8-bits sin dato

Registro	Dirección	Tamaño	Tipo
lcd_test_DATA	0xe0005800	16	rw
lcd_test_NUMBER	0xe0005808	32	rw
lcd_test_ADDR	0xe0005818	8	rw
lcd_test_BUSY	0xe000581c	1	ro
lcd_test_START	0xe0005820	2	rw
lcd_test_OPTION	0xe0005824	3	rw
lcd_test_CS_	0xe0005828	1	rw

Table 1: Mapa de memoria de lcd_core.

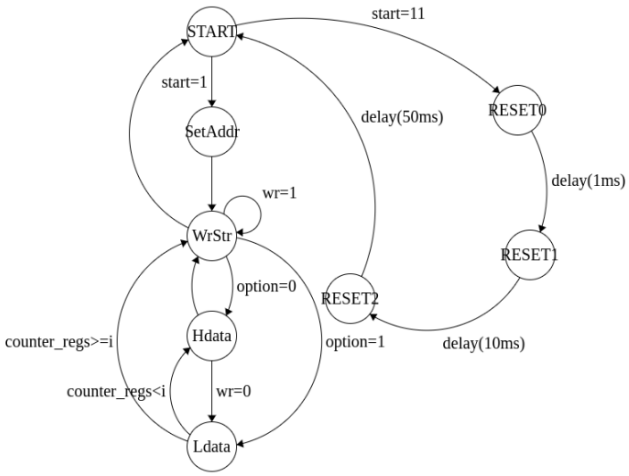


Figure 5: Máquina de estados propuesta.

Las declaraciones más importantes de cada estado de la máquina de la figura 1.1.3 son:

1.1.1 Start

Espera el valor del registro START para comenzar rutina de reset o de escritura.

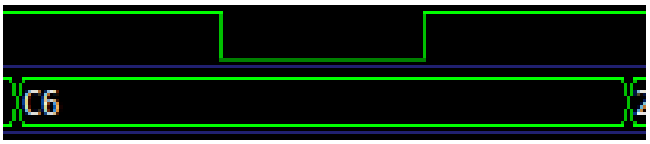
1.1.2 SetAddr

El número que hay en el registro ADDR se escribe en los pines de salida DB[7:0]

1.1.3 WRSTROBE

Es muy importante porque pone en nivel bajo y posteriormente en nivel alto el bit WR para hacer efectiva la escritura.

El tiempo que dura el bit WR en nivel bajo y en nivel alto es de 120ns. El dato válido en los pines DB[7:0] tiene una duración de 360ns.



Siempre se accede a este estado después de que se le escribe a los pines DB[7:0].

1.1.4 HData

Escribe en la salida DB[7:0] el byte más significativo del número (16bit) existente en el registro DATA.

1.1.5 LData

Escribe en la salida DB[7:0] el byte menos significativo del número (16bit) existente en el registro DATA.

1.1.6 Rutina Reset

En esta rutina se configura el pin RST de la tarjeta en nivel bajo, espera 1ms, luego en nivel alto, espera 10ms y luego lo vuelve a poner en nivel bajo y finalmente espera 50ms y termina.

En las figuras 6 y 7 se muestra el funcionamiento del modulo Lcd parallel en el analizador lógico

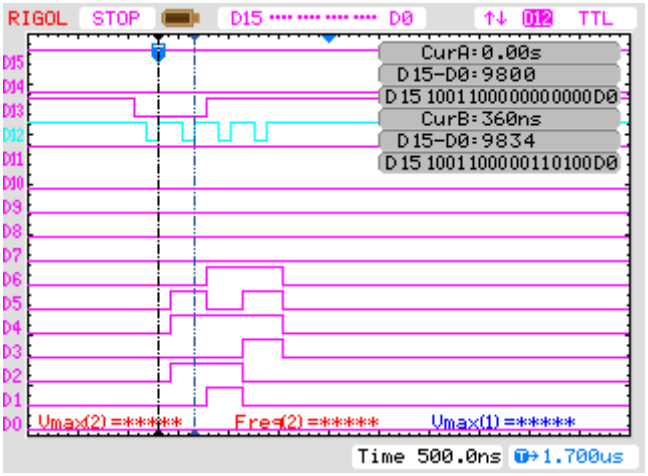


Figure 6: Escritura de datos.

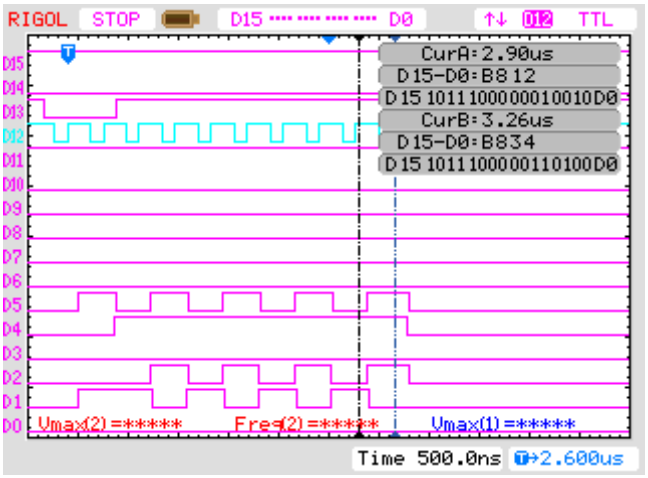


Figure 7: Escritura en la ram de gráficos

1.2 GPIO

Para leer el estado de los botones se uso un periferico GPIO que almacena el estado de los botones en un registro, el mapa de memoria se muestra en la ba

Registro	Dirección	Tamaño	Tipo
buttons_in	0xe0006800	1	ro

Table 2: Mapa de memoria del GPIO

2 Software

2.1 LCD

Para escribir en los registros de la pantalla haciendo uso de los registros de control se usa la función *lcd_write_reg*.

```
static void lcd_write_reg(unsigned char address,unsigned short int value,
unsigned char option){
    lcd_test_ADDR_write(address);    //Escritura de la direccion
    lcd_test_DATA_write(value);      //Escritura del dato
    lcd_test_SENDONE_write(option); //Escritura de la direccion
    lcd_test_START_write(1);         //Inicio del ciclo de escritura
    lcd_test_START_write(0);
    while(lcd_test_BUSY_read());     //Esperar al fin del proceso
}
```

Haciendo uso de esta función se hace la secuencia de inicialización que consiste en escribir los registros mostrados a continuación.

Reg	Data	Descripcion
0x01	0x0000	Software rest
0x28	0x0000	Display off
0xc0	0x0023	Power control 1
0xc1	0x0010	Power control 2
0xc5	0x2b2b	Vcom Control
0xc7	0x00c0	Vcom Control 2
0x36	0x0088	Memory access control
0x3a	0x0055	Pixel format set
0xb1	0x001b	Frame control
0xb7	0x0007	Entry mode set
0x11	0x0000	Sleep out
0x29	0x0000	Display on

Table 3: Secuencia de inicialización.

Luego de la inicialización se procede a escribir en cada posición de la memoria de gráficos para esto se implementó la función *lcd_write_ntimes*, esta función ejecuta el comando 0x3e y envía el dato n veces.

```
static void lcd_write_ntimes(unsigned short int value,
unsigned int times){
    lcd_test_ADDR_write(0x3c);
    lcd_test_DATA_write(value);
    lcd_test_NUMBER_write(times);
    lcd_test_SENDONE_write(0);
    lcd_test_START_write(1);
```

```
    lcd_test_START_write(0);
    while(lcd_test_BUSY_read());
}
```

2.2 GPIO

Para leer los registros correspondientes a los botones se uso la función *buttons_in_read*, generada por Migen

```
static inline unsigned char buttons_in_read(void) {
        unsigned char r = csr_readl(0xe0006800);
        return r;
}
```

References

[1] Ilitek, "TFT LCD Single Chip Driver", ili9341 datasheet, [Revisado Feb 2019]