

Aplicaciones con el NIOS II

Por Kalun José Lau Gan

1

Changelog

- 17-06-2021 23:36 – Creación del documento.
- 19-06-2021 17:42 – Ejercicio 3 completado.
- 19-06-2021 22:21 – Ejercicio 1 y 2 completados.
- 23-06-2021 01:18 – Mejor redacción y ampliación de detalle en los ejemplos 2 y 3.

2

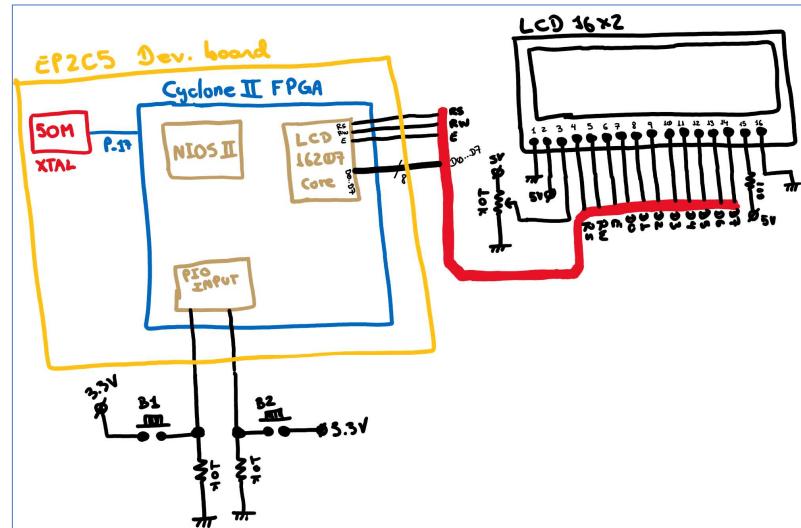
Índice de ejemplos

- Ejemplo 1: Interface del NIOS II con un LCD 16x2 para visualizar del estado de dos pulsadores
- Ejemplo 2: Interface del NIOS II con un LCD 16x2 para visualizar un contador autoincremental, creación de librería lcd_lib
- Ejemplo 3: Interface del NIOS II con un sensor DHT11 y un LCD 16x2, creación de librerías dht11_lib y lcd_lib

3

Ejemplo 1: Interface del NIOS II con un LCD 16x2 para visualizar del estado de dos pulsadores

- Diagrama de bloques



4

Ejemplo 1: Interface del NIOS II con un LCD 16x2 para visualizar del estado de dos pulsadores

- Aspectos iniciales:

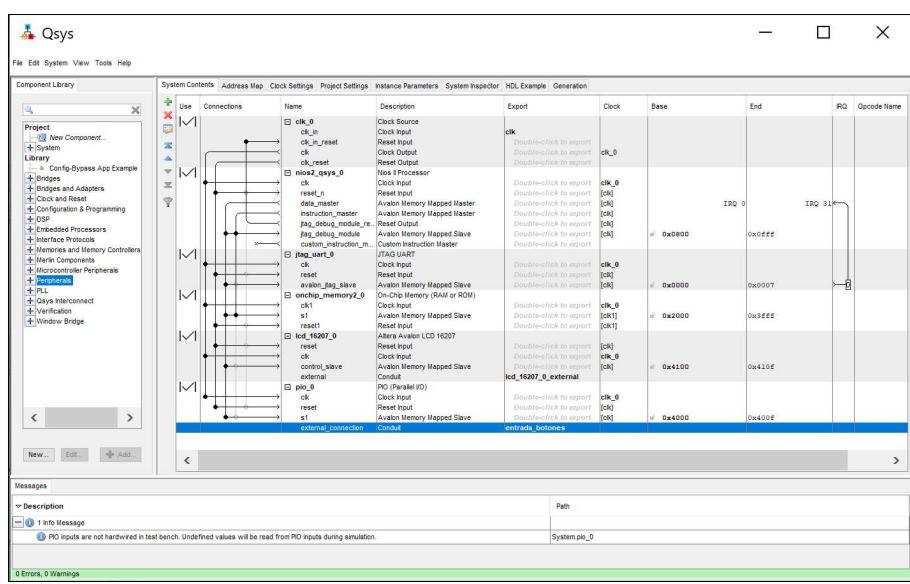
- Se empleará un PIO entrada de 8 bits para la conexión de los dos pulsadores, dichos pulsadores ocuparán los dos bits menos significativos.
- En el LCD se visualizará el estado de ambos botones con mensajes “OFF” cuando no estén presionados y “ON” cuando estén presionados.
- Tener en cuenta que la lógica del programa principal será la de preguntar constantemente (polling) el estado del PIO entrada.

5

Ejemplo 1: Interface del NIOS II con un LCD 16x2 para visualizar del estado de dos pulsadores

- Esquema en Qsys:

- El LCD Core se encuentra en la dirección 0x4100
- El PIO de entrada se encuentra en la dirección 0x4000



6

Ejemplo 1: Interface del NIOS II con un LCD 16x2 para visualizar del estado de dos pulsadores

- Instanciación del NIOS II (VHDL estructural):

```

1 library IEEE;
2 use IEEE.std_logic_1164.all;
3 use IEEE.std_logic_arith.all;
4 use IEEE.std_logic_unsigned.all;
5
6 entity NIOS_II_LB5 is
7   port( in_clk: in std_logic;
8         botones: in std_logic_vector(7 downto 0);
9         lcd_rs, lcd_rw, lcd_e: out std_logic;
10        lcd_data: inout std_logic_vector(7 downto 0));
11 end NIOS_II_LB5;
12
13 architecture estructura of NIOS_II_LB5 is
14
15   component nios_lcd is
16     port (
17       clk_clk           : in  std_logic          := 'X'; -- clk
18       entrada_botones_export : in  std_logic_vector(7 downto 0) := (others => 'X'); -- export
19       lcd_16207_0_external_RS : out  std_logic; -- RS
20       lcd_16207_0_external_RW : out  std_logic; -- RW
21       lcd_16207_0_external_data : inout std_logic_vector(7 downto 0) := (others => 'X'); -- data
22       lcd_16207_0_external_E : out  std_logic; -- E
23     );
24   end component nios_lcd;
25
26 begin
27
28   u0 : component nios_lcd
29     port map (
30       clk_clk           => in_clk,      -- clk.clk
31       entrada_botones_export  => botones, -- entrada_botones.export
32       lcd_16207_0_external_RS => lcd_rs,    -- lcd_16207_0_external.RS
33       lcd_16207_0_external_RW => lcd_rw,    -- RW
34       lcd_16207_0_external_data => lcd_data, -- .data
35       lcd_16207_0_external_E  => lcd_e     -- .E
36     );
37
38 end estructura;

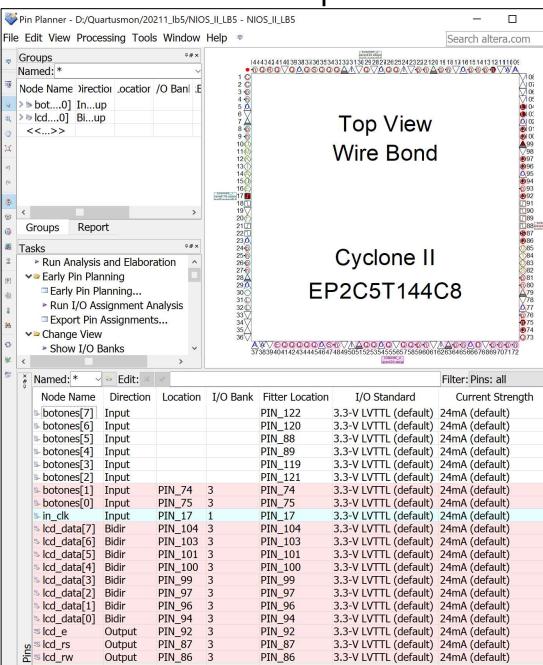
```

7

Ejemplo 1: Interface del NIOS II con un LCD 16x2 para visualizar del estado de dos pulsadores

• Pin Planner:

- Como se mencionó anteriormente, en el PIO de entradas solo se están empleando los dos menos significativos y que se usarán para conectar los dos pulsadores de la aplicación. El resto de señales las dejaremos en blanco y el Pin Planner les auto-asignará pines.
- Se tendrá que contemplar un mecanismo de enmascaramiento para el PIO entrada para que solamente se lean los dos bits menos significativos.



8

Ejemplo 1: Interface del NIOS II con un LCD 16x2 para visualizar del estado de dos pulsadores

- Código en Eclipse:

```

1 #include "sys/alt_stdio.h"
2 #include "system.h"
3 #include "unistd.h"
4 #include "altera_avalon_lcd_16207_regs.h"
5 #include "altera_avalon_pio_regs.h"
6
7 #define LCD_WR_COMMAND_REG 0
8 #define LCD_RD_STATUS_REG 1
9 #define LCD_WR_DATA_REG 2
10#define LCD_RD_DATA_REG 3
11#define LCD_0_BASE 0x4100
12
13 unsigned char boton1=0;
14 unsigned char boton2=0;
15
16 void lcd_init(void){
17     usleep(15000);
18     IOWR(LCD_0_BASE, LCD_WR_COMMAND_REG, 0x38);
19     usleep(4100);
20     IOWR(LCD_0_BASE, LCD_WR_COMMAND_REG, 0x38);
21     usleep(100);
22     IOWR(LCD_0_BASE, LCD_WR_COMMAND_REG, 0x38);
23     usleep(5000);
24     IOWR(LCD_0_BASE, LCD_WR_COMMAND_REG, 0x38);
25     usleep(100);
26     IOWR(LCD_0_BASE, LCD_WR_COMMAND_REG, 0x08);
27     usleep(100);
28     IOWR(LCD_0_BASE, LCD_WR_COMMAND_REG, 0x0C);
29     usleep(100);
30     IOWR(LCD_0_BASE, LCD_WR_COMMAND_REG, 0x06);
31     usleep(100);
32     IOWR(LCD_0_BASE, LCD_WR_COMMAND_REG, 0x02);
33     usleep(2000);
34     IOWR(LCD_0_BASE, LCD_WR_COMMAND_REG, 0x01);
35     usleep(2000);
36 }
37
38 void ESCRIBE_MENSAJE(const char *cadena, unsigned char tam){
39     unsigned char i=0;
40     for(i=0;i<tam;i++){
41         IOWR(LCD_0_BASE, LCD_WR_DATA_REG, cadena[i]);
42         usleep(100);
43     }
44 }
```

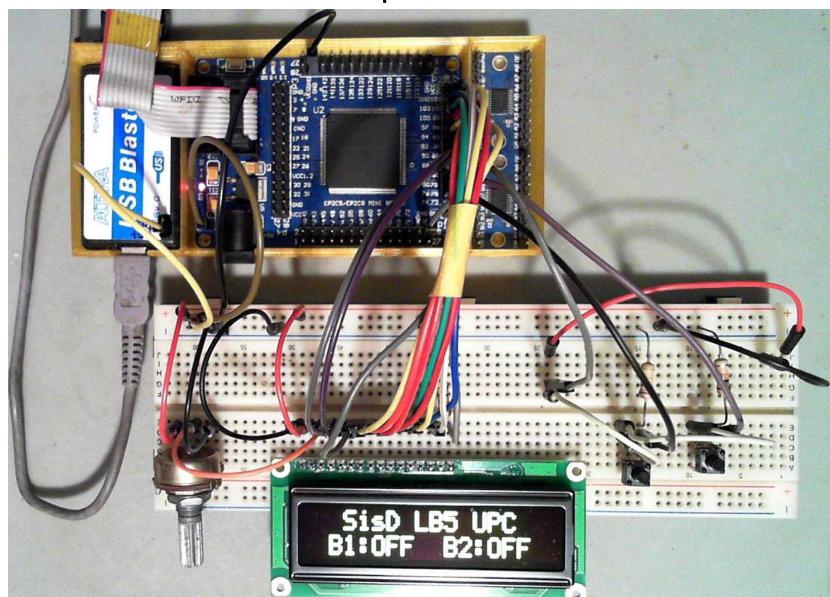
```

46 int main(void){
47     alt_putstr("SisD LB5 UPC\n");
48     alt_putstr("Update 11-06-2021 16:10\n");
49     lcd_init();
50     IOWR(LCD_0_BASE, LCD_WR_COMMAND_REG, 0x02);
51     usleep(2000);
52     ESCRIBE_MENSAJE(" SisD LB5 UPC ", 16);
53     while(1){
54         boton1 = IORD_ALTERA_AVALON_PIO_DATA(0x4000) & 0x01;
55         boton2 = IORD_ALTERA_AVALON_PIO_DATA(0x4000) & 0x02;
56         boton2 = boton2 >> 1;
57         IOWR(LCD_0_BASE, LCD_WR_COMMAND_REG, 0xC1);
58         usleep(2000);
59         if(boton1 == 1){
60             ESCRIBE_MENSAJE("B1: ON ", 7);
61         }
62         else{
63             ESCRIBE_MENSAJE("B1:OFF ", 7);
64         }
65         IOWR(LCD_0_BASE, LCD_WR_COMMAND_REG, 0xC9);
66         usleep(2000);
67         if(boton2 == 1){
68             ESCRIBE_MENSAJE("B2: ON ", 7);
69         }
70         else{
71             ESCRIBE_MENSAJE("B2:OFF ", 7);
72         }
73     }
74     return 0;
75 }
```

9

Ejemplo 1: Interface del NIOS II con un LCD 16x2 para visualizar del estado de dos pulsadores

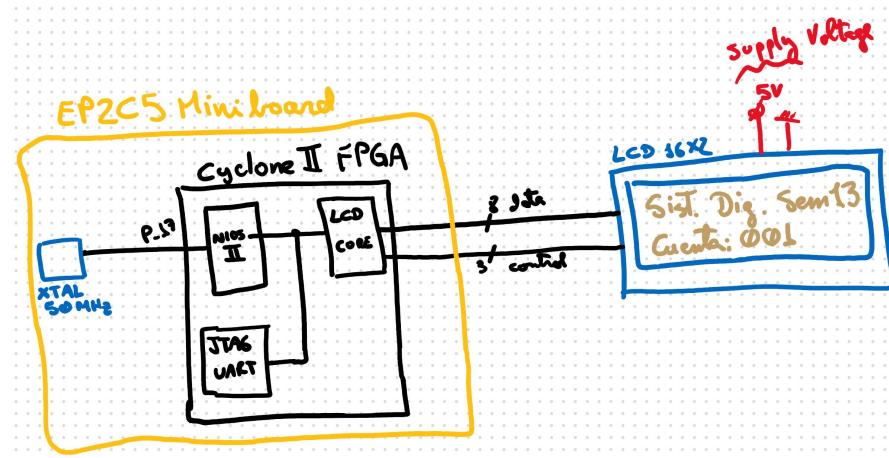
- Circuito implementado:



10

Ejemplo 2: Interface del NIOS II con un LCD 16x2 para visualizar un contador autoincremental

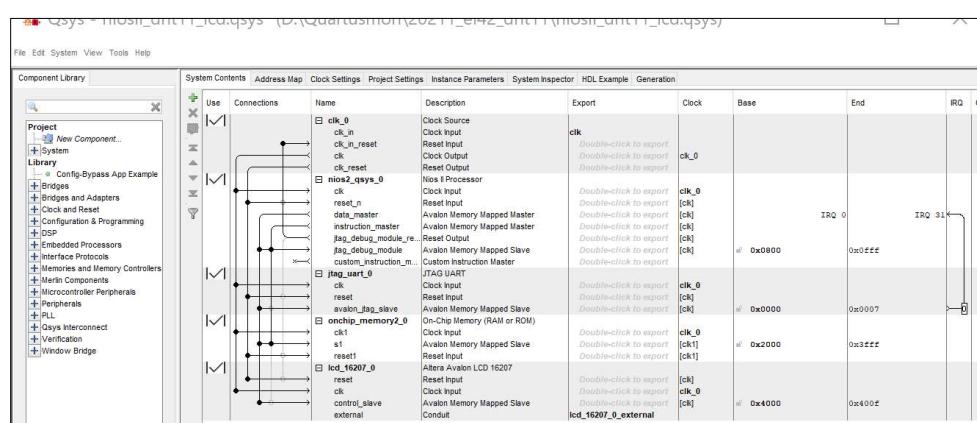
- Diagrama de bloques



11

Ejemplo 2: Interface del NIOS II con un LCD 16x2 para visualizar un contador autoincremental

- Esquema en Qsys:
- El LCD Core esta mapeado en la dirección 0x4000



12

Ejemplo 2: Interface del NIOS II con un LCD 16x2 para visualizar un contador autoincremental

- Instanciación en Qsys:

```

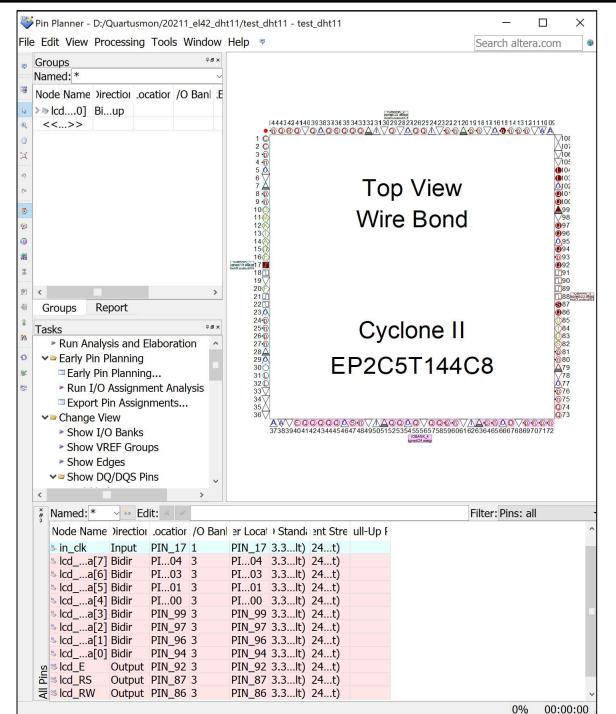
1 library IEEE;
2 use IEEE.std_logic_1164.all;
3 use IEEE.std_logic_arith.all;
4 use IEEE.std_logic_unsigned.all;
5
6 entity test_cuenta is
7   port(
8     in_clk      : in  std_logic;                                -- clk
9     lcd_RS     : out std_logic;                                -- RS
10    lcd_RW     : out std_logic;                               -- RW
11    lcd_data   : inout std_logic_vector(7 downto 0) := (others => 'X'); -- data
12    lcd_E      : out std_logic;                                -- E
13  );
14 end test_dht11;
15
16 architecture estructura of test_cuenta is
17   component niosii_cuenta_lcd is
18     port (
19       clk_clk      : in  std_logic;                                -- clk
20       lcd_16207_0_external_RS : out std_logic;                  -- RS
21       lcd_16207_0_external_RW : out std_logic;                 -- RW
22       lcd_16207_0_external_data : inout std_logic_vector(7 downto 0) := (others => 'X'); -- data
23       lcd_16207_0_external_E  : out std_logic;                                -- E
24     );
25   end component niosii_cuenta_lcd;
26
27 begin
28   u0 : component niosii_cuenta_lcd
29     port map (
30       clk_clk      => in_clk,                                     clk.clk
31       lcd_16207_0_external_RS => lcd_RS,                      lcd_16207_0_external.RS
32       lcd_16207_0_external_RW => lcd_RW,                      .RW
33       lcd_16207_0_external_data => lcd_data,                  .data
34       lcd_16207_0_external_E  => lcd_E,                        .E
35     );
36 end estructura;

```

13

Ejemplo 2: Interface del NIOS II con un LCD 16x2 para visualizar un contador autoincremental

- Asignación de pines en Pin Planner:



14

Ejemplo 2: Interface del NIOS II con un LCD 16x2 para visualizar un contador autoincremental

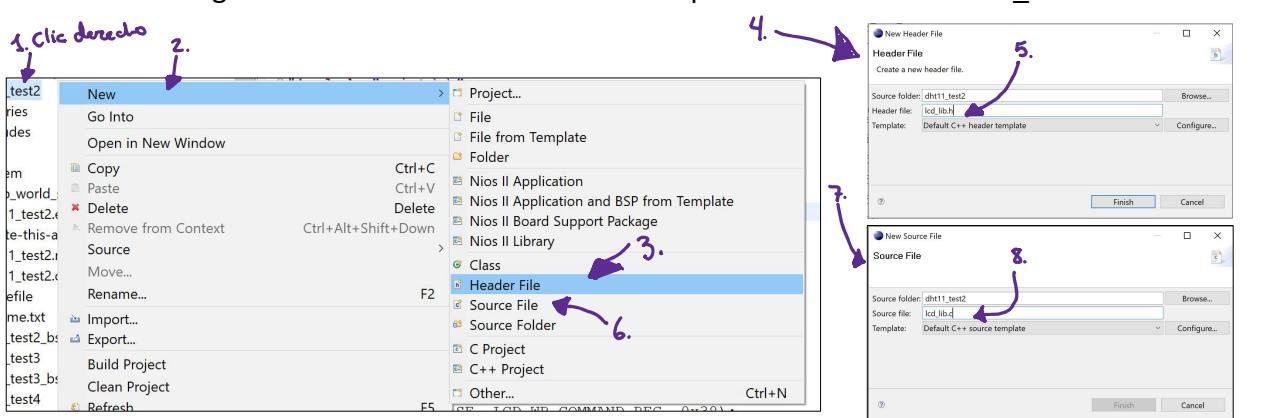
- Software de la aplicación en Eclipse: Librería “lcd_lib” para el control del LCD 16x2

<pre>lcd_lib.h 8#ifndef LCD_LIB_H_ 9#define LCD_LIB_H_ 10 11#include "sys/alt_stdio.h" 12#include "system.h" 13#include "unistd.h" 14#include "string.h" 15#include "altera_avalon_lcd_16207_regs.h" 16 17#define LCD_WR_COMMAND_REG 0 18#define LCD_RD_STATUS_REG 1 19#define LCD_WR_DATA_REG 2 20#define LCD_RD_DATA_REG 3 21#define LCD_0_BASE 0x4000 22 23void LCD_init(void); 24void LCD_ESCRIBE_MENSAJE(const char *cadena); 25void LCD_CHAR_SEND(unsigned char info); 26void LCD_CLEAR(void); 27void LCD_LINE1(void); 28void LCD_LINE2(void); 29 30#endif /* LCD_LIB_H_ */</pre>	<pre>lcd_lib.c 1 #include "lcd_lib.h" 2 3 void LCD_init(void) { 4 IOWR(LCD_0_BASE, LCD_WR_COMMAND_REG, 0x38); 5 usleep(15000); 6 IOWR(LCD_0_BASE, LCD_WR_COMMAND_REG, 0x38); 7 usleep(4100); 8 IOWR(LCD_0_BASE, LCD_WR_COMMAND_REG, 0x38); 9 usleep(100); 10 IOWR(LCD_0_BASE, LCD_WR_COMMAND_REG, 0x38); 11 usleep(5000); 12 IOWR(LCD_0_BASE, LCD_WR_COMMAND_REG, 0x38); 13 usleep(100); 14 IOWR(LCD_0_BASE, LCD_WR_COMMAND_REG, 0x38); 15 usleep(100); 16 IOWR(LCD_0_BASE, LCD_WR_COMMAND_REG, 0x38); 17 usleep(100); 18 IOWR(LCD_0_BASE, LCD_WR_COMMAND_REG, 0x38); 19 usleep(100); 20 IOWR(LCD_0_BASE, LCD_WR_COMMAND_REG, 0x0C); 21 usleep(100); 22 IOWR(LCD_0_BASE, LCD_WR_COMMAND_REG, 0x0C); 23 usleep(100); 24 IOWR(LCD_0_BASE, LCD_WR_COMMAND_REG, 0x06); 25 usleep(100); 26 IOWR(LCD_0_BASE, LCD_WR_COMMAND_REG, 0x02); 27 usleep(2000); 28 IOWR(LCD_0_BASE, LCD_WR_COMMAND_REG, 0x01); 29 usleep(2000); 30 31 32 void LCD_ESCRIBE_MENSAJE(const char *cadena) { 33 unsigned char tam; 34 tam = strlen(cadena); 35 unsigned char i=0; 36 for(i=0;i<tam;i++) { 37 IOWR(LCD_0_BASE, LCD_WR_DATA_REG, cadena[i]); 38 usleep(100); 39 } 40 }</pre>
---	---

15

Ejemplo 2: Interface del NIOS II con un LCD 16x2 para visualizar un contador autoincremental

- Inclusión de librerías en Eclipse:
 - Clic derecho al nombre del proyecto, seleccionar “New” y luego “Header File” y crear el archivo header con nombre “lcd_lib.h”
 - De igual manera volver hacer lo anterior para crear el archivo “lcd_lib.c”



16

Ejemplo 2: Interface del NIOS II con un LCD 16x2 para visualizar un contador autoincremental

- Software de la aplicación en Eclipse: Código principal
 - Se está empleando una función convierte que permitirá obtener los dígitos individuales (centena, decena y unidad) de la variable “cuenta” a fin de que se pueda visualizar en el LCD.
 - Tener en cuenta que para visualizar cada dígito se deberá de sumar 0x30 para que pueda imprimirse el dígito en el LCD según su ROM de caracteres (muy similar a la table ASCII)

名前	0000	0001	0010	0100	0101	0110	0111	1000	1001	1010	1011	1100	1101	1110	1111
xxxx0000				12	AP	Pa	P					-タ-	タ	タ	タ
xxxx0001	(2)		11	AQa	aq							アチ	ア	ア	ア
xxxx0010	(3)		"12	BR	br							イツ	イ	イ	イ
xxxx0011	(4)	#3	CScs									ウテ	ウ	ウ	ウ
xxxx0100	(5)	\$4	DTdt									エト	エ	エ	エ
xxxx0101	(6)	Z5	EUeu									オナ	オ	オ	オ
xxxx0110	(7)	&6	FVfv									カニ	カ	カ	カ
xxxx0111	(8)	'7	GW9w									キヌ	ク	ク	ク
xxxx1000	(1)	(8)	Hxhx									クネリ	ク	ク	ク
xxxx1001	(2))9	IYiy									ケル	ケ	ケ	ケ
xxxx1010	(3)	*	JZjz									コハレ	ジ	ジ	ジ
xxxx1011	(4)	+;	KLk<									サヒロ	ス	ス	ス
xxxx1100	(5)	,<L	¥II									シワフ	フ	フ	フ
xxxx1101	(6)	=M	Jm>									スヘン	モ	モ	モ
xxxx1110	(7)	.	>N^n→									セホ	ハ	ハ	ハ
xxxx1111	(8)	/?	O_o+									ソマ	オ	オ	オ

```

#include "sys/alt_stdio.h"
#include "system.h"
#include "unistd.h"
#include "string.h"
#include "altera_avalon_lcd_16207_regs.h"
#include "altera_avalon_pio_regs.h"
#include "lcd_lib.h"

unsigned char cuenta=0;
unsigned char centena=0;
unsigned char decena=0;
unsigned char unidad=0;

void convierte(unsigned char numero){
    centena = (numero % 1000) / 100;
    decena = (numero % 100) / 10;
    unidad = numero % 10;
}

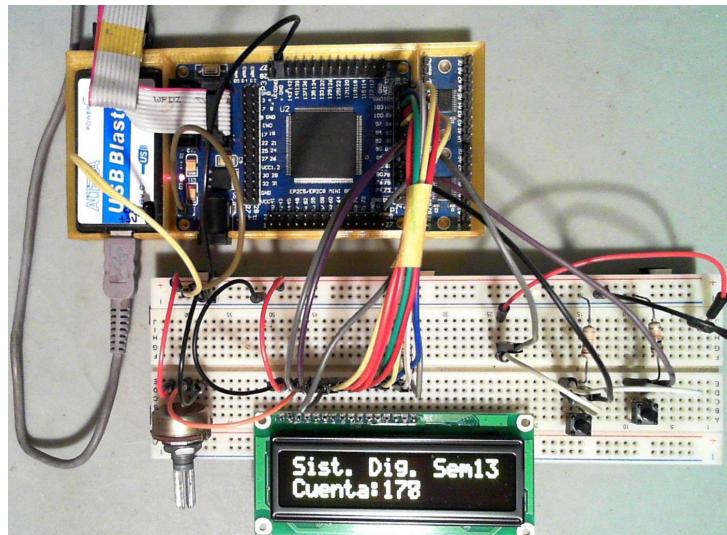
int main(){
    LCD_init();
    LCD_LINE1();
    LCD_ESCIBE_MENSAJE("Sist. Dig. Sem13");
    while(1){
        LCD_LINE2();
        LCD_ESCIBE_MENSAJE("Cuenta:");
        convierte(cuenta);
        LCD_CHAR_SEND(centena+0x30);
        LCD_CHAR_SEND(decena+0x30);
        LCD_CHAR_SEND(unidad+0x30);
        cuenta++;
        usleep(100000);
    }
}

```

17

Ejemplo 2: Interface del NIOS II con un LCD 16x2 para visualizar un contador autoincremental

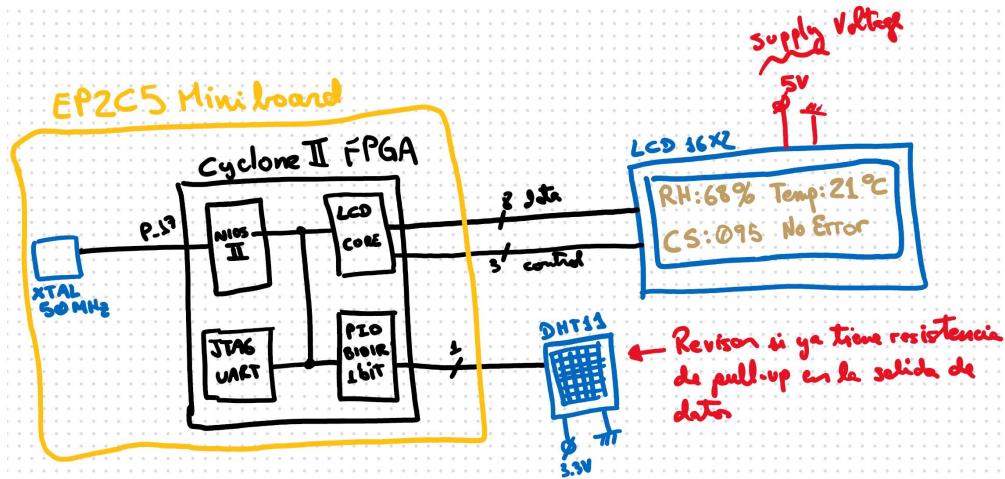
- Circuito implementado:



18

Ejemplo 3: Interface del NIOS II con un sensor DHT11 y un LCD 16x2

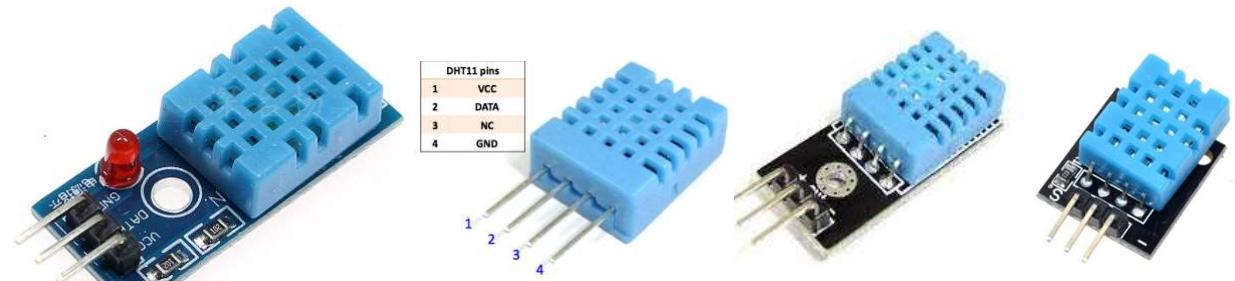
- Diagrama de bloques



19

Ejemplo 3: Interface del NIOS II con un sensor DHT11 y un LCD 16x2

- Aspectos iniciales:
 - Al revisar la hoja técnica del DHT11 podemos ver que el DHT11 tiene un rango de voltaje de operación de 3V a 5.5V por lo que la conexión hacia el FPGA Cyclone II será de manera directa.
 - Dependiendo del modelo de DHT11 puede que tenga integrado la resistencia de pull-up, sobre todo lo que tienen el sensor montado en una PCB:
 - Hoja técnica: <https://www.mouser.com/datasheet/2/758/DHT11-Technical-Data-Sheet-Translated-Version-1143054.pdf>

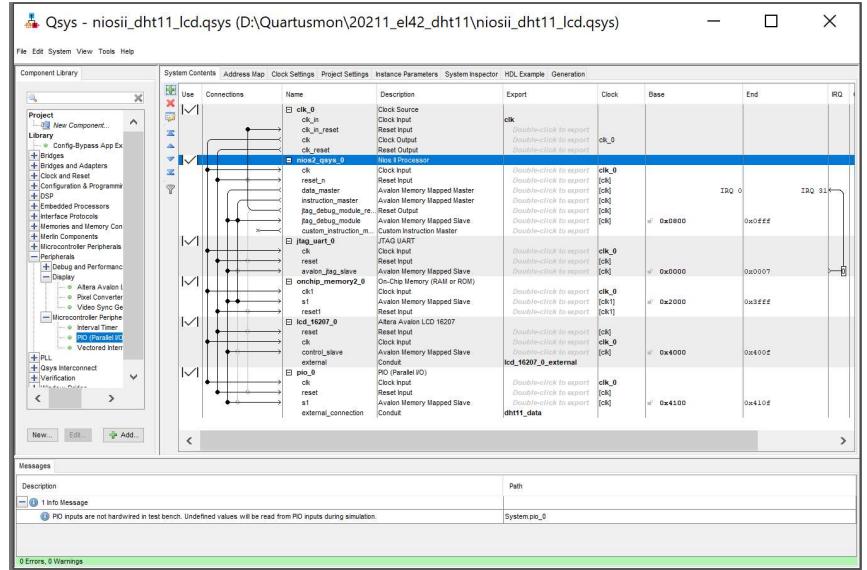


20

Ejemplo 3: Interface del NIOS II con un sensor DHT11 y un LCD 16x2 (cont...)

- Esquema en Qsys:

- Se está empleando el modelo NIOSII/e
- La memoria se ha especificado de 8KB (8192 bytes) de tamaño y ubicada en la dirección 0x2000 – 0x3FFF
- El LCD Core se encuentra en la dirección 0x4000
- El PIO que se emplea para la comunicación con el DHT11 es del tipo bidireccional y de un 1bit de tamaño, ubicado en la dirección 0x4100



21

Ejemplo 3: Interface del NIOS II con un sensor DHT11 y un LCD 16x2 (cont...)

- Instanciación del NIOS II (VHDL estructural)
- Tener en cuenta los puertos de la entidad que se van a conectar al NIOSII deben de respetarse sus tipos y tamaños.

```

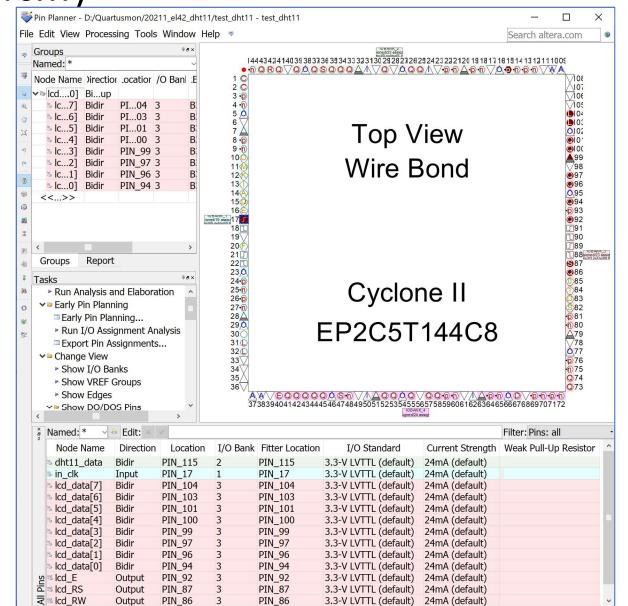
1 library IEEE;
2 use IEEE.std_logic_1164.all;
3 use IEEE.std_logic_arith.all;
4 use IEEE.std_logic_unsigned.all;
5
6 entity test_dht11 is
7   port(
8     in_clk      : in  std_logic          := 'X';           -- clk
9     lcd_RS     : out std_logic;          -- RS
10    lcd_RW     : out std_logic;          -- RW
11    lcd_data   : inout std_logic_vector(7 downto 0) := (others => 'X'); -- data
12    lcd_E      : out std_logic;          -- E
13    dht11_data : inout std_logic        := 'X'           -- export
14  );
15 end test_dht11;
16
17 architecture estructura of test_dht11 is
18 begin
19   component niosii_dht11_lcd is
20     port(
21       clk_clk      : in  std_logic          := 'X';           -- clk
22       lcd_16207_0_external_RS : out std_logic;          -- RS
23       lcd_16207_0_external_RW : out std_logic;          -- RW
24       lcd_16207_0_external_data : inout std_logic_vector(7 downto 0) := (others => 'X'); -- data
25       lcd_16207_0_external_E  : out std_logic;          -- E
26       dht11_data_export      : inout std_logic        := 'X'           -- export
27     );
28   end component niosii_dht11_lcd;
29
30   begin
31     u0 : component niosii_dht11_lcd
32       port map (
33         clk_clk      => in_clk,           -- clk
34         lcd_16207_0_external_RS => lcd_RS,          -- RS
35         lcd_16207_0_external_RW => lcd_RW,          -- RW
36         lcd_16207_0_external_data => lcd_data,        -- data
37         lcd_16207_0_external_E  => lcd_E,           -- E
38         dht11_data_export      => dht11_data        -- export
39       );
40   end estructura;

```

22

Ejemplo 3: Interface del NIOS II con un sensor DHT11 y un LCD 16x2 (cont...)

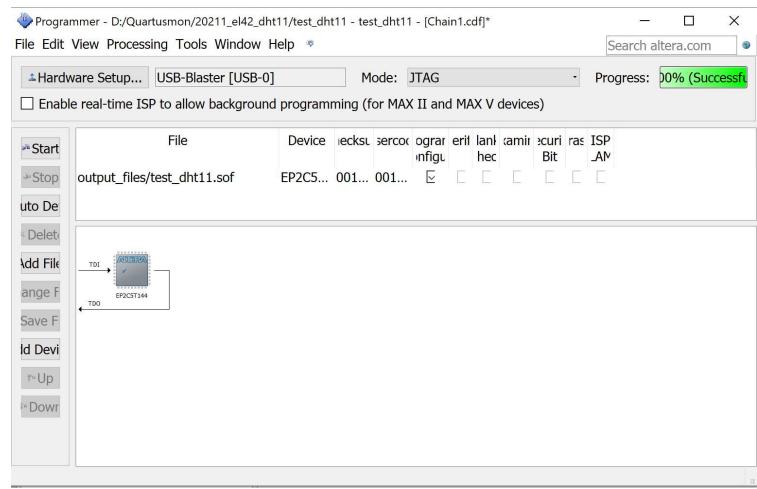
- Asignación de pines en el Pin Planner:
 - Al momento de asignar los pines del FPGA con las señales de la entidad tener en consideración el uso de pines I/O y no usar los pines dedicados de reloj u otras funciones.
 - Los pines asignados que se muestran fueron validados para este ejemplo y no presentan inconvenientes.



23

Ejemplo 3: Interface del NIOS II con un sensor DHT11 y un LCD 16x2 (cont...)

- Una vez asignados los pines en el Pin Planner se procede a grabar el FPGA con la configuración de hardware desarrollada.
- Luego de grabar satisfactoriamente el FPGA se procederá a hacer la aplicación (software) en el entorno Eclipse.

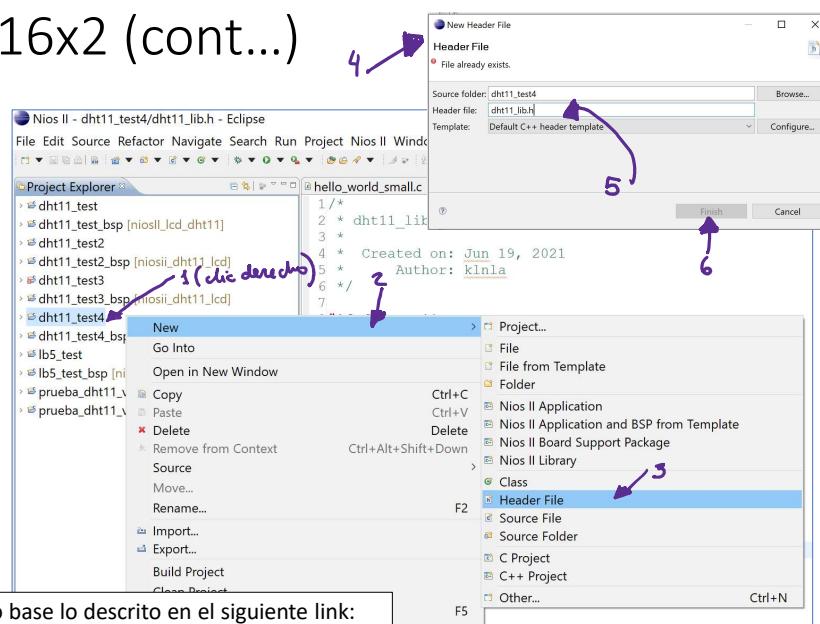


24

Ejemplo 3: Interface del NIOS II con un sensor DHT11 y un LCD 16x2 (cont...)

- Eclipse: Desarrollo de la librería para DHT11**

- En C para crear una librería se debe de contemplar dos archivos: el ".h" y el ".c"
- Seguir los siguientes pasos para crear los archivos fuente de la librería para el DHT11. Se deben de crear "dht11lib.h" y "dht11_lib.c"



Nota: La librería fue creada teniendo como base lo descrito en el siguiente link:
<https://www.electronicwings.com/pic/dht11-sensor-interfacing-with-pic18f4550>

25

Ejemplo 3: Interface del NIOS II con un sensor DHT11 y un LCD 16x2 (cont...)

- Eclipse: Desarrollo de la librería para DHT11**

- Una vez creados los archivos .h y .c proceder a colocar las funciones para el DHT11

Contenido de dht11_lib.h

```

8#ifndef DHT11_LIB_H_
9#define DHT11_LIB_H_
10
11#include "sys/alt_stdio.h"
12#include "system.h"
13#include "unistd.h"
14#include "string.h"
15#include "altera_avalon_pio_regs.h"
16
17char DHT11_ReadData();
18void DHT11_Start();
19void DHT11_CheckResponse();
20
21#endif /* DHT11_LIB_H_ */

```

26

Ejemplo 3: Interface del NIOS II con un sensor DHT11 y un LCD 16x2 (cont...)

Contenido de dht11_lib.c

```

8 #include "dht11_lib.h"
9
10 char DHT11_ReadData()
11 {
12     char i,data = 0;
13     for(i=0;i<8;i++)
14     {
15         while(!(IORD_ALTERA_AVALON_PIO_DATA(0x4100) & 1));
16         usleep(30);
17         if(IORD_ALTERA_AVALON_PIO_DATA(0x4100) & 1)
18             data = ((data<<1) | 1);
19         else
20             data = (data<<1);
21         while(IORD_ALTERA_AVALON_PIO_DATA(0x4100) & 1);
22     }
23     return data;
24 }
25
26 void DHT11_Start()
27 {
28     IOWR_ALTERA_AVALON_PIO_DIRECTION(0x4100, 1);
29     IOWR_ALTERA_AVALON_PIO_DATA(0x4100, 0);
30     usleep(18000);
31     IOWR_ALTERA_AVALON_PIO_DATA(0x4100, 1);
32     usleep(20);
33     IOWR_ALTERA_AVALON_PIO_DIRECTION(0x4100, 0);
34 }
35
36 void DHT11_CheckResponse()
37 {
38     while(IORD_ALTERA_AVALON_PIO_DATA(0x4100) & 1);
39     while(!(IORD_ALTERA_AVALON_PIO_DATA(0x4100) & 1));
40     while(IORD_ALTERA_AVALON_PIO_DATA(0x4100) & 1);
41 }

```

27

Ejemplo 3: Interface del NIOS II con un sensor DHT11 y un LCD 16x2 (cont...)

- Eclipse: Librería para LCD

lcd_lib.h

```

8 ifndef LCD_LIB_H_
9 define LCD_LIB_H_
10
11 #include "sys/alt_stdio.h"
12 #include "system.h"
13 #include "unistd.h"
14 #include "string.h"
15 #include "altera_avalon_lcd_16207_regs.h"
16
17 #define LCD_WR_COMMAND_REG 0
18 #define LCD_RD_STATUS_REG 1
19 #define LCD_WR_DATA_REG 2
20 #define LCD_RD_DATA_REG 3
21 #define LCD_0_BASE 0x4000
22
23 void LCD_INIT(void);
24 void LCD_ESCRIBE_MENSAJE(const char *cadena);
25 void LCD_ENVIACHAR(unsigned char caracter);
26 void LCD_CLEAR(void);
27 void LCD_LINE1(void);
28 void LCD_LINE2(void);
29
30 endif /* LCD_LIB_H_ */

```

lcd_lib.c

```

40 void LCD_INIT(void){
41     usleep(15000);
42     IOWR(LCD_0_BASE, LCD_WR_COMMAND_REG, 0x38);
43     usleep(4100);
44     IOWR(LCD_0_BASE, LCD_WR_COMMAND_REG, 0x38);
45     usleep(100);
46     IOWR(LCD_0_BASE, LCD_WR_COMMAND_REG, 0x38);
47     usleep(5000);
48     IOWR(LCD_0_BASE, LCD_WR_COMMAND_REG, 0x38);
49     usleep(100);
50     IOWR(LCD_0_BASE, LCD_WR_COMMAND_REG, 0x08);
51     usleep(100);
52     IOWR(LCD_0_BASE, LCD_WR_COMMAND_REG, 0x0C);
53     usleep(100);
54     IOWR(LCD_0_BASE, LCD_WR_COMMAND_REG, 0x06);
55     usleep(100);
56     IOWR(LCD_0_BASE, LCD_WR_COMMAND_REG, 0x02);
57     usleep(2000);
58     IOWR(LCD_0_BASE, LCD_WR_COMMAND_REG, 0x01);
59     usleep(2000);
60 }
61
62 void LCD_ENVIACHAR(unsigned char caracter){
63     IOWR(LCD_0_BASE, LCD_WR_DATA_REG, caracter);
64     usleep(100);
65 }
66
67 void LCD_CLEAR(void){
68     IOWR(LCD_0_BASE, LCD_WR_COMMAND_REG, 0x01);
69     usleep(2000);
70 }
71
72 void LCD_ESCRIBE_MENSAJE(const char *cadena){
73     unsigned char tam;
74     tam = strlen(cadena);
75     unsigned char i=0;
76     for(i=0;i<tam;i++){
77         IOWR(LCD_0_BASE, LCD_WR_DATA_REG, cadena[i]);
78         usleep(100);
79     }
80 }
81
82 void LCD_LINE1(void){
83     IOWR(LCD_0_BASE, LCD_WR_COMMAND_REG, 0xC0);
84     usleep(2000);
85 }
86
87 void LCD_LINE2(void){
88     IOWR(LCD_0_BASE, LCD_WR_COMMAND_REG, 0x00);
89     usleep(2000);
90 }

```

28

Ejemplo 3: Interface del NIOS II con un sensor DHT11 y un LCD 16x2 (cont...)

- Eclipse: Código fuente de la aplicación
 - Empleando librerías dht11_lib y lcd_lib
 - Tener en cuenta que el DHT11 actualiza sus datos cada un segundo

```

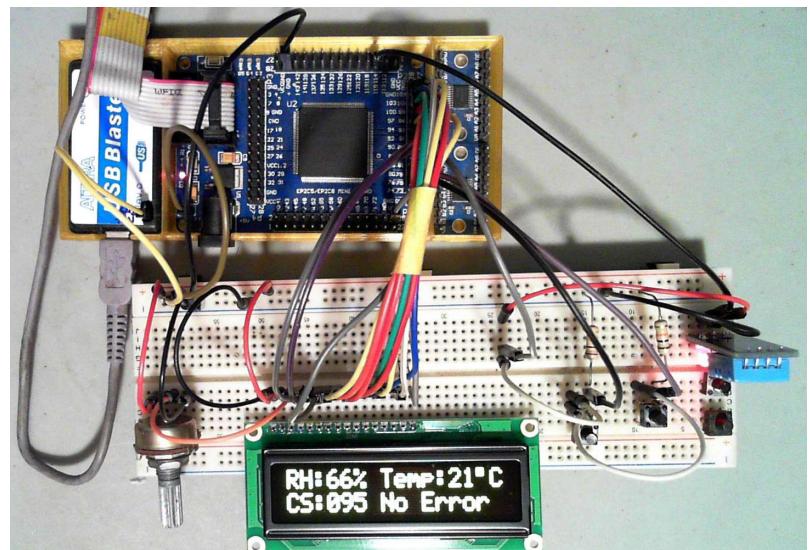
1#include "sys/alt_stdio.h"
2#include "system.h"
3#include "unistd.h"
4#include "string.h"
5#include "altera_avalon_lcd_16207_regs.h"
6#include "altera_avalon_pio_regs.h"
7#include "dht11.lib.h"
8#include "lcd.lib.h"
9
10unsigned char centena=0;
11unsigned char decena=0;
12unsigned char unidad=0;
13
14void convierte(unsigned char numero){
15    centena = (numero % 1000) / 100;
16    decena = (numero % 100) / 10;
17    unidad = numero % 10;
18}
19
20int main(){
21    alt_putstr("Probando 1 2 3\n");
22    usleep(1000000);
23    alt_putstr("Inicializando aplicacion...\n");
24    usleep(1000000);
25    alt_putstr("Todo listo!\n");
26    LCD_INIT();
27    char RH_Decimal,RH_Integral,T_Decimal,T_Integral;
28    char Checksum;
29    //char value[10];
30    while(1){
31        DHT11_Start();
32        DHT11_CheckResponse();
33        RH_Integral = DHT11_ReadData(); //Recepcion de los 8bytes
34        RH_Decimal = DHT11_ReadData(); //Del DHT11
35        T_Integral = DHT11_ReadData();
36        T_Decimal = DHT11_ReadData();
37        Checksum = DHT11_ReadData();
38        convierte(RH_Integral); //Individualizacion de digitos de RH
39        LCD_LINE1();
40        LCD_ESCRIBE_MENSAJE("RH:");
41        LCD_ENVIACHAR(decena+0x30); //Envio de valor de RH
42        LCD_ENVIACHAR(unidad+0x30);
43        LCD_ENVIACHAR(unidad+0x30);
44        LCD_ESCRIBE_MENSAJE(" ");
45        convierte(T_Integral); //Individualizacion de digitos de Temperatura
46        LCD_ENVIACHAR(MENSAJE("Temp:"));
47        LCD_ENVIACHAR(decena+0x30); //Envio de valor de Temperatura
48        LCD_ENVIACHAR(unidad+0x30);
49        LCD_ENVIACHAR(0x20);
50        LCD_ESCRIBE_MENSAJE("C");
51        LCD_LINE2();
52        LCD_ESCRIBE_MENSAJE("CS:");
53        convierte(Checksum); //Individualizacion de digitos de Checksum
54        LCD_ENVIACHAR(decena+0x30); //Envio de valor de Checksum
55        LCD_ENVIACHAR(unidad+0x30);
56        LCD_ENVIACHAR(unidad+0x30);
57        LCD_ENVIACHAR(0x20);
58        //Verificacion de Checksum con visualizacion en el LCD
59        if(Checksum != (RH_Integral + RH_Decimal + T_Integral + T_Decimal)){
60            LCD_CLEAR();
61            LCD_ESCRIBE_MENSAJE("Error!!!");
62        }
63        else{
64            LCD_ESCRIBE_MENSAJE("No Error");
65        }
66    usleep(1000000);
67}

```

29

Ejemplo 3: Interface del NIOS II con un sensor DHT11 y un LCD 16x2 (cont...)

- Circuito implementado:



30