Laboratorio 3:

Drivers de dispositivos elementales

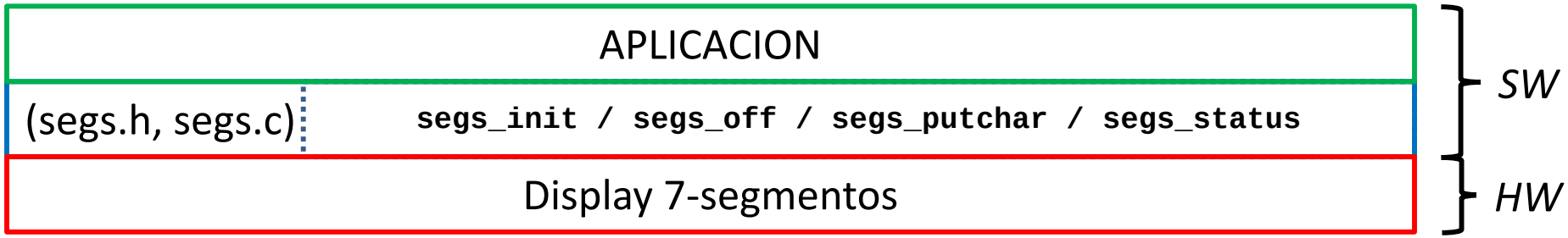
salida por leds y displays 7-segmentos

Programación de sistemas y dispositivos

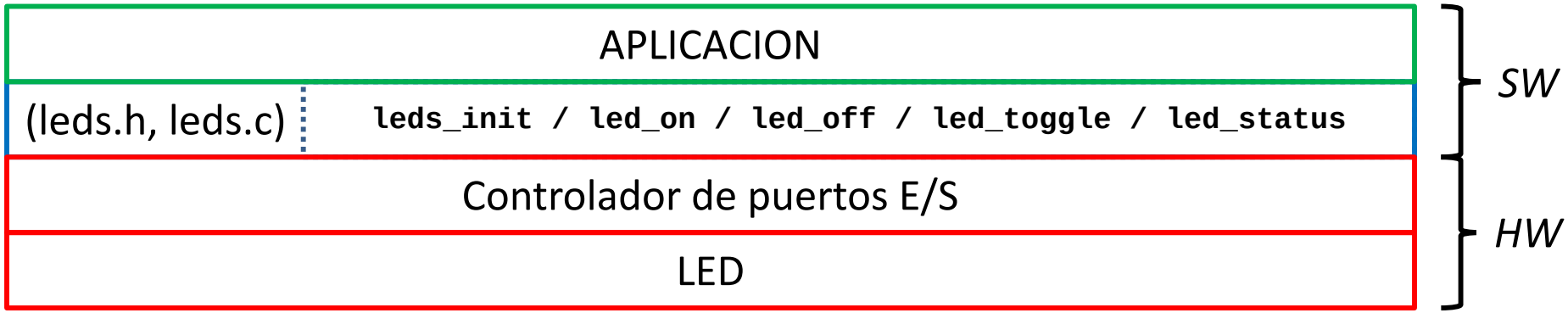
José Manuel Mendías Cuadros
Dpto. Arquitectura de Computadores y Automática
Universidad Complutense de Madrid

Presentación

- Desarrollar una capa de firmware para escribir en un display 7-segs
  - Permitirá visualizar dígitos, apagar el display y conocer el dígito que se visualiza
    - El dígito lo almacenará el driver, dado que el display es un dispositivo de solo escritura.



- Desarrollar una capa de firmware para apagar/encender leds
  - Permitirá identificar cada led, apagarlo/encenderlo y conocer su estado
    - El estado puede leerse del propio controlador de puertos de E/S.



J.M. Mendías
2022

Definición de tipos

common_types.h

```
#ifndef __COMMON_TYPES_H__
#define __COMMON_TYPES_H__

typedef unsigned char           boolean;
typedef signed char             int8;
typedef signed short int        int16
typedef signed int              int32
typedef signed long long int    int64
typedef unsigned char           uint8
typedef unsigned short int      uint16;
typedef unsigned int            uint32;
typedef unsigned long long int  uint64;

#define NULL  ((void *) 0)

#define TRUE  (1)
#define FALSE (0)

#define ON    (1)
#define OFF   (0)

#endif
```

evita referencias circulares y redeclaraciones

definición de tipos atómicos con indicación de su representación hardware (signo y tamaño)

definición de macros de utilidad

Definición de nemotécnicos

s3c44box.h

```
#ifndef __S3C44BOX_H__
#define __S3C44BOX_H__

#include <common_types.h>
```

utiliza los tipos de datos definidos para la plataforma

```
#define PCONA       (*(volatile uint32 *)0x1d20000)
#define PDATA       (*(volatile uint32 *)0x1d20004)
#define PCONB       (*(volatile uint32 *)0x1d20008)
#define PDATB       (*(volatile uint32 *)0x1d2000c)
#define PCONC       (*(volatile uint32 *)0x1d20010)
#define PDATC       (*(volatile uint32 *)0x1d20014)
#define PUPC        (*(volatile uint32 *)0x1d20018)
...

#define BIT_ADC     (1<<0)
#define BIT_RTC     (1<<1)
#define BIT_UTXD1   (1<<2)
...

#endif
```

definición de nemotécnicos para las direcciones en donde están mapeados todos los registros de todos los dispositivos internos del s3c44box

definición de nemotécnicos para los bits de los registros de máscara, interrupción pendiente, etc. del controlador de interrupciones del s3c44box

Definición de nemotécnicos

s3cev40.h

```
#ifndef __S3CEV40_H__
#define __S3CEV40_H__

#include <common_types.h>

#define CPU    ("S3C44B0X")
#define CLKIN (8000000U)

#define ROM_START_ADDRESS (0x00000000)
...
#define SEGS          (*(volatile uint8 *)0x02140000)
#define KEYPAD_ADDR   ((volatile uint8 *)0x06000000)

#define KEYPAD_KEYDOWN_DELAY   (30)
...

#define pISR_RESET (*(volatile uint32 *)0xc7fff00)
#define pISR_UNDEF (*(volatile uint32 *)0xc7fff04)
...

#define BIT_PB         (1<<21) // EINT4567
#define BIT_ETHERNET   (1<<22) // EINT3
...

#endif
```

utiliza los tipos de datos definidos para la plataforma

definición de nemotécnicos de para los límites de las regiones de memoria así como las direcciones de mapeo de los dispositivos externos

características físicas de los dispositivos

definición de nemotécnicos para las direcciones en donde ubicar las direcciones de RTI

J.M. Mendías
2022

Driver del display 7-segmentos

segs.h

- Declaración de rutinas públicas para:
  - inicialización del driver y del dispositivo
  - entrada/salida con el dispositivo

```
#ifndef __SEGS_H__
#define __SEGS_H__

#include <common_types.h>
```
utiliza los tipos de datos definidos para la plataforma

```
#define SEGS_OFF (0xff)
```
Declara una macro para indicar display apagado

```
void segs_init( void );
```
Inicializa el driver y apaga el display 7-segmentos

```
void segs_off( void );
```
Apaga el display 7-segmentos

```
void segs_putchar( uint8 n );
```
Visualiza el número indicado en el display 7-segmentos

```
uint8 segs_status( void );
```
Devuelve el número que se está visualizando en el display 7-segmentos o SEGS_OFF si está apagado

```
#endif
```

J.M. Mendías
2022

Driver del display 7-segmentos

segs.c

- Implementa las rutinas públicas haciendo uso de datos privados

```
#include <s3c44b0x.h>
#include <s3cev40.h>
#include <segs.h>

static const uint8 hex2segs[16] = {0x12, ...};
static uint8 state;

void segs_init( void )
{
  segs_off();
}

void segs_off( void )
{
  state = SEGS_OFF;
  SEGS = state;
}

void segs_putchar( uint8 n )
{
  state = n & 0x0f;
  SEGS = hex2segs[state];
};

uint8 segs_status( void )
{
  return state;
};
```

declaración de variables globales (conservan su valor durante toda la ejecución del programa) con visibilidad local a este módulo (static)

almacena localmente el número que visualiza del display ya que no es posible leer datos de un display 7-segmentos

actualiza estado

actualiza el display

por seguridad, se queda los 4 LSB del argumento

J.M. Mendías
2022

Driver de los leds

leds.h / leds.c

- Declaración de rutinas públicas de inicialización y E/S
  - Su implementación deberá estar en el fichero **leds.c**

```
#ifndef __LEDS_H__
#define __LEDS_H__

#include <common_types.h>

#define LEFT_LED  (1)
#define RIGHT_LED (2)

void leds_init( void );

void led_on( uint8 led );

void led_off( uint8 led );

void led_toggle( uint8 led );

uint8 led_status( uint8 led );

#endif
```

Declara macros para identificar a cada led

Inicializa el driver y apaga ambos leds

Enciende el led indicado

Apaga el led indicado

Conmuta el led indicado

Devuelve el estado (ON/OFF) del led indicado

J.M. Mendías
2022

Inicialización del sistema

systemLab3.h

- En prácticas anteriores hemos asumido que la inicialización del sistema estaba hecha antes de la ejecución del programa
  - De hecho la realiza el programa residente en ROM que se ejecuta tras reset.
- En prácticas sucesivas iremos completando una rutina para la inicialización del sistema completo.

```
#ifndef __SYSTEM_H__
#define __SYSTEM_H__

#define SWI( num )                              \
    asm volatile (                              \
        "swi   %0                           "   \
        :                                       \
        : "i" (num)                             \
        :                                       \
    )
...

void sys_init( void ); ..... Inicializa el sistema

#endif
```

Colección de macros en ensamblador

J.M. Mendías
2022

Inicialización del sistema

systemLab3.c

- En este lab inicializaremos únicamente el controlador de puertos E/S

```c
#include <s3c44b0x.h>
#include "systemLab3.h"

static void port_init( void );

void sys_init( void )
{
  port_init();
}
```

rutina de soporte privada al driver
(con visibilidad local al módulo)

Sin argumentos. El código no se va a reutilizar en otra plataforma y los dispositivos conectados al SoC son fijos

```c
static void port_init( void )
{
  PDATA = ~0;
  PCONA = ...;
  PDATB = ~0;
  PCONB = ...;
  PDATC = ~0;
  PCONC = ...;
  PUPC  = ...;
  PDATD = ~0;
  PCOND = ...;
  PUPD  = ...;
  PDATE = ~0;
  PCONE = ...;
  PUPE  = ...;
  PDATF = ~0;
  PCONF = ...;
  PUPF  = ...;
  PDATG = ~0;
  PCONG = ...;
  PUPG  = ~0;
  SPUCR = ...;
  EXTINT = ...;
}
```

Inicializa los 22 registros mapeados en memoria del controlador interno de puertos de E/S

La inicialización de registros conviene hacerla en orden:
PDATx > PCONx > PUPx

Aplicación

```
#include <common_types.h>
#include "systemLab3.h"
#include <segs.h>
#include <leds.h>

void delay( void );

void main( void )
{
  uint8 i;

  sys_init();
  segs_init();
  leds_init();

  while( 1 )
  {
    ...
    for( i=0; i<16; i++ )
    {
      led_toggle( RIGHT_LED );
      led_toggle( LEFT_LED );
      segs_putchar( i );
      delay();
    }
    ...
}
...
```

inclusión de declaraciones de macros y prototipos

fase de inicialización
inicialización del sistema, drivers y dispositivos

fase de operación,
es un bucle infinito con llamadas a rutinas del driver

Acerca de *Creative Commons*

- Licencia CC (Creative Commons)

  - Ofrece algunos derechos a terceras personas bajo ciertas condiciones. Este documento tiene establecidas las siguientes:

Reconocimiento (*Attribution*):
En cualquier explotación de la obra autorizada por la licencia hará falta reconocer la autoría.

No comercial (*Non commercial*):
La explotación de la obra queda limitada a usos no comerciales.

Compartir igual (*Share alike*):
La explotación autorizada incluye la creación de obras derivadas siempre que mantengan la misma licencia al ser divulgadas.

Más información: https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/