FACULTAD DE INGENIERIA
Universidad de Buenos Aires

Laboratorio de Sistemas Embebidos

Carrera de Especialización en Sistemas Embebidos (CESE) de la FI-UBA

# CONTROL DE UN MÓDULO FPGA PARA ADQUISICIÓN DE SEÑALES LIDAR.

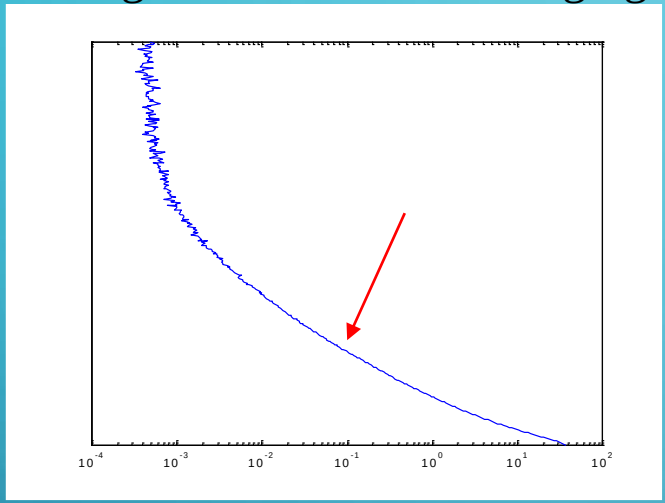
J. SALVADOR

**Protocolos de comunicación en Sistemas Embebidos**

**Sábado 27 de Abril presentación de trabajo final PCSE**

# Principio de la técnica LIDAR

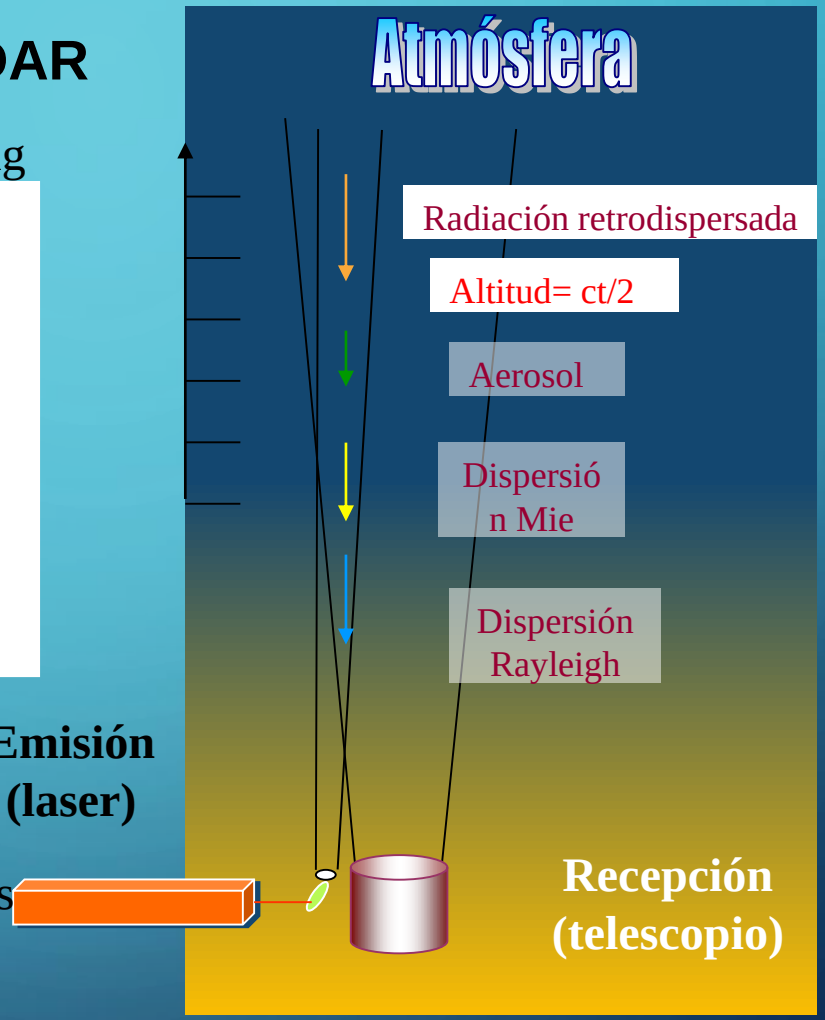
Ligth Detection And Ranging

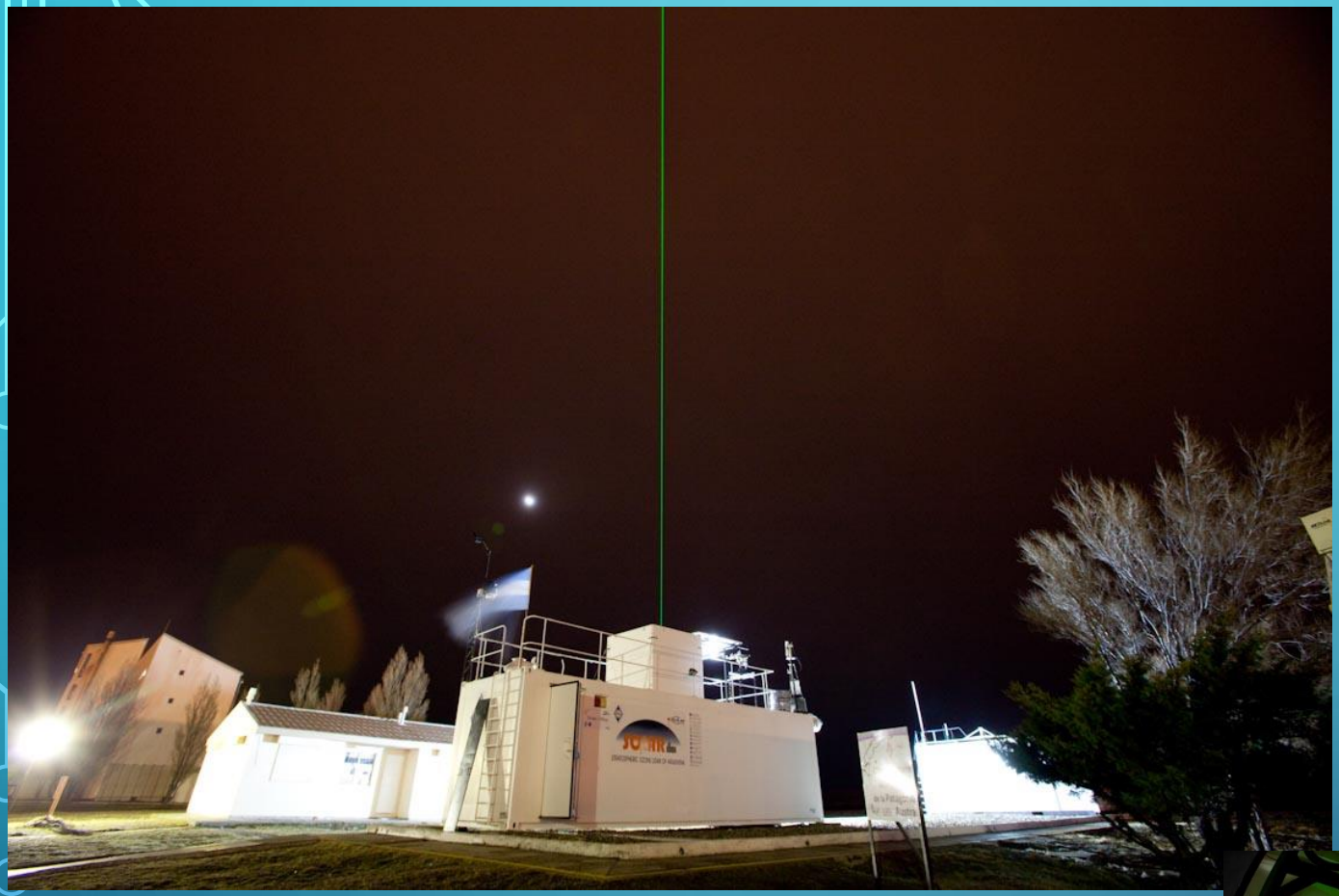


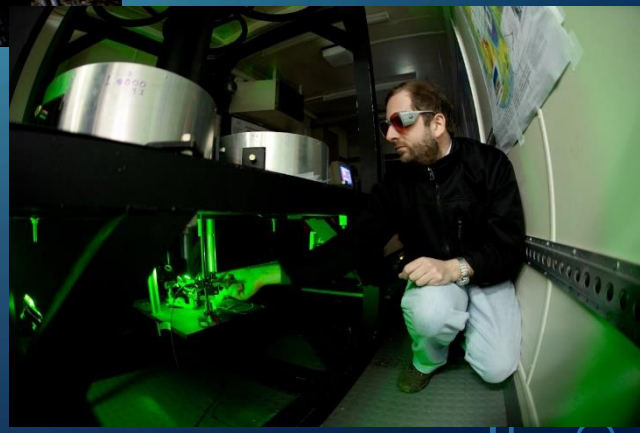

Señal retrodispersada

**Nuestras mediciones:**

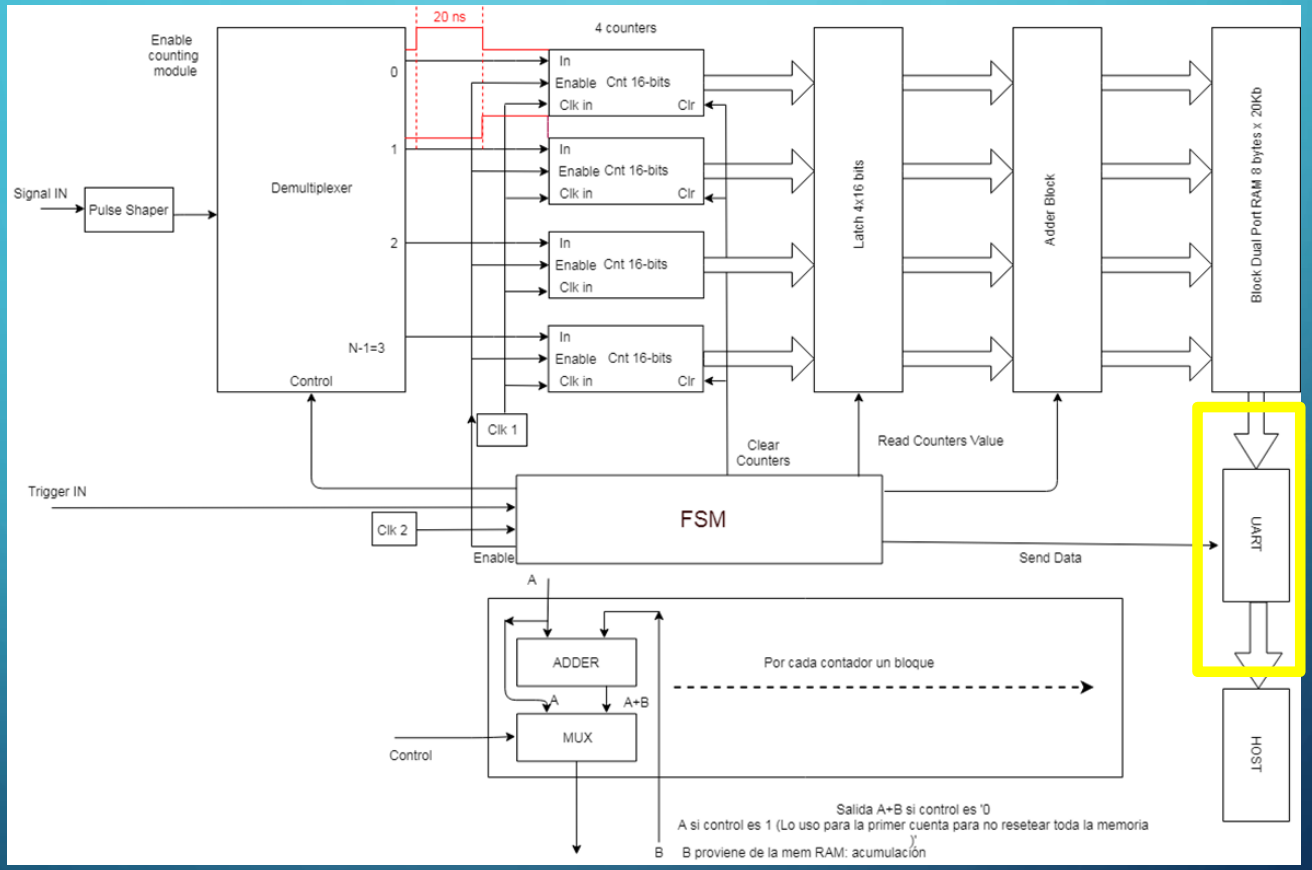
- Condiciones de noches claras
- 5 horas de recolección de datos
- Sin aerosoles estratosféricos







# CONTEXTO: PROYECTO FINAL CESE



# OBJETIVO

- *Controlar un **módulo de adquisición en FPGA (p**arte del trabajo final de la CESE).*
- *Manejo de datos enviado por UART a la **EDU-CIAA***
- *Almacenamiento de datos en una **uSD (SPI)** y manejo de un **RTC (I2C)**conjuntamente.*

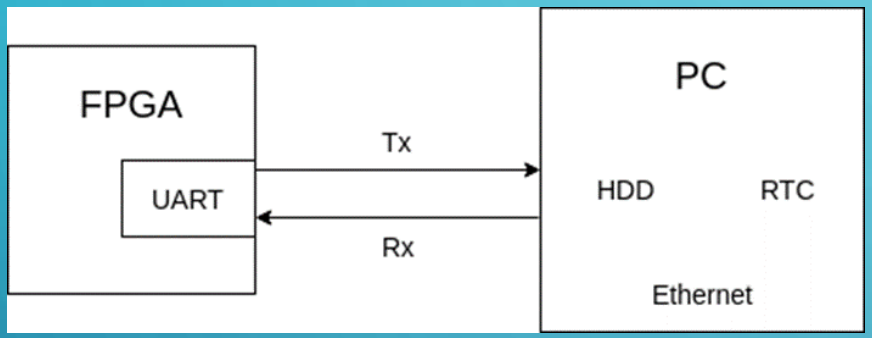
# REQUERIMIENTOS

- Dos modos de operación INIT y ADQ por medio de una FSM.
- Manejo de teclas con debounce.
- En modo INIT LED ROJO parpadea cada 250 ms.
- En modo ADQ a la espera de datos LED VERDE se enciende cada 750 ms.
- En uSD se almacena bloques de datos de 1024 bytes en archivo .txt.
- El nombre de archivo tiene nombre en el siguiente formato: XXX_AAAA_MM_DD_HH_mm_SS donde XXX: nombre de tres letras, A:año, M:mes, D:día, H:hora, m:minutos, S:segundos.

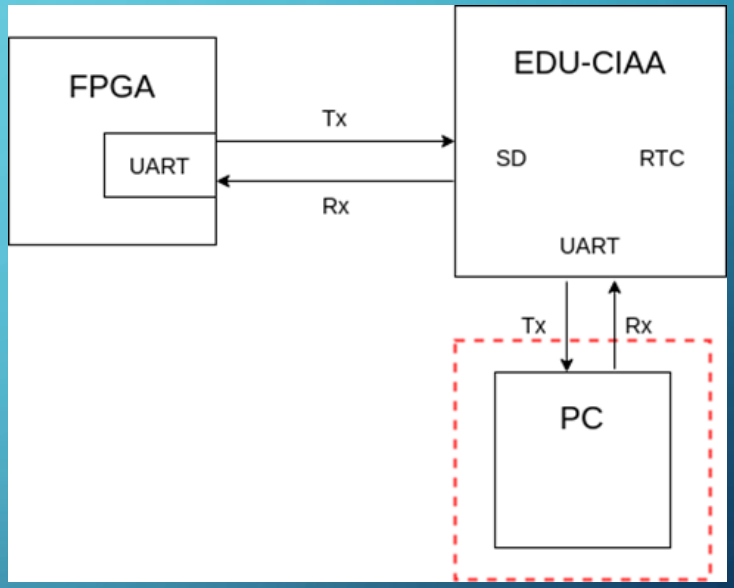
# QUE SE USO EN ESTE PROYECTO

- MANEJO DE PROTOCOLOS SPI E I2C (HW).
- PROTOCOLO RS-232
- BIBLIOTECA DS3231
- BIBLIOTECA MANEJO uSD FATFS
- MODULARIZACIÓN DEL CÓDIGO

# SISTEMA TRADICIONAL VS SISTEMA EMBEBIDO

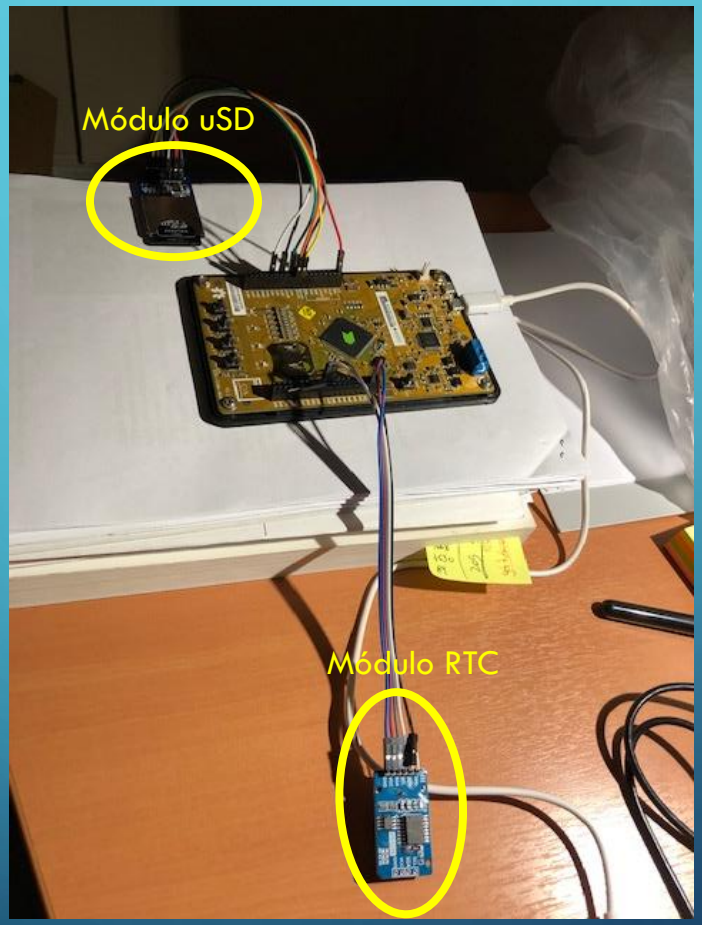



Propuesto al comienzo del proyecto

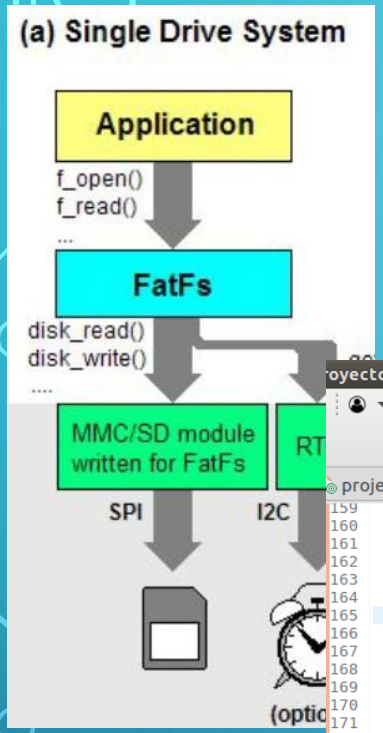



Propuesto como alternativa al comienzo de PCSE

# SISTEMA BAJO ENSAYO

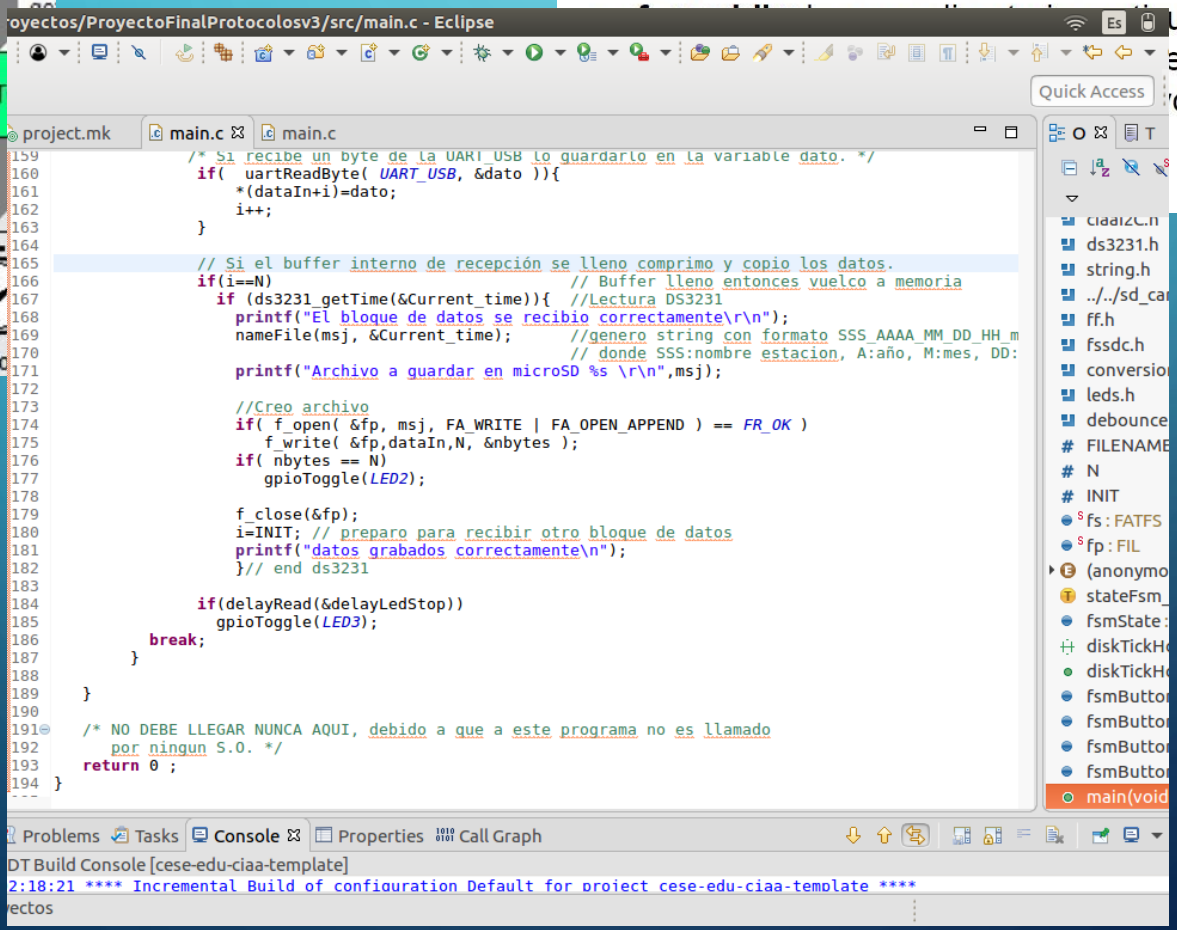


# MANEJO DE SD




**Interfaz de alto nivel:**

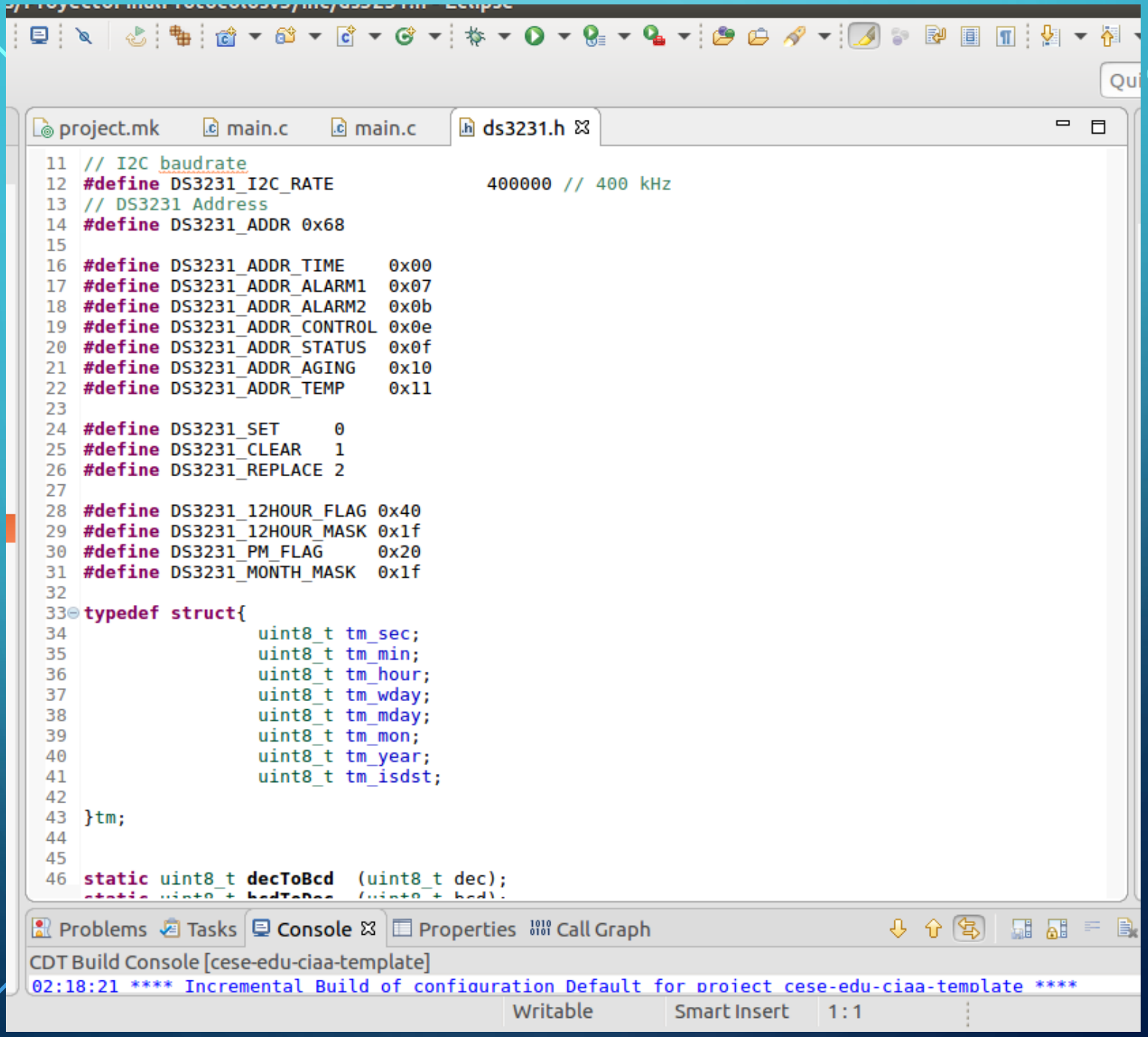
- **f_mount:** Registrar/desregistrar un área de trabajo.
- **f_open:** Abrir/crear un archivo.
- **f_close:** Cerrar un archivo.
- **f_read:** Leer un archivo.
- **f_write:** Escribir un archivo.
- **f_lseek:** Mover el puntero de lectura/escritura, expandir el tamaño de achivo.
- **f_truncate:** Truncar el tamaño de archivo.
- **f_sync:** Remueve (Flush) los datos almacenados en caché.
- **f_opendir:** Abrir un directorio.



El DS3231 es un I2C extremadamente **económico** y de **bajo costo.** reloj de tiempo real (RTC) con un oscilador de cristal integrado compensado por temperatura (TCXO) y cristal. El dispositivo incorpora una **entrada de batería,** y mantiene hora exacta cuando la alimentación principal al dispositivo se interrumpe.


# REGISTROS

| ADDRESS | BIT 7 MSB | BIT 6 | BIT 5 | BIT 4 | BIT 3 | BIT 2 | BIT 1 | BIT 0 LSB | FUNCTION | RANGE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 00h | 0 | 10 Seconds | | | Seconds | | | | Seconds | 00–59 |
| 01h | 0 | 10 Minutes | | | Minutes | | | | Minutes | 00–59 |
| 02h | 0 | 12/$\overline{24}$ | $\overline{AM}$/PM<br>20 Hour | 10 Hour | Hour | | | | Hours | 1–12 + $\overline{AM}$/PM<br>00–23 |
| 03h | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | Day | | | Day | 1–7 |
| 04h | 0 | 0 | 10 Date | | Date | | | | Date | 01–31 |
| 05h | Century | 0 | 0 | 10 Month | Month | | | | Month/ Century | 01–12 + Century |
| 06h | 10 Year | | | | Year | | | | Year | 00–99 |
| 07h | A1M1 | 10 Seconds | | | Seconds | | | | Alarm 1 Seconds | 00–59 |
| 08h | A1M2 | 10 Minutes | | | Minutes | | | | Alarm 1 Minutes | 00–59 |
| 09h | A1M3 | 12/$\overline{24}$ | $\overline{AM}$/PM<br>20 Hour | 10 Hour | Hour | | | | Alarm 1 Hours | 1–12 + $\overline{AM}$/PM<br>00–23 |
| 0Ah | A1M4 | DY/$\overline{DT}$ | 10 Date | | Day | | | | Alarm 1 Day | 1–7 |
| | | | | | Date | | | | Alarm 1 Date | 1–31 |
| 0Bh | A2M2 | 10 Minutes | | | Minutes | | | | Alarm 2 Minutes | 00–59 |
| 0Ch | A2M3 | 12/$\overline{24}$ | $\overline{AM}$/PM<br>20 Hour | 10 Hour | Hour | | | | Alarm 2 Hours | 1–12 + $\overline{AM}$/PM<br>00–23 |
| 0Dh | A2M4 | DY/$\overline{DT}$ | 10 Date | | Day | | | | Alarm 2 Day | 1–7 |
| | | | | | Date | | | | Alarm 2 Date | 1–31 |
| 0Eh | $\overline{EOSC}$ | BBSQW | CONV | RS2 | RS1 | INTCN | A2IE | A1IE | Control | — |
| 0Fh | OSF | 0 | 0 | 0 | EN32kHz | BSY | A2F | A1F | Control/Status | — |
| 10h | SIGN | DATA | DATA | DATA | DATA | DATA | DATA | DATA | Aging Offset | — |
| 11h | SIGN | DATA | DATA | DATA | DATA | DATA | DATA | DATA | MSB of Temp | — |
| 12h | DATA | DATA | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | LSB of Temp | — |


project.mk
main.c
main.c
ds3231.h
// I2C baudrate
#define DS3231_I2C_RATE 400000 // 400 kHz
// DS3231 Address
#define DS3231_ADDR 0x68
#define DS3231_ADDR_TIME 0x00
#define DS3231_ADDR_ALARM1 0x07
#define DS3231_ADDR_ALARM2 0x0b
#define DS3231_ADDR_CONTROL 0x0e
#define DS3231_ADDR_STATUS 0x0f
#define DS3231_ADDR_AGING 0x10
#define DS3231_ADDR_TEMP 0x11
#define DS3231_SET 0
#define DS3231_CLEAR 1
#define DS3231_REPLACE 2
#define DS3231_12HOUR_FLAG 0x40
#define DS3231_12HOUR_MASK 0x1f
#define DS3231_PM_FLAG 0x20
#define DS3231_MONTH_MASK 0x1f
typedef struct{
uint8_t tm_sec;
uint8_t tm_min;
uint8_t tm_hour;
uint8_t tm_wday;
uint8_t tm_mday;
uint8_t tm_mon;
uint8_t tm_year;
uint8_t tm_isdst;
}tm;
static uint8_t decToBcd (uint8_t dec);
Problems
Tasks
Console
Properties
Call Graph
CDT Build Console [cese-edu-ciaa-template]
02:18:21 **** Incremental Build of configuration Default for project cese-edu-ciaa-template ****
Writable
Smart Insert
1 : 1

/ProyectoFinalProtocolosv3/src/ds3231.c - Eclipse

project.mk | main.c | main.c | ds3231.h | ds3231.c

```
50          return OFF;
51      }
52
53      // read time
54      if (!ciaaI2CRead(DS3231_ADDR, RTC_Hour, 7)) {
55          return OFF;
56      }
57
58      // convert to unix time structure
59      time->tm_sec = bcdToDec(RTC_Hour[0]);
60      time->tm_min = bcdToDec(RTC_Hour[1]);
61      if (RTC_Hour[2] & DS3231_12HOUR_FLAG) {
62          // 12h
63          time->tm_hour = bcdToDec(RTC_Hour[2] & DS3231_12HOUR_MASK);
64          // pm?
65          if (RTC_Hour[2] & DS3231_PM_FLAG) time->tm_hour += 12;
66      } else {
67          // 24h
68          time->tm_hour = bcdToDec(RTC_Hour[2]);
69      }
70      time->tm_wday = bcdToDec(RTC_Hour[3]) - 1;
71      time->tm_mday = bcdToDec(RTC_Hour[4]);
```

```
79
80
81  void nameFile(uint8_t *msj, tm *Current_time){
82
83      int8_t filename[40]="SDC:/";
84
85      msj[0]='R';
86      msj[1]='G';
87      msj[2]='L';
88      msj[3]='_';
89      msj[4]=50;  //year
90      msj[5]=48;
91      msj[6]=(Current_time->tm_year/10)+48;
92      msj[7]=(Current_time->tm_year%10)+48;
93
94      msj[8]=95;   //underscore
95
96      msj[9]=(Current_time->tm_mon/10)+48;  //month
97      msj[10]=(Current_time->tm_mon%10)+48;
98
99      msj[11]=95;   //underscore
100
101     msj[12]=(Current_time->tm_mday/10)+48;   //day
102     msj[13]=(Current_time->tm_mday%10)+48;
103
104     msj[14]=95;   //underscore
105
106     msj[15]=(Current_time->tm_hour/10)+48;   //hour
107     msj[16]=(Current_time->tm_hour%10)+48;
108
109     msj[17]=95;   //underscore
110
111     msj[18]=(Current_time->tm_min/10)+48;   //minutes
112     msj[19]=(Current_time->tm_min%10)+48;
```

Problems | Tasks | Console | Properties | Call Graph

CDT Build Console [cese-edu-ciaa-template]

02:18:21 **** Incremental Build of configuration Default for project cese-edu-ciaa-template ****

# CONCLUSIONES

- Cumplimiento de requerimientos.
- Se aplicaron los conceptos visto en clases.
- A futuro agregarle mas funcionalidad por ejemplo RTOS + módulo ethernet.

# REFERENCIAS.


- https://github.com/raburton/esp8266/blob/master/drivers/ds3231.c
- http://elm-chan.org/fsw/ff/doc/open.html
- https://github.com/epernia/cese-edu-ciaa-template

# Muchas gracias por la atención!