



**FACULTAD
DE INGENIERIA**

Universidad de Buenos Aires

Especialización en Sistemas Embebidos

Trabajo Práctico Final - Protocolos de comunicación en SE + Sistemas operativos de tiempo real

Autor: Ing. Ignacio Majul

Diciembre de 2019

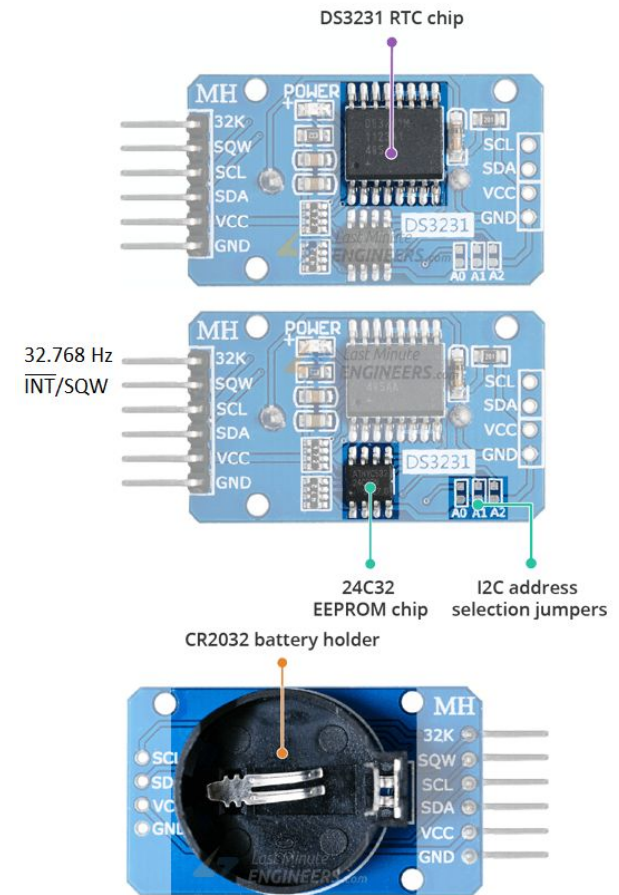
Objetivos del TP

- Implementar librería para manejo de módulo RTC + sensor de T° + EEPROM.
- Direccionamiento I²C.
- Código ejemplo para escribir y leer hora en el RTC, leer temperatura por protocolo y guardar en EEPROM. Se utiliza API de FreeRTOS.
- Uso de sapi_i2c.h: I2C0 @ 100kHz



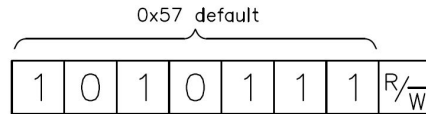
Hardware

- Alimentación 3.3 V
- Bus SCL + SDA enlazables.
- 8 direcciones I2C EEPROM ajustables (default 0x57)
- Dirección I²C RTC fija (0x68).
- Batería 3V CR2032
- Salidas programables:
 - Oscilador 32.768 Hz.
 - INT/SQW: señal cuadrada con DC ajustable o Pin digital.



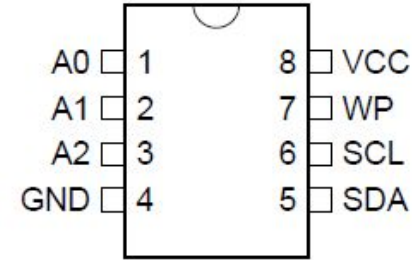
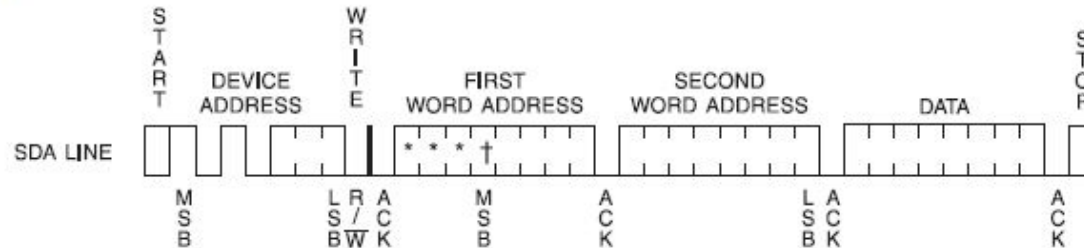
Hardware: EEPROM 24C32

- Tamaño 32K (4096 x 8) bits.
- 128 páginas de 32 bytes.
- 8 bit device address: header (0b1010) + I²C address (0b111) + R/W.



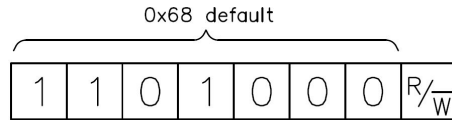
- 12 bit word address: direcciones desde 0x000 hasta 0xFFF.

Byte Write



Hardware: RTC DS3231

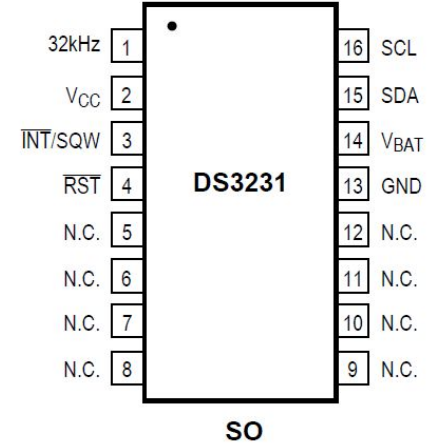
- I²C slave address: Header (0b1101) + I2C address (0b000) + R/W



- Registros horarios en BCD:

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	12/24	AM/PM	10 Hour	Hour				Hours	1–12 + AM/PM 00–23
			20 Hour							

- Compensación por temperatura y envejecimiento.
- 2 alarmas configurables (1/sec, 1/min, 1/hora, 1/dia, 1/semana, 1/mes, 1/año)
- Registro de temperatura accesible por I²C: 10 bits signados. Resolución 0.25°C
- Map address: 19 registros (0x00 a 0x12) de 8 bits.



Hardware: RTC DS3231

- Lectura / Escritura:

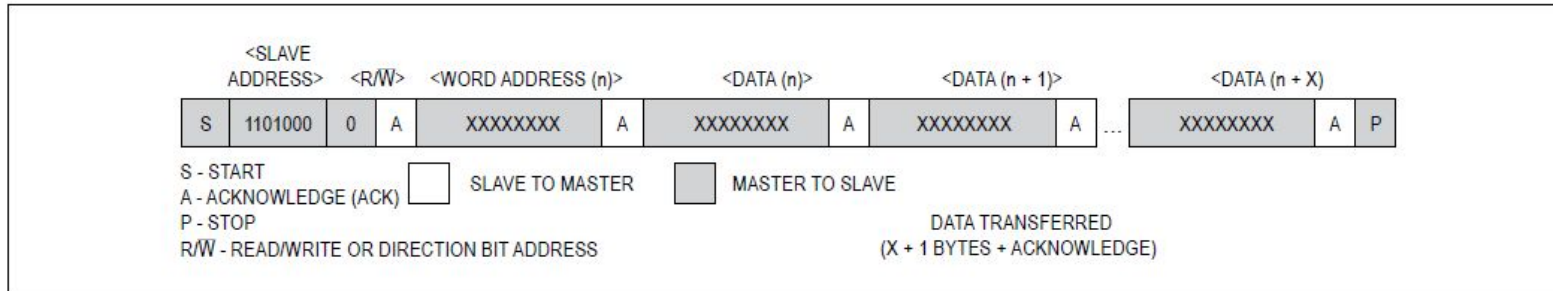


Figure 3. Data Write—Slave Receiver Mode

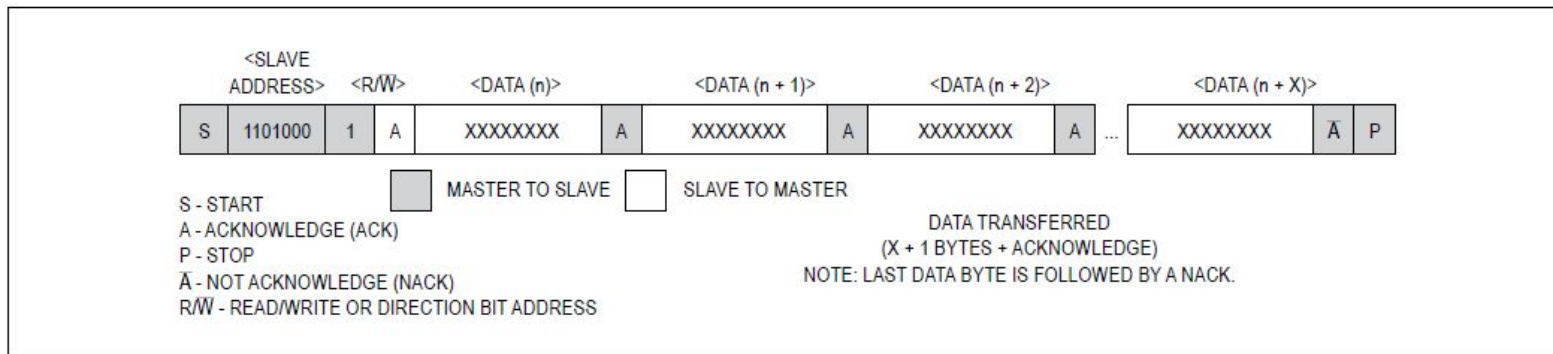


Figure 4. Data Read—Slave Transmitter Mode

Mapa de memoria

[illegible]

Código de implementación

- Se configura el RTC con la fecha y hora del momento del debug.
- Se configura la alarma para que se genere una vez por minuto (seg = 05).
- La tecla TEC1 y la alarma generan interrupciones que lanzan la lectura del RTC.
- Se obtiene la temperatura por protocolo I2C.
- Se imprime la fecha, hora y temperatura por UART DEBUG.
- Se graba la parte entera de la temperatura en la EEPROM.
- Se lee la temperatura de la EEPROM para verificar correcta escritura.

Herramientas de FreeRTOS utilizadas

- 2 Tareas: **Task Read** (lectura de RTC) y **Task Write** (escritura en EEPROM).
- 2 interrupciones: **GPIO0_IRQ** proveniente una tecla (asincrónica) y **GPIO1_IRQ** proveniente de una alarma de RTC (sincrónica).
- Prioridad GPIO0_IRQ > GPIO1_IRQ.
- 2 colas de mensajes: **Cola_ISR** y **Cola_EEPROM**.
- 3 Mutex para protección de concurrencia de periféricos: **Mutex_uart** , **Mutex_rtc** , **Mutex_eeprom**.

Preguntas?

Gracias!