

---

# Arquitetura de Computadores 2

Aula 10

O barramento I<sup>2</sup>C

Pedro Miguel Lavrador

## Objectivos

---

- Compreender os mecanismos básicos que envolvem a comunicação série usando o protocolo I<sup>2</sup>C.
- Implementar funções básicas de comunicação série através do módulo I<sup>2</sup>C do PIC32 e utilizar essas funções para interagir com um sensor de temperatura.

## Comunicação I<sup>2</sup>C

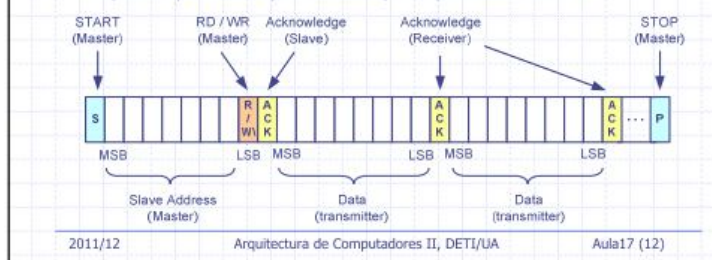
### Transferência de dados

#### ♦ O master

- Envia um **Start**
- De seguida envia o **endereço** do *slave* (7 bits) e ...
- ... o bit de qualificação da operação (Read / Write) - R/W\

#### ♦ O *Slave* endereçado deve efectuar o **acknowledge** no *slot* seguinte

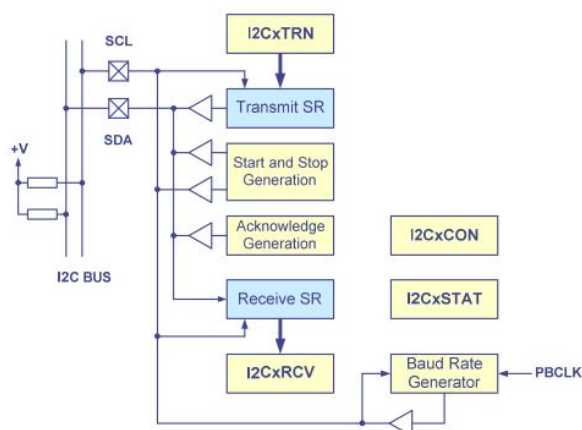
- ♦ De seguida o transmissor (*master* ou *slave*) envia o byte de dados aguardando um **acknowledge do receptor** no final. Este ciclo de 9 bits repete-se para cada byte de dados que se pretenda transferir.



PML - AC2 - 2014

3

## O módulo I2C (simplificado)



PML - AC2 - 2014

4

## Comunicação I<sup>2</sup>C

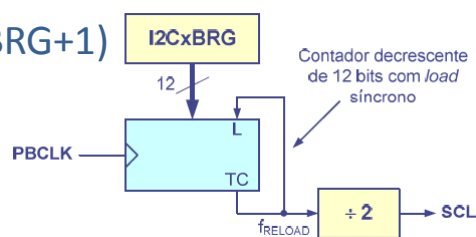
- O módulo I2C suporta as funções básicas de comunicação através de:
  - geração de *start*;
  - transmissão de um *byte*;
  - recepção de um *byte*;
  - geração de *acknowledge*;
  - Geração de um *stop*
- Em termos gerais, a programação de cada um dos passos do protocolo consiste em duas operações básicas:
  - 1) escrita de um registo (de dados ou de controlo em função do passo específico);
  - 2) espera até que a operação se realize (*polling* de um registo de um bit ou conjunto de bits de um registo).
- Ver no guião a forma específica de implementar cada uma das operações.

PML - AC2 - 2014

5

## O Gerador de Baudrate

- $f_{\text{RELOAD}} = \text{PBCLK} / (\text{I2CxBRG} + 1)$



- $f_{\text{SCL}} = f_{\text{RELOAD}} / 2$
- $\text{I2CxBRG} = \text{PBCLK} / (2 * f_{\text{SCL}}) - 1$
- Considerando o arredondamento:
- $\text{I2CxBRG} = (\text{PBCLK} + f_{\text{SCL}}) / (2 * f_{\text{SCL}}) - 1$

PML - AC2 - 2014

6

## Sensor de temperatura TC74

- O TC74 da Microchip é um sensor digital de temperatura com interface série I2C.
- Permite a medida de temperatura na gama - 65°C a 125°C, com uma exactidão de  $\pm 2^\circ\text{C}$  na gama 25°C a 85°C.
- O valor da temperatura é disponibilizado num registo interno de 8 bits do sensor, e é codificado em complemento para 2 (há, portanto, necessidade de se fazer a extensão de sinal se usar uma variável tipo **int**).

PML - AC2 - 2014

7

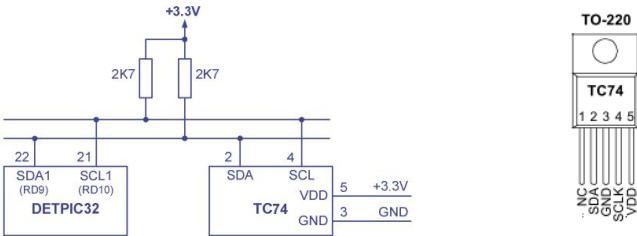
## Organização interna do TC74

- O sensor de temperatura tem internamente dois registos:
  - registo de temperatura (designado por registo **TEMP**), que apenas pode ser lido
  - registo de configuração (designado por registo **CONFIG**) que pode ser lido ou escrito.
- O acesso a estes dois registos é feito através de dois comandos:
  - o comando **RTR** (*read temperature*) que permite a leitura do registo **TEMP**
  - o comando **RWCR** (*read/write configuration*) que permite a escrita ou a leitura do registo **CONFIG**.

PML - AC2 - 2014

8

# Ligação do sensor de temperatura



- Endereço 0x4D

TABLE 4-1: COMMAND BYTE DESCRIPTION (SMBUS/I<sup>2</sup>C READ\_BYTE AND WRITE\_BYTE)

Command	Code	Function
RTR	00h	Read Temperature (TEMP)
RWCR	01h	Read/Write Configuration (CONFIG)

PML - AC2 - 2014

9

# Sequência da Leitura de um Byte

Read Byte Format

S	Address	WR	ACK	Command	ACK	S	Address	RD	ACK	Data	NACK	P
	7 Bits			8 Bits			7 Bits			8 Bits		

Slave Address

Command Byte: selects which register you are reading from.

Slave Address: repeated due to change in data-flow direction.

Data Byte: reads from the register set by the command byte.

PML - AC2 - 2014

10

## Implementação das operações I<sup>2</sup>C

---

- Seguir o guião 😊