

**FACULDADE:** CENTRO UNIVERSITÁRIO DE BRASÍLIA – UniCEUB  
**CURSO:** ENGENHARIA DE COMPUTAÇÃO  
**DISCIPLINA:** SISTEMAS DE TEMPO REAL E TOLERANTES À FALHA  
**CARGA HORÁRIA:** 75 H. A. **ANO/SEMESTRE:** 2017/01  
**PROFESSOR:** EDUARDO FERREIRA DOS SANTOS  
**HORÁRIOS:** Terças e Quartas às 07h40

## LABORATÓRIO – SINCRONIZAÇÃO E COMUNICAÇÃO

### RESUMO

Os sistemas de tempo real precisam lidar com aspectos relacionados à concorrência para a execução de suas tarefas nos tempos especificados. O laboratório vai trabalhar alguns algoritmos para solução dos problemas relacionados à concorrência para o desenvolvimento de sistemas de tempo real.

### OBJETIVOS

#### Objetivo Geral

Construir algoritmos para sincronização e comunicação.

#### Objetivos Específicos

1. Aprender a utilizar o Arduino para implementar alguns algoritmos conhecidos;
2. Conhecer as ferramentas para realizar sincronização das tarefas;
3. Explorar teorias que poderão ser utilizadas no Projeto Final da disciplina.

### EXERCÍCIO 01 – BLINK<sup>1</sup>

O exemplo mostra a maneira mais simples de obter resposta do Arduino e visualizar uma resposta física: a luz pisca quando solicitada. Para implementar é necessário realizar as conexões apresentadas na Figura 1.

Para executar o tutorial serão necessários os seguintes componentes:

- Arduino
- LED
- Resistor de 220 ohm

<sup>1</sup> Disponível em <https://www.arduino.cc/en/Tutorial/Blink>

## EXERCÍCIO 01 – BLINK

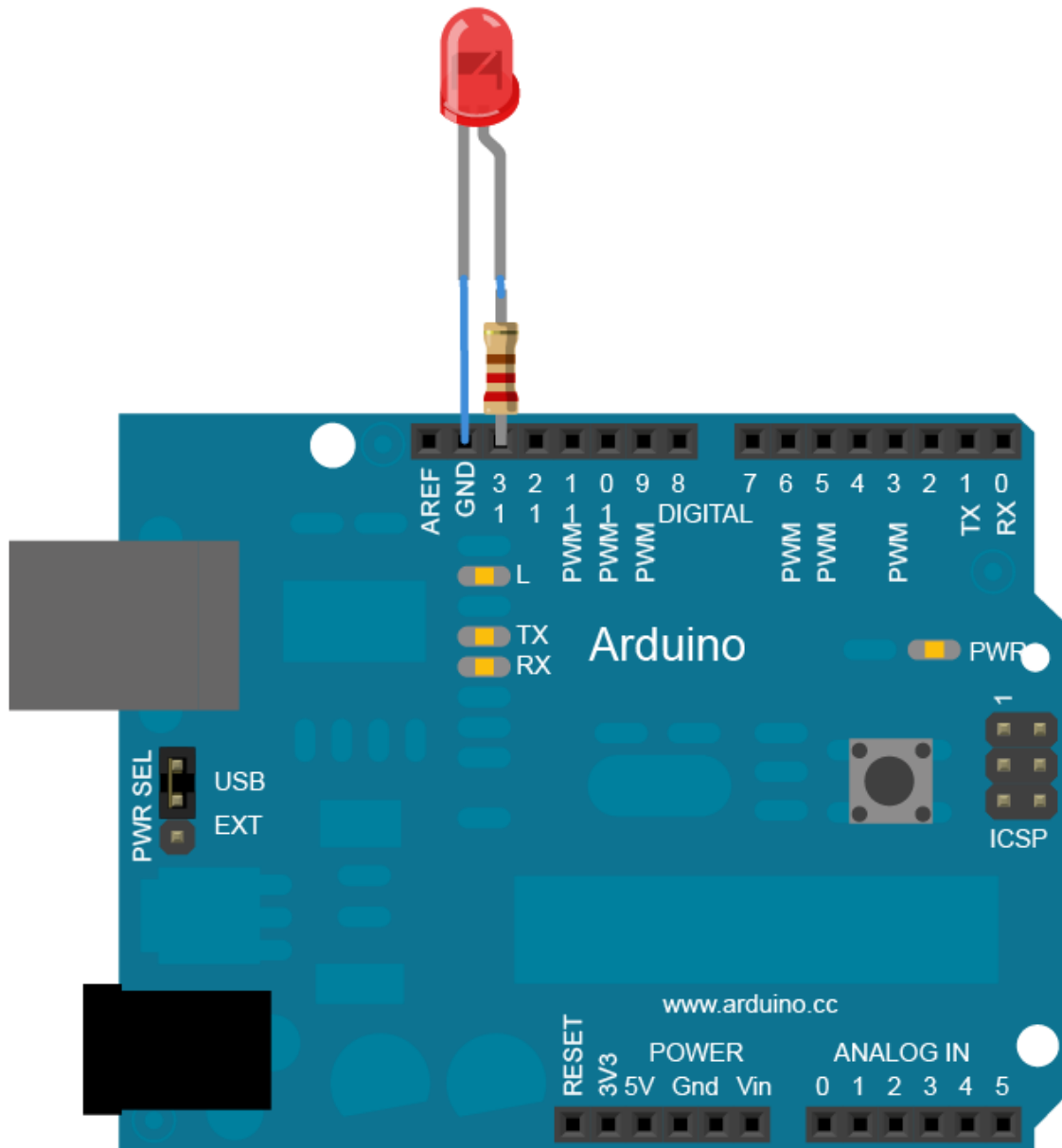


Figura 1: Esquemático do tutorial Blink

Para fazer o exemplo funcionar utilize o seguinte trecho de código:

```
/*  
Blink  
Turns on an LED on for one second, then off for one second, repeatedly.  
Most Arduinos have an on-board LED you can control. On the UNO, MEGA and ZERO  
it is attached to digital pin 13, on MKR1000 on pin 6. LED_BUILTIN is set to  
the correct LED pin independent of which board is used.  
If you want to know what pin the on-board LED is connected to on your Arduino  
model, check
```

### EXERCÍCIO 01 – BLINK

the Technical Specs of your board at <https://www.arduino.cc/en/Main/Products>

This example code is in the public domain.

modified 8 May 2014

by Scott Fitzgerald

modified 2 Sep 2016

by Arturo Guadalupi

modified 8 Sep 2016

by Colby Newman

```
*/  
// the setup function runs once when you press reset or power the board  
void setup() {  
  // initialize digital pin LED_BUILTIN as an output.  
  pinMode(LED_BUILTIN, OUTPUT);  
}  
// the loop function runs over and over again forever  
void loop() {  
  digitalWrite(LED_BUILTIN, HIGH); // turn the LED on (HIGH is the voltage level)  
  delay(1000); // wait for a second  
  digitalWrite(LED_BUILTIN, LOW); // turn the LED off by making the voltage LOW  
  delay(1000); // wait for a second  
}
```

### EXERCÍCIO 02 - DIGITALREADSERIAL<sup>2</sup>

O exemplo ilustra como monitorar o estado de um *switch* estabelecendo uma comunicação serial entre a placa Arduino e o seu computador através da entrada USB. O esquemático proposta está descrito na Figura 2.

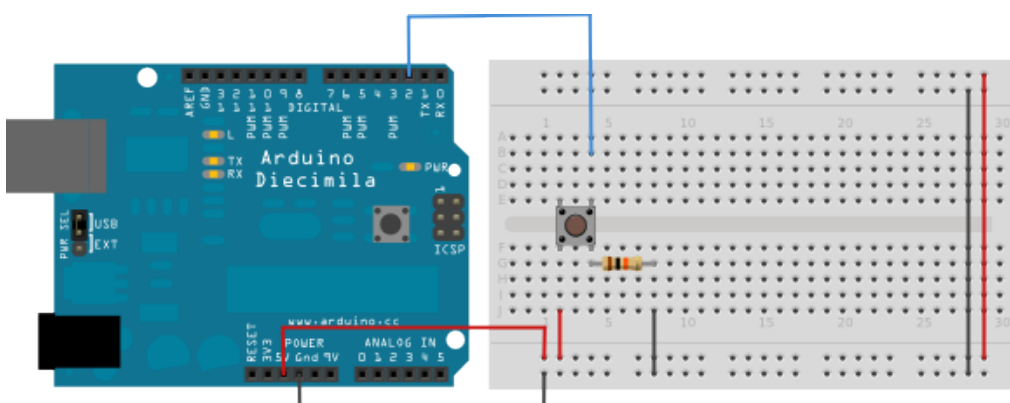


Figura 2: Esquemático para leitura do serial

2 Disponível em <https://www.arduino.cc/en/Tutorial/DigitalReadSerial>

## EXERCÍCIO 02 - DIGITALREADSERIAL

Para executar o tutorial serão necessários os seguintes componentes:

- Placa Arduino;
- Um botão ou chave (*switch*);
- Resistor de 10k ohm;
- *Jumpers*;
- *Protoboard*.

Para fazer o exemplo funcionar utilize o seguinte trecho de código:

```
/*  
DigitalReadSerial  
Reads a digital input on pin 2, prints the result to the serial monitor  
This example code is in the public domain.  
*/  
// digital pin 2 has a pushbutton attached to it. Give it a name:  
int pushButton = 2;  
// the setup routine runs once when you press reset:  
void setup() {  
  // initialize serial communication at 9600 bits per second:  
  Serial.begin(9600);  
  // make the pushbutton's pin an input:  
  pinMode(pushButton, INPUT);  
}  
// the loop routine runs over and over again forever:  
void loop() {  
  // read the input pin:  
  int buttonState = digitalRead(pushButton);  
  // print out the state of the button:  
  Serial.println(buttonState);  
  delay(1); // delay in between reads for stability  
}
```

## EXERCÍCIO 03 – SEMÁFOROS

Semáforos são variáveis de controle que inseridas em chamadas à região crítica indicam se a área está disponível para uso ou não. Utilizam-se de uma estrutura binária muito simples: está liberada para uso ou não está. Para que o semáforo seja consistente, a utilização da região crítica deve ser atômica, ou seja, os recursos são bloqueados durante a escrita e liberados ao final da operação.

As operações de liberação e bloqueio da região crítica são também chamadas de *down* e *up* respectivamente. Ao realizar um *down* o semáforo tem seu valor decrementado, ou seja, reduzido em 1, caso seu valor seja maior que 0. Se o valor for menor que 0, o processo é posto para dormir por enquanto. O *up* incrementa o valor em 1 e caso o valor resultante seja maior que 0 a região crítica é liberada.

### EXERCÍCIO 03 – SEMÁFOROS

Para trabalhar com semáforos na plataforma Arduino, vamos trabalhar com a biblioteca NilRTOS, que implementa algumas ferramentas úteis para sistemas de tempo real. Baixe e instale a biblioteca NilRTOS-Arduino no endereço <https://github.com/greiman/NilRTOS-Arduino>

**EXERCÍCIO:** Utilize o trecho de código a seguir para implementar um semáforo utilizando a biblioteca NilRTOS. O esquemático exige que o pino do LED seja plugado no conector digital 13, a exemplo do laboratório anterior de Arduino.

```
/*
 * Example to demonstrate thread definition, semaphores, and thread sleep.
 */
#include <NilRTOS.h>

// The LED is attached to pin 13 on Arduino.
const uint8_t LED_PIN = 13;

// Declare a semaphore with an initial counter value of zero.
SEMAPHORE_DECL(sem, 0);
//-----
-
/*
 * Thread 1, turn the LED off when signalled by thread 2.
 */
// Declare a stack with 128 bytes beyond context switch and interrupt needs.
NIL_WORKING_AREA(waThread1, 128);

// Declare the thread function for thread 1.
NIL_THREAD(Thread1, arg) {
    while (TRUE) {

        // Wait for signal from thread 2.
        nilSemWait(&sem);

        // Turn LED off.
        digitalWrite(LED_PIN, LOW);
    }
}
//-----
-
/*
 * Thread 2, turn the LED on and signal thread 1 to turn the LED off.
 */
// Declare a stack with 128 bytes beyond context switch and interrupt needs.
NIL_WORKING_AREA(waThread2, 128);

// Declare the thread function for thread 2.
NIL_THREAD(Thread2, arg) {

    pinMode(LED_PIN, OUTPUT);

    while (TRUE) {
```

### EXERCÍCIO 03 – SEMÁFOROS

```
// Turn LED on.
digitalWrite(LED_PIN, HIGH);

// Sleep for 200 milliseconds.
nilThdSleepMilliseconds(200);

// Signal thread 1 to turn LED off.
nilSemSignal(&sem);

// Sleep for 200 milliseconds.
nilThdSleepMilliseconds(200);
}
}
//-----
-
/*
 * Threads static table, one entry per thread. A thread's priority is
 * determined by its position in the table with highest priority first.
 *
 * These threads start with a null argument. A thread's name may also
 * be null to save RAM since the name is currently not used.
 */
NIL_THREADS_TABLE_BEGIN()
NIL_THREADS_TABLE_ENTRY("thread1", Thread1, NULL, waThread1, sizeof(waThread1))
NIL_THREADS_TABLE_ENTRY("thread2", Thread2, NULL, waThread2, sizeof(waThread2))
NIL_THREADS_TABLE_END()
//-----
-
void setup() {
    // Start Nil RTOS.
    nilSysBegin();
}
//-----
-
// Loop is the idle thread. The idle thread must not invoke any
// kernel primitive able to change its state to not runnable.
void loop() {
    // Not used.
}
}
```

### BIBLIOGRAFIA

SHAW, Alan C. Sistemas e Software de Tempo Real. Porto Alegre: Bookman, 2003.s

FARINES, Jean-Marie et al. Sistemas de Tempo Real. São Paulo: IME-USP, 2000. v. 1.  
(<http://lattes.cnpq.br/4953705856223870>)

IST (2009). Jantar dos filósofos em linux. Disponível em <http://comp.ist.utl.pt/ec-st/Labs/Jantar-Linux.htm> Acessado em 12/01/2011.