

## Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto



### Projeto Final - Matriz de LEDs

#### Sistemas Baseados em Microprocessadores

Alexandre QUEIRÓS<sup>1</sup>, Pedro MORAIS<sup>2</sup>

<sup>1</sup> [up201806652@fe.up.pt](mailto:up201806652@fe.up.pt)

<sup>2</sup> [up201806653@fe.up.pt](mailto:up201806653@fe.up.pt)

## 1. Introdução

No âmbito da unidade curricular Sistemas Baseados em Microprocessadores, foi nos proposto a realização de um projeto final para consolidar os conhecimentos adquiridos ao longo do semestre. De entre uma lista de projetos possíveis, facultada pelos docentes da cadeira, escolhemos o projeto Matriz de LEDs.

Este projeto consiste, tal como o nome indica, numa matriz de LEDs. Esta matriz, que possui ao todo 256 LEDs, é uma junção de quatro módulos *MAX7219* fabricados pela empresa *Maxim Integrated*, tendo cada módulo 8x8 LEDs.

Esta matriz será utilizada com o fim de ser mostrado o placar de um jogo de futsal. Será mostrado os golos da equipa caseira, os golos da equipa visitante e o tempo de jogo aos segundos.

Para além da matriz, o projeto inclui também um RTC (*Real Time Clock*) DS3231, fabricado também pela *Maxim Integrated*. Este irá fornecer os dados sobre o tempo de jogo, bem como permitir ao sistema guardar a atividade em memória não volátil para o projeto poder funcionar sem ser obrigado a estar conectado ao computador.

O projeto inclui também uma interface com o utilizador via quatro botões, montados numa breadboard. Estes botões têm como função assinalar os golos das equipas (um botão para a equipa caseira e outro para a equipa visitante), assinalar o início do jogo e interrupções na contagem do tempo.

Ao longo deste relatório será explicado os procedimentos efetuados.

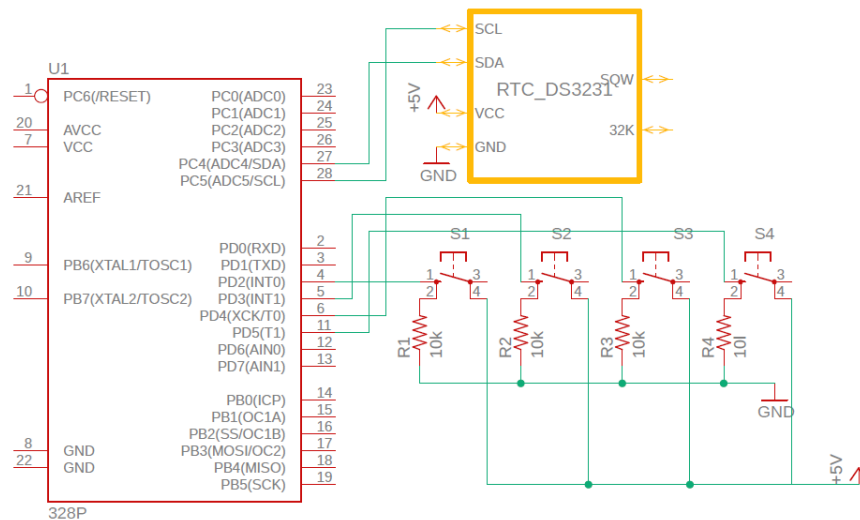
## 2. Material Utilizado

Foram, então, utilizados os seguintes materiais na realização do projeto:

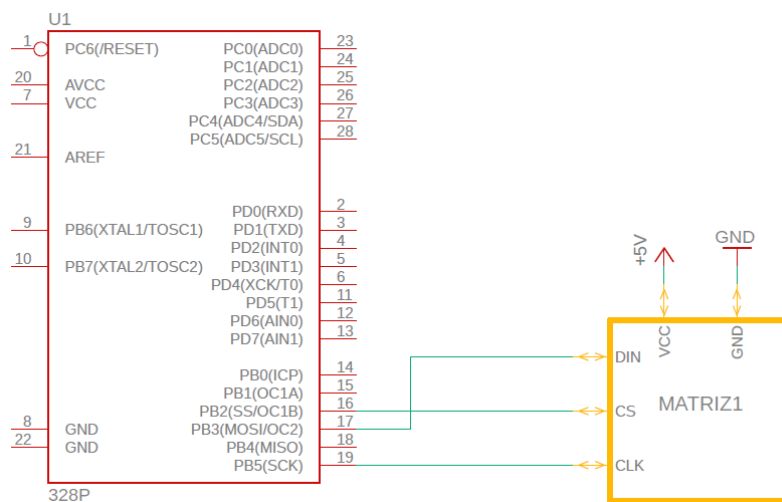
- Atmega328p incluído num Arduino UNO;
- Matriz de LEDs MAX7219;
- Real Time Clock (RTC) DS3231;
- 4x botões;
- 4x resistências de 10kΩ;
- Placa de montagem;
- Fios de ligação.

### 3. Esquema do projeto

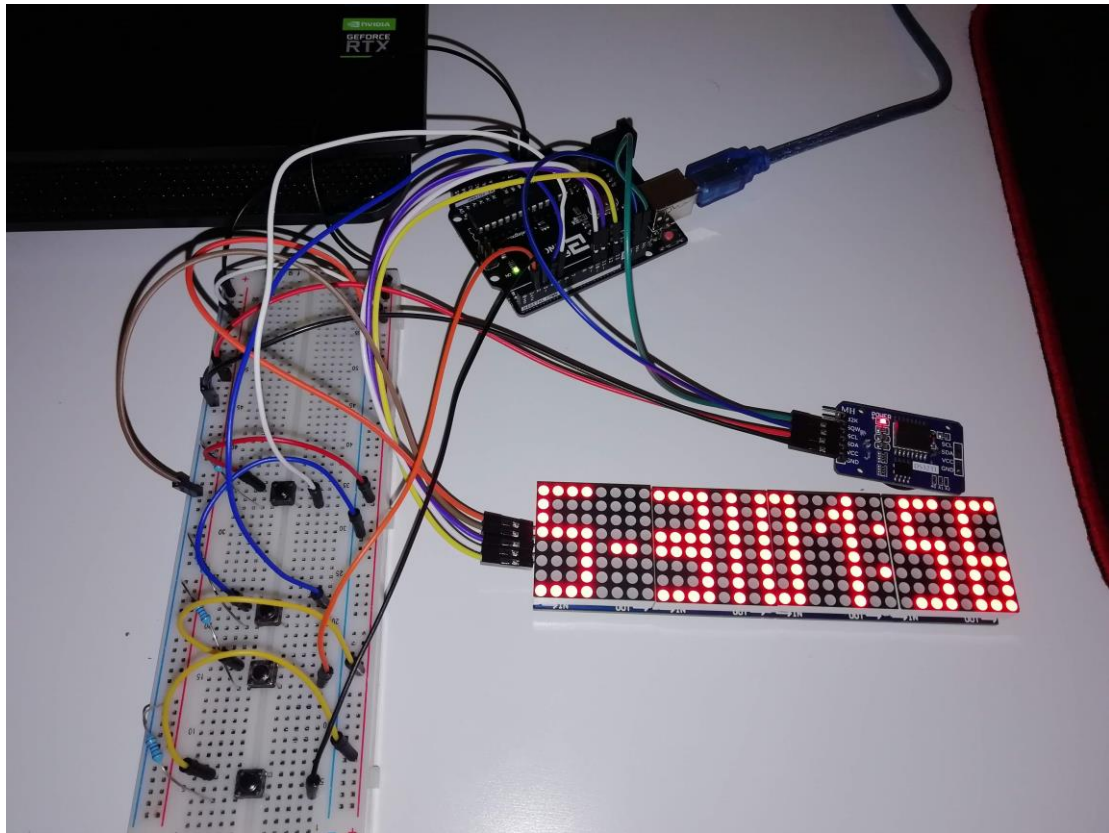
O esquema do projeto foi obtido utilizando o software *AUTODESK EAGLE* versão 9.6.2. Devido a limitações da versão gratuita do programa, este apenas deixa efetuar o esquema de um módulo de cada vez. Por essa razão são mostradas duas imagens que mostram as ligações dos dois módulos presentes no projeto (matriz e RTC). Deve-se, portanto, imaginar que as duas imagens estão sobrepostas na realidade.



**Figura 1** – Esquemas do RTC e dos botões



**Figura 2** – Esquema da Matriz de LEDs



**Figura 3** – Foto real da montagem

**Nota:** Devido à situação causada pela pandemia não houve oportunidade para o grupo tirar foto junto com a montagem.

#### 4. Funcionamento do projeto

O projeto na sua plenitude, foi desenvolvido utilizando o *Visual Studio Code* com a extensão do *PlatformIO*. Esta extensão permite fazer a ponte entre o código escrito e a placa Arduino, que faz a conexão com o circuito.

No ficheiro sources encontra-se o código escrito (ficheiro main.c). O código é um bocado extenso, mas tentamos ao máximo comentar as linhas e as funções para não haver problemas a perceber.

Seguem-se algumas explicações sobre as funcionalidades gerais do projeto.

## 4.1 Botões

### 4.1.1 – Botões para os golos

Os primeiros dois botões (PD2 e PD3) assinalam os golos das equipas. PD2 assinala um golo para a equipa visitante e PD3 assinala um golo para a equipa caseira. Mal estes botões são pressionados, um golo é atribuído à equipa e os LEDs atualizam de acordo. Devido a limitações de espaço, o máximo que a matriz consegue mostrar é 9-9. No entanto, o serial monitor não tem limite de golos.

### 4.1.2 – Botão de interrupção na contagem do tempo

É bastante comum em jogos de futsal ocorrerem interrupções no tempo de jogo. Ao contrário do futebol, sempre que a bola sai fora do campo ou são assinaladas faltas, o cronómetro para. Por isso, existe também um botão (PD4) que assume essa funcionalidade. Quando este é premido, a contagem para. Se o botão for premido novamente, a contagem de tempo retoma no sítio onde parou.

### 4.1.3 – Botão de Reset

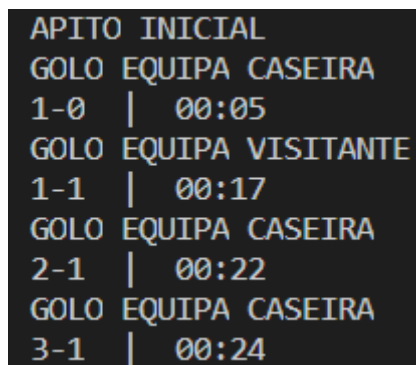
Por fim, o último botão (PD5) serve para fazer um reset no placar. Ou seja, quando este botão é pressionado a contagem do tempo volta a zero e o resultado volta, também, a 0-0.

## 4.2 Memória não volátil

Devido às funcionalidades da *EEPROM* implementadas no código, o programa consegue funcionar normalmente sem estar conectado ao computador. Por exemplo, se o Arduino estiver conectado a uma pilha a funcionalidade do programa não é posta em causa. Esta parte do projeto encontra-se na função `reset(true/false)` do código.

## 4.3 Serial Monitor

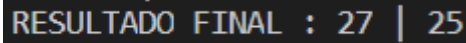
Para além da matriz, o placar é também mostrado no serial monitor, se o programa estiver conectado ao computador.



```
APITO INICIAL
GOLO EQUIPA CASEIRA
1-0 | 00:05
GOLO EQUIPA VISITANTE
1-1 | 00:17
GOLO EQUIPA CASEIRA
2-1 | 00:22
GOLO EQUIPA CASEIRA
3-1 | 00:24
```

Figura 5 – Serial Monitor

O serial monitor imprime também o resultado final do jogo.



RESULTADO FINAL : 27 | 25

**Figura 6** – Resultado final no serial monitor

## 5. Considerações finais

Em suma, foi possível construir o projeto proposto e estamos contentes com o resultado. Foi a primeira vez no curso que contruímos algo em concreto que conciliou os conhecimentos aprendidos nesta unidade curricular e outra como Programação 1 e 2. Ficamos a entender melhor como funcionam os microprocessadores, em especial o Atmega328p e como são concebidos projetos na vida real dum engenheiro.

## 6. Bibliografia

1. Slides das aulas teóricas de SBMI
2. Datasheet do Atmega328p
3. Datasheet da MAX7219
4. Datasheet do RTC DS3231
5. Bibliotecas no github.com
  - I2c
  - LedController
  - SPI
  - DS3231
  - LedControl
6. Fóruns no avrfreaks.net