



universidade
de aveiro

WhaleWord Game

Catarina Monteiro Rabaça (Nº 119582)
Guilherme Ryuji Serikaku (Nº 111586)
Nuno André Sargento e Marques (Nº 119538)
Gabriel Filipe Mónica (Nº 119596)
João Afonso Araújo Correia (Nº 118997)
Ricardo Macedo Duarte Senra (Nº 119674)
Rafael Almeida Silva (Nº 120020)

Universidade de Aveiro
Departamento de Electrónica, Telecomunicações e Informática

Conteúdo

1	Objetivos	3
2	Introdução	3
3	Materiais Utilizados	3
3.1	Buzzer	3
3.1.1	Relé e Bomba de Água	3
3.1.2	Motor de Passo	5
3.1.3	Botão	5
4	Implementação	5
4.1	Funcionamento do Código	5
5	Teste	8
6	Conclusão	8
6.1	Justificação da Classificação Pretendida	9
6.2	Contribuições dos Autores	9

1 Objetivos

Este projeto, desenvolvido no âmbito do módulo de Microcontroladores e Interação com Sensores e Atuadores, teve como objetivo criar um sistema funcional com microcontrolador, integrando sensores e atuadores. Foi conduzido desde a conceção da ideia até à programação e validação final, com o propósito de consolidar os conhecimentos teóricos e práticos na implementação de sistemas automatizados.

2 Introdução

O projeto consiste num jogo interativo para dois jogadores, baseado na escolha de uma categoria e uma letra. Os jogadores alternam-se dizendo palavras que correspondam à combinação escolhida. Cada resposta válida é seguida pelo pressionar de um botão, fazendo com que uma estrutura gire na direção do adversário. O jogador que não responder a tempo é penalizado com um jato de água, tornando o jogo mais divertido e dinâmico.

3 Materiais Utilizados

3.1 Buzzer

O buzzer ativo é alimentado a 3.3 volts e serve para emitir um alarme sonoro antes do acionamento da bomba de água. Por ser ativo, não requer sinal de frequência externa para funcionar, bastando apenas a alimentação. O seu som avisa os jogadores de que a bomba está prestes a disparar.



Figura 1: Buzzer

3.1.1 Relé e Bomba de Água

A bomba de água funciona com uma tensão de 5 volts e é acionada por um relé normalmente aberto (NO). Quando o temporizador atinge os 10 segundos, o relé fecha o circuito, permitindo a passagem de corrente elétrica para a bomba, ativando-a e lançando o jato de água que penaliza o jogador.

O relé, na sua configuração normalmente aberta, mantém o circuito interrompido em condições normais, impedindo a circulação de corrente.

Apenas quando recebe um sinal de controlo, os seus contactos se fecham, permitindo a condução elétrica e, consequentemente, o acionamento da bomba de água.

Trata-se de um módulo de relé de 5V com isolamento ótico, que atua como um interruptor controlado eletronicamente. Esta configuração garante que o microcontrolador possa controlar a bomba de forma segura e eficiente. A integração do relé no sistema é essencial para o seu funcionamento adequado, assegurando a ativação da bomba no momento exato e contribuindo para a fiabilidade e segurança do circuito.

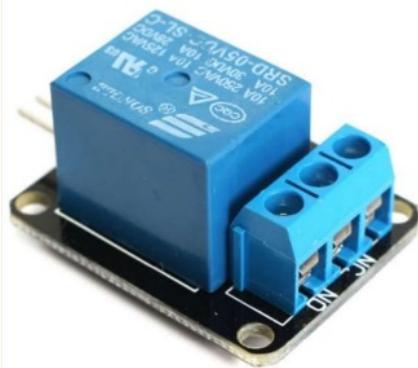


Figura 2: Relé



Figura 3: Bomba de Água

3.1.2 Motor de Passo

O motor de passo utilizado neste projeto opera a 5 volts e é controlado através de uma sequência de sinais elétricos que ativam as suas bobinas de forma coordenada, permitindo movimentos angulares precisos e repetíveis. Esta característica torna-o particularmente adequado para aplicações que exigem controlo exato da posição, como é o caso da base rotativa deste sistema.

Neste contexto, o motor de passo é responsável por fazer girar a estrutura da baleia até 180 graus, direcionando-a para o jogador adversário. Quando este aciona um botão externo, o motor inverte o sentido de rotação, retornando à posição inicial com um movimento de -180 graus. Este comportamento alternado evita a rotação contínua no mesmo sentido, prevenindo o enrolamento dos cabos e preservando a integridade do sistema.



Figura 4: Motor de Passo

3.1.3 Botão

O botão, comum a ambos os jogadores, serve como meio de interação com o sistema, sendo utilizado para indicar que um dos jogadores respondeu corretamente. Ao ser pressionado, a estrutura gira no sentido oposto, reposicionando-se para o adversário. Utiliza-se um botão do tipo push-button com funcionamento active-low, ou seja, o sinal lógico é considerado ativo quando a entrada é colocada a 0V. Esta abordagem facilita a deteção do acionamento pelo microcontrolador, garantindo fiabilidade e simplicidade no circuito de leitura.



Figura 5: Botão

4 Implementação

4.1 Funcionamento do Código

O núcleo do sistema está na função principal (`main`), que executa um ciclo infinito aguardando a interação do jogador.

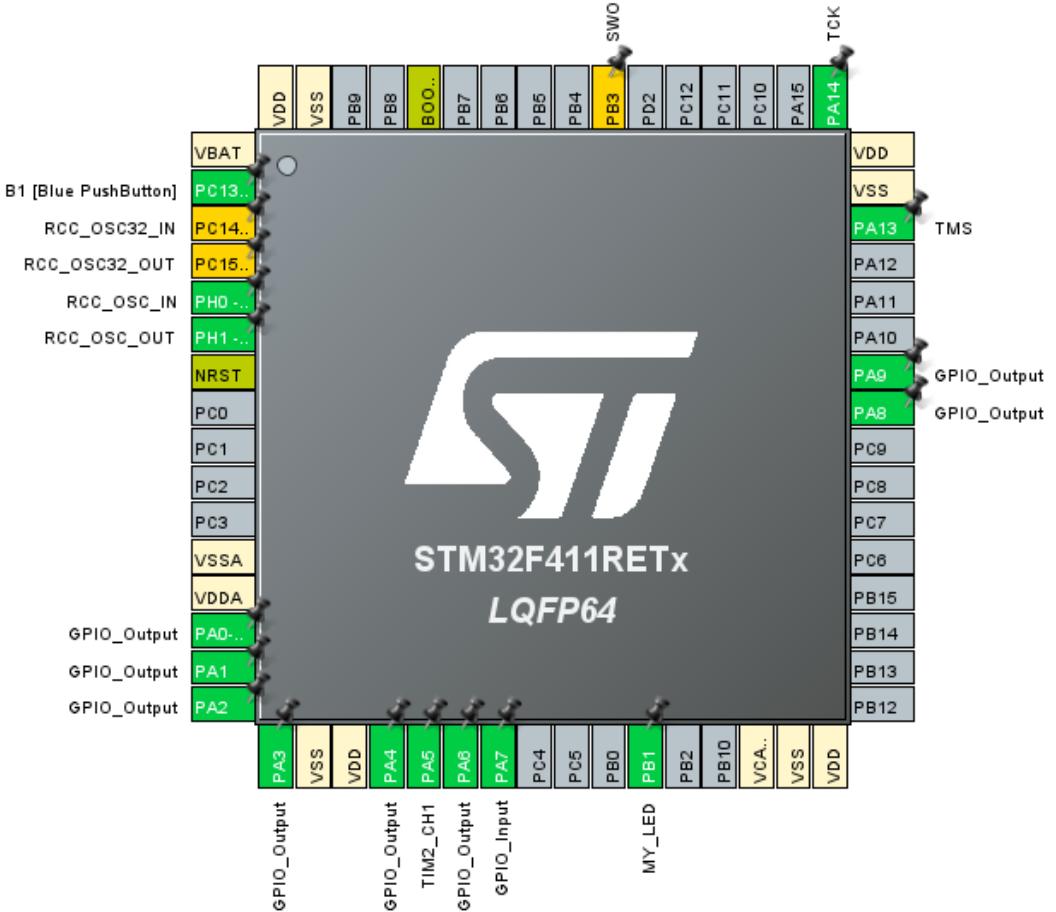


Figura 6: Esquema de pinos do projeto

Quando o botão é pressionado, o motor gira 180 graus, alternando o sentido a cada jogada para evitar enrolamento dos cabos. A rotação é conseguida através de uma sequência específica de ativação das bobinas do motor:

```
stepper_half_rotate(2110, 13, 1); // Roda 180° sentido horário
// ou
stepper_half_rotate(2110, 13, 0); // Roda 180° sentido anti-horário
```

O controlo do motor de passo é realizado através de oito passos intermédios (half-step), onde cada passo ativa as bobinas do motor numa sequência precisa. A função `stepper_half_drive` controla os quatro pinos GPIO (PA0, PA1, PA8, PA9) que acionam o driver do motor. A velocidade é regulada pelo temporizador TIM1, que introduz pausas calculadas entre cada passo para manter uma velocidade constante.

Após o movimento do motor, o sistema inicia um temporizador de 10 segundos usando o TIM3, configurado com um prescaler de 7199 e um período de 116699, o que resulta numa contagem precisa de 10 segundos. Quando

este temporizador atinge o valor definido, ele gera uma interrupção que executa a rotina de tratamento da interrupção (ISR) `HAL_TIM_PeriodElapsedCallback`, onde a flag `timer_bomb_flag` é ativada para sinalizar a expiração do temporizador. A interrupção também para o temporizador para evitar múltiplas ativações:

```
void HAL_TIM_PeriodElapsedCallback(TIM_HandleTypeDef *htim) {
    if(htim->Instance == TIM3) {
        timer_bomb_flag = 1;
        HAL_TIM_Base_Stop_IT(&htim3);
    }
}
```

No ciclo principal, quando a flag é detectada, o sistema emite dois sinais sonoros curtos através do buzzer (controlado pelo pino PA4) como aviso prévio antes de ativar a bomba de água. A bomba é ligada através do pino PA6, que controla um relé, permanecendo ativa durante 1.5 segundos:

```
if(timer_bomb_flag == 1) {
    playTone();
    HAL_Delay(200);
    stopTone();
    HAL_Delay(100);
    playTone();
    HAL_Delay(200);
    stopTone();
    ligarBomba();
    HAL_Delay(1500);
    desligarBomba();
    timer_bomb_flag = 0;
}
```

A lógica completa do sistema está contida num ciclo `while(1)` que verifica constantemente o estado do botão e da flag do temporizador. Esta abordagem baseada em eventos simples combinada com temporização precisa permite criar uma interação fiável e dinâmica, onde o movimento mecânico e o disparo da água são coordenados sem falhas.

```
while(1) {
    if(button_pressed()) {
        if(flag == 0) {
            stepper_half_rotate(2110, 13, 1);
```

```

        flag = 1;
    } else {
        stepper_half_rotate(2110, 13, 0);
        flag = 0;
    }

    timer_bomb_flag = 0;
    __HAL_TIM_SET_COUNTER(&htim3, 0);
    HAL_TIM_Base_Start_IT(&htim3);
}

if(timer_bomb_flag == 1) {
    playTone(); HAL_Delay(200); stopTone();
    HAL_Delay(100);
    playTone(); HAL_Delay(200); stopTone();
    ligarBomba();
    HAL_Delay(1500);
    desligarBomba();
    timer_bomb_flag = 0;
}

HAL_Delay(10);
}

```

5 Teste

Os testes realizados foram bem-sucedidos, demonstrando que o sistema funcionou conforme o esperado. Todas as funcionalidades foram verificadas e apresentaram um desempenho consistente.

6 Conclusão

O projeto permitiu aplicar de forma prática os conhecimentos adquiridos na unidade curricular de Microcontroladores e Interação com Sensores e Atuadores, integrando diferentes componentes eletrónicos e técnicas de programação para criar um sistema funcional e interativo. Através da utilização de motores de passo, relés, buzzer, botões e uma bomba de água, foi possível construir um jogo dinâmico, que responde em tempo

real às ações dos jogadores.

A implementação demonstrou a importância da sincronização entre hardware e software, especialmente no controlo preciso do motor e na utilização de temporizadores para acionar eventos como penalizações. Além disso, o projeto destacou o valor do trabalho em equipa e da divisão de tarefas na concretização de um sistema completo, desde a conceção à execução e testes finais.

6.1 Justificação da Classificação Pretendida

Embora esta cadeira seja avaliada com apenas 2 créditos, a nossa equipa encarou o projeto com o rigor e dedicação de uma unidade curricular de maior peso. O resultado final é um sistema funcional, dinâmico e envolvente, que combina de forma eficaz o controlo do motor de passo com a ativação temporizada da bomba de água, gerando uma experiência de jogo interativa e divertida.

O código desenvolvido reflete um cuidado especial na estruturação, clareza e fiabilidade, utilizando técnicas adequadas para controlo por interrupções e temporizações precisas, além de um controlo robusto do hardware envolvido. Para além da componente técnica, conseguimos criar um produto final coerente e apelativo, fruto de uma colaboração equilibrada da maioria dos elementos da equipa.

Pela qualidade técnica demonstrada, pelo esforço dedicado e pela complexidade superada, consideramos que a classificação de 19 valores é plenamente justificada, reconhecendo o compromisso de aprendizagem e a excelência alcançada neste projeto.

6.2 Contribuições dos Autores

Catarina Rabaça desenvolveu o código do projeto, Guilherme Serikaku e Ricardo Senra elaboraram o relatório, Gabriel Mónica e João Correia construíram a maquete, enquanto Nuno Marques e Rafael Silva prepararam o PowerPoint.

- Catarina Monteiro Rabaça - 16 %
- Guilherme Ryuji Serikaku - 16 %

- Nuno André Sargento e Marques - 16 %
- Gabriel Filipe Mónica - 16 %
- João Afonso Araújo Correia - 16 %
- Ricardo Macedo Duarte Senra - 10%
- Rafael Almeida Silva - 10%