



**Universidade do Minho**

Escola de Engenharia

Grupo 5:

José Gomes a93083

Diogo Cerqueira a93108

Rui Cunha a93093

Francisco Martins a93079

Luís Oliveira a89380

### **Especificação da Fase C**

MIETI

Projeto Integrador em Telecomunicações e Informática

2022/2023

# Índice

<b>Lista de figuras</b>	<b>iii</b>
<b>Lista de tabelas</b>	<b>iv</b>
<b>1 Enquadramento e Motivação</b>	<b>1</b>
<b>2 Especificação da Fase C</b>	<b>2</b>
2.1 Requisitos e funcionalidades do sistema . . . . .	2
2.2 Testes a realizar sobre o link ótico . . . . .	2
2.3 Requisitos e funcionalidades do UI da aplicação (PC) . . . . .	2
2.4 Mecanismo de controlo de erros . . . . .	3
2.5 Protocolo de comunicação entre aplicação (PC) e a placa ESP32 . . . . .	4
<b>3 Ferramentas</b>	<b>6</b>
3.1 Hardware . . . . .	6
3.1.1 ESP32-DevKitC-32D . . . . .	7
3.1.2 Osciloscópio . . . . .	8
3.1.3 Componentes . . . . .	8
a) Semicondutores . . . . .	8
b) Condensadores . . . . .	9
c) Integrados . . . . .	10
d) Propriedades elétricas dos componentes . . . . .	11
3.2 Software . . . . .	12
<b>4 Planificação do projeto</b>	<b>13</b>
<b>5 Conclusão</b>	<b>14</b>
<b>Referências Bibliográficas</b>	<b>15</b>

## Lista de figuras

Arquitetura final do sistema. . . . .	1
Fluxograma do protocolo porta série (emissor). . . . .	4
Fluxograma do protocolo porta série (recetor). . . . .	5
Propriedades elétricas dos componentes. . . . .	11
Planeamento temporal da Fase C . . . . .	13

## Lista de tabelas

<i>Hardware</i> necessário para a implementação da Fase C. . . . .	6
Caraterísticas da placa ESP32-DevKit-32D.. . . .	7
Tabela dos Semicondutores. . . . .	8
Tabela dos Condensadores. . . . .	9
Tabela dos circuitos integrados. . . . .	10
Software necessário para a implementação da Fase C. . . . .	12

## Acrónimos

**LED** *Light Emitting Diode*

**WIFI** *Wireless Fidelity*

**BLE** *Bluetooth Low Energy*

**ISP** *Internet Service Provider*

# 1 Enquadramento e Motivação

O relatório de especificação da fase C está inserido no âmbito da Unidade Curricular de Projeto Integrador em Telecomunicações e Informática.

Serve o presente relatório como introdução e especificação dos critérios de *hardware* e de *software* a serem implementados na fase C, em junção com a apresentação e planeamento temporal das tarefas convenientes à sua construção.

O relatório referido será iniciado com as especificações impostas pela fase C, nomeadamente:

- Arquitetura final do sistema.
- Requisitos e funcionalidades do sistema.
- Especificação dos testes a realizar sobre o link ótico.
- Requisitos e funcionalidades da aplicação (PC) de interface com o utilizador.
- Protocolo de comunicação entre aplicação (PC) e a placa ESP32.
- Identificação do material necessário.
- Planificação temporal.

Após a abordagem dos tópicos referidos, o relatório terminará com uma conclusão.

A estrutura do sistema a implementar encontra-se ilustrada pela figura 1.1. Através da visualização da figura referida, a comunicação será estabelecida com recurso a um *link* ótico (seta amarela), que será gerado pela lâmpada LED (*Light Emitting Diode*). Posteriormente, o *link* ótico será detetado pelo fotodetetor, que é um componente intrínseco ao recetor, que transformará a informação presente no *link* ótico num sinal elétrico. De seguida, uma aplicação, a executar num PC, recebe e apresenta a informação difundida através do canal ótico.

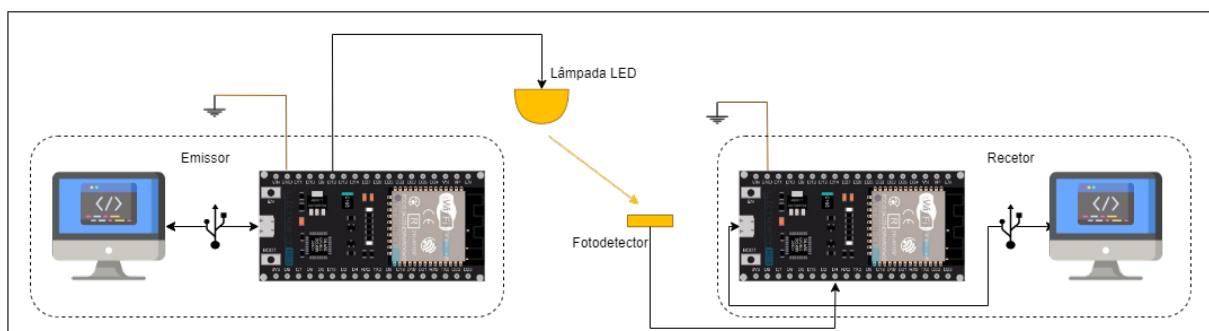


Figura 1.1: Arquitetura final do sistema.

## 2 Especificação da Fase C

### 2.1 Requisitos e funcionalidades do sistema

O principal requisito do sistema é a transmissão de informação entre dois PCs sobre um *link* ótico.

Este sistema deve conter dois componentes essenciais, um emissor que transmita informação através do LED, e um recetor que seja capaz de receber essa informação e mostrar ao utilizador. A comunicação série entre os dois PCs e os respectivos microcontrolador da placa ESP32 deve ser feita utilizando um cabo USB.

### 2.2 Testes a realizar sobre o link ótico

De forma a avaliar o sucesso da implementação, o grupo decidiu efetuar diversos testes, cujos nos quais são variados vários parâmetros importantes. Os parâmetros variados serão:

- **Distância** entre o emissor e o recetor:

Ao variar a distância, espera-se que com o aumento desta, a intensidade do sinal recebido seja cada vez menor. Também será testado o alcance do link ótico.

- **Ruído:**

Será colocado ruído no sinal emitido. Este ruído será implementado da seguinte forma: será apontado para o recetor uma fonte luminosa (lanterna) de forma a perceber se o recetor consegue filtrar essa luminosidade.

- **Obstáculos:**

Serão colocados obstáculos (por exemplo, uma folha de papel branca) entre o emissor e o recetor, de forma a perceber de que forma estes irão influenciar a receção do link ótico.

### 2.3 Requisitos e funcionalidades do UI da aplicação (PC)

Para que o ambiente gráfico tivesse o aspeto que pretendíamos, escolhemos usar a biblioteca "**JavaFX**" [1], pela fácil usabilidade e experiência prévia de uso na mesma. Esta biblioteca permite criar interfaces

gráficas, animações, efeitos e gráficos com um menor nível de dificuldade, utilizando a linguagem de programação *Java*.

## **2.4 Mecanismo de controlo de erros**

De maneira a completar a tarefa da Fase C, o grupo decidiu implementar Hamming codes para a deteção e correção de erros. Este mecanismo será ao nível das placas ESP32.

Os códigos de Hamming são uma família de códigos de correção de erros lineares usados para a deteção e correção de erros na transmissão de dados. O seu funcionamento consiste na adição de bits de paridade extras a um bloco de dados que está a ser transmitido, os bits são escolhidos de tal maneira que eles possam detetar e corrigir erros de um único bit no bloco de dados.



## 2.5 Protocolo de comunicação entre aplicação (PC) e a placa ESP32

O protocolo de comunicação entre o PC e a placa ESP32 foi implementado com recurso à linguagem de programação *Java*. Dentro do domínio da linguagem referida, foi utilizada a biblioteca "**jssc**" [2] que serviu de base à implementação do protocolo referido. Essa biblioteca proporciona um conjunto de recursos, nomeadamente, classes e métodos que permitem a comunicação com as portas série. Os recursos dessa biblioteca enquadram-se nas categorias seguintes:

- Listagem das portas: Listam as portas série aptas para comunicar.
- Escrita da informação: Escrita da informação na porta série.
- Leitura da informação: Leitura da informação proveniente da porta série.

A figura 2.2 ilustra o fluxograma, do lado do emissor, relativo ao funcionamento do protocolo de comunicação entre o PC e a placa ESP32.

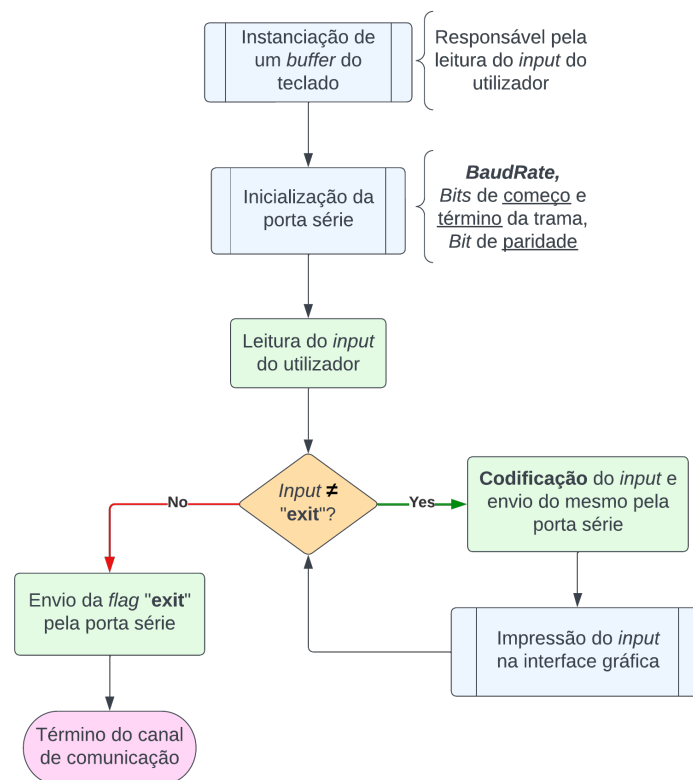


Figura 2.2: Fluxograma do protocolo porta série (emissor).

A figura 2.5 ilustra o fluxograma, do lado do recetor, inerente ao funcionamento do protocolo de comunicação entre o PC e a placa ESP32.

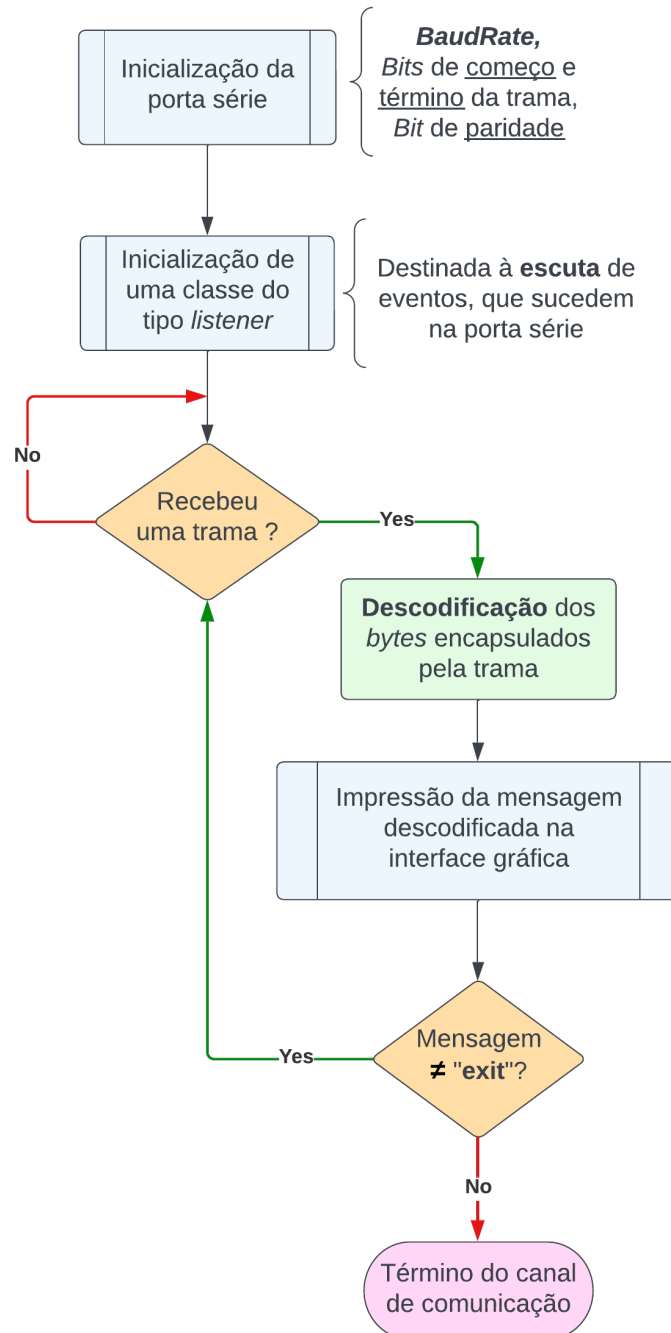


Figura 2.3: Fluxograma do protocolo porta série (recetor).





### 3 Ferramentas

Neste trabalho, iremos apresentar as ferramentas que serão utilizadas. A escolha das ferramentas adequadas é fundamental para garantir a eficiência e a qualidade do projeto desenvolvido. Para isso, serão abordadas diversas ferramentas, suas funcionalidades e características, a fim de oferecer um panorama amplo e completo do projeto.

#### 3.1 Hardware

A tabela seguinte apresenta parte do *hardware* necessário ao desenvolvimento da fase C.

Tabela 3.1: *Hardware* necessário para a implementação da Fase C.

Imagem	Designação	Descrição
	ESP32-DevKitC-32D	2 placas: uma para a implementação do sistema emissor e outra para o recetor
	Cabos USB	Cabos responsáveis pela conexão entre o PC e a placa ESP32
	Computadores	Desenvolvimento de código e relatórios
	Breadboards	Interface de conexão entre os circuitos

### 3.1.1 ESP32-DevKitC-32D

O ESP32 é um módulo genérico de WiFi (*Wireless Fidelity*), *Bluetooth* e BLE (*Bluetooth Low Energy*), que possibilita uma grande variedade de aplicações como por exemplo redes de sensores de baixa potência, decodificação de MP3 e codificação de voz.

A tabela 2 apresenta as características da placa em questão.

Tabela 3.2: Características da placa ESP32-DevKit-32D..

Módulo	ESP32-DevKit-32D
SPI flash	32 Mbits, 3.3 V
Core	ESP32-D0WD
Crystal	40 MHz (apenas para a funcionalidade do WiFi e do <i>Bluetooth</i> )
Antena	Conector U.FL (que precisa de estar conectado a uma antena IPEX externa)
Dimensões (Unidade: mm)	(18.00±0.10) × (19.20±0.10) × (3.20±0.10)

O Bluetooth, o BLE e o WiFi são diferentes tipos de comunicação, que são suportados pelo ESP32. A utilização do WiFi proporciona um grande alcance físico e conexão direta com a internet através de um ISP (*Internet Service Provider*).

A *sleep current* (corrente característica, quando a placa opera em modo *standby*) da placa é inferior a 5 microamperes, o que torna este componente ideal para sistemas eletrónicos alimentados por baterias.

O *chip* da placa suporta uma taxa de transmissão até 150 Mbps e 20 dBm de potência de saída de antena para proporcionar o melhor alcance físico possível.

### 3.1.2 Osciloscópio

Um osciloscópio é um instrumento de medição eletrônico utilizado para visualizar e analisar sinais elétricos, como corrente elétrica e tensão elétrica, ao longo do tempo. É capaz de capturar sinais elétricos de diferentes formas de onda e exibir essas formas em um ecrã para análise. Este é composto por um circuito de entrada que recebe o sinal elétrico a ser medido, um circuito de amplificação para amplificar o sinal, um sistema de controlo para ajustar a exibição do sinal na tela e um ecrã para apresentar os dados aos utilizadores. Nesta fase o osciloscópio será utilizado para medir as formas de onda nos pontos relevantes dos circuitos emissor e recetor durante os testes efetuados.

Nos testes iniciais ao *link* óptico, o osciloscópio será utilizado na geração de uma onda quadrada, com a mesma amplitude fornecida pela GPIO. Ainda no contexto da onda quadrada, as formas de onda da mesma serão registadas fotograficamente.

### 3.1.3 Componentes

As próximas tabelas contêm os componentes que serão utilizados nesta fase e a quantidade de componentes eletrónicos necessária.

#### a) Semicondutores

Os semicondutores são materiais que têm uma condutividade elétrica intermediária entre condutores e isolantes.

Eles têm a capacidade de controlar o fluxo de elétrons num circuito, o que os torna um componente fundamental na eletrônica moderna.

A tabela 3.3 apresenta os semicondutores exigidos.

Tabela 3.3: Tabela dos Semicondutores.

Componente	Quantidade
2N2222A	2
1N4148	6
PL-51P3C	2
PL-53F3BT	2
BS170	2

## b) Condensadores

Os condensadores são dispositivos elétricos que são utilizados em circuitos eletrônicos para armazenar energia elétrica. Eles são compostos por dois condutores separados por um material isolante, chamado de dielétrico.

A capacidade de armazenar energia elétrica do condensador é medida em farads (F) e depende do tamanho físico do condensador, da distância entre os condutores e do tipo de dielétrico utilizado. Eles são amplamente utilizados porque são capazes de armazenar energia elétrica de forma eficiente e libertá-la rapidamente quando necessário.

Além disso, os condensadores são componentes passivos, o que significa que eles não requerem energia externa para funcionar. Estes podem ser polarizados ou não polarizados, dependendo da sua construção e aplicação. Os condensadores polarizados têm um terminal positivo e um negativo e só podem ser ligados em circuitos elétricos de uma forma específica. Já os condensadores não polarizados não têm polaridade e podem ser ligados em circuitos elétricos de qualquer forma.

Tabela 3.4: Tabela dos Condensadores.

<b>Componente</b>	<b>Quantidade</b>
10p	1
47p	1
1n	1
4,7n	1
10n	1
47n	1
100n	1
22u	2

### c) Integrados

Os circuitos integrados (também conhecidos como *chips*) são dispositivos eletrônicos que contêm vários componentes eletrônicos (tais como transistores, diodos e resistores) incorporados. Eles são amplamente utilizados no ramo da eletrônica pois permitem a construção de circuitos complexos em um espaço reduzido.

Em junção com as propriedades descritas, estes proporcionam uma maior confiabilidade e eficiência em comparação com a construção de circuitos, que usufruem de componentes discretos.

Tabela 3.5: Tabela dos circuitos integrados.

<b>Componente</b>	<b>Quantidade</b>
NE555 ( <i>Timer</i> )	1
7400 (Portas AND)	2
7408 (Inversores)	2
7486 (XORs)	1
74166 ( <i>Shift-Register</i> )	1
A741 (AmpOp)	1
TL084 (Quad AmpOp)	1

### d) Propriedades elétricas dos componentes

A figura 3.5 apresenta as propriedades elétricas dos transistores, dos amplificadores operacionais e do diodo, em especial, os valores de tensão e corrente suportados.

			Tensão (V)			Corrente (A)		
			Minima	Tipica	Maxima	Minima	Tipica	Maxima
Fototransistor	L-51P3C	Coletor-emissor						
		Emissor-coletor	5					
		Coletor				0.1m	0.5m	
Infra-Red Emitting Diode	PL-53F3BT			1.2	1.5			50m
Transistor	2N2222A	Coletor-emissor			0.3			
		Emissor-coletor		0.6	1.2			
		Coletor						800m
Ampop	TL084	Vcc			18			
		Vi			15			
	A741	Vcc			22			
		Vi			15			





Figura 3.4: Propriedades elétricas dos componentes.



## 3.2 Software

A tabela 3.6 contém o *software* necessário à implementação da fase C.

Tabela 3.6: Software necessário para a implementação da Fase C.

Símbolo	Designação	Função
	Arduino IDE	Programação utilizando a linguagem C++ do módulo Arduino
	<i>Overleaf</i>	Editor de LaTeX assente na <i>cloud</i>
	Facebook	Comunicação entre os membros do grupo
	IntelliJ	Programação utilizando a linguagem Java da aplicação

## 4 Planificação do projeto

Para garantir consistência, linearidade e para que se cumpra todos os objetivos é necessário recorrer a um planeamento bem estruturado. O planeamento do projeto encontra-se ilustrado pelo diagrama de Gantt, representado pela figura 4.6..

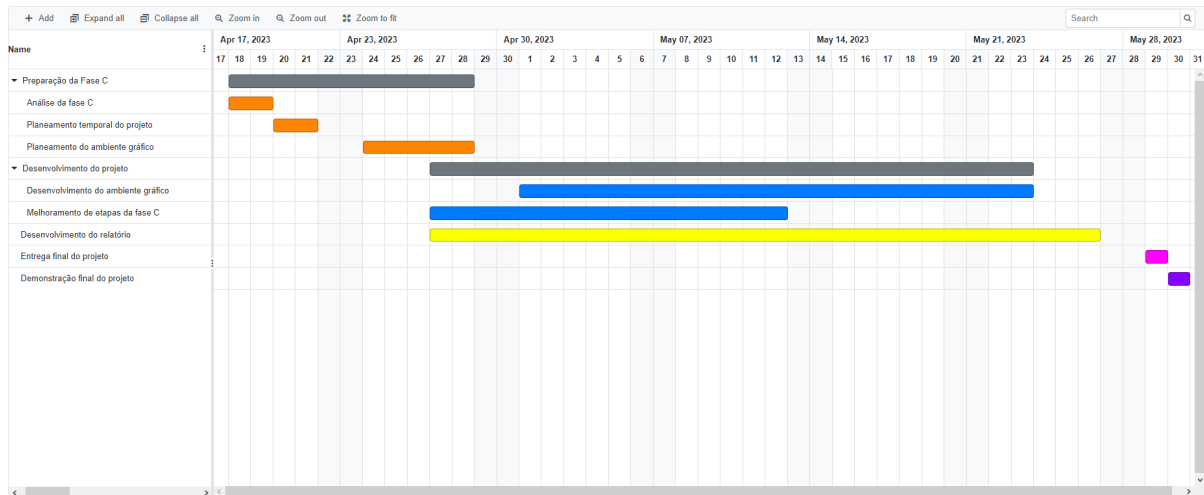


Figura 4.5: Planeamento temporal da Fase C

## 5 Conclusões

Concluída a especificação da presente fase, na opinião do grupo, espera-se desta fase um nível de complexidade modesta, especialmente na fase de implementação do controlo de erros para recuperar tramas perdidas/corrompidas, visto que se ambiciona desde o início, eficiência e modularidade para que o resto do projeto corra de forma esperada.

Assim sendo, o grupo acredita que o planeamento apresentado irá resultar numa aplicação eficaz do *hardware* e do *software*, para que se demonstre adequadamente os conhecimentos a adquirir no decorrer da Unidade Curricular.

## **Referências Bibliográficas**

- [1] OpenJDK. Java library for ui design. URL <https://github.com/openjdk/jfx>.
- [2] Java Native. Java library for talking to serial ports (with added build support for maven, cmake, msvc).  
URL <https://github.com/java-native/jssc>.