Ram Kumar

Licenciado em Ciências da Engenharia Eletrotécnica
e de Computadores

GRAVADOR DE CARTÕES MAGNÉTICOS ISO

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em

Engenharia Eletrotécnica e de Computadores

Orientador: Luís Filipe Santos Gomes, Professor Associado com Agregação, Universidade Nova de Lisboa

Júri

Presidente:	Professor Doutor José António Barata de Oliveira
Arguente:	Professor Doutor Filipe de Carvalho Moutinho
Vogal:	Professor Doutor Luís Filipe Santos Gomes

FACULDADE DE
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA

Setembro, 2019

GRAVADOR DE CARTÕES MAGNÉTICOS ISO

Copyright © Ram Kumar, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade NOVA de Lisboa.
A Faculdade de Ciências e Tecnologia e a Universidade NOVA de Lisboa têm o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar esta dissertação através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, e de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objetivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.

"Nunca esperei nada da vida. Por isso, tenho tudo."
José Saramago

Agradecimentos

Este é mais um fim de ciclo na minha vida académica. Foram 5 anos de bastante trabalho, persistência, luta e sacrifícios. Foi um objetivo a que me propus e chegar à meta traz emoções de alegria, satisfação e de dever cumprido.
Ora, como o caminho não é feito de forma solitária, existem pessoas e instituições que nos ajudam a subir cada degrau.
Em primeiro lugar, agradecer à minha família, que fez inúmeros esforços para me proporcionar estes anos de experiências únicas que jamais irão repetir-se. Em particular à minha mãe, que nunca deixou cair ou desistir, porque na verdade, ao longo este percurso, são muitos os momentos, de dúvida: se este é caminho a seguir ou não.
Agradecer às amizades que aqui nasceram e fizeram com que o percurso fosse mais suave e alegre.
Agradecer aos professores que foram cruzando ao longo destes anos e dando seu melhor na partilha dos seus conhecimentos e experiências. Em particular, agradecer ao Professor Doutor Luís Gomes que sempre esteve disponível para ajudar, não só na elaboração deste trabalho, mas nas cadeiras em que fomos cruzando.
Agradecer à grandiosa instituição: Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa por proporcionar as condições necessárias de modo a criar um ambiente académico único.
Agradecer à *A-To-Be* e aos seus responsáveis por terem sido muito profissionais e a oportunidade de colaboração proporcionada.
Obrigado.

Resumo

Neste mundo cada vez mais globalizado, a forma como deslocamos é um fator decisivo para sucesso das nossas ações. Para tal, a abordagem pelos condutores às portagens é decisiva na fluidez e eficácia do escoamento do transito, pelo que, melhorias constantes são requeridas.
Este trabalho teve como propósito estudar os cartões magnéticos de cariz financeiro e desenvolver um protótipo para auxiliar nos testes efetuados pela A-to-Be, que cria soluções para portagens.
Normalmente, para ler e escrever cartões magnéticos, é preciso instalar software fornecido pelo fabricante associado ao gravador/leitor que se quer usar. O sistema apresenta um monitor, a partir do qual pode interagir com o gravador/leitor tornando o sistema fisicamente estático.
Para responder a este desafio, desenvolveu-se uma solução em que o utilizador para usar o gravador/leitor apenas tem que aceder à página web, a partir da qual pode dar comandos como: ver informação guardada e gravar cartões magnéticos.
Desta forma, pode recorrer a qualquer dispositivo com capacidade de navegar através de um browser, fazendo com que a interface seja independente e a informação a ler e escrever apresente maior nível de privacidade.
Esta solução é constituída por um microcontrolador *NodeMCU*, gravador /leitor *TCM-R100N* capaz de ler e gravar as 3 pistas dos cartões magnéticos de coercividade alta/baixa e cumpre a norma *ISO 7813*. Esta norma indica a estrutura e o tipo de dados que podem ser guardados nas respetivas pistas da banda magnética de cartões com cariz financeiro.

Palavras-chave: Cartões magnéticos, *ISO 7813*, Coercividade alta/baixa, *NodeMCU*

Abstract

In this globalized world, the way we travel is key factor for success of our actions. For such, the approach to tolling systems by drivers is crucial for the flow and effectiveness of the traffic, whereby constant improvements are needed. This work, had the goal to study magnetic stripe cards for financial purpose and develop a prototype to help on tests, made by A-to-Be, that create tolling solutions.
Normally, to read and write magnetic cards, there is a need to install proper software, provided by writer/reader manufacturer. The system has a monitor connected to it, from where an user can interact with the writer/reader. This approach turns the system physically static.
To answer this challenge, the solution developed presents a web page from where the user gives the commands like: see saved information and write magnetic cards. This way, the user can use any device, capable to navigate through a web browser, what makes the interface independent, and the information to write and read more private.
This solution is constituted by a *NodeMCU* microcontroller, a *TCM-R100N* writer/reader capable to read and write 3 tracks of magnetic cards of high/low coercivity and fulfill the *ISO 7813* standard, that indicates the structure and the data type that can be saved on respective tracks of financial purpose magnetic cards.

Keywords: Magnetic cards, *ISO 7813*, High/Low coercivity, *NodeMCU*

Índice

Lista de Figuras **xv**

Lista de Tabelas **xvii**

Glossário **xix**

Siglas **xxi**

1 Introdução **1**
1.1 Enquadramento . . . 1
1.2 Motivação . . . 1
1.3 Objetivo . . . 2
1.4 Estrutura do documento . . . 2

2 Fundamentos teóricos **3**
2.1 Magnetismo . . . 3
2.1.1 Experiências de *Faraday* . . . 3
2.1.2 Cartões magnéticos . . . 4
2.1.2.1 Normas para pistas . . . 8
2.1.3 Gravadores e leitores de cartões magnéticos . . . 10
2.1.3.1 Gravadores . . . 10
2.1.3.2 Leitores . . . 11
2.1.4 Codificação . . . 12
2.1.4.1 Detecção do sinal . . . 13
2.1.5 Evolução tecnológica . . . 13
2.1.5.1 IoT . . . 14
2.2 Modelos e Tecnologia . . . 15
2.2.1 Diagramas UML . . . 15
2.2.1.1 Diagramas de caso de uso . . . 16
2.2.1.2 Exemplo . . . 17
2.2.1.3 Diagramas de sequência . . . 18
2.2.2 HTML e Webserver . . . 20
2.2.2.1 HTML . . . 20
2.2.2.2 Webserver . . . 21
2.2.3 NodeMCU . . . 22
2.2.3.1 *"Pinout"* . . . 23

3 Trabalho desenvolvido **25**
3.1 Caracterização da solução . . . 25
3.1.1 Escolha do hardware . . . 26
3.1.2 Escolha do controlador . . . 26
3.1.3 Interação com o utilizador . . . 26
3.2 Especificação . . . 27
3.2.1 Inicializar . . . 27
3.2.2 Inserir cartão . . . 29
3.2.3 Cancelar inserção . . . 30
3.2.4 Retirar cartão . . . 31
3.2.5 Ler Pista 1 . . . 32
3.2.6 Ler Pista 2 . . . 33
3.2.7 Ler Pista 3 . . . 34
3.2.8 Ler as 3 Pistas . . . 35
3.2.9 Gravar pista 1 . . . 36
3.2.10 Gravar pista 2 . . . 37
3.2.11 Gravar pista 3 . . . 38
3.2.12 Gravar as 3 pistas . . . 39
3.2.13 Livre . . . 40
3.2.14 Estruturada . . . 41
3.3 Protocolo de comunicação do gravador . . . 42
3.3.1 Protocolo geral de comunicação . . . 42
3.3.2 Protocolo para cancelar . . . 43
3.3.3 Erros que podem ocorrer durante a comunicação . . . 43
3.3.4 Formato das tramas . . . 44
3.4 Implementação . . . 46
3.4.1 *NodeMCU* . . . 47
3.4.1.1 *"Executa pedido"* . . . 48
3.4.1.2 *"função1"* . . . 49
3.4.1.3 Ler cartão . . . 50
3.4.1.4 Conversão *"array"* para *"string"* . . . 51
3.4.1.5 Gravação de dados . . . 52
3.4.2 Página web . . . 53

4 Resultados **55**
4.1 Testes e Resultados . . . 55
4.1.1 Inserir cartão . . . 56
4.1.2 Leitura . . . 56
4.1.3 Gravar . . . 58
4.1.4 Retirar cartão . . . 60

5 Conclusão **61**
5.1 Trabalhos futuros . . . 62

Bibliografia **63**

Lista de Figuras

2.1 Criação do fluxo magnético. 3
2.2 Corrente induzida no circuito 1 4
2.3 Cartão magnético e respetivas pistas 5
2.4 Estrutura da pista 1 6
2.5 Estrutura da pista 2 6
2.6 Estrutura da pista 3 7
2.7 Circuito magnético 10
2.8 Zona de inflexão 10
2.9 Polarização da banda magnética sentido *S-N* 11
2.10 Polarização da banda magnética sentido *N-S* 11
2.11 Leitura da banda magnética 12
2.12 Codificação *Manchester* 12
2.13 Esquema de transformação da informação 13
2.14 Captação do sinal 13
2.15 Diagrama de caso de uso: levantamento de dinheiro 17
2.16 Diagrama de sequência para carregar dados de memória 19
2.17 Processo para obtenção dá página 21
2.18 Pinos da placa NodeMCU 23

3.1 Diagrama de blocos do sistema 25
3.2 Casos de uso do sistema 27
3.3 Formato da trama a ser enviado 42
3.4 Operação regular 43
3.5 Cancelamento de um comando 43
3.6 Cancelamento de uma execução 43
3.7 Time-out 44
3.8 Situação de erro 44
3.9 Formato do comando 44
3.10 Formato da resposta positiva 44
3.11 Formato da resposta negativa 45
3.12 Montagem geral do sistema 46
3.13 Fluxo de funcionamento geral 47
3.14 Tratamento da tarefa escolhida pelo utilizador 48
3.15 Formato da resposta positiva 49
3.16 Tarefa ler 50
3.17 Conversão de “array” para “string” 51

3.18 Tarefa gravar 52
3.19 Divisão da página web 53
3.20 Divisão interna de cada 53
3.21 Layout da interface 54

4.1 Mensagem de inicialização 55
4.2 Mensagem de inserção do cartão 56
4.3 Mensagem de cancelar inserir cartão 56
4.4 Leitura da pista 1 57
4.5 Leitura da pista 2 57
4.6 Leitura da pista 3 57
4.7 Leitura das 3 pistas 58
4.8 Escrita na pista 1: Estruturado 58
4.9 Verificação da escrita na pista 1: Estruturado 59
4.10 Escrita na pista 1: Livre 59
4.11 Verificação da escrita na pista 1: Livre 59
4.12 Mensagem de sucesso para retirar cartão 60

Lista de Tabelas

2.1 Caracterização da pista 1 5
2.2 Caracterização da pista 2 6
2.3 Caracterização da pista 3 7
2.4 Configuração dos bits *ANSI/ISO ALPHA* 8
2.5 Configuração dos bits *ANSI/ISO ALPHA* 9
2.6 Configuração dos bits *ANSI/ISO BCD* 9
2.7 Elementos que compõem um diagrama de caso de uso 16
2.8 Elementos que compõem um diagrama de caso de uso 17
2.9 Relação entre casos de uso e atores 17

3.1 Modelos em análise 26
3.2 Caracteres de controlo do gravador 42
3.3 Ligações entre NodeMCU e conversor RS-232 46

Glossário

$\vec{1}_r$	Vetor unitário para indicar a direção do vetor distância até linha de campo magnético.
μ_0	Permeabilidade magnética do vaco.
$d\vec{L}$	Comprimento inifinitésimal do condutor por onde passa a corrente I.
Browser	É uma aplicação de software que permite navegar na internet, como aceder a páginas web.
Cloud	São um conjunto de servidores que guardam dados para que o utilizador consiga aceder a partir de qualquer lugar, com conexão à internet.
Coercividade	É uma característica medida em Oersteds que traduz a dificuldade que a banda magnética apresenta na escrita da informação.
I	Corrente elétrica.
r	Distância do centro do condutor até à linha do campo magnético.
Smart cards	Cartões que contém um "chip" que garante maior segurança às transações efetuadas.
Tag	É uma marcação que define um elemento da linguagem html.
Web	Palavra inglesa que significa rede, com surgimento da internet passou a designar rede que conecta todos os computadores .
Wi-Fi	Wireless Fidelity é uma tecnologia que não precisa de cabos, a transmissão de dados é feita através de frequência radio.

Siglas

ABA	American Bankers Association.
ACK	Acknowledgement.
ANSI	American National Standards Institute.
BCD	Binary Coded Decimal.
CR	Carriage return.
CSS	Cascading Style Sheets.
DNS	Domain Name System.
ES	End Sentinel.
ETX	End of Text.
FC	Format Code.
HiCo	High Coercivity.
HTML	HyperText Markup Language.
IATA	International Air Transport Association.
IP	Internet Protocol.
ISO	International Organization for Standardization.
LRC	Longitudianl Redundancy.
NACK	Negative Acknowledgement.

PAN	Primary Account Number.
PMW	Pulse Width Modulation.
PVC	Policloreto de vinila.
Rx	Receiver pin.
Tx	Transmission pin.
UART	Universal Asynchronous Receiver-Transmitter.
UML	Unified Modeling Language.
URL	Uniform Resource Locator.

Capítulo 1

Introdução

1.1 Enquadramento

De alguma forma, existe a necessidade de guardar informação e muitas formas de o fazer, desde a mais simples, como escrever em papel, ou mais sofisticada como recorrer à *"cloud"*. À medida que existem avanços tecnológicos, surgem novos meios e novas formas de guardar dados.

A norma ISO[1] 7813 rege sobre como a informação é guardada em cartões magnéticos de cariz financeiro. Estes cartões foram normalizados em 1970, o que permitiu a sua vasta utilização, pois tornava as transações mais cómodas e rápidas. Estes foram e são usados em diversas áreas com diferentes propósitos por serem fáceis de manipular e do seu custo baixo. Porém, a nível de segurança, os cartões magnéticos apresentam bastantes falhas e têm vindo a ser substituídos por cartões inteligentes - *"smart cards"* que apresentam um *"chip"* permitindo ter mais mecanismos de segurança. Ainda assim, os cartões magnéticos não serão extintos, pois estes têm uso em diferentes circunstâncias, por isso, o estudo sobre cartões magnéticos e novas formas que possam melhorar é sempre bem vinda.

1.2 Motivação

O tema de estudo é: Gravadores de cartões magnéticos ISO e foi realizado em parceria com a empresa *A-to-B powered by Brisa.*

O principal foco da empresa é desenvolver soluções para melhorar fluidez e experiência dos condutores na circulação nas respetivas autoestradas. Isto implica, novos métodos e formas de pagamento, emissão e tratamento dos bilhetes de identificação da rota efetuada pelo condutor.

Para realizar testes sobre algumas aplicações em desenvolvimento necessitam de uma solução personalizada: gravador/leitor capaz de ler e escrever de forma estruturada, seguindo a norma *ISO 7813* e de forma livre.

[1] International Organization for Standardization

1.3 Objetivo

Este trabalho teve como propósito desenvolver um sistema capaz de ler e escrever cartões magnéticos com capacidade de receber comandos remotamente através de uma página web.

1.4 Estrutura do documento

Esta dissertação em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores é composta por 5 capítulos:

1. Introdução
2. Fundamentos teóricos
3. Aplicação desenvolvida
4. Resultados
5. Conclusão

O capítulo "Fundamentos teóricos" começa por descrever os fenómenos físicos que estão por detrás do funcionamento dos cartões e gravadores/leitores magnéticos. É explicada a estrutura da banda magnética e conteúdo possível de ser escrito. É descrito o funcionamento dos gravadores/-leitores de cartões magnéticos.
A fase inicial de desenvolvimento de um sistema implica recolha dos seus requisitos, descrição do seu comportamento e da sua estrutura, para tal, é preciso recorrer a modelos. Estes modelos podem ser a nível comportamental e estrutural. Neste sentido, enunciam-se vários tipos de modelos.
Este trabalho é composto por uma interface web, pelo que é dada uma explicação sobre a linguagem de programação a partir da qual é possível construir páginas web.
O capítulo "Aplicação desenvolvida" faz uma caracterização da solução pretendida e são especificados os requísitos do sistema. É explicado o protocolo de comunicação do gravador/leitor e a forma de implementação do trabalho.
O capítulo "Resultados" apresenta as interações do utilizador com o sistema e feita uma explicação breve dos resultados observados. Por fim, o capítulo "Conclusão" faz um balanço do trabalho desenvolvido, comentários aos resultados obtidos e que aspetos poderiam ser melhorados ou feitos de forma diferente.

Capítulo 2

Fundamentos teóricos

2.1 Magnetismo

Em 1820, *Hans Christian Oersted* foi o primeiro a relatar relação entre corrente elétrica e o magnetismo. *Biot* e *Savart* tentaram desmistificar as constatações de *Oersted* através da matemática, provando a existência de campos magnéticos produzidos por correntes elétricas. Designada por lei de *Biot-Savart*[5]:

$$d\vec{B} = \frac{\mu_0 * I * d\vec{L} * I_r}{4 * \pi * r^2} \tag{2.1}$$

Posteriormente trabalhos de *Faraday* e *Maxwell* ajudaram a evolução do eletromagnetismo.

2.1.1 Experiências de *Faraday*

Ao passarmos um íman por uma espira, como mostra a figura 2.1, o amperímetro regista existência de corrente no circuito, mas o circuito fechado não tem nenhuma fonte de energia associada[9].

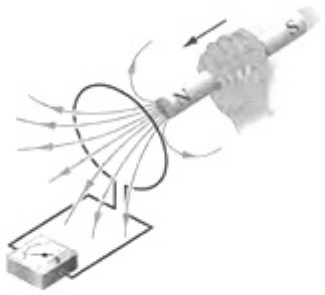


Figura 2.1: Criação do fluxo magnético.

Fonte: Haliday, Resnick e J.Walker. Fundamentos de Física - Eletromagnetismo. 9ªed.gen-LTC, p.248

Outra experiência, figura 2.2, apresenta dois circuitos, cada um com uma espira, não existindo

nenhuma ligação direta entre os mesmos. O circuito 1, não apresenta nenhuma fonte de energia, enquanto que o circuito 2 está ligado a uma fonte de tensão.
Ao ligar e desligar o interruptor do segundo circuito – comutação, origina uma corrente, por sua vez, esta variação da corrente cria um fluxo magnético variado que atravessa a espira do circuito 1, que provoca o surgimento da corrente, comprovado pelo amperímetro.

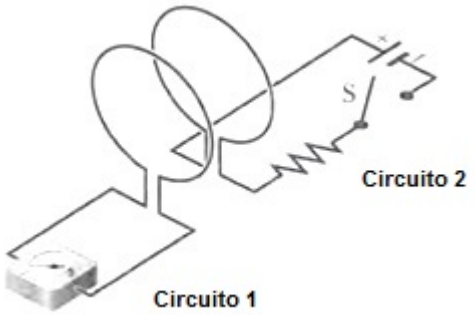


Figura 2.2: Corrente induzida no circuito 1

Fonte: Haliday, Resnick e J.Walker. Fundamentos de Física - Eletromagnetismo. 9ªed.gen-LTC, p.249

Com estas experiências, verifica-se que existe relação entre a corrente gerada e a variação do campo magnético: na primeira experiência provocado pela deslocação do íman e na segunda experiência devido à corrente alternada. A corrente gerada em ambas experiências denomina-se *corrente induzida* e trabalho necessário para produzir esta corrente chama-se *força eletromotriz induzida*. *Faraday* estudou este fenómeno e chegou à seguinte conclusão – a força eletromotriz e a corrente podem ser induzidas em uma espira, fazendo variar a quantidade de campo magnético que atravessa a espira.[9]
Lei de indução de *Faraday*:

$$\xi = \frac{-\partial\phi}{\partial t} \tag{2.2}$$

ξ - Força eletromotriz, ϕ - Fluxo magnético, t - Tempo

$$\phi = \int B \times d\vec{A} \tag{2.3}$$

B - Campo magnético, A - Área

Serão estes fenómenos físicos que permitirão explicar o funcionamento dos gravadores e leitores de cartões magnéticos.

2.1.2 Cartões magnéticos

Os cartões magnéticos são uma forma de guardar dados, que posteriormente podem ser usados para vários fins: cartões para hotéis, cartões de viagens, cartões de crédito, etc... Estes podem ser feitos de vários materiais como: polyester, papel ou PVC[2]. Normalmente, apresentam uma forma retangular com uma banda magnética no verso. Esta banda é composta por partículas que podem ser magnetizadas, *óxido de ferro* ou *ferrite de bário*[10].
Existem dois tipos de bandas magnéticas:

[2]Policloreto de vinil

- Cor preta, chamadas de HiCo – *"High Coercivity"*, constituídas por óxido de ferro
- Cor castanha, chamadas de LoCo – *"Low Coercivity"*, constituídas por ferrite de bário

A coercividade é medida em *Oersteds*, e traduz a dificuldade que a banda magnética apresenta na escrita da informação. Existe uma forma normalizada definida pela *ISO*, para a forma como os dados são guardados na banda magnética. A norma *ISO 7813* determina o modo como a informação é guardada nos cartões financeiros. A banda magnética está dividida em 3 pistas[15]:

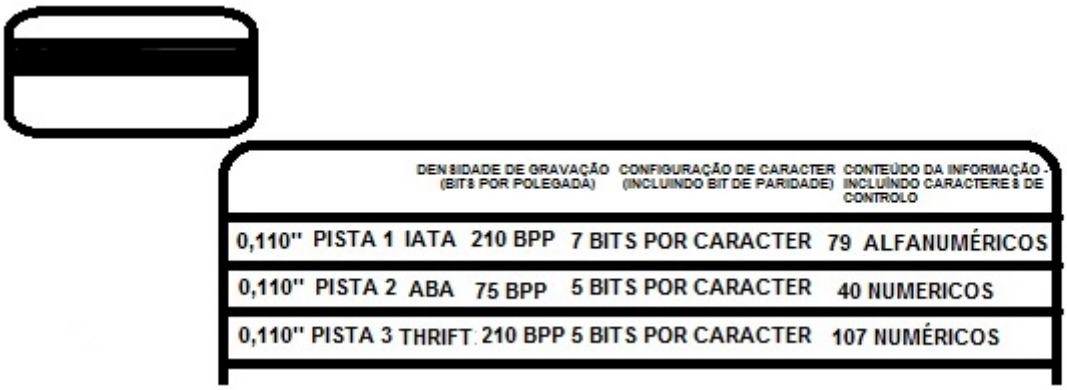


Figura 2.3: Cartão magnético e respetivas pistas

Fonte: Adaptado da página web QCard[3]

Tabela 2.1: Caracterização da pista 1

Dimensão	**Responsável pelo padrão da pista**	**Densidade de gravação**	**Configuração dos carateres incluindo bit de paridade**	**Conteúdo da informação**
0,110”	IATA[4]	210 bits por polegada[5]	7 bits por carater	79 carateres alfanuméricos

A pista 1 inicia-se com um sinalizador de começo - *SS*(%), segue-se um código de formato - *FC*, depois temos número da conta primária - *PAN*, máximo 19 dígitos, segue-se um separador - *FS*. Depois temos campo para nome, máximo 26 carateres, segue novamente um separador - *FS*, de seguida existe campo para informação adicional, seguindo um campo com dados de descrição, por fim temos sinalizador de fim - *ES*(?) e carater de confirmação - *LRC*. Desde do código de formato - *FC* até inicio de sinalizador - *ES* são permitidos os 76 carateres alfanuméricos.[13]

[3] https://www.q-card.com/about-us/iso-magnetic-stripe-card-standards/page.aspx?id=1457
[4] International Air Transport Association
[5] 1 polegada = 2,54 cm

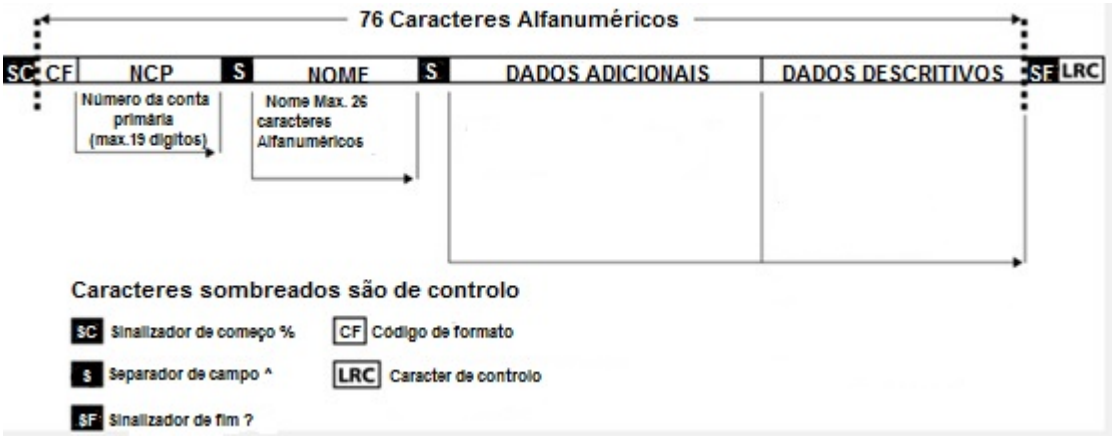


Figura 2.4: Estrutura da pista 1

Fonte: Adaptado da página web QCard[3]

Tabela 2.2: Caracterização da pista 2

Dimensão	Responsável pela norma da pista	Densidade de gravação	Configuração dos carateres incluindo bit de paridade	Conteúdo da informação
0,110”	ABA[6]	75 bits por polegada	5 bits por carater	40 carateres numéricos

A pista 2 inicia-se com um sinalizador de começo - *SS*(;), depois temos número da conta primária - *PAN*, máximo 19 dígitos, segue um separador - *FS*(=). De seguida existe campo para informação adicional, seguindo dados de descrição, por fim temos sinalizador de fim - ES(?) e carater de confirmação - LRC. Desde do campo número da conta primária - PAN até inicio de sinalizador - *ES* são permitidos os 37 carateres numéricos.

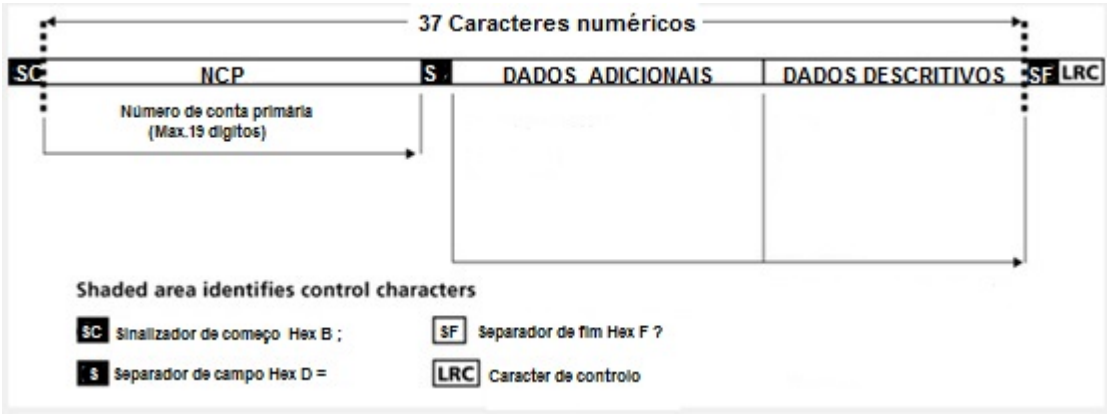


Figura 2.5: Estrutura da pista 2

Fonte: Adaptado da página web QCard[3]

[6] American Bankers Association

Tabela 2.3: Caracterização da pista 3

Dimensão	Responsável pelo padrão da pista	Densidade de gravação	Configuração dos carateres incluindo bit de paridade	Conteúdo da informação
0,110”	THRIFT	210 bits por polegada	5 bits por caráter	107 caráteres numéricos

A pista 3 inicia-se com um sinalizador de começo - *SS*(;), depois temos número da conta primária - PAN, máximo 19 digitos, segue um separador - *FS*(=). De seguida existe campo para dados do utilizador e segurança, seguindo um campo para dados adicionais, por fim temos sinalizador de fim - *ES*(?) e carater confirmação - *LRC*. Desde do separador - *FS* até inicio de sinalizador - ES são permitidos os 104 carateres numéricos.

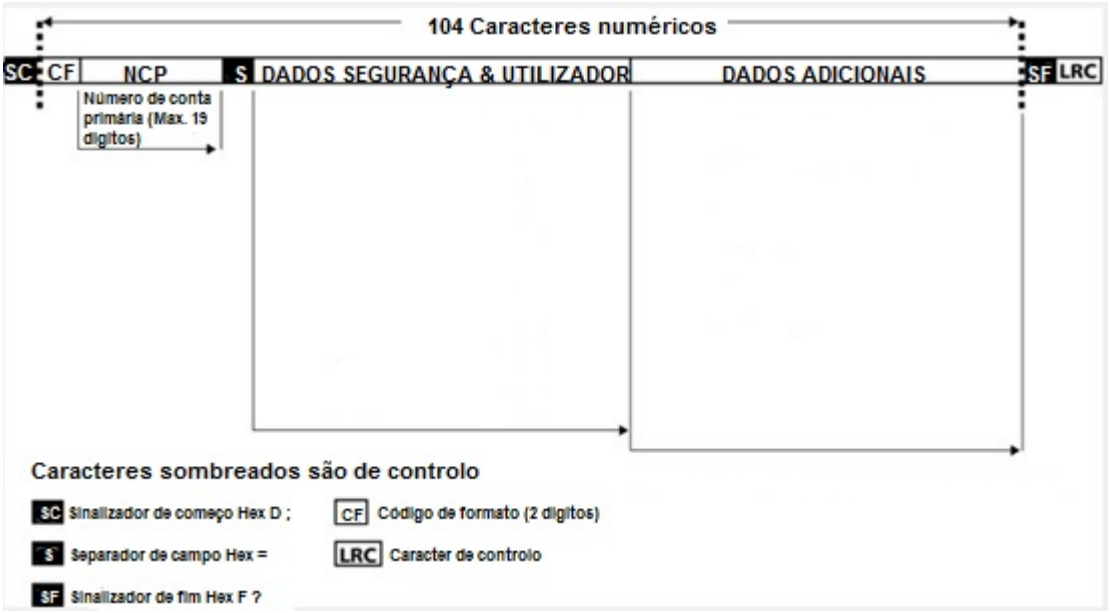


Figura 2.6: Estrutura da pista 3

Fonte: Adaptado da página web QCard[3]

2.1.2.1 Normas para pistas

Norma *ANSI/ISO ALPHA* recorre a 7 bits para formatar dados, dos quais 6 bits para codificar dados e 1 bit para definir a paridade do conjunto em torno de '1'. Isto é, a soma de '1' definirá se o conjunto é par ou ímpar e o objectivo é ter sempre conjuntos ímpares. É possível obter 64 (2^6) configurações diferentes.

Tabela 2.4: Configuração dos bits *ANSI/ISO ALPHA*

Iteração	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0	Carater
1	1	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	1	!
3	0	0	0	0	0	1	0	"
4	1	0	0	0	0	1	1	#
5	0	0	0	0	1	0	0	$
6	0	0	0	0	1	0	1	%
7	1	0	0	0	1	1	0	&
8	0	0	0	0	1	1	1	'
9	0	0	0	1	0	0	0	(
10	1	0	0	1	0	0	1	)
11	1	0	0	1	0	1	0	*
12	0	0	0	1	0	1	1	+
13	1	0	0	1	1	0	0	´
14	0	0	0	1	1	0	1	-
15	0	0	0	1	1	1	0	.
16	1	0	0	1	1	1	1	/
17	1	0	0	0	0	0	0	0
18	0	0	0	0	0	0	1	1
19	0	0	0	0	0	1	0	2
20	1	0	0	0	0	1	1	3
21	0	0	0	0	1	0	0	4
22	1	0	0	0	1	0	1	5
23	1	0	0	0	1	1	0	6
24	0	0	0	0	1	1	1	7
25	0	0	0	1	0	0	0	8
26	1	0	0	1	0	0	1	9
27	1	0	0	1	0	1	0	:
28	0	0	0	1	0	1	1	;
29	1	0	0	1	1	0	0	<
30	0	0	0	1	1	0	1	=
31	0	0	0	1	1	1	0	>
32	0	0	0	1	1	1	1	?
33	0	0	1	0	0	0	0	@
34	1	0	1	0	0	0	1	A
35	1	0	1	0	0	1	0	B
36	0	0	1	0	0	1	1	C
37	1	0	1	0	1	0	0	D
38	0	0	1	0	1	0	1	E
39	0	0	1	0	1	1	0	F
40	1	0	1	0	1	1	1	G
41	1	0	1	1	0	0	0	H
42	0	0	1	1	0	0	1	I
43	0	0	1	1	0	1	0	J
44	1	0	1	1	0	1	1	K
45	1	0	1	1	1	0	0	L
46	1	0	1	1	1	0	1	M
47	1	0	1	1	1	1	0	N

Continua na página seguinte

Tabela 2.5: Configuração dos bits *ANSI/ISO ALPHA*

Continuação								
Iteração	**Bit 6**	**Bit 5**	**Bit 4**	**Bit 3**	**Bit 2**	**Bit 1**	**Bit 0**	**Caráter**
48	0	0	1	1	1	1	1	O
49	0	0	1	0	0	0	0	P
50	1	0	1	0	0	0	1	Q
51	1	0	1	0	0	1	0	R
52	0	0	1	0	0	1	1	S
53	1	0	1	0	1	0	0	T
54	0	0	1	0	1	0	1	U
55	0	0	1	0	1	1	0	V
56	1	0	1	0	1	1	1	W
57	1	0	1	1	0	0	0	X
58	0	0	1	1	0	0	1	Y
59	0	0	1	1	0	1	0	Z
60	1	0	1	1	0	1	1	[
61	0	0	1	1	1	0	0	\
62	1	0	1	1	1	0	1	]
63	1	0	1	1	1	1	0	^
64	0	0	1	1	1	1	1	_

A formatação de dados nas respetivas pistas segue duas normas distintas, nomeadamente *ANSI*[7]*/ISO BCD*[8] para pista 2/3, e *ANSI/ISO ALPHA*[9] para pista 1. Norma *ANSI/ISO BCD* apresenta máximo de 5 bits: 4 bits para codificar dados e 1 bit para definir a paridade do conjunto de bits em torno do '1'. O bit menos significativo (Bit 0) é lido primeiro. É assim possível obter 16 (2^4) formas diferentes[19].

Tabela 2.6: Configuração dos bits *ANSI/ISO BCD*

Iteração	**Bit 4**	**Bit 3**	**Bit 2**	**Bit 1**	**Bit 0**	**Carater**
1	1	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	1	1
3	0	0	0	1	0	2
4	1	0	0	1	1	3
5	0	0	1	0	0	4
6	1	0	1	0	1	5
7	1	0	1	1	0	6
8	0	0	1	1	1	7
9	0	1	0	0	0	8
10	1	1	0	0	1	9
11	1	1	0	1	0	:
12	0	1	0	1	1	;
13	1	1	1	0	0	<
14	0	1	1	0	1	=
15	0	1	1	1	0	>
16	1	1	1	1	1	?

[7] American National Standards Institute
[8] Binary Coded Decimal
[9] Alphanumeric

2.1.3 Gravadores e leitores de cartões magnéticos

Como vimos no início, uma corrente produz um campo magnético com a polaridade de acordo com o sentido da corrente e o fluxo magnético variado, que atravessa uma área definida produz corrente. É neste princípio que se baseiam os leitores e os gravadores de cartões magnéticos. Vejamos o circuito magnético da figura 2.7, que apresenta uma bobine e um entre ferro. Se passar corrente pela bobine, esta produzirá um fluxo magnético no circuito magnético com a polaridade da corrente.

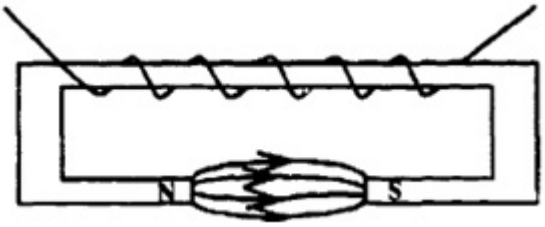


Figura 2.7: Circuito magnético

Fonte: Adaptado deR.G.Dollete. "Implementation of magnetic strip/smart card technologies and their applications at NPS",1994,p.12

As pistas da banda magnética são constituídas por elementos que podem ser magnetizados e têm capacidade de permanecer com a polaridade que lhes for conferida. Como se sabe, pólos opostos atraem-se e pólos iguais repelem-se. Se duas partículas adjacentes forem polarizadas de modo a estarem com pólos iguais, produzirão zonas de inflexão de pólos, que são zonas de maior concentração de campo magnético.

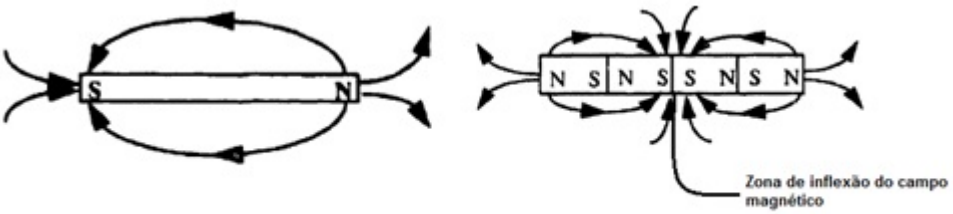


Figura 2.8: Zona de inflexão

Fonte: Adaptado de R.G.Dollete. "Implementation of magnetic strip/smart card technologies and their applications at NPS",1994,p.9,p.11

Temos assim uma forma binária, para modelar dados. As zonas de inversão representam bit 1 e caso contrário bit 0.

2.1.3.1 Gravadores

Nos gravadores, está presente um circuito magnético idêntico ao da figura 2.9, que apresenta uma determinada polaridade de campo magnético e a banda magnética passa por baixo do entre ferro que polariza as partículas de acordo com a informação que se pretende. Se o objetivo for gravar bit 1, polarizam-se duas partículas adjacentes com a mesma polaridade, criando zona de inflexão. Nota importante, a polaridade do entre ferro é sempre oposta ao da polaridade que se pretende[6].

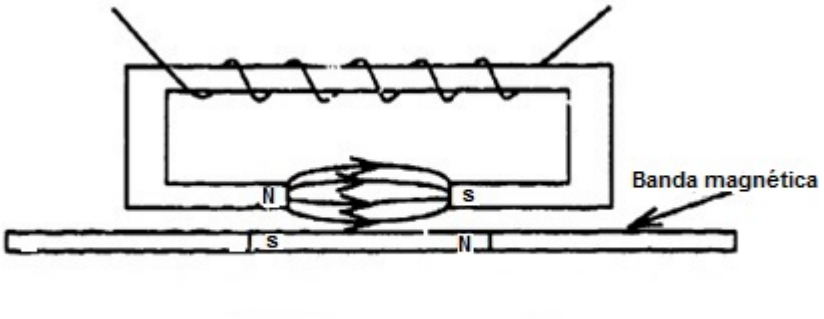


Figura 2.9: Polarização da banda magnética sentido *S-N*

Fonte: Adaptado de R.G.Dollete. "Implementation of magnetic strip/smart card technologies and their applications at NPS",1994,p.13

Se invertermos o sentido da corrente da figura 2.9, e a banda magnética tiver um deslocamento para esquerda, teremos a seguinte configuração:

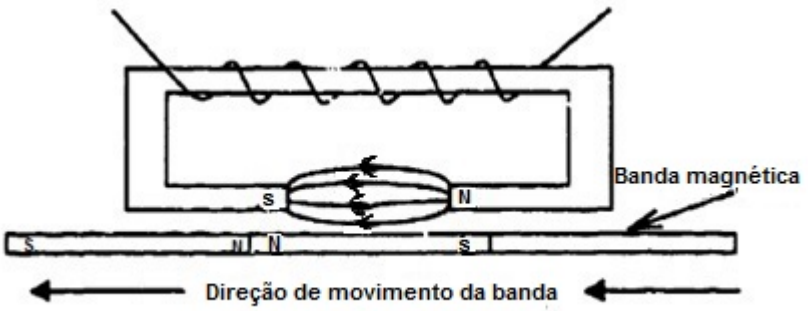


Figura 2.10: Polarização da banda magnética sentido *N-S*

Fonte: Adaptado de R.G.Dollete. "Implementation of magnetic strip/smart card technologies and their applications at NPS",1994,p.13

2.1.3.2 Leitores

Na leitura, agora o processo é tentar ler as zonas de inflexão de fluxo. Neste caso, o circuito magnético não é percorrido por uma corrente. Ao passar a banda magnética pelo entre ferro, como as zonas de inflexão de campo apresentam maior intensidade, estes, geram fluxo no circuito magnético, posteriormente é induzida uma corrente na bobine, e através da leitura da tensão, que vem em forma de pulsos, negativos caso a polaridade seja *S-S* e positiva caso tenha polaridade *N-N*, é possível descodificar a informação gravada na banda magnética. Como existe um movimento do cartão, o circuito magnético interpreta o fluxo como variado, caso contrário, não seria possível induzir corrente na bobine, consequentemente não teríamos uma tensão aos terminais da bobine[6].

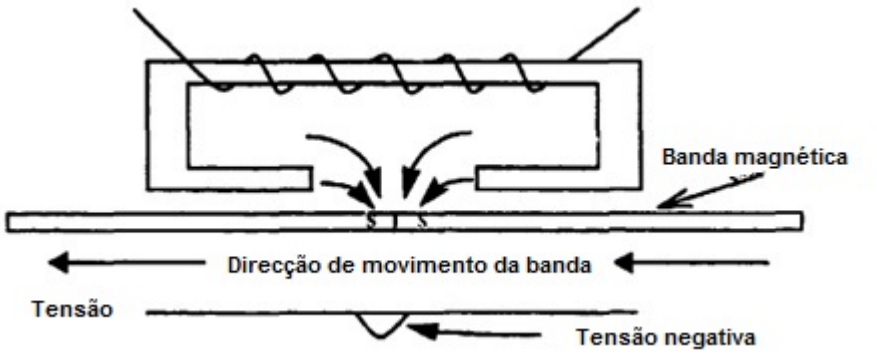


Figura 2.11: Leitura da banda magnética

Fonte: Adaptado de R.G.Dollete. "Implementation of magnetic strip/smart card technologies and their applications at NPS",1994,p.14

2.1.4 Codificação

A codificação e descodificação da informação presente na banda magnética baseia-se no método *Aiken Biphase*, conhecido por outros termos como *Differential Manchester* ou ainda por *Frequency/-double Frequency (F2F)*. Este método permite combinação do sinal de *Clock* e de dados num único sinal, resultando em auto-sincronização. A mudança do sinal a metade do período do bit permite simultaneamente representar o valor do bit e a respectiva sincronização[18][1].

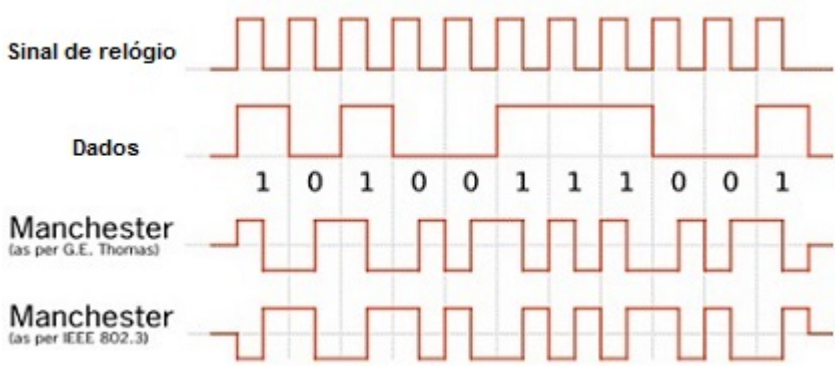


Figura 2.12: Codificação *Manchester*

Fonte: Adaptado da página web Wikipédia[10]

A figura 2.12 permite exemplificar o conceito. Os primeiros dois sinais representam, *Clock* e dados respectivamente, e o terceiro sinal é a codificação *F2F* para ambos sinais. Nas bandas magnéticas, cada bit na pista tem um comprimento físico fixo. As transições de fluxo estão localizadas em duas posições distintas: uma no fim de cada bit e outra no centro do bit '1'. Podemos ver isso na figura 2.13[11].
À medida que a banda passa pelo leitor, as transições de fluxo na banda são convertidas em pulsos positivos e negativos em série. Após determinar quais as transições de fluxo que representam os limites de cada bit , bit '1' e bit '0' estes podem ser diferenciados pela presença ou não de pulso no centro de bit.

[10] https://en.wikipedia.org/wiki/Manchester$_code$

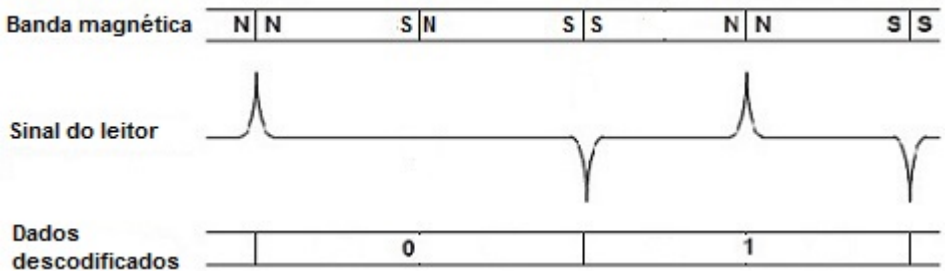


Figura 2.13: Esquema de transformação da informação

Fonte: Adaptado de S.Labs.Magnetic Stripe Reader, p.2

2.1.4.1 Detecção do sinal

A leitura do sinal consiste em encontrar o máximo e o mínimo que corresponde a localização dos pulsos. O tempo entre o mínimo e máximo é registado.

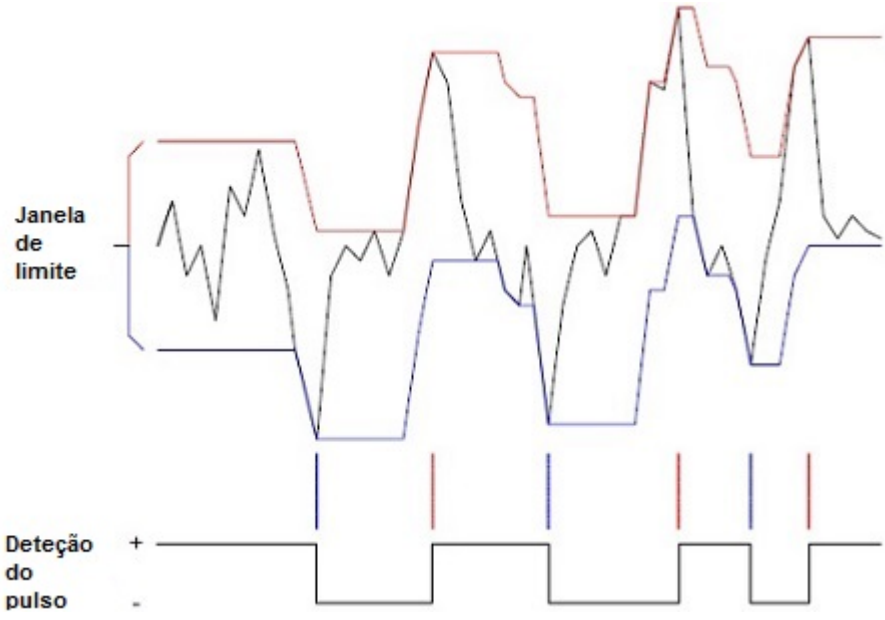


Figura 2.14: Captação do sinal

Fonte: Adaptado de S.Labs.Magnetic Stripe Reader, p.3

2.1.5 Evolução tecnológica

Até à descoberta da máquina a vapor, todo trabalho era efetuado através de força braçal ou com ajuda de animais, como consequência, existiam muitas limitações, tais como: menos tempo de trabalho útil e menos eficiência. Para resolver estes e outros problemas, o Homem procura arranjar novas formas para abordar os desafios e encontrar soluções que consigam beneficiar a sua atividade.
O primeiro marco, foi o surgimento da máquina a vapor (anos de 1700), que permitiu reduzir a força humana/animal, alterando a forma de transporte, com o surgimento do comboio a vapor e a forma de trabalhar nas fábricas. Esta fase é denominada de 1ª revolução industrial.

A 2ª revolução industrial caracterizou-se pela utilização da eletricidade e novas descobertas científicas (anos de 1800), acima de tudo a adopção de método científico para elaboração de projetos.
A 3ª revolução industrial caracteriza-se pela digitalização da informação (anos de 1900), o que permitiu cloud computing, automação da manufatura e o aparecimento de computadores.
A 4ª revolução industrial, que estamos a presenciar, caracteriza-se pela combinação de várias tecnologias e o seu estado de maturação em que se encontram, como por exemplo: grandes velocidade de navegação através de internet, sensores mais pequenos e com maior poder de computação, inteligência artificial e machine learning. Em termos físicos, as tecnologias em realce são: biotecnologia, robótica, impressão 3D, IoT ("Internet of Things"), a forma de transmissão, armazenamento e captura de enrgia. Em termos digitais: Inteligência artificial, "blockchain" e realidade virtual/aumentada[16].

2.1.5.1 IoT

É o conceito de qualquer dispositivo estar ligado à internet e aos outros dispositivos. IoT é uma enorme rede de dispositivos ligados que colecionam e partilham dados sobre o modo como estão a funcionar e sobre o ambiente em que estão inseridos.
Existem vários exemplos: um microondas com capacidade de aquecer alimentos, no tempo certo, dependendo do tipo de alimento; Carros "self-drive", com ajuda de sensores que detectam objetos no seu caminho; Aparelhos que auxiliam a actividade física, como é o caso do relógio que mede o batimento cardíaco durante corrida.
Os dispositivos apresentam sensores incorporados ligados à uma plataforma de IoT, que integra dados de diferentes dispositivos que os analisa para partilhar a informação mais relevante, dependente do objectivo[4].

2.2 Modelos e Tecnologia

Quer o projeto seja simples e pequeno, quer seja mais complexo e envolva contribuição de diferentes partes, é necessário que todos os envolvidos saibam das suas responsabilidades, tarefas e o tempo de execução.
Existem muitas formas de representar sistemas, os seus componentes, os seus autores e as interações que estabelecem internamente e com o exterior, dos quais se destacam as seguintes técnicas de modelação ("*Business Process Modeling Techniques*")[14]:

- BPMN
- Diagramas UML[11]
- Fluxogramas
- Diagramas de fluxo de dados Yourdon's
- Gráfico de Gantt
- Diagramas de Pert
- Diagramas de bloco de fluxo funcional
- Definição integrada para modelação das funcionalidades (IDEF)
- Redes de Petri e Redes de Petri coloridas

Dentro destas opções o foco será dado aos diagramas UML pois serão usados neste trabalho uma vez existe um diagrama pertencente a esta família capaz de mostrar, de uma forma clara, as interações que o utilizador pode ter com o protótipo desenvolvido.

2.2.1 Diagramas UML

Um diagrama UML é baseado em linguagem de modelação unificada ("*Unified Modeling Language*") com o propósito de representar um sistema e os seus intervenientes. Existem duas categorias distintas: diagramas UML que descrevem comportamento dos sistemas e diagramas que descrevem a estrutura dos sistemas.
Diagramas UML comportamentais:

- Diagramas de atividade
- Diagramas casos de uso
- Diagramas de interação geral
- Diagramas temporais
- Diagramas de máquinas de estado
- Diagramas de comunicação
- Diagramas de sequência

[11] Unified Modeling Language

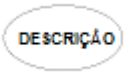
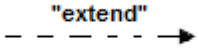
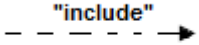
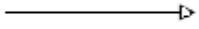
Diagramas UML estruturais:

- Diagramas de classe
- Diagramas de objeto
- Diagramas de componentes
- Diagramas de estrutura composta
- Diagramas de desenvolvimento
- Diagramas de pacote
- Diagramas de perfil

2.2.1.1 Diagramas de caso de uso

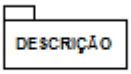
Os diagramas de caso de uso são utilizados para ajudar na análise de requisitos dos sistemas através da forma como o utilizador interage com o mesmo. Permitindo mostrar a utilidade do sistema e especificar o contexto do sistema. São compostos por elementos como: atores, casos de uso e relações entre eles[8].

Tabela 2.7: Elementos que compõem um diagrama de caso de uso

Elemento	Símbolo	Descrição
Ator		Representa uma função que um utilizador desempenha relativamente ao sistema
Casos de uso		Descrição de um conjunto de sequências de ações que um sistema realiza para produzir um resultado de valor para um ator
Relação "extend"		Para simplificar descrição dos casos de uso, podem-se organizar os casos de uso em casos básicos e extensões aos casos básicos que traduzem partes ou modalidades acrescentadas
Relação "include"		Quando vários casos de uso têm uma sub sequência de funcionalidades comum, é conveniente separar a parte comum
Relação de generalização		Entre algo mais genérico e mais especializado, onde o "filho" herda comportamento, significado e atores do "pai"

Continua na página seguinte

Tabela 2.8: Elementos que compõem um diagrama de caso de uso

Continuação		
Pacotes de casos de uso		Num sistema complexo, podem existir demasiados casos de uso para visualizar num único diagrama. Para facilitar a sua interpretação, agrupam-se os casos de uso que apresentam ligação ao mesmo ator

Quando se utilizam pacotes para casos de uso, cada um representa um diagrama específico de caso de uso. Os critérios para formar pacotes são: se um conjunto de atores comunica com os mesmos casos de uso, ou então quer se representar um sub-sistema.
Quanto às relações de comunicação, só podem ser efetuadas entre casos de uso e atores. As relações de "extend" e "include" são feitas apenas entre casos de uso. As relações de generalização são feitas entre os casos de uso e os atores.

Tabela 2.9: Relação entre casos de uso e atores

	Relação de comunicação	**Relação "extend"**	**Relação "include"**	**Relação de generalização**
Entre casos de uso		X	X	X
Entre atores				X
Entre casos de uso e atores	X			

2.2.1.2 Exemplo

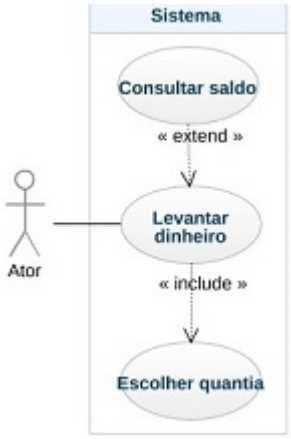


Figura 2.15: Diagrama de caso de uso: levantamento de dinheiro

Fonte: Adaptado de UML- Diagramas de casos de uso[12]

[12]https://elearning.estgoh.ipc.pt/pluginfile.php/36949/mod$_{r}esource/content/0/slides/4.1-UML-Casos_de_uso.pdf$

Neste exemplo, o cliente pode levantar dinheiro que contém um caso de uso consultar saldo com relação "extend", ação que pode fazer ao levantar dinheiro, mas não é obrigatória. O caso de uso levantar dinheiro, tem ainda uma relação "include", que é necessária sempre que se quer levantar dinheiro. Os detalhes para o caso de uso "Levantar dinheiro" são:

- Nome: Levantar dinheiro
- Descrição sumária: O cliente faz pedido para levantar dinheiro
- Ator: Cliente
- Pré-condição: Cliente registado
- Pós-condição: Tem acesso ao dinheiro
- Descrição detalhada: O cliente para levantar dinheiro tem que inserir cartão e indicar as credenciais
- Fluxo de eventos
  - normal:

Cliente	**Sistema**
1. Pedido de levantamento	
	2. Validar pass e quantia
	3. Dá dinheiro

  - alternativo:

Cliente	**Sistema**
1. Pedido de levantamento	
	2. Dados inválidos
	3. Página inicial

- Requisitos especiais: Registo de todas as tentativas de acesso

2.2.1.3 Diagramas de sequência

Diagramas de sequência são uma subcategoria de diagramas de interação, que representam a sequência de processos (mensagens entre diferentes intervenientes). Descrevem a maneira como os grupos de objetos colaboram em algum comportamento ao longo do tempo. Registam o comportamento de um único caso de uso e as mensagens trocadas. Os elementos que compõem são:

- Atores
- "Lifeline"
- Fragmento
- Mensagem

Podemos recorrer a estes diagramas apenas para fazer esboço ou fazer uma especificação técnica ao pormenor, nestes sim, o elemento "Fragmento" desempenha a função de mostrar as estruturas condicionais ou validações[17].

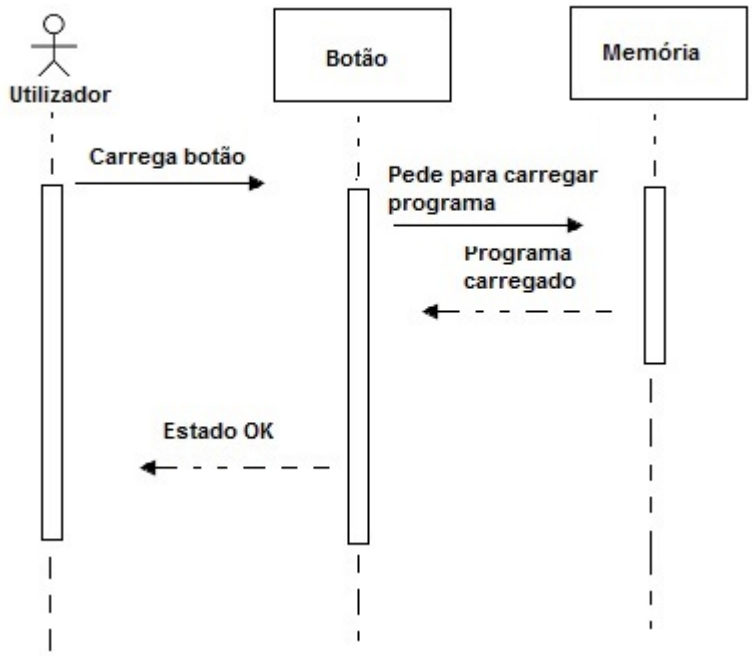


Figura 2.16: Diagrama de sequência para carregar dados de memória

O diagrama de sequência da figura 2.16 mostra uma interação do utilizador com um sistema para carregar dados da memória, para tal, este tem que pressionar um botão.
O ator ao carregar o botão, aciona, a primeira "Lifeline" – Botão, esta por sua vez pede para carregar dados de memória à "Lifeline" – Memória e responde: "programa carregado", e por sua vez, a "Lifeline" – Botão, responde ao ator com mensagem "OK".

2.2.2 HTML e Webserver

2.2.2.1 HTML

Os sites são criados com "*HTML*"[13] e "*CSS*"[14]. Estas linguagens têm sofrido melhorias ao longo dos anos, atualmente está em uso "*HTML 5*" e "*CSS 3*". A principal função da linguagem é construir a estrutura da página, e esta é obtida através de elementos que compõem a linguagem, que econtram-se sempre entre "<" e ">", a que chamamos de "*tag*", têm normalmente um finalizador que tem "/" antes do elemento.[7]
Por exemplo:

<html> e </html>

Podemos entender as "*tag's*" como caixas que contêm conteúdo com certas características. Estes podem ainda ter atributos que dão mais personalização aos elementos que se encontrem no seu interior.
As páginas "*HTML*" começam sempre com "*tag*" <html> e finalizam com "*tag*" finalizador </html>. Toda a página a estruturar tem que estar entre esses "*tag's*". De seguida, surge o cabeçalho com <head> e </head> onde está o título da página. Todo o conteúdo que aparece na página principal está entre "*tag's*" <body></body>, que é o corpo da página.
Estrutura básica de uma página:

<html>
<head> Gravador de Cartões magnéticos ISO </head>
<body> Todo o conteúdo da página. </body>
</html>

Os elementos podem ser classificados de acordo as características que manipulam, por exemplo:

- Elementos de texto
- Elementos para listas
- Elementos para "*links*"
- Elementos para imagens
- Elementos para Tabelas
- Elementos para Formulários
- Elementos para "*Flash*", vídeo e áudio

Feita a estrutura da página é necessário que esta seja apelativa para o utilizador final, para tal é necessário recorrer a "*CSS*" que dá estilo aos elementos que estão no interior dos "*tag's*". Este pode ser incorporado diretamente em conjunto com código "*HTML*" ou, caso projeto exija, ter um ficheiro individual apenas com código "*CSS*".

[13] Hyper Text Markup Language
[14] CascadingStyle Sheets

2.2.2.2 Webserver

Um utilizador, quando acede a um website num dispositivo, introduz um endereço "*URL*"[15] num "*browser*", por sua vez, este apresenta a página na sua janela.
O "*browser*" faz uma procura no "*cache*"[16] para identificar respectivo "*DNS*"[17], que contém o IP[18] do servidor onde o site está alocado, funcionando como livro das "páginas amarelas".
O processo para encontrar o servidor é recursivo e acaba quando é bem sucedido ou chega ao fim no processo de procura. Para tal, é seguido o seguinte formato: a primeira verificação é feita no "*cache*" do browser. A segunda verificação é feita no "*cache*" do sistema operativo. A terceira verificação é feita no "*cache*" do "*router*". A quarta verificação é feita no "*cache*" do "*ISP*"[19]. Caso nesta etapa a resposta não seja positiva a verificação é feita no "*DNS*" do "*ISP*" que contém "*cache*" de "*DNS's*", é assim uma última oportunidade para encontrar o website.q

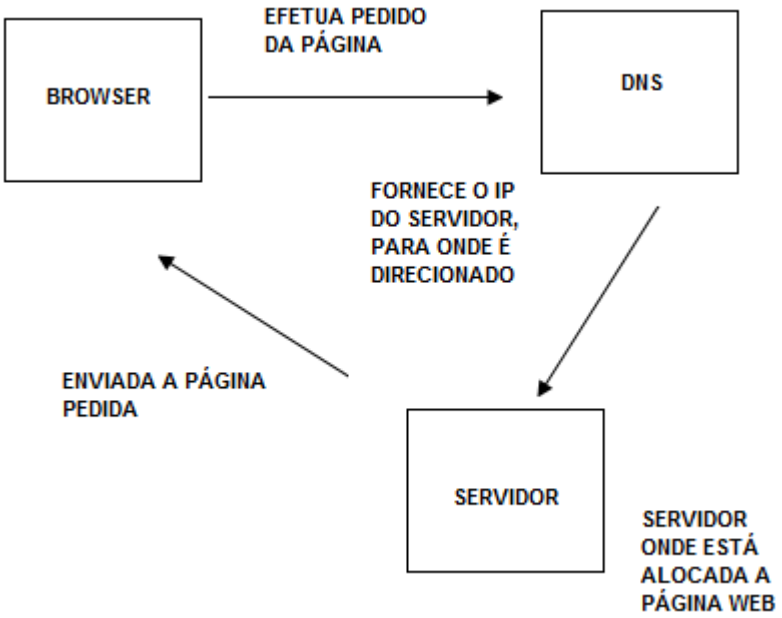


Figura 2.17: Processo para obtenção dá página

A figura 2.17 mostra o processo para obentção da página web. O "*DNS*" fornece o IP do servidor onde o website está alocado ao cliente que estabelece comunicação com o servidor para troca de informação.

[15] Uniform Resource Locator
[16] Hardware ou Software que é usado para guardar dados
[17] Domain Name System
[18] Internet Protocol
[19] Internet Service Provider

2.2.3 NodeMCU

NodeMCU é um kit de desenvolvimento lançado pela *"Espressif Systems"*, que tem um micro-controlador e antena *"Wi-Fi"* incorporada. Este kit foi idealizado para responder ao fenómeno de *"Internet of Things"*, onde tudo está ligado à *"Internet"*, pelo que possibilita controlar os dispositivos ligados a este. Esta placa apresenta as seguintes características:

- ESP-12
  - Microprocessador Tensilica Xtensa 32 bit LX106 RISC
  - 80 a 160 MHz frequência de *"clock"*
  - 128kb RAM interna
  - 4MB flash externo
  - 802.11b/g/n Wi-Fi
- Alimentação
  - Funciona a 2.5V até 3.6V
  - Capacidade para fornecer 3.3V
  - 80 mA
  - 20 μA em modo *"sleep"*
- Periféricos I/O
  - 17 GPIO (alguns são multiplexados o que garante o uso do mesmo pino para outras funções)
  - Canal ADC
  - Interface UART
  - Saídas PMW
  - SPI, I2C e I2S
- Botões e LED embutidos na placa
  - RST - Faz reset ao chip ESP8266
  - Flash - Para firmware
  - LED azul programável
- Comunicação série
  - Apresenta conversor CP2102 USB-to-UART o que permite programar e comunicar através de USB

2.2.3.1 *"Pinout"*

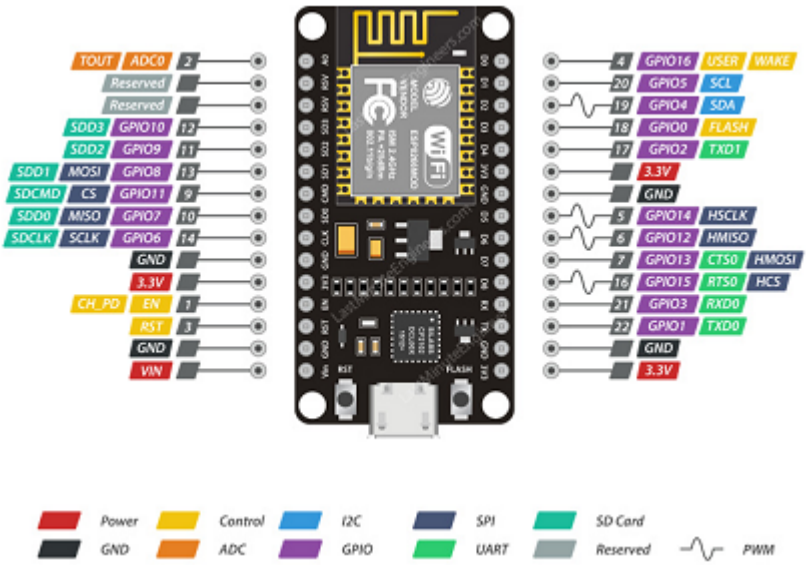


Figura 2.18: Pinos da placa NodeMCU

Capítulo 3

Trabalho desenvolvido

3.1 Caracterização da solução

A solução desenvolvida é uma interface que comunica com o gravador de modo o utilizador consiga ler e escrever nas três pistas dos cartões magnéticos.

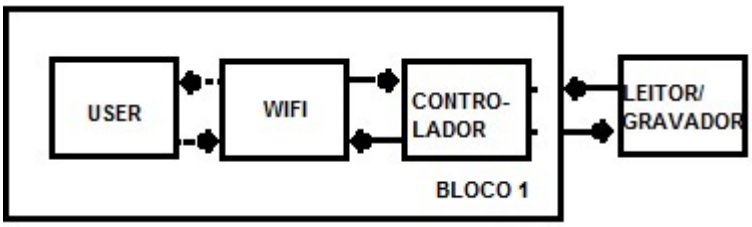


Figura 3.1: Diagrama de blocos do sistema

O *Bloco 1*, é constituído pelo bloco *User* que tem a tarefa de receber comandos do utilizador e apresentar as respetivas respostas. É ainda constituído pelo bloco *Wifi e Controlador* que comunica com o bloco *Gravador/Leitor* que tem a função de ler e escrever a informação na banda magnética dos cartões.

Para incorporar as funcionalidades e vantagens desta 4ª revolução industrial e "*Internet of Things*" (IoT), o bloco *Bloco 1* devia ter capacidade de comunicar com o gravador a partir de qualquer dispositivo que esteja na mesma rede. Portanto, o *Bloco 1* deve funcionar e interagir da seguinte forma:
Bloco 1 está dividido em sub-blocos: o "controlador" que terá a função de dar comandos ao gravador/leitor e controlar todo o fluxo de informação, o bloco "*WI-FI*"[20] permitirá receber pedidos do utilizador à distância e passar para o controlador, por fim, o bloco "*USER*", representa qualquer utilizador na rede que queira interagir com o gravador/leitor através de uma página "*web*".

[20] "WIRELESS FIDELITY", é a tecnologia de transmissão radio que está assente em um conjunto de protocolos

3.1.1 Escolha do hardware

A primeira etapa do trabalho iniciou-se com a escolha do hardware e definiram-se os requísitos, nomeadamente:

- Capacidade de leitura de cartões magnéticos ("*High e Low coercivity*")
- Capacidade de escrita nos cartões magnéticos ("*High e Low coercivity*")
- Respeite a norma *ISO 7813*
- Inserção motorizada

Após alguma pesquisa, encontraram-se várias soluções que se apresentam na tabela em baixo:

Tabela 3.1: Modelos em análise

Modelo	**Motorização**	**Leitura e Escrita**	**Pistas**	**Cartão IC**[21]	**RF**[22]	**Interface**
KDR-2000	Não	Leitura e Escrita	Apenas 1	Não	Não	RS-232
ZT-2000	Não	Leitura e Escrita	3 pistas	Não	Não	
MSR206-3HL	Não	Leitura e Escrita	3 pistas	Não	Não	RS-232
ESM-4000	Sim	Leitura e Escrita	3 pistas	Não	Não	RS-232
EDM-4000	Sim	Leitura e Escrita	3 pistas	Sim	Não	RS-232
TCM-R100N	Sim	Leitura e Escrita	3 pistas	Opcional	Opcional	RS-232
3S4YR-MKW1PCH	Sim	Leitura e Escrita	3 pistas	Opcional	Não	TTL

Tendo em conta os requisitos pré-definidos, a opção que se considerou adequada foi o modelo *TCM-R100N*. Este modelo lê e escreve nas três pistas, é motorizado, segue a norma *ISO 7810* e foi escolhida interface *RS-232*.
Em relação ao preço, entre os modelos com caracterísiticas semelhantes, este é o que apresenta um custo mais baixo.

3.1.2 Escolha do controlador

Para o controlador chegou-se à conclusão que a melhor opção seria recorrer ao *NODEMCU*, conhecido por *ESP-8266*. A primeira razão é o facto deste microcontrolador apresentar módulo "*WI-FI*" incorporado e para usá-lo, basta chamar respetivas bibliotecas. Apresenta pinos para comunicação série, com funcionalidades de *Rx* e *Tx*, o que permite ligar ao gravador que tem interface *RS-232*.

3.1.3 Interação com o utilizador

Para interagir com o utilizador, FOI construída uma página web que permitirá visulizar as respostas do gravador e dar respetivos comandos.

[21] "Inteligent card"
[22] "Radio frequency card"

3.2 Especificação

A modelação do sistema é feita através do diagrama de *casos de uso* apresentado na figura 3.2:

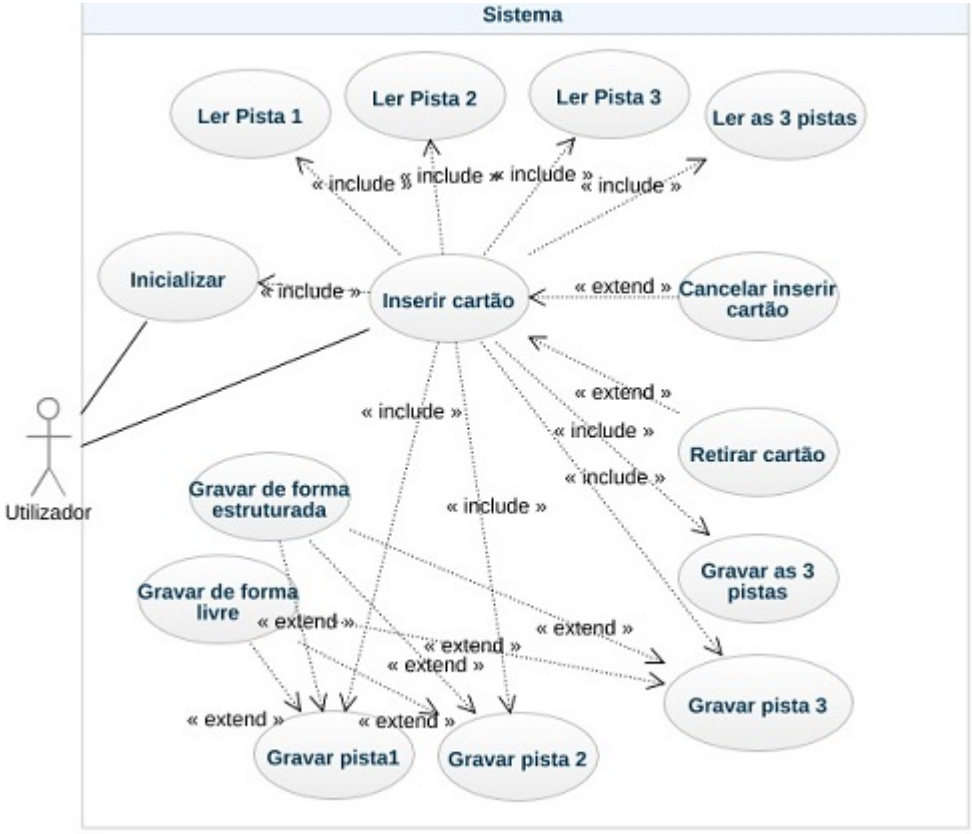


Figura 3.2: Casos de uso do sistema

O utilizador, após inicializar o gravador, tem que inserir um cartão, carregando na opção "*inserir cartão*". A partir desse momento, pode ler cada pista individualmente, ou todas em simultâneo. Pode também gravar cada pista ou todas se assim o desejar. Tem a opção de cancelar a inserção do cartão e caso este esteja no interior do gravador, retirá-lo. De seguida, apresenta-se a descrição de cada caso de uso.

3.2.1 Inicializar

- Nome: Inicializar
- Descrição sumária: O utilizador inicializa o gravador
- Ator: Utilizador
- Pré-condição: Estar ligado
- Pós-condição: O gravador fica pronto para receber comandos
- Descrição detalhada: Caso o gravador seja ligado à fonte de alimentação pela primeira vez, é necessário inicializar o gravador para que este aceite comandos

- Fluxo de eventos
  - normal:

Utilizador	Sistema
1. Pedido de inicializar	
	2. Inicializa gravador
	3. Apresenta mensagem de sucesso

  - alternativo:

Utilizador	**Sistema**
1. Pedido de inicializar	
	2. Erro
	3. Apresenta mensagem de erro

- Requisitos especiais:

3.2.2 Inserir cartão

- Nome: Inserir cartão
- Descrição sumária: O utilizador dá comando o gravador para que este aceite cartão
- Ator: Utilizador
- Pré-condição: É necessário o gravador estar inicializado
- Pós-condição: O gravador fica espera que o cartão seja introduzido na ranhura
- Descrição detalhada: Após inicializar o gravador é necessário dar comando de inserir cartão caso se queira ler ou gravar cartão
- Fluxo de eventos
  - normal:

Utilizador	Sistema
1. Pedido de inserir cartão	
	2. Espera pelo cartão
	3. Apresenta mensagem de sucesso

  - alternativo:

Utilizador	**Sistema**
1. Pedido de inserir cartão	
	2. Erro
	3. Apresenta mensagem de erro

- Requisitos especiais:

3.2.3 Cancelar inserção

- Nome: Cancelar inserção
- Descrição sumária: Após dar comando de inserção de cartão, utilizador pode pedir o seu cancelamento
- Ator: Utilizador
- Pré-condição: É necessário ter dado comando de inserir cartão
- Pós-condição: O gravador volta a situação inicial à espera de um novo comando
- Descrição detalhada: Após inicializar o gravador é necessário dar comando de inserir cartão se caso queira ler ou gravar cartão, pode no entanto cancelar este comando
- Fluxo de eventos
  - normal:

Utilizador	Sistema
1. Pedido de cancelar inserir cartão	
	2. Efectua o cancelamento e volta a situação inicial 3. Apresenta mensagem de sucesso

  - alternativo:

Utilizador	**Sistema**
1. Pedido de cancelar inserir cartão	
	2. Erro 3. Apresenta mensagem de erro

- Requisitos especiais:

3.2.4 Retirar cartão

- Nome: Retirar cartão
- Descrição sumária: Caso algum cartão esteja no interior do gravador é possível retirá-lo com este comando
- Ator: Utilizador
- Pré-condição: É necessário ter um cartão no interior do gravador
- Pós-condição: O gravador ejeta cartão
- Descrição detalhada: Caso algum cartão esteja no interior do gravador este ejeta para fora pela traseira
- Fluxo de eventos
  - normal:

Utilizador	Sistema
1. Pedido de retirar cartão	
	2. Ejeta o cartão e volta a situação inicial 3. Apresenta mensagem de sucesso

  - alternativo:

Utilizador	**Sistema**
1. Pedido de retirar cartão	
	2. Erro 3. Apresenta mensagem de erro

- Requisitos especiais:

3.2.5 Ler Pista 1

- Nome: Ler Pista 1
- Descrição sumária: Lê pista 1
- Ator: Utilizador
- Pré-condição: É necessário o gravador estar inicializado ter um cartão no interior do gravador
- Pós-condição: O gravador mostra o conteúdo lido
- Descrição detalhada: Lê a repetiva pista
- Fluxo de eventos
  - normal:

Utilizador	Sistema
1. Pedido de ler pista 1	2. Lê o cartão e mostra o conteúdo

  - alternativo:

Utilizador	**Sistema**
1. Pedido de ler pista 1	2. Erro 3. Apresenta mensagem de erro

- Requisitos especiais:

3.2.6 Ler Pista 2

- Nome: Ler Pista 2
- Descrição sumária: Lê pista 2
- Ator: Utilizador
- Pré-condição: É necessário ter um cartão no interior do gravador
- Pós-condição: O gravador mostra o conteúdo lido
- Descrição detalhada: Lê a repetiva pista
- Fluxo de eventos
  - normal:

Utilizador	Sistema
1. Pedido de ler pista 2	
	2. Lê o cartão e mostra o conteúdo

  - alternativo:

Utilizador	**Sistema**
1. Pedido de ler pista 2	
	2. Erro 3. Apresenta mensagem de erro

- Requisitos especiais:

3.2.7 Ler Pista 3

- Nome: Ler Pista 3
- Descrição sumária: Lê pista 3
- Ator: Utilizador
- Pré-condição: É necessário ter um cartão no interior do gravador
- Pós-condição: O gravador mostra o conteúdo lido
- Descrição detalhada: Lê a repetiva pista
- Fluxo de eventos
  - normal:

Utilizador	Sistema
1. Pedido de ler pista 3	
	2. Lê o cartão e mostra o conteúdo

  - alternativo:

Utilizador	**Sistema**
1. Pedido de ler pista 3	
	2. Erro 3. Apresenta mensagem de erro

- Requisitos especiais:

3.2.8 Ler as 3 Pistas

- Nome: Ler as 3 Pistas
- Descrição sumária: Lê as 3 pistas do cartão
- Ator: Utilizador
- Pré-condição: É necessário ter um cartão no interior do gravador
- Pós-condição: O gravador mostra o conteúdo lido
- Descrição detalhada: Lê as 3 pistas
- Fluxo de eventos
  - normal:

Utilizador	Sistema
1. Pedido de ler 3 pistas	
	2. Lê o cartão e mostra o conteúdo

  - alternativo:

Utilizador	**Sistema**
1. Pedido de ler 3 pistas	
	2. Erro 3. Apresenta mensagem de erro

- Requisitos especiais:

3.2.9 Gravar pista 1

- Nome: Gravar pista 1
- Descrição sumária: Grava a pista 1 do cartão
- Ator: Utilizador
- Pré-condição: É necessário ter um cartão no interior do gravador e o utilizador escrever o conteúdo na interface web
- Pós-condição: O gravador escreve no cartão
- Descrição detalhada: Grava mensagem introduzida pelo utilizador na respectiva pista
- Fluxo de eventos
  - normal:

Utilizador	Sistema
1. Pedido de gravar cartão na pista 1	
	2. Grava o cartão
	3. Apresenta mensagem de sucesso

  - alternativo:

Utilizador	**Sistema**
1. Pedido de gravar cartão na pista 1	
	2. Erro
	3. Apresenta mensagem de erro

- Requisitos especiais:

3.2.10 Gravar pista 2

- Nome: Gravar pista 2
- Descrição sumária: Grava a pista 2 do cartão
- Ator: Utilizador
- Pré-condição: É necessário ter um cartão no interior do gravador e o utilizador escrever o conteúdo
- Pós-condição: O gravador escreve no cartão
- Descrição detalhada: Grava mensagem introduzida pelo utilizador na respectiva pista
- Fluxo de eventos
  - normal:

Utilizador	Sistema
1. Pedido de gravar cartão na pista 2	
	2. Grava o cartão
	3. Apresenta mensagem de sucesso

  - alternativo:

Utilizador	**Sistema**
1. Pedido de gravar cartão na pista 2	
	2. Erro
	3. Apresenta mensagem de erro

- Requisitos especiais:

3.2.11 Gravar pista 3

- Nome: Gravar pista 3
- Descrição sumária: Grava a pista 3 do cartão
- Ator: Utilizador
- Pré-condição: É necessário ter um cartão no interior do gravador e o utilizador escrever o conteúdo
- Pós-condição: O gravador escreve no cartão
- Descrição detalhada: Grava mensagem introduzida pelo utilizador na respectiva pista
- Fluxo de eventos
  - normal:

Utilizador	Sistema
1. Pedido de gravar cartão na pista 3	
	2. Grava o cartão
	3. Apresenta mensagem de sucesso

  - alternativo:

Utilizador	**Sistema**
1. Pedido de gravar cartão na pista 3	
	2. Erro
	3. Apresenta mensagem de erro

- Requisitos especiais:

3.2.12 Gravar as 3 pistas

- Nome: Gravar as 3 pistas
- Descrição sumária: Grava as 3 pista do cartão
- Ator: Utilizador
- Pré-condição: É necessário ter um cartão no interior do gravador e o utilizador escrever o conteúdo
- Pós-condição: O gravador escreve no cartão
- Descrição detalhada: Grava mensagem introduzida pelo utilizador nas respectiva pistas
- Fluxo de eventos
  - normal:

Utilizador	Sistema
1. Pedido de gravar cartão nas 3 pistas	2. Grava o cartão 3. Apresenta mensagem de sucesso

  - alternativo:

Utilizador	**Sistema**
1. Pedido de gravar cartão nas 3 pistas	2. Erro 3. Apresenta mensagem de erro

- Requisitos especiais:

3.2.13 Livre

- Nome: Livre
- Descrição sumária: O utilizador escolhe se quer gravar dados de forma livre
- Ator: Utilizador
- Pré-condição: Inserir dados no campo "Livre"
- Pós-condição: Dados são gravados no cartão
- Descrição detalhada: Caso utilizador optar por gravar dados de forma livre, poderá fazê-lo inserindo os dados no respetivo campo
- Fluxo de eventos
  - normal:

Utilizador	Sistema
1. Pedido de Gravar Dados	
	2. Grava dados na respetiva pista/s
	3. Apresenta mensagem de sucesso

  - alternativo:

Utilizador	**Sistema**
1. Pedido para gravar dados	
	2. Erro
	3. Apresenta mensagem de erro

- Requisitos especiais:

3.2.14 Estruturada

- Nome: Estruturada
- Descrição sumária: O utilizador escolhe se quer gravar dados de forma estruturada
- Ator: Utilizador
- Pré-condição: Inserir dados no campo: "Estruturada"
- Pós-condição: Dados são gravados no cartão
- Descrição detalhada: Caso utilizador optar por gravar dados de forma estruturada, poderá fazê-lo inserindo os dados nos respetivos campos
- Fluxo de eventos
  - normal:

Utilizador	Sistema
1. Pedido de Gravar Dados	
	2. Grava dados na respetiva pista/s
	3. Apresenta mensagem de sucesso

  - alternativo:

Utilizador	**Sistema**
1. Pedido para gravar dados	
	2. Erro
	3. Apresenta mensagem de erro

- Requisitos especiais:

3.3 Protocolo de comunicação do gravador

O gravador de cartões magnéticos funciona através de comando/resposta. O utilizador tem que enviar comando, de acordo com a tarefa pretendida, e este envia reposta da execução efetuada. Existem um conjunto de carateres de controlo que se apresentam na tabela em baixo.

Tabela 3.2: Caracteres de controlo do gravador

Carater	Função
STX (02h)	Indica o início do texto
ETX(03h)	Fim do texto
ENQ(05h)	Pedido para enviar resposta
ACK(06h)	Positive reposnse
NAK(15h)	Negative response
DLE EOT(10h 04h)	Limpa a linha de comunicação e renicia o gravador
CR(0Dh)	Fim de linha
BCC	Número de caracteres do conjunto bloco da mensagem e caracter *ETX*

A forma como uma trama de carateres deve ser enviada de modo que o gravador consigo interpretar a o seu conteúdo, segue a seguinte estrutura:

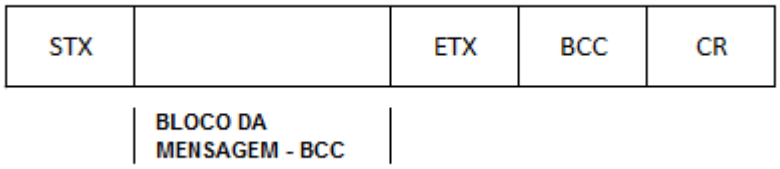


Figura 3.3: Formato da trama a ser enviado

Fonte: Adaptada do documento de especificação do gravador/leitor

Porém, aquando da inicialização é possível escolher se a trama deve ou não conter os caracteres BCC[23] e CR.

3.3.1 Protocolo geral de comunicação

A forma como a comunicação é feita entre o controlador e o gravador é descrita no diagrama em baixo. O utilizador envia um *comando*, se este for válido o gravador envia uma resposta positiva *ACK*. Por sua vez o controlador tem que enviar um pedido de resposta *ENQ*. O gravador ao receber este carater, executa o comando dado anteriormente e envia uma trama com reposta positiva ou negativa, de acordo com o sucesso da execução.

[23] **Block Check Character**

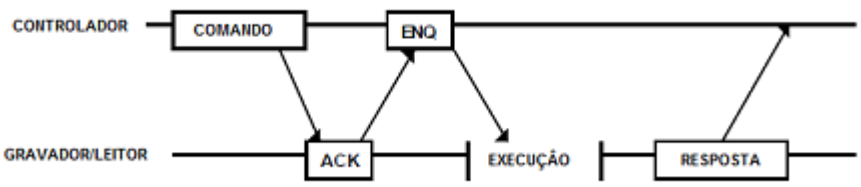


Figura 3.4: Operação regular

Fonte: Adaptada do documento de especificação do gravador/leitor

3.3.2 Protocolo para cancelar

Para cancelar um comando deve se enviar a sequência de carateres *DLE EOT*, após receber o caracter *ACK*, como mostra a figura em baixo:

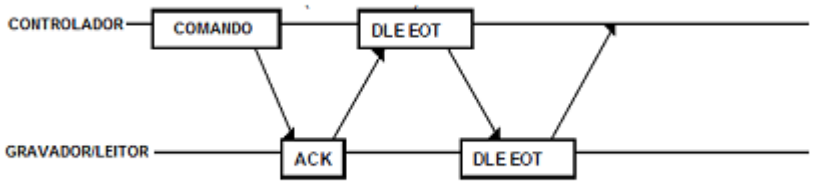


Figura 3.5: Cancelamento de um comando

Fonte: Adaptada do documento de especificação do gravador/leitor

Para cancelar uma execução em curso deve se enviar sequência de carateres *DLE EOT*, o gravador/leitor, irá reenviar a mesma sequência e uma resposta.

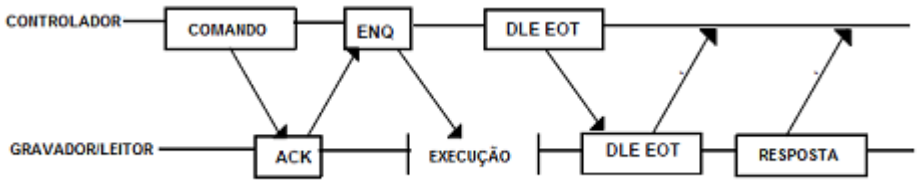


Figura 3.6: Cancelamento de uma execução

Fonte: Adaptada do documento de especificação do gravador/leitor

3.3.3 Erros que podem ocorrer durante a comunicação

Podem, no entanto, ocorrer alguns erros durante a transmissão ou ocorrer"*time-out*". A figura3.7, mostra uma situação de "*time-out*" pelo que deverá ser reenviado novamente o comando a excutar. Em casso de erro, é enviado um *NAK* ao controlador, pelo que o comando deve ser repetido novamente, o que é mostrado na 3.8.

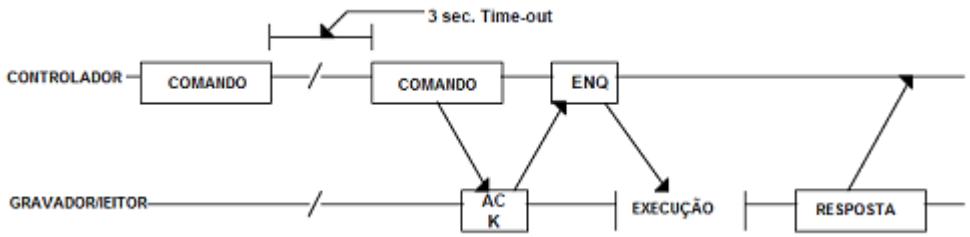


Figura 3.7: Time-out

Fonte: Adaptada do documento de especificação do gravador/leitor

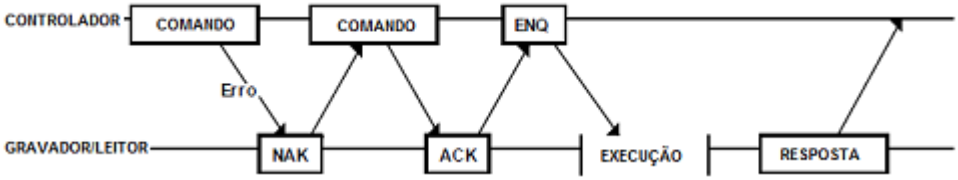


Figura 3.8: Situação de erro

Fonte: Adaptada do documento de especificação do gravador/leitor

3.3.4 Formato das tramas

O comando apresenta o seguinte formato:

Figura 3.9: Formato do comando

Fonte: Adaptada do documento de especificação do gravador/leitor

A resposta positiva apresenta o seguinte formato:

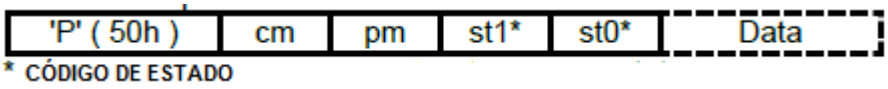


Figura 3.10: Formato da resposta positiva

Fonte: Adaptada do documento de especificação do gravador/leitor

A resposta negativa apresenta o seguinte formato:

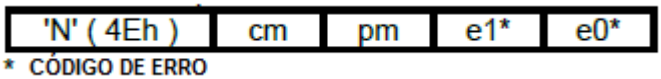


Figura 3.11: Formato da resposta negativa

Fonte: Adaptada do documento de especificação do gravador/leitor

Onde *"cm"* indica o tipo de comando que se quer executar e na resposta para indicar a que comando é que se está a dar a resposta:

- Inicializar
- Estado do gravador
- Inserir cartão
- Retirar cartão
- Voltar a inserir cartão
- Escrever no cartão
- Ler cartão

O valor para o campo *"pm"* é de acordo com a tarefa que se pretende executar dentro de um comando. Na resposta identifica a respetiva tarefa. O campo *"DATA"* é utilizado em algumas situações onde seja necessário fornecer informação extra, como é o exemplo do comando de escrita.

3.4 Implementação

A solução final é composta por um *NodeMCU*, conversor TTL RS-232, interface para o utilizador: página web, e o gravador/leitor. Apresenta-se em baixo o esquema da montagem final:

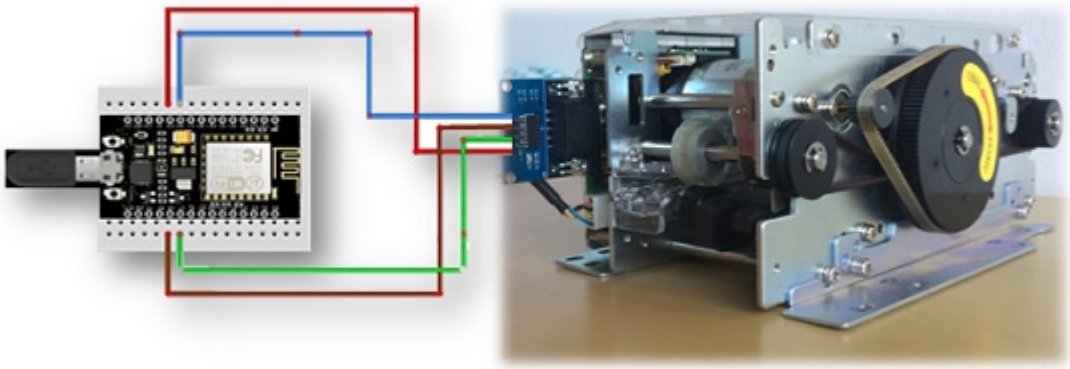


Figura 3.12: Montagem geral do sistema

O *NodeMCU* necessita de alimentação, estando ligado através do cabo *USB* ao computador. Este micro controlador está conectado aos pinos "*vcc*", "*ground*", "*Rx*" e "*Tx*", que por sua vez, estão ligados ao conversor TTL RS-232 que está ligado ao gravador/leitor. A função do *NodeMCU* é controlar todo o fluxo de informação e servir de web server. O gravador/leitor, tem como objetivo escrever e ler dados dos cartões magnéticos.
A tabela em baixo mostra as ligações entre pinos de NodeMCU e o conversor RS-232.

Tabela 3.3: Ligações entre NodeMCU e conversor RS-232

NodeMCU	**Conversor RS-232**
GPIO 13	Tx
GPIO 15	Rx
GND	GND
3,3V	VCC

3.4.1 *NodeMCU*

O *NodeMCU* servirá para receber comandos através de sinal *"WI-FI"* trabalhando como web server e em simultâneo controlar todo o sistema. No *"setup"*, este vai tentar ligar à uma rede já inserida pelo programador, caso consiga, inicia o servidor, e entra em *"loop"* para atender eventual chamada de um evento, que é provocado pelo utilizador através da página web. O fluxograma em baixo, mostra o funcionamento explicado.

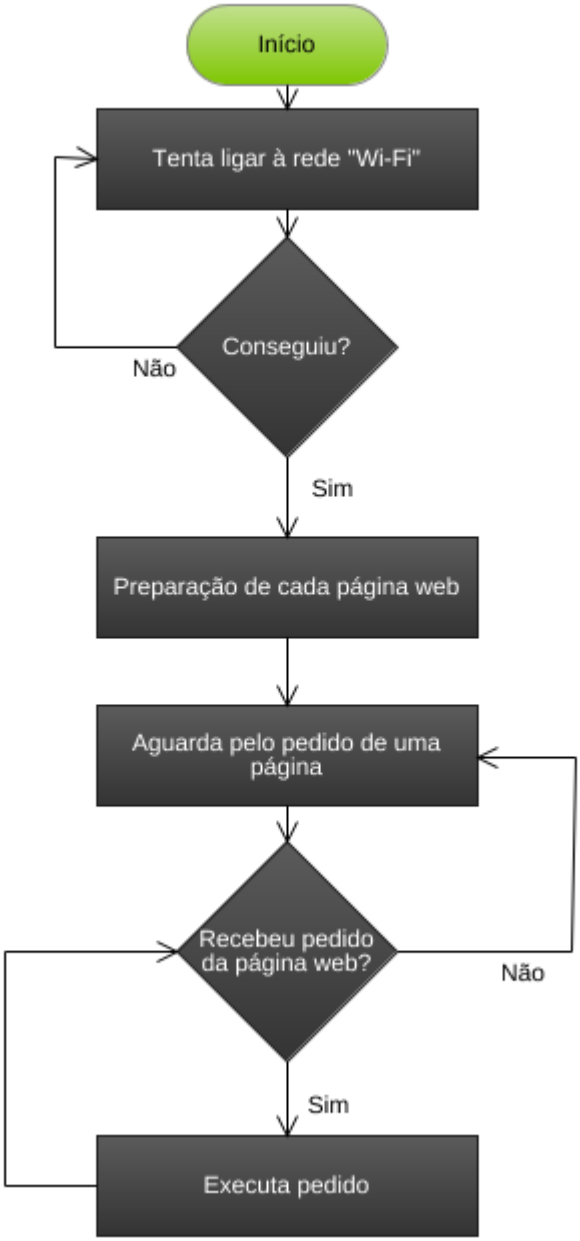


Figura 3.13: Fluxo de funcionamento geral

3.4.1.1 *"Executa pedido"*

Após entrar no processo *"Executa pedido"* da figura 3.13 vai se executar a tarefa escolhida pelo utilizador com recurso a uma sub função, designada for *"função1"*. Caso a tarefa seja inicializar, envia-se o respectivo comando, através da invocação da *"função1"* e de acordo com a resposta é enviada uma mensagem ao utilizador. É o que mostra a figura seguinte:

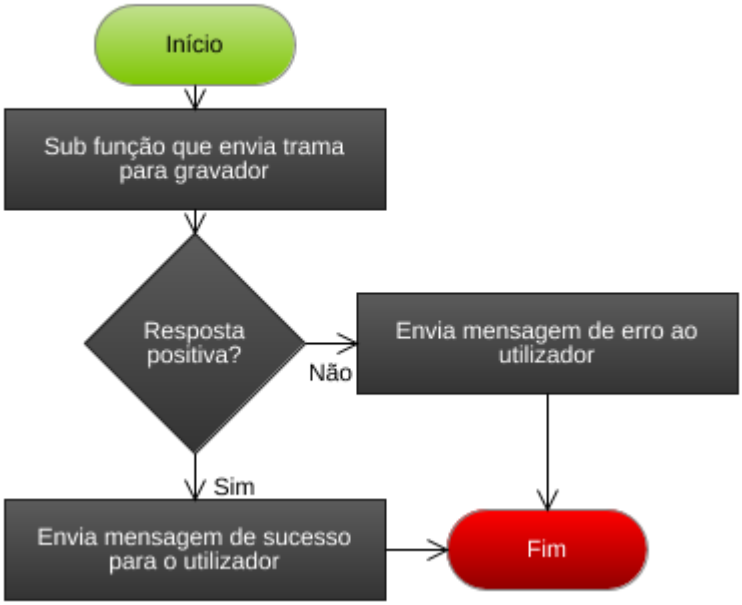


Figura 3.14: Tratamento da tarefa escolhida pelo utilizador

3.4.1.2 *"função1"*

Esta subfunção é mesma para todas as tarefas que queiram enviar comando ao gravador/leitor. Começa por enviar a trama através de comunicação série. Caso receba *"ACK"* é enviado um pedido de resposta *"ENQ"*, caso a resposta a esse pedido seja positiva, guarda se *"flag"* para enviar mensagem ao utilizador na função onde foi chamada esta subfunção. Caso a ordem tenha sido de cancelamento de inserção de cartão, este vai verificar se o gravador/leitor efetivamente cancelou o comando. Após esta confirmação, guarda-se uma *"flag"*. Mostra-se este comportamento na figura em baixo.

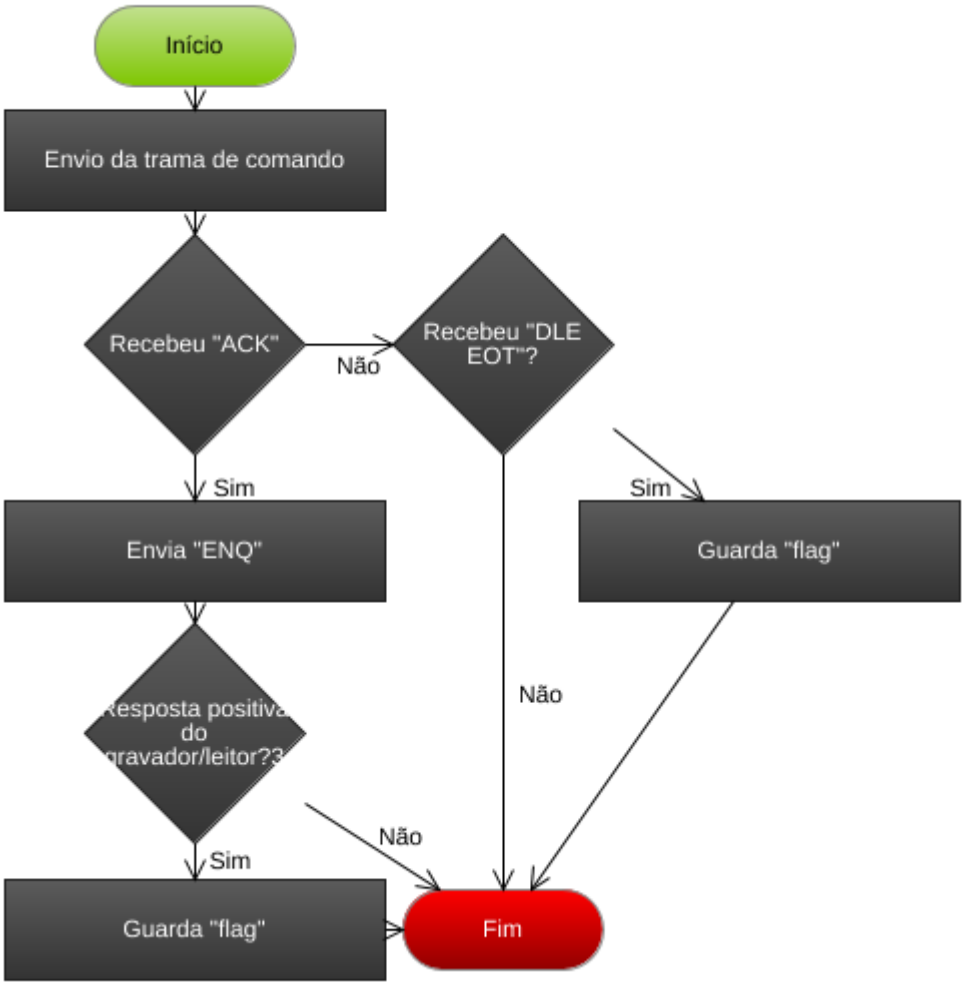


Figura 3.15: Formato da resposta positiva

3.4.1.3 Ler cartão

Para a tarefa ler cartão magnético, envia se comando através da *"função1"*, caso a resposta seja positiva, convertem-se carateres presentes em *"array"* para formato *"string"*, através da *"função2"*, e por fim, envia-se a *"string"* para página web.

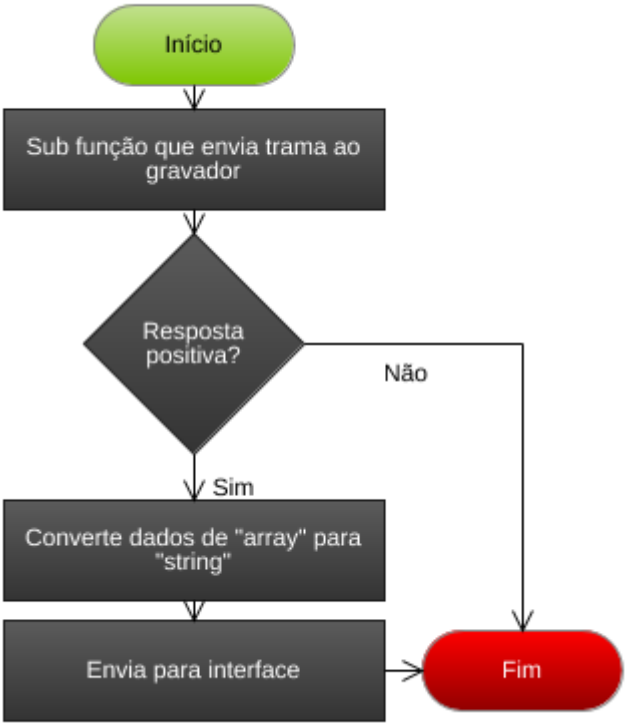


Figura 3.16: Tarefa ler

3.4.1.4 Conversão "*array*" para "*string*"

Para converter um "*array*" em string basta inserir um delimitador - "\0" (0x00) no fim do conteúdo. Portanto, é feito um ciclo até encontrar o fim da mensagem identificado por *ETX* (0x03). Mostra-se esse fluxo na imagem em baixo.

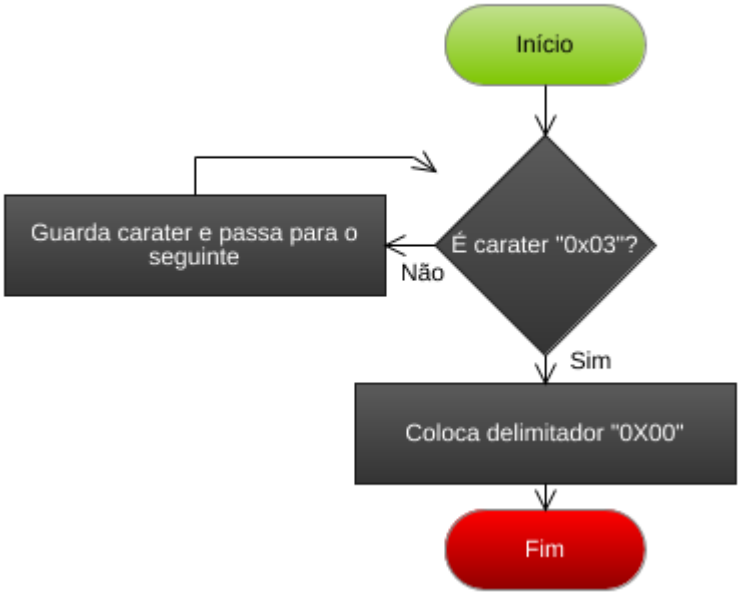


Figura 3.17: Conversão de "array" para "string"

3.4.1.5 Gravação de dados

Para gravar dados, guardam-se os vários campos introduzidos pelo utilizador e faz-se concatenação com o comando a ser enviado. Verifica-se se o conteúdo respeita o intervalo de carateres permitidos. Converte-se a *"string"* em *"array"* retirando o delimitador - "0". Como é necessário enviar o comando, invoca-se a função1.

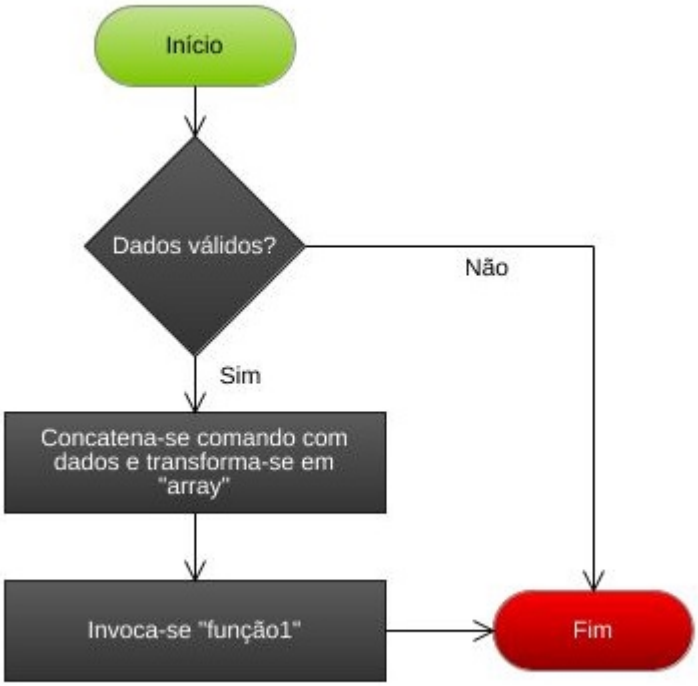


Figura 3.18: Tarefa gravar

3.4.2 Página web

A página web está construída em *HTML*, e recorre a campos de input, botões e *"javascript"* para atualizar os campos de texto. Existem dois *"tags"* que dividem a página em duas partes verticais. Formando um lado esquerdo e direito.

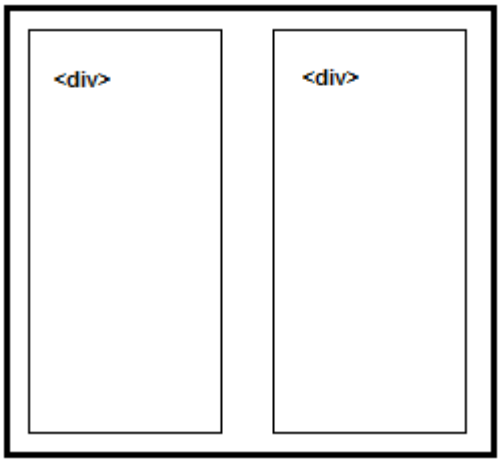


Figura 3.19: Divisão da página web

O do lado esquerdo está dividido em quatro tags <forms> que dividem, o lado direito em secção para leitura e gravar. O lado direito tem quatro tags <form> que servem para ter outras funcionalidades como iniciar, inserir e retirar cartão.

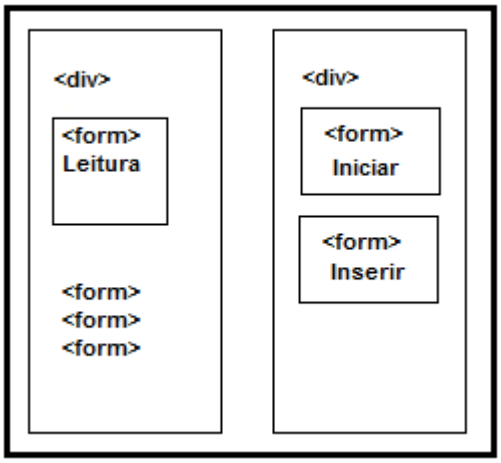


Figura 3.20: Divisão interna de cada

Desenho final da página web é apresentado na figura em baixo:

Figura 3.21: Layout da interface

Capítulo 4

Resultados

4.1 Testes e Resultados

Caso o gravador/leitor seja ligado à alimentação, é necessário sempre inicializá-lo, carregando no botão *"Inicializar"*. Após carregar no botão surge uma mensagem no campo em baixo a informar se o comando dado teve sucesso: *"Gravador inicializado"*, caso tenha dado erro: *"Erro. Tente novamente"*. Após este procedimento, é possível utilizar todas as funcionalidades do gravador.

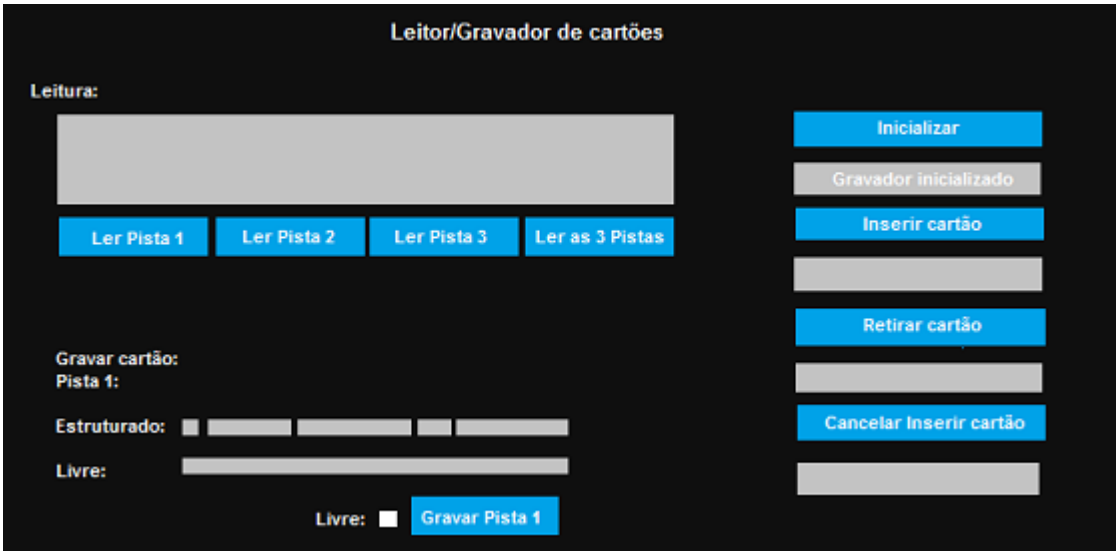


Figura 4.1: Mensagem de inicialização

4.1.1 Inserir cartão

Ao carregar neste botão, é dado "*feedback*" se o comando dado teve sucesso ou não, com as seguintes mensagens: "*Insira cartão s.f.f.*" ficando o gravador à espera que o utilizador insira o cartão na ranhura. E "*Erro. Tente novamente*" caso exista algum erro. Pode no entanto cancelar a inserção do cartão, para tal basta carregar no botão "*Cancelar inserir cartão*", por sua vez também mostra mensagem de erro ou não.

Figura 4.2: Mensagem de inserção do cartão

Figura 4.3: Mensagem de cancelar inserir cartão

4.1.2 Leitura

Caso algum cartão esteja no interior do gravador é possível efetuar sua leitura de acordo com a pista desejada ou ler todas em simultâneo. O conteúdo desta leitura aparece na caixa destinada a apresentar mensagens de leitura.

Ao pressionar botão "*Ler pista 1*" a mensagem aparece na caixa destinada, como mostra a figura:

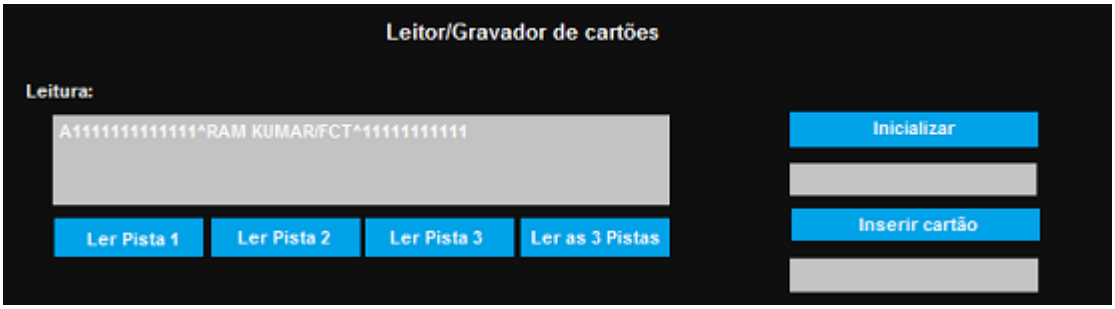


Figura 4.4: Leitura da pista 1

Ao pressionar botão "*Ler pista 2*" a mensagem aparece na caixa destinada, como mostra a figura:

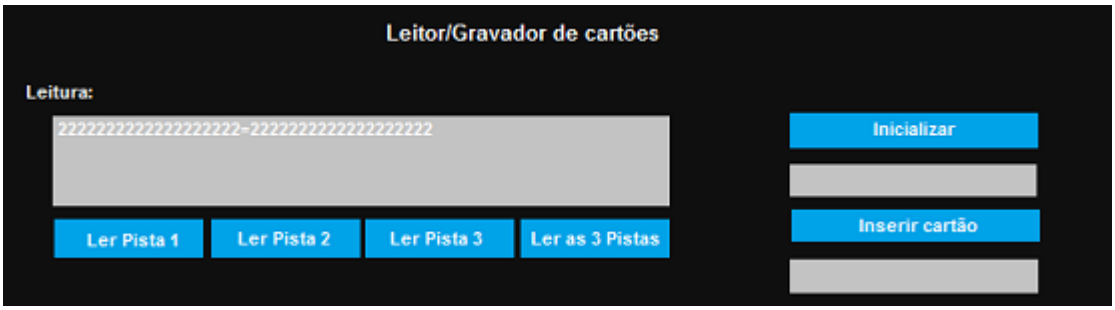


Figura 4.5: Leitura da pista 2

Ao pressionar botão "*Ler pista 3*" a mensagem aparece na caixa destinada, como mostra a figura:

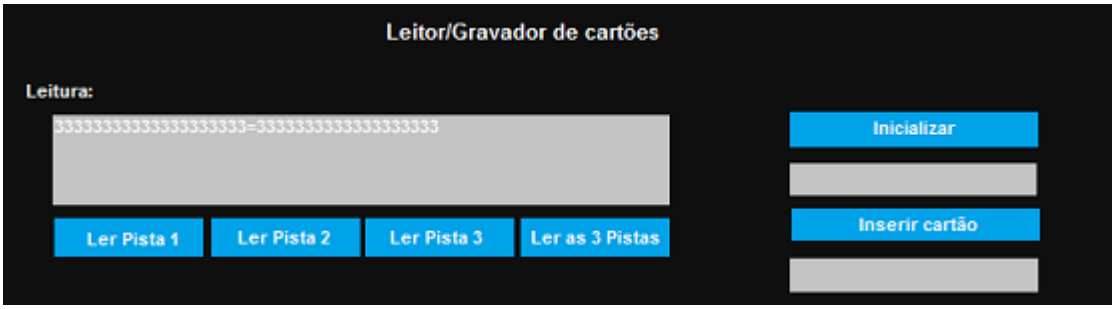


Figura 4.6: Leitura da pista 3

Ao pressionar botão "*Ler as 3 pistas*" são lidas as três pistas em simultâneo e apresentadas na caixa destinada, como mostra a figura:

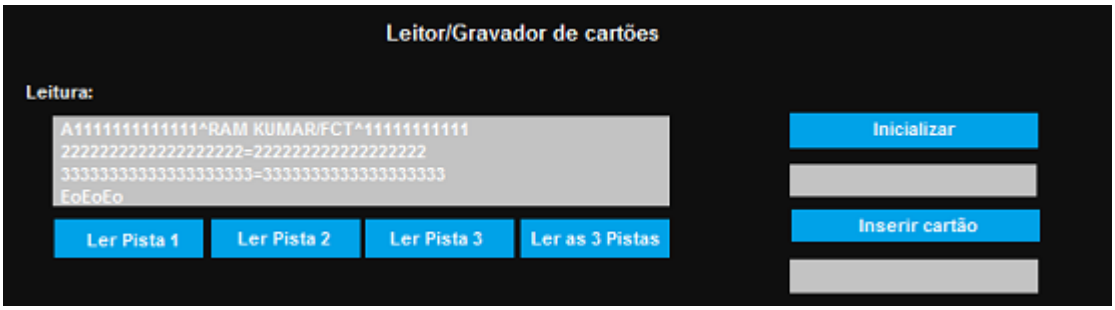


Figura 4.7: Leitura das 3 pistas

4.1.3 Gravar

Para gravar o cartão, o utilizador tem um campo para cada pista, onde em cada um pode escolher se quer escrever de forma livre, que está condicionada apenas pelo número de carateres e o intervalo em que estes podem ser escritos. Caso queira gravar de acordo com a norma *ISO 7813* tem que introduzir dados no campo *"Estruturado"* que apresenta as respectivas secções para cada pista e o utilizador carrega no botão *"Gravar Pista1"*. Ao introduzir seguintes dados no campo *"Estruturado"*:

Figura 4.8: Escrita na pista 1: Estruturado

Para verificar se os dados foram realmente escritos de forma desejada podemos ler a respetiva pista e o resultado é este, os dados anteriores foram escritos no cartão:

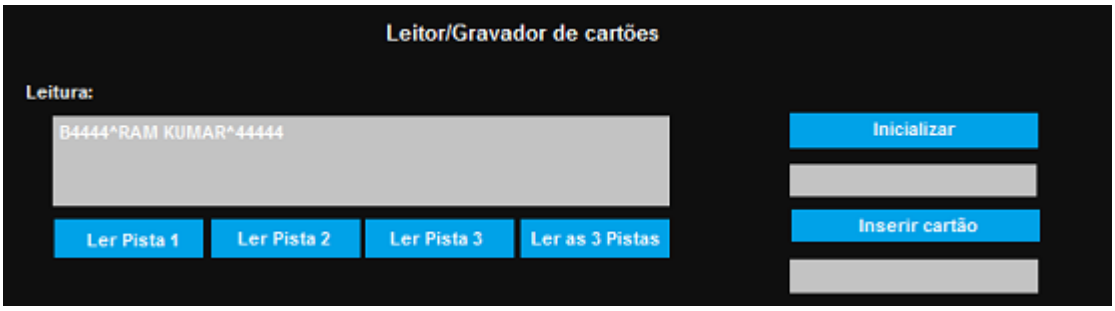


Figura 4.9: Verificação da escrita na pista 1: Estruturado

Caso queira escolher a opção *"Livre"* é necessário, introduzir dados no respetivo campo e carregar no botão *"Gravar Pista1"*.

Figura 4.10: Escrita na pista 1: Livre

Para verificarmos se os dados foram guardados corretamente, leu-se a pista e este é o resultado:

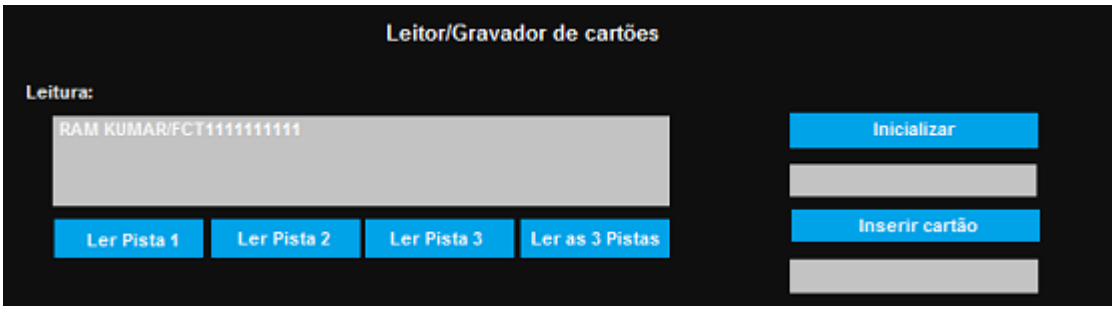


Figura 4.11: Verificação da escrita na pista 1: Livre

As pistas 2 e 3 seguem o mesmo modelo para gravação.

4.1.4 Retirar cartão

Existe um botão para retirar o cartão do garavador/leitor "*Retirar cartão*", ao pressioná-lo, caso seja bem sucedido, é apresentada a mensagem para recolher o cartão ejetado: "*Retire cartão s.f.f*", caso contrário é apresentada mensagem de erro.

Figura 4.12: Mensagem de sucesso para retirar cartão

Capítulo 5

Conclusão

O trabalho iniciou-se com definição dos requisitos do sistema a ser construído. A primeira tarefa foi a de encontrar um gravador/leitor de cartões magnéticos e o modelo escolhido foi: *TCM-R100N*. Este modelo cumpre com todas as características pré-definidas como:

- Gravação de cartões para 3 pistas *HiCo e LoCo*
- Leitura de cartões para 3 pistas *HiCo e LoCo*
- Norma *ISO 7813*

Após chegada do gravador/leitor, o primeiro passo foi tentar interagir com o dispositivo para perceber o seu funcionamento. Inicialmente, esta tarefa, não foi fácil, pois existiram dificuldades na interpretação do documento técnico para enviar comandos ao gravador/leitor, e naturalmente, este não respondia aos comandos dados. Após alguma persistência e pesquisa, conseguiu-se perceber a forma correta de envio de comandos.
Passou-se então para fase seguinte: construção de uma interface para o utilizador, aquando da proposta, definiu-se de inicio utilização das ferramentas da 4ª revolução industrial e os seus conceitos, como é o caso de "Internet of Things" para elaborar toda a comunicação com a interface. A necessidade de ter um controlador para o sistema e tendo em mente "IoT", a escolha foi logo para o microcontrolador *NodeMCU*[2][12], este tem uma antena "Wi-Fi" embutida, que foi concebido especialmente para projetos que envolvam controlo de dispositivos à distância. E o facto de conhecer o microcontrolador de trabalhos académicos, reforçou a decisão.
Passou-se então para a fase seguinte: construção da interface sob a forma de uma página Web. Foi feito trabalho de pesquisa[3] para perceber o funcionamento da linguagem "HTML" e de que forma seria possível a interação com o controlador, nomeadamente, a troca de dados e comandos. Esta fase também exigiu alguma pesquisa, paciência, e muitos testes para que a troca de informação fosse fiável.
A fase seguinte foi tentar controlar o gravador/leitor com comandos a partir do microcontrolador, claramente, foi a fase que deu mais trabalho e testes, pois era necessário sincronização para que não existisse perda de resposta do gravador/leitor, pois este só respondia uma única vez, caso a

captação da resposta não fosse bem sucedida, o comando dado fica sem efeito. Esta etapa foi bem conseguida.
O trabalho final apresenta uma interface em uma página Web, que pode ser acedida a partir de qualquer dispositivo com capacidade de navegar através de um "browser", caso este e o micro-controlador estejam ligados à mesma rede. Os comandos são dados através de sinais "Wi-Fi" ao *NodeMCU*, por sua vez, este interage com o gravador e é apresentada resposta na página Web.
O trabalho podia seguir diversas abordagens, por exemplo, ter um ecrã e teclado próprio. Porém, o caminho escolhido é desafiante porque obrigou integração de diferentes tecnologias, na minha opinião, fez com que o trabalho tornasse mais "rico".

5.1 Trabalhos futuros

Construiu-se uma interface para leitura e escrita de cartões magnéticos, pelo que não contempla a capacidade do utilizador definir/alterar o modo de funcionamento do gravador/leitor. Por exemplo, alterar os campos do comando "*inicializar*" que permitem ativar ou desativar determinadas funcionalidades e/ou o modo de atuar do gravador/leitor. O utilizador ter capacidade de selecionar se quer ler cartões apenas de "*HiCo*" ou "*LoCo*".
Portanto, para trabalho futuro, em cada tarefa o utilizador ter capacidade de decidir o modo de atuar do gravador/leitor. Isto resultaria em construir todo "*Software*" de "*backoffice*".

Bibliografia

[1] S. Q. Authority. *Differential Manchester encoding*. Acesso efectuado a 7/01/2019. 2007. URL: ManchesterEncoding.

[2] circuits4you. *ESP8266 Web Server with HTML Web Page*. Acesso efectuado a 9/08/2019. 2016. URL: https://circuits4you.com/2016/12/16/esp8266-web-server-html/.

[3] circuits4you. *ESP8266 (ajax) update part of web page without refreshing*. Acesso efectuado a 5/08/2019. 2018. URL: https://circuits4you.com/2018/02/04/esp8266-ajax-update-part-of-web-page-without-refreshing/.

[4] J. Clark. *What is the Internet of Things?* Acesso efectuado a 22/11/2019. 2016. URL: https://www.ibm.com/blogs/internet-of-things/what-is-the-iot/.

[5] A. Cole, J. Fabricius e A. Lavilles. *Chapter 3: Electromagnetic Interaction*. Acesso efectuado a 25/11/2018. URL: https://www.cpp.edu/~pbsiegel/phy303/ch3.html.

[6] R. G. Dollete. "Implementation of magnetic strip/smart card technologies and their applications at NPS". Tese de mestrado. Naval Postgraduate School, 1994.

[7] J. Duckett. *HTMLCSS design and build websites*. JohnWiley sons,inc.

[8] N. M. G. Fonseca. *UML - Diagramas de casos de uso*. Acesso efectuado a 15/09/2019. URL: https://elearning.estgoh.ipc.pt/pluginfile.php/36949/mod_resource/content/0/slides/4.1-UML-Casos_de_uso.pdf.

[9] Halliday, Resnick e J. Walker. *Fundamentos de Física - Eletromagnetismo*. 9ª ed. gen - LTC.

[10] idSUPERSTORE. *What's a Magnetic Stripe, and How Do I Encode Data On It?* Acesso efectuado a 20/11/2018. URL: https://www.idsuperstore.com/learning-center/whats-a-magnetic-stripe-and-how-do-i-encode-data-on-it/.

[11] S. Labs. *Magnetic Stripe Reader*. Acesso efectuado a 21/11/2019. URL: https://www.silabs.com/support/resources?query=AN148.

[12] P. P. *A Beginner's Guide to the ESP8266*. 2017. URL: https://tttapa.github.io/ESP8266/Chap01\%20-\%20ESP8266.html.

[13] L Padilla. *Magnetic stripe examples: standard cards*. Acesso efectuado a 24/11/2018. 2004. URL: http://sagan.gae.ucm.es/~padilla/extrawork/magexam1.html.

[14] S. Pearson. *9 Best Business Process Modeling Techniques(with examples*. Acesso efectuado a 21/08/2019. URL: https://tallyfy.com/business-process-modeling-techniques/.

[15] QCard. *ISO Magnetic Stripe Card Standards*. Acesso efectuado a 20/11/2018. URL: https://www.q-card.com/about-us/iso-magnetic-stripe-card-standards/page.aspx?id=1457.

[16] Salesforce. *O que é a quarta revolução industrial?* Acesso efectuado a 22/11/2019. 2018. URL: https://www.salesforce.com/br/blog/2018/Janeiro/0-que-e-Quarta-Revolucao-Industrial.html.

[17] P. Ventura. *Entendendo o Diagrama de Sequência da UML*. Acesso efectuado a 3/12/2019. 2019. URL: https://www.ateomomento.com.br/diagrama-de-sequencia-uml/.

[18] Wikipedia. *Differential Manchester encoding*. Acesso efectuado a 7/01/2019. 2018. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Differential_Manchester_encoding.

[19] C. Zero. *A Day in the Life of a Flux Reversal*. Acesso efectuado a 21/11/2018. 1992. URL: https://gist.github.com/fjolnir/8414110.