

# Controlo de abertura de porta com cartão magnético

AFONSO CORREIA, JOÃO RIBEIRO

aa.correia@ua.pt, joao.pribeiro@ua.pt

Departamento de Física, Universidade de Aveiro

18 de Dezembro, 2022

## Resumo

*Este relatório consiste no estudo dos princípios físicos e das propriedades associadas à evolução tecnológica das chaves magnéticas, cada vez mais utilizadas, abordando as chaves usadas convencionalmente. Avaliar-se-á também a implementação teórica de um circuito para monitorizar e controlar a abertura de uma porta com um cartão magnético, analisando-se os custos associados à sua implementação. Analisar-se-á custos associados aos diferentes mecanismos de controlo de leitura de cartão, dependendo do fator favorável ao circuito: modo contactless ou de inserção.*

## I. INTRODUÇÃO

A evolução tecnológica das chaves que, diariamente utilizamos, possibilitou uma vasta área de utilização sob diversas formas. Desde há vários anos, usa-se as designadas chaves convencionais para entrar dentro de casa e dentro do carro. As mini-chaves, também desenvolvidas, possibilitaram um formato mais prático, nomeadamente no fecho/abertura de cacifos, com o alocamento de cadeados para controlo de portas. A evolução tecnológica permitiu que fossem desenvolvidas chaves de carro por mecanismo de chip, designados por cartão do carro, para abertura/fecho do veículo, que se baseava num mecanismo de pressão no microchip inserido no cartão. A mesma situação de aplicabilidade para controlo de um portão quando pretendemos retirar o veículo de casa, baseado num mecanismo de pressão de chip, que permite o envio de ondas acústicas para um recetor presente no portão. Na área de lazer, os hotéis adotaram há

vários anos, cartões magnéticos de acesso aos quartos por modo de inserção no leitor e, ainda mais recente, por modo *contactless*. Outro mecanismo de entrada baseou-se na inserção de uma chave-digital, por mecanismo de contacto com um leitor digital. O utilizador insere uma chave no leitor, e caso a chave seja aceite, o manípulo da porta destranca e o utilizador tem acesso ao quarto. Todo este desenvolvimento tecnológico permitiu uma maior área de aplicabilidade diária com mecanismos (físicos e eletrónicos) de controlo. Assim, pretende-se desenvolver o estudo físico de mecanismos de controlo de um portão, com implementação de um circuito baseado na leitura do código eletrónico de um cartão magnético de entrada.

## II. PROCESSO DE TRANSMISSÃO DE DADOS

O processo de transmissão de dados é efetuado sempre no mesmo formato [18].

- Usualmente, a uma chave (designada por

*token*) é associada um código eletrónico, que codifica uma chave digital.

- Esta chave digital, é única, permitindo a segurança do sistema implementado.
- Este mecanismo de ativação de chave consiste na passagem próxima ou envio de ondas emissor-recetor que possibilitam a leitura do código gerado para o leitor (ou designado *reader*). O leitor é constituído por um controlador que permite armazenar a informação transmitida pela chave e, praticamente de forma momentânea, ativa o mecanismo de controlo de porta.
- O código eletrónico presente na chave pode ser transmitido por vários mecanismos (por fio *Wiegand*, por microchip RIFD - que descreveremos mais à frente), sendo o mecanismo de deteção magnética aquele que nos centraremos.
- A leitura do código eletrónico permite, através de uma base de dados associada ao leitor, enviar informação sobre o mecanismo de ativação da porta.
- O mecanismo de ativação é acionado caso haja correspondência entre o código eletrónico do cartão e as chaves digitais associada à base de dados do controlador.

### III. MECANISMOS DE TRANSMISSÃO DE DADOS PARA O LEITOR

1. Cartões de leitura com mecanismo *Radio Frequency Identification* incorporado, ou mecanismos RFID, têm por base um microchip onde armazenam a informação codificada. O envio de ondas de radio-frequência (RF), para transmissão do código eletrónico, permite definir bandas de utilização no espectro das frequências, para diversos cartões de codificação de código eletrónico: bandas a 125 *kHz*, numa gama de baixa-frequência, para cartões de proximidade, 13.56 *MHz*, para altas-frequências, para cartões de leitura inte-

ligentes (conhecidos como *smart-cards*) e uma gama de frequência 860 – 960 *MHz* para aplicações em ultra-alta frequência (UHF) [18]. Os microchips usados neste tipo de mecanismo, possuem uma elevada capacidade de armazenar informação de 64.000 bits para controlo de aplicações de alta segurança [18]. No entanto, cartões baseados neste mecanismo usualmente não são encriptados, nem apresentam um mecanismo de mútua-identificação, o que implica que se tenha acesso ao código eletrónico caso se esteja, a um certo nível de alcance do cartão, e tenha um leitor presente [18].

2. Mecanismo de *contactless* para um cartão têm por base a leitura do código eletrónico associado a uma certa distância. Neste momento, têm por base o mecanismo RFID de comunicação, mas apresentam diferente composição tecnológica de leitura e armazenamento [18]. Os cartões inteligentes, denominados por *smart cards*, os cartões de proximidade e cartões NFC ou *Near Field Communication cards* apresentam um mecanismo wireless de comunicação.
3. Cartões *Wiegand* têm por base o princípio físico denominado por fenómeno magnético de *Wiegand* [18]. O composto *Vicalloy*, uma liga ferromagnética derivada do composto [cobalto + ferro + vanádio], permite que filamentos de *Wiegand* embebidos em plástico possam associar um código eletrónico que pode ser apenas lido por um leitor de *Wiegand* [18]. Este leitor tem um campo magnético associado que permite inverter a polarização da liga, permitindo deste modo ler a chave digital associada ao código eletrónico implementado. No entanto, este tipo de cartão não permite armazenar grandes quantidades de informação e esta pode ser lida, por qualquer pessoa que possua um leitor de *Wiegand*.

4. Cartões magnéticos permitem codificar o código eletrónico, ao modificar a polarização magnética das partículas de ferro embebidas na componente magnética do cartão. A principal vantagem deste tipo de cartão passa por ser possível alocar o código eletrónico após a produção do cartão. No entanto, este tipo de cartão requer inserção no leitor [18] e, de uma certa forma, a aplicação de campos magnéticos diretamente no cartão, pode danificar a chave digital incorporada, impossibilitando o seu uso [18, 16].

#### IV. MONTAGEM PARA IMPLEMENTAÇÃO

##### i. Hardware circuito implementado

A montagem que iremos implementar, seguirá uma componente simples comercial de montagem, tendo por base o mecanismo *Radio-Frequency Identification* (RFID) de transmissão. Deste modo, implementou-se um circuito composto por, um controlador *Arduino Uno* que permitirá associar o leitor de cartão magnético à porta - efetuando o controlo da mesma -, com um *display* visual que permitirá verificar o acesso [11].

Verificar-se-á, mais à frente de uma forma teórica, se seria possível adaptar para um leitor de cartão magnético de inserção, assim como as adaptações necessárias para implementação de outro tipo de cartões (NFC *smart cards*) [18]. Deste modo, no circuito a implementar usaremos um cartão magnético **RFID de 13.56 MHz 8 Kbit de memória** [17] com uma distância de leitura entre 2.5 – 10 cm, tempo de leitura de 1 – 2 ms que opera a uma frequência de 13.56 MHz com 8 kbit de capacidade/operacionalidade [17]. De modo a ler o código eletrónico inscrito no cartão, um módulo **Módulo Leitor RFID RC522 Arduino** usa um módulo compatível com o chip MFRC522,

possibilitando uma comunicação a 13.56 MHz sem contacto, tal como pretendemos. Pode-se escrever em cartões que seguem o padrão Mifare, onde iremos programar este módulo no controlador *Arduino*. Apresenta uma tensão de operação a 3.3 V, com um consumo de corrente na gama 13 – 26 mA, apresentando um suporte de cartões Mifare e Mifare1 [7]. Associado diretamente, ao controlador, teremos um **Módulo 2 Relés - Sinal 5V 2 Canais 220V/10A** que permitirá efetuar o controlo sobre a porta, com tensão de operação 5VDC, permitindo o controlo de cargas de 220VAC, ou seja, diretamente ligado à rede de alimentação e corrente máxima de operação de 10A [6]. A porta elétrica que adicionamos funcionará como um mecanismo do atuador do sinal lido proveniente do cartão magnético. A **Porta com travamento elétrico Solenóide 12V**, associada diretamente ao *relay*, tem uma tensão de funcionamento de 12V e corrente máxima de 600mA [12]. Os pinouts dos componentes analisaremos no próximo subcapítulo. A figura 1 ilustra o circuito que pretendemos implementar, com a incorporação do controlador, do módulo e do *relay*, diretamente associado à fonte de alimentação e à porta elétrica.

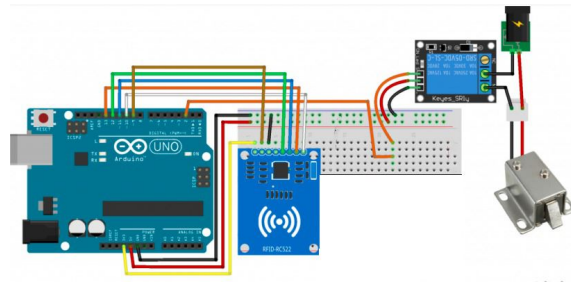


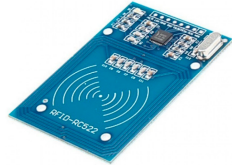
Figura 1: Circuito implementado.

##### ii. Pinouts dos componentes

###### ii.1 Módulo RC522

O módulo de leitura apresenta um pinout associado de 8 pinos com 6 pinos associados a

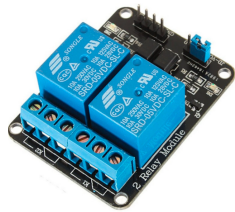
entradas digitais: SDA, SCK, MOSI, MISO, NC e ST e 2 entradas analógicas associadas a  $V_{CC}$ , onde opera com tensão de alimentação 3.3 V, e a GND [7].



**Figura 2:** Módulo físico RFID RC522 13.56 MHz.

## ii.2 Relay 5V

O módulo *relay 5V* usado apresenta um pinout de entrada de 2 pinos analógicos: GND, e  $V_{CC}$  associado de 5V, e 2 dois pinos analógicos: IN1, IN2; um pinout de saída constituído por 3 pinos: normal aberto (NO) e fechado (NC), e comum (C).



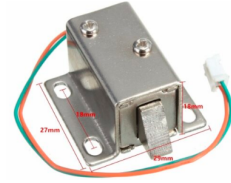
**Figura 3:** Modelo físico do relay 5V.

## ii.3 Porta com travamento elétrico 12V

A porta que usaremos para monitorizar tem duas entradas: uma estará diretamente ligada à rede de alimentação (220VAC) e a outra associada ao modo normal aberto do *relay 5V*, como veremos.

## V. ANÁLISE SOFTWARE: ACESSO AO CARTÃO MAGNÉTICO

O cartão magnético operará em modo RFID, tal como pretendido. O cartão não será programado, uma vez que passando-o pelo leitor



**Figura 4:** Modelo físico da porta elétrica 12V utilizada.

é possível verificar o código eletrónico gerado para a chave. Para tal, foi necessário efetuar algum tratamento de código *Arduino*, para que fosse possível identificar o código eletrónico. Para tal, é necessário ter acesso à biblioteca "MFRC522", instalando a biblioteca específica "MFRC522 by GithubCommunity".

```
#define SS_PIN 10
#define RST_PIN 9
MFRC522 mfrc522(SS_PIN, RST_PIN); // Create MFRC522 instance.

void setup() {
  Serial.begin(9600); // Baud-rate
  SPI.begin(); // Inicia SPI bus
  mfrc522.PCD_Init(); // Inicia MFRC522
  Serial.println("Aproxime o cartão do leitor");
  Serial.println();
  pinMode(2, OUTPUT);
}

void loop() {
  // Procura por cartão RFID
  if (! mfrc522.PICC_IsNewCardPresent()) return;
  // Seleciona o cartão RFID
  if (! mfrc522.PICC_ReadCardSerial()) return;
  Serial.print("UID da chave:"); // numero associado ao cartão
  String conteudo = "";
  byte letra;
  for (byte i = 0; i < mfrc522.uid.size; i++) {
    Serial.print(mfrc522.uid.uidByte[i] < 0x10 ? " 0" : " ");
    Serial.print(mfrc522.uid.uidByte[i], HEX);
    conteudo.concat(String(mfrc522.uid.uidByte[i] < 0x10 ? " 0" : " "));
    conteudo.concat(String(mfrc522.uid.uidByte[i], HEX));
  }
  Serial.println();
  Serial.print("Mensagem: ");
  conteudo.toUpperCase();

  if (conteudo.substring(1) == "F3 DE 90 55") { //UID 1 - Cartao
    Serial.println("Acesso garantido.");
    Serial.println();
    digitalWrite(2, HIGH); // ativa rele, abre a trava solenoide
    delay(3000); // espera 3 segundos
    digitalWrite(2, LOW); // desativa rele, fecha a trava solenoide
  }
}
```

**Figura 5:** Código gerado em *Arduino* para controlo de porta.

## VI. CARTÃO DE BANDA MAGNÉTICA

A nível de montagem de implementação de um leitor de cartão com banda magnética, é necessário um sensor magnético, que consiste fundamentalmente num solenóide, ligado a um microcontrolador, por exemplo *Arduino* [4],

o resto do circuito será igual.

O cartão contém uma banda magnética com iões metálicos passíveis de sofrer efeitos de magnetização. Essa banda está, tipicamente dividida em 3 zonas, ou *tracks*, onde se encontra a informação codificada [4]. De acordo com as indicações da ISO, os cartões de banda magnética devem obedecer a um padrão, tanto a nível de tamanho, como a nível de localização e especificações de cada *track* [15].

Cada *track* tem uma densidade e tipo de informação diferente, sendo que a primeira tem cerca de 79 caracteres alfanuméricos, gravados a 210 BPI (*bits per inch*), a segunda tem aproximadamente 40 caracteres numéricos, gravados a 75 BPI, por fim, a terceira é gravada na mesma densidade de *bits* que a primeira e contém um total de 107 caracteres numéricos [15]. Quanto ao funcionamento, quando o cartão é passado no solenóide, há uma variação do fluxo magnético que gera uma corrente de indução. Este sinal elétrico é passado ao microcontrolador e convertido num código binário, que por sua vez é transmitido *Realty* que controla a porta.

Quanto ao código, este deve ter uma primeira parte que inicia a leitura do cartão, seguida da leitura do código e transformação deste para binário. Por fim, a codificação do microcontrolador deve ter uma secção que identifica que o cartão chegou ao fim. Para efeito de sincronização do cartão com o leitor, cada *track* tem codificados 62 zeros antes do início dos seus caracteres e outros 62 após [4].

## VII. NFC - NEAR FIELD COMMUNICATION

Este tipo de cartões partilham do mesmo modo de comunicação com o leitor, ou seja, por RFID. O destaque principal a nível de performance é o facto deste tipo de cartão pode ser lido por qualquer dispositivo que suporte NFC, além disso, estes dispositivos podem emular cartões,

*smartphones* são o melhor exemplo deste caso. Este tipo de tecnologia está presente nos pagamentos sem contacto [18]. A maior vantagem deste tipo de cartões/equipamentos é sem dúvida serem práticos, uma vez que muitos dispositivos móveis recorrem a NFC [18]. Ainda assim, há algumas limitações, nomeadamente a transferência lenta de dados e o facto dos equipamentos que imitam os cartões poderem ser *hackeados* [18]. Naturalmente, o alcance deste tipo de equipamento é pequeno. Estes cartões suportam ainda encriptação, pelo que conferem alguma segurança.

Quanto à implementação, esta é semelhante à de um *smart card*, com a diferença no recurso à biblioteca de *Arduino* [18]. Estes cartões recorrem ao módulo PN532 e como tal o código deve ser alterado de acordo.

## VIII. CUSTOS ASSOCIADOS À MONTAGEM

Uma vez que as montagens apenas diferem no cartão e no respetivo leitor, há um custo base de implementação ao qual é adicionado o preço destes dois diferentes componentes. O custo é dado por: porta, relay, placa, cabos de ligação e microcontrolador *Arduino UNO*. É de notar que os cabos de ligação têm de ser comprados em *pack*, pelo que o valor a ter em conta irá envolver o valor de conjunto inteiro de cabos, o que implica que numa segunda implementação o custo decresce por este valor, uma vez que o número de cabos comprados supera bastante o número de cabos necessários.

Breadboard	5,66€ [10]
Cabos macho-macho x65	4,74€ [5]
Relay	4,85€ [6]
Arduino UNO	16,90€ [13]
Porta	11,81€ [14]

É possível então verificar que podemos obter o sistema comum de implementação por um

valor de 43,96€.

Quanto às diferentes implementações, encontra-se na tabela abaixo a comparação dos diferentes preços.

-	Cartão	Leitor
Smart Card	1,84€ [17]	9,18€ [8]
Cartão Magnético	1,20€ [1]	17,52€ [3]
NFC	1,71€ [2]	27,39€ [9]

Os valores finais das diferentes implementações são então apresentados na tabela abaixo.

-	Valor Específico	Total
Smart Card	11,02€	54,98€
Cartão Magnético	18,52€	62,48€
NFC	29,10€	73,06€

Os cartões de banda magnética apresentam a vantagem da facilidade da codificação da sua informação, nomeadamente após fabrico. Além disso, o preço destes cartões não tende a aumentar tanto com o aumento da qualidade. Naturalmente, uma das suas maiores limitações é o tempo de vida útil, devido ao desgaste. Para mais, a informação destes cartões pode ser danificada quando sujeitos a campos magnéticos exteriores.

Por fim, os cartões NFC, como já foi dito, apresentam como principal vantagem o facto da tecnologia ser comum, podendo ser usados em conjunto com *smartphones*, sendo a principal desvantagem a baixa taxa de transferência de informação.

## IX. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Há vários tipos de cartões magnéticos que podem ser implementados para o controlo de uma porta. Cartões *Wiegand* já não são usados e cartões de proximidade são pouco seguros por não poderem ser encriptados. Assim, de modo a implementar um controlo seguro de uma porta através de cartão magnético, a escolha prende-se entre cartões de banda magnética, NFC ou *smart cards*. A implementação de qualquer um destes é semelhante e bastante simples a nível de montagem, sendo que apenas o código deve precisar de um cuidado específico, pelo que a escolha poderá prender-se pelo orçamento, se a implementação for de grande escala, uma vez que a pequena escala é possível implementar qualquer um destes 3 sistemas sem grandes flutuações de custo.

Os *smart cards* são o tipo de cartão mais seguro, devido ao facto de poderem ser encriptados e possuírem autenticação mútua. São ainda bastante práticos por poderem ser *contactless* e em cartões mais avançados é possível armazenar bastante informação. A principal desvantagem será o facto do valor destes aumentar significativamente com a sua qualidade.

## REFERÊNCIAS

- [1] Aliexpress. 10 cartões plásticos brancos em branco do pvc dos pces loco ou 2750 oe hi-co 3 faixa magnética cartão mag listra imprimível para a impressora de cartão cr80. [https://pt.aliexpress.com/item/32846396308.html?pdp\\_npi=2%40dis%21EUR%21%E2%82%AC%201%2C20%21%E2%82%AC%201%2C20%21%21%21%21%402103222016728005314817838e20a6%2112000028302435341%21btf&t=pvid%3Ac773351e-8feb-4642-b8ff-e191e2fedbc5&afTraceInfo=32846396308\\_\\_pc\\_\\_pcBridgePPC\\_\\_xxxxxx\\_\\_1672800531&spm=a2g0o.ppcList.product.mainProduct&gatewayAdapt=glo2bra](https://pt.aliexpress.com/item/32846396308.html?pdp_npi=2%40dis%21EUR%21%E2%82%AC%201%2C20%21%E2%82%AC%201%2C20%21%21%21%21%402103222016728005314817838e20a6%2112000028302435341%21btf&t=pvid%3Ac773351e-8feb-4642-b8ff-e191e2fedbc5&afTraceInfo=32846396308__pc__pcBridgePPC__xxxxxx__1672800531&spm=a2g0o.ppcList.product.mainProduct&gatewayAdapt=glo2bra). [Consultado em 03/01/2023].
- [2] Aliexpress. 10pcs nfc proximity card 13.56mhz ntag215 rewritable pvc blank nfc game proximity card for amiibo white. [https://pt.aliexpress.com/item/1005003649244416.html?pdp\\_npi=2%40dis%21EUR%21%E2%82%AC%202%2C47%21%E2%82%AC%201%2C70%21%21%21%21%402101f6b416728008551395600e9c92%2112000026646346981%21btf&t=pvid%3A53a220f7-4222-4d7f-8476-192e79dcebe0&afTraceInfo=1005003649244416\\_\\_pc\\_\\_pcBridgePPC\\_\\_xxxxxx\\_\\_1672800855&spm=a2g0o.ppcList.product.mainProduct&gatewayAdapt=glo2bra](https://pt.aliexpress.com/item/1005003649244416.html?pdp_npi=2%40dis%21EUR%21%E2%82%AC%202%2C47%21%E2%82%AC%201%2C70%21%21%21%21%402101f6b416728008551395600e9c92%2112000026646346981%21btf&t=pvid%3A53a220f7-4222-4d7f-8476-192e79dcebe0&afTraceInfo=1005003649244416__pc__pcBridgePPC__xxxxxx__1672800855&spm=a2g0o.ppcList.product.mainProduct&gatewayAdapt=glo2bra). [Consultado em 03/01/2023].
- [3] Aliexpress. Balck 1 pces msr90 3 faixas hi-co lo-co leitor de cartão magnético interface usb mini mag. [https://pt.aliexpress.com/item/1005003474014874.html?pdp\\_npi=2%40dis%21EUR%21%E2%82%AC%2021%2C63%21%E2%82%AC%2017%2C52%21%21%21%21%402103222016728004982767368e20a6%2112000025948489272%21btf&t=pvid%3Ae9fce63f-0ae8-4174-b32e-5f4521f1926f&afTraceInfo=1005003474014874\\_\\_pc\\_\\_pcBridgePPC\\_\\_xxxxxx\\_\\_1672800498&spm=a2g0o.ppcList.product.mainProduct&gatewayAdapt=glo2bra](https://pt.aliexpress.com/item/1005003474014874.html?pdp_npi=2%40dis%21EUR%21%E2%82%AC%2021%2C63%21%E2%82%AC%2017%2C52%21%21%21%21%402103222016728004982767368e20a6%2112000025948489272%21btf&t=pvid%3Ae9fce63f-0ae8-4174-b32e-5f4521f1926f&afTraceInfo=1005003474014874__pc__pcBridgePPC__xxxxxx__1672800498&spm=a2g0o.ppcList.product.mainProduct&gatewayAdapt=glo2bra). [Consultado em 03/01/2023].
- [4] EDN. Design a cost-effective magnetic card reader. <https://www.edn.com/design-a-cost-effective-magnetic-card-reader/>. [Consultado em 03/01/2023].
- [5] ElectroFun. Kit cabos jumper macho-macho para breadboard 65 unidades. <https://www.electrofun.pt/cabos-condutores/cabos-jumpers-macho-macho>. [Consultado em 03/01/2023].
- [6] ElectroFun. Módulo 2 relés - sinal 5v 2 canais 220v/10a. <https://www.electrofun.pt/componentes-eletronicos/modulo-rele-5v-2-canaais>. [Consultado em 30/12/2022].
- [7] ElectroFun. Módulo leitor rfid rc522 arduino. <https://www.electrofun.pt/comunicacao/leitor-rfid-arduino>. [Consultado em 01/01/2023].
- [8] ElectroFun. Módulo pn532 leitor de cartões nfc/rfid 13.56mhz para arduino/raspberry pi. <https://www.electrofun.pt/comunicacao/modulo-pn532-nfc-rfid-cartoes-para-arduino-raspberry-pi>. [Consultado em 28/12/2022].
- [9] ElectroFun. Módulo pn532 leitor de cartões nfc/rfid 13.56mhz para arduino/raspberry pi. <https://www.electrofun.pt/comunicacao/modulo-pn532-nfc-rfid-cartoes-para-arduino-raspberry-pi>. [Consultado em 03/01/2023].

- [10] ElectroFun. Placa ensaios breadboard transparente de 830 pontos. <https://www.electrofun.pt/breadboards/placa-ensaios-breadboard-transparente-de-830-pontos>. [Consultado em 03/01/2023].
- [11] FILIPEFLOP. Controle de acesso usando leitor rfid com arduino. <https://www.filipeflop.com/blog/controle-acesso-leitor-rfid-arduino/>. [Consultado em 29/12/2022].
- [12] FILIPEFLOP. Mini trava elétrica solenoide 12v. <https://www.filipeflop.com/produto/mini-trava-eletrica-solenoide-12v/>. [Consultado em 01/01/2023].
- [13] Microwire. Arduino uno r3 compatível smd. [https://www.microwire.pt/arduino-uno-r3-compativel-smd/?gclid=EAIaIQobChMIk\\_QiNCs\\_AIVg\\_h3Ch1SpG6EAQYASABEgKrsPD\\_BwE](https://www.microwire.pt/arduino-uno-r3-compativel-smd/?gclid=EAIaIQobChMIk_QiNCs_AIVg_h3Ch1SpG6EAQYASABEgKrsPD_BwE). [Consultado em 03/01/2023].
- [14] Ptrobotics. Trinco elétrico tipo solenoide 12vdc 350mah c/ conector jst xhp 2 vias. [https://www.ptrobotics.com/solenoides-e-electroimans/10413-trinco-eletrico-tipo-solenoide-12vdc-350mah-c-conector-jst-xhp-2-vias.html?gclid=EAIaIQobChMIwKu89q6s\\_AIVHBAGAB3QDAHBEAQYBCABEgI7cPD\\_BwE](https://www.ptrobotics.com/solenoides-e-electroimans/10413-trinco-eletrico-tipo-solenoide-12vdc-350mah-c-conector-jst-xhp-2-vias.html?gclid=EAIaIQobChMIwKu89q6s_AIVHBAGAB3QDAHBEAQYBCABEgI7cPD_BwE). [Consultado em 03/01/2023].
- [15] Q-card. Iso magnetic stripe card standards. <https://www.q-card.com/about-us/iso-magnetic-stripe-card-standards/page.aspx?id=1457>. [Consultado em 03/01/2023].
- [16] D. Ramsbrock, S. Moskovchenko, and C. Conroy. Magnetic swipe card system security. *University of Maryland*.
- [17] SATKIT. Cartão tag rfid de 13,56 mhz 8 kbit. <https://satkit.pt/pt-pt/cartao-tag-rfid-de-13-56-mhz-8-kbit.html?tag=rfid>. [Consultado em 29/12/2022].
- [18] SWIFTLANE. Complete guide to key card entry systems. <https://www.swiftlane.com/key-card-entry-systems/#howKeyCardsWork>. [Consultado em 28/12/2022].