

Ricardo Balreira

BraceletMe

Técnico de Gestão de Equipamentos Informáticos

Escola Secundária Marques de Castilho

Águeda, 2017

Cofinanciado por:



Índice

| | |
|--|----|
| Índice | i |
| Índice de figuras | ii |
| Índice de quadros | iv |
| Resumo | v |
| 1. Introdução | 1 |
| 2. Projeto "BraceletMe" | 3 |
| 2.1. Esquema funcional do projeto "BraceletMe" | 3 |
| 2.2. Primeira abordagem à base do projeto | 4 |
| 2.3. Nova abordagem ao esquema funcional do projeto | 12 |
| 2.4. Método do circuito final | 13 |
| 2.4.1 Descrição dos componentes | 13 |
| 2.4.2. Circuito Integrado ULN2803 | 24 |
| 2.5. Circuito Final | 25 |
| 2.5.1. Componentes utilizados | 28 |
| 2.5.2. Protótipo dos circuitos em imagens | 32 |
| 3. Conclusão | 36 |
| 4. Bibliografia | 38 |

Índice de figuras

| | |
|---|----|
| Fig. 1 - Esquema funcional do projeto | 3 |
| Fig. 2 - Equipamento Rfduino | 4 |
| Fig. 3 - Placa USB (esquerda), Placa RGB LED/Botão (centro), Placa Principal (direita)..... | 5 |
| Fig. 4 - Diagrama de blocos, com a respetiva relação | 5 |
| Fig. 5 - Microfone a ser adquirido pela Proto-Pic (loja online britânica) | 6 |
| Fig. 6 - Motor de vibração da Sparkfun, loja online norte-americana | 6 |
| Fig. 7 - Circuito do microfone | 7 |
| Fig. 8 - Esquema elétrico de uma campainha residencial | 8 |
| Fig. 9 - Esquema elétrico inacabado do Microfone, no Fritzing | 8 |
| Fig. 10 - Diagrama esquemático do motor de vibração | 9 |
| Fig. 11 - Esquema do motor vibração construído no Fritzing..... | 9 |
| Fig. 12 - Esboço da primeira base do projeto montado no Fritzing | 10 |
| Fig. 13 - Simulação do motor de vibração e buzzer | 10 |
| Fig. 14 - Exemplo de um buzzer | 11 |
| Fig. 15 - Esquema que mostra as funcionalidades do Rfduino | 11 |
| Fig. 16 - Vídeo que explica como utilizar um transmissor e recetor a RF | 12 |
| Fig. 17 - Identificação dos pinos do módulo RF | 13 |
| Fig. 18 - Esquema elétrico do RF encoder (HT12A e HT12E)..... | 15 |
| Fig. 19 - Esquema elétrico do RF decoder (HT12D e HT12F)..... | 17 |
| Fig. 20 - Esquema do método a desenvolver | 19 |
| Fig. 21 - Amplitude Shift-keying | 20 |
| Fig. 22 - Esquema elétrico do RF transmitter..... | 20 |
| Fig. 23 - Esquema elétrico do RF receiver | 21 |
| Fig. 24 - Estrutura do relé | 21 |
| Fig. 25 - Funcionamento do relé..... | 22 |
| Fig. 26 - Funcionamento dos três tipos de relés | 23 |
| Fig. 27 - Identificação dos pinos do relay a utilizar e exemplo de um relé | 23 |
| Fig. 28 - Identificação dos pinos do ULN2803 | 24 |
| Fig. 29 - Identificação dos pinos do transístor utilizado..... | 26 |
| Fig. 30 - Esquema do emissor | 27 |
| Fig. 31 - Esquema do recetor | 27 |
| Fig. 32 - Modo como funcionam as ligações da placa | 32 |
| Fig. 33 - Circuto do emissor legendado..... | 32 |

| | |
|---|----|
| Fig. 34 - Circuito do recetor legendado | 33 |
| Fig. 35 - Esquema Fritzing com ambos os circuitos | 35 |

Índice de quadros

| | |
|--|----|
| Quadro 1 – RF transmitter | 13 |
| Quadro 2 – RF receiver..... | 14 |
| Quadro 3 – Aplicações do encoder | 15 |
| Quadro 4 – Descrição dos pinos..... | 15 |
| Quadro 5 – Aplicações do decoder | 17 |
| Quadro 6 – Descrição dos pinos..... | 18 |
| Quadro 7 – Descrição dos pinos..... | 24 |
| Quadro 8 – Material Utilizado | 28 |

Resumo

Este trabalho visa explorar mecanismos que permitem a transmissão de sinal de radiofrequência, possibilitando a interação entre uma campainha (emissor) e uma pulseira (recetor), com recurso ao processo de comunicação com ondas de radiofrequência, que reúne um conjunto de características ideais para o funcionamento do mecanismo e por outro lado permite a comunicação a grandes distâncias.

O projeto "BraceletMe" consiste na criação de um protótipo de pulseira electrónica conectada à campainha de uma porta de residência, permitindo que sempre que a campainha toca, um sinal é emitido para a pulseira, indicando ao portador da pulseira que está alguém à porta. Com ajuda da transmissão de radiofrequência vai ser possível criar uma ligação entre a pulseira (emissor) e a campainha (recetor). A pulseira tem um motor capaz de vibrar que indica à pessoa quando está alguém a tocar à campainha.

Palavras-chave

BraceletMe, Pulseira, Campainha, Radiofrequência.

1. Introdução

No âmbito da Prova de Aptidão Profissional, foi proposto elaborar um projeto ou atividade onde predominasse essencialmente conceitos teóricos e práticos relacionados com a eletrónica ou com a gestão de equipamentos informáticos. A professora responsável pela orientação do projecto foi a professora Nazaré Freitas embora tenha sido coadjuvada pelas outras professoras da componente técnica. O projeto teria de ser inovador, não existindo no mercado, ou introduzir qualquer melhoria ou nova funcionalidade num produto já existente.

Apesar do constante avanço tecnológico e das diversas ideias que já foram pensadas e postas em prática, ainda é possível dar asas à criatividade e desenvolver um projeto inovador que surpreenda o próprio consumidor, podendo beneficiar bastante o quotidiano do utilizador. A capacidade de poder criar algo novo desperta a curiosidade e interesse no público e nas próprias empresas capazes de expandir o próprio produto, o que pode ser uma mais-valia para o criador pois vê que o seu trabalho foi reconhecido e poderá tirar grande partido da ideia, financeiramente, pois tal como disse Flávio Souza devemos chamar *o sucesso para fazer parte* [das nossas] *vidas*. Devemos desenvolver *potencial criador, ser inovadores, treinar a mente para vencer, estipular metas e, principalmente lutar pelos nossos ideais*.

O projeto tem como designação "BraceletMe" e foi inspirado num debate entre algumas pessoas amigas, em que se discutiam problemas relacionados com mobilidade nos passeios de carrinhos de bebés e pessoas portadoras de deficiência motora. Este debate levou-nos a pensar que tipo de protótipo poderia ser desenvolvido para ajudar as pessoas com limitações de mobilidade, ou outras. Por outro lado, aprofundámos a nossa pesquisa com recurso à PORDATA, tentando averiguar a percentagem de pessoas em Portugal portadoras de deficiência, e constatámos que em algumas regiões do país (Águeda, Albufeira, Porto, Lisboa, Funchal...), a população com deficiência auditiva e visual cresceu significativamente em 40 anos (1960-2001). Por isso, considerámos importante contribuir para a qualidade de vida destas pessoas, lutando por um mundo melhor.

O projeto “BraceletMe” consiste na criação de uma pulseira eletrónica que emite vibração quando a campainha da porta de casa toca, indicando ao portador que se encontra alguém à porta. O projeto parte da consciência de poder contribuir para a solução de alguns problemas do quotidiano das pessoas portadoras de deficiência auditiva e é movido por motivações solidárias. Além disso, poderá ainda ter bastante utilidade no caso de pessoas com limitações inerentes à idade avançada. A ideia surgiu também no facto de existir um familiar próximo com problemas de audição, o que facilita assim a dificuldade em não conseguir ouvir o toque da campainha.

Este relatório vai descrever o processo de conceção da pulseira. É constituído por uma parte de desenvolvimento onde estará referido: o material utilizado, maiores dificuldades na elaboração e pesquisa no projeto, vantagens e desvantagens, fontes que foram utilizadas de forma a tornar o trabalho mais credível, passos realizados, características dos componentes utilizados, entre outros...; e por uma conclusão: onde haverá a oportunidade de referir a opinião pessoal sobre o trabalho, adversidades surgidas e aspetos mais conseguidos.

2. Projeto “BraceletMe”

2.1. Esquema funcional do projeto “BraceletMe”

A imagem seguinte explica esquematicamente o objetivo do trabalho:

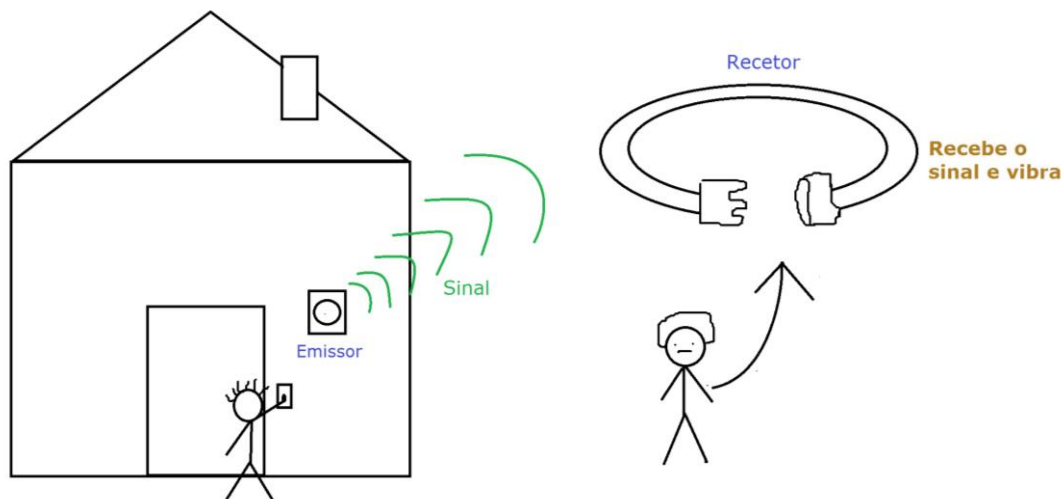


Fig. 1 - Esquema funcional do projeto

Como é possível observar na Fig. 1, o indivíduo que se encontra à entrada da porta toca à campainha e, desta forma, emite um sinal para a pulseira acionando o modo de vibração e indicando que está alguém à porta.

O projeto foi concebido para pessoas portadoras de deficiência auditiva e para pessoas idosas, apesar de também poder ser utilizado por qualquer outro indivíduo, pois também pode servir para facilitar o quotidiano de qualquer pessoa.

2.2. Primeira abordagem à base do projeto

Inicialmente, o protótipo a desenvolver estava em torno da utilização de um mecanismo que permitisse a interação entre o emissor e o recetor através de Bluetooth, o que possibilitava a transmissão de sinal sem fios. O dispositivo a ser implementado tinha como designação de Rfduino, cuja capacidade é poder comunicar à distância, ideal para o funcionamento do projeto. Com ótimas características, o Rfduino pode ser alimentado por uma tensão operacional de apenas 3V. Tem pequenas dimensões, é adaptável à pulseira e à própria campainha e constituído por três placas (a placa principal, placa programável com entrada USB e placa RGB LED/Botão).

São funcionalidades básicas deste dispositivo:

- Tamanho: 15 x 15 x 3.5 mm
- Tensão Operacional: 3V (Máx: 3.6V, Mín: 1.8V)
- Corrente transmitida/recebida: 8-16mA
- Processador ARM Cortex M0¹ (funcionando a 16MHz)
- 24KB de RAM
- Desenvolvido para iPhone e Android sem precisar de Xcode ou de Android SDK (Softwares integrados para criação de aplicações)
- Bluetooth 4.0 Low Energy

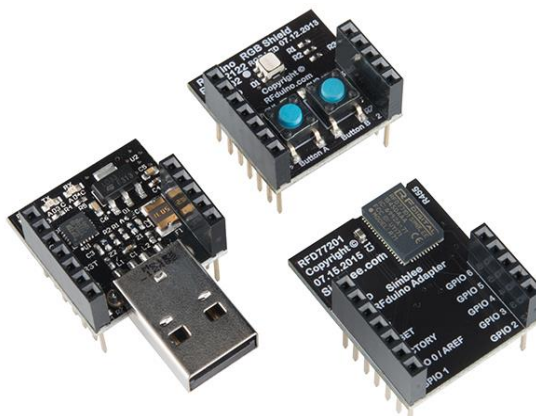
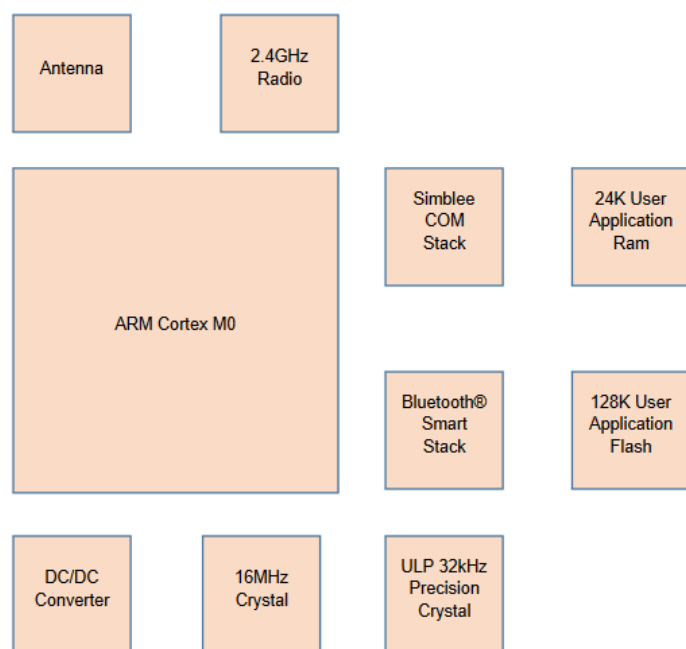


Fig. 2 - Equipamento Rfduino

¹ Processador mais pequeno concebido pela ARM (empresa britânica de microprocessadores), com um mínimo de requisitos de energia.



Fig. 3 - Placa USB (esquerda), Placa RGB LED/Botão (centro), Placa Principal (direita)



RFD77101

Fig. 4 - Diagrama de blocos, com a respetiva relação

A primeira abordagem à base do projeto consistia, portanto, em incorporar dois microcontroladores Rfduino que pudessem comunicar entre si. Para que houvesse a receção e passagem do sinal, teria que existir um microfone dentro do circuito.



Fig. 5 - Microfone a ser adquirido pela Proto-Pic (loja online britânica)

No que respeita ao componente responsável por emitir sinal na pulseira, o elemento que iria assumir essa função seria o motor de vibração.

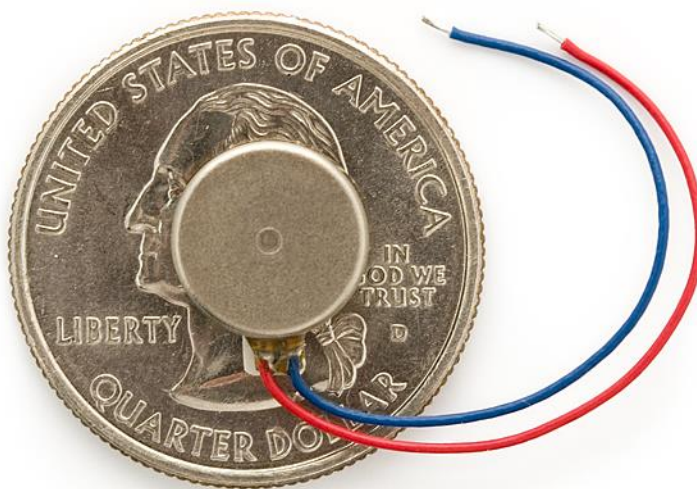


Fig. 6 - Motor de vibração da Sparkfun, loja online norte-americana

Depois de termos uma noção dos elementos a utilizar no projeto, prosseguimos para a etapa seguinte, que consistia em procurar e pesquisar formas de instalar cada componente nas condições descritas anteriormente. Através dos esquemas elétricos de ambos os componentes e do Rfduino, procurámos conhecer o esquema do funcionamento de uma campainha, de forma a determinar maneiras de instalar a estrutura do Rfduino e do microfone na campainha, uma vez que o motor de vibração irá estar na pulseira.

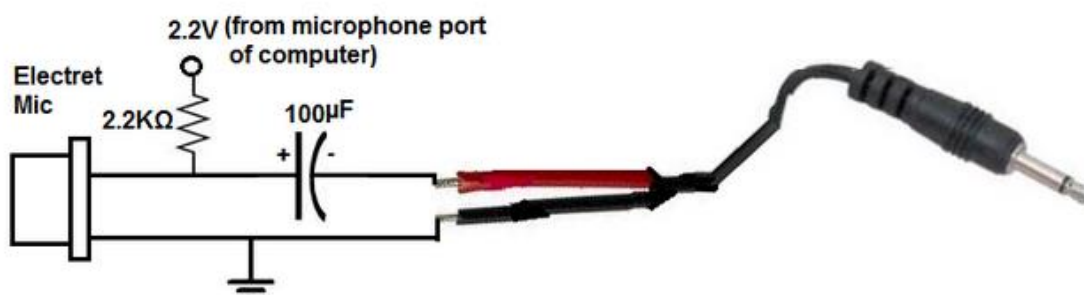


Fig. 7 - Circuito do microfone

Como mostra a fig. 7, para montar um microfone do tipo eletreto (cuja finalidade é servir de escuta) vai ser preciso utilizar uma resistência de $2.2K\Omega$ e um condensador eletrolítico de $100\mu F$. Como também será necessário interligar a uma ficha de áudio e assim conectar a um computador ou a uma coluna, chegámos à conclusão que não era, de certo modo, vantajoso optar por este elemento, dado que este circuito exigia demasiada complexidade, segundo os tutoriais vídeo que demonstravam, passo a passo, a montagem.

Partindo do pressuposto que a nossa "BraceletMe" estaria conectada a uma campainha de residência (Fig. 8), estudámos o esquema elétrico respetivo. Procedemos também ao desenho do esquema do microfone no programa "Fritzing" para nos auxiliar na montagem do protótipo (Fig. 9). Por outro lado, pesquisámos um esquema elétrico que possibilitasse a vibração da pulseira através de um motor de vibração (Fig. 10) e complementámo-lo com outro esquema no programa "Fritzing" (Fig. 11) de modo a poder recriar essa funcionalidade no protótipo. Finalmente, a fig. 12 ilustra a junção das duas componentes: o emissor (esquema do microfone) e o recetor (esquema do motor de vibração).

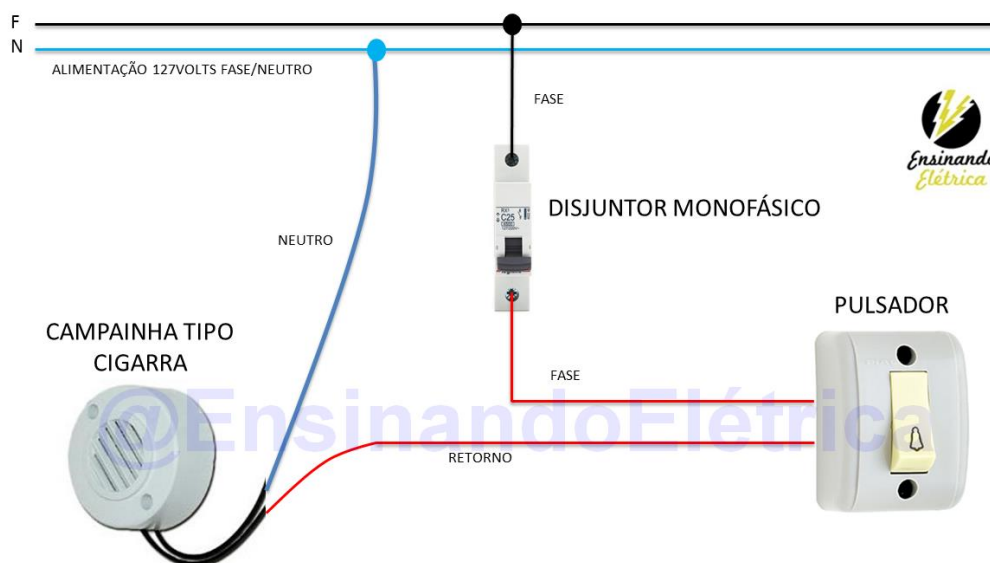


Fig. 8 - Esquema elétrico de uma campainha residencial

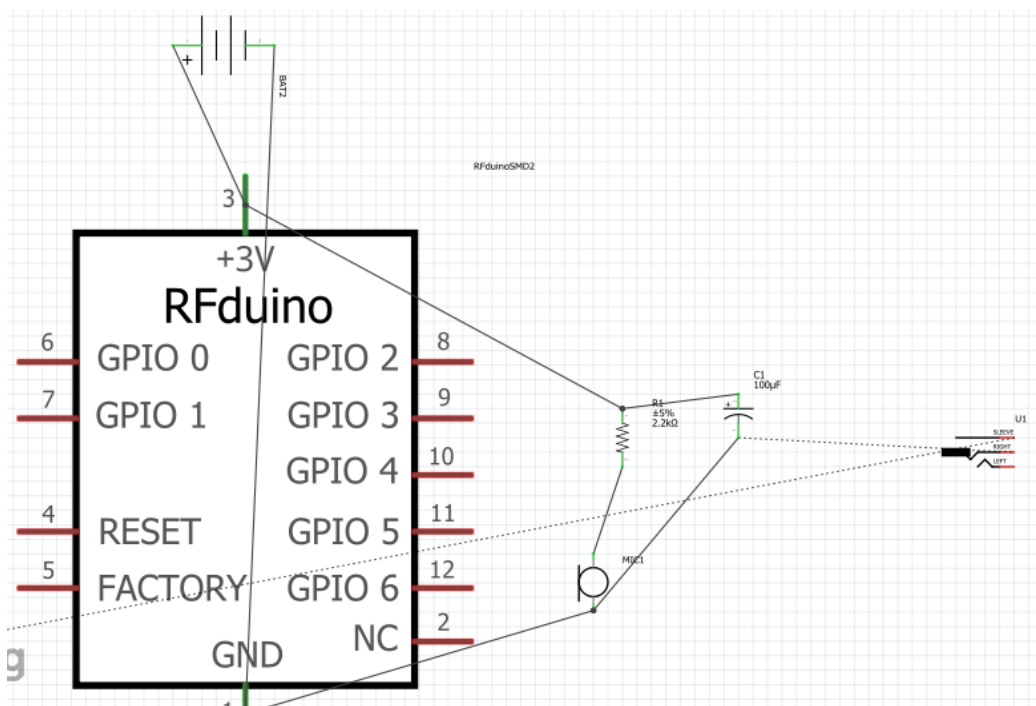


Fig. 9 - Esquema elétrico inacabado do Microfone, no Fritzing²

² Software livre desenvolvido na Alemanha que permite construir circuitos elétricos com diversos componentes.

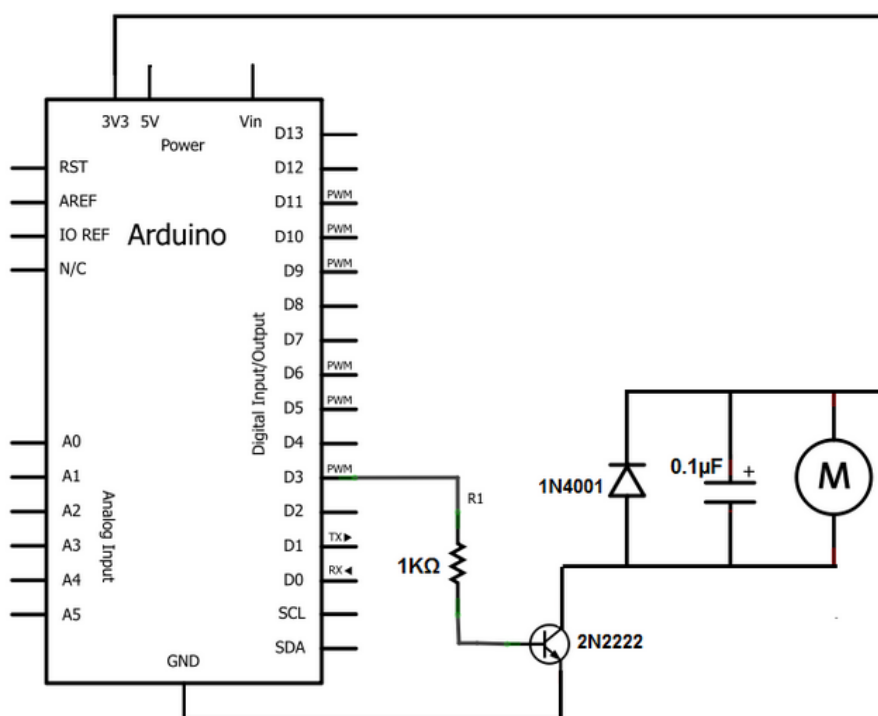


Fig. 10 - Diagrama esquemático do motor de vibração

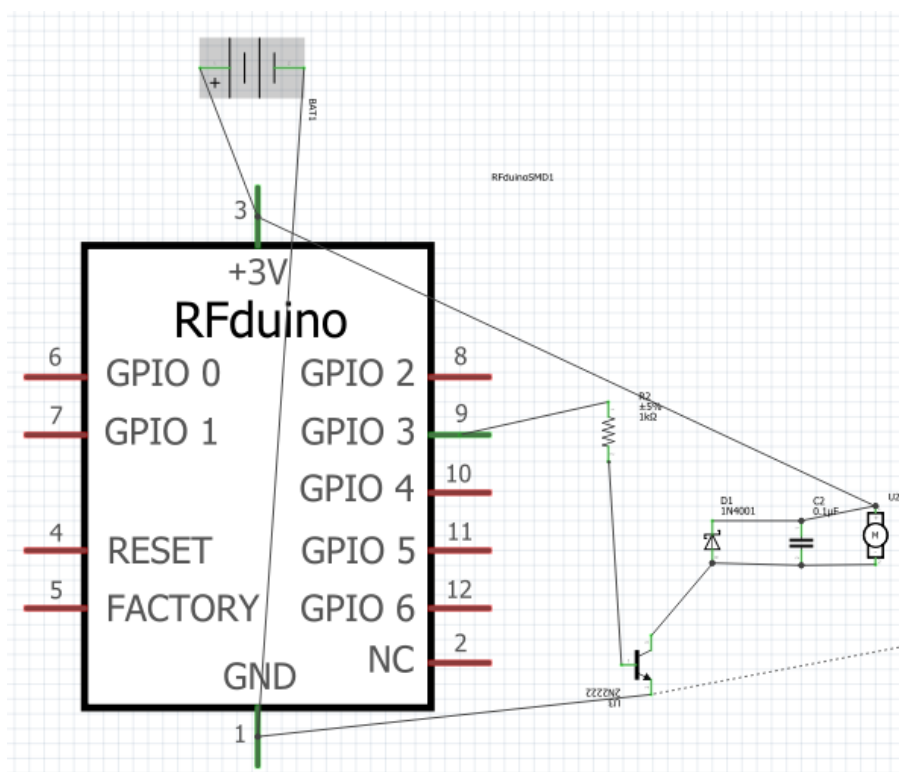


Fig. 11 - Esquema do motor vibração construído no Fritzing

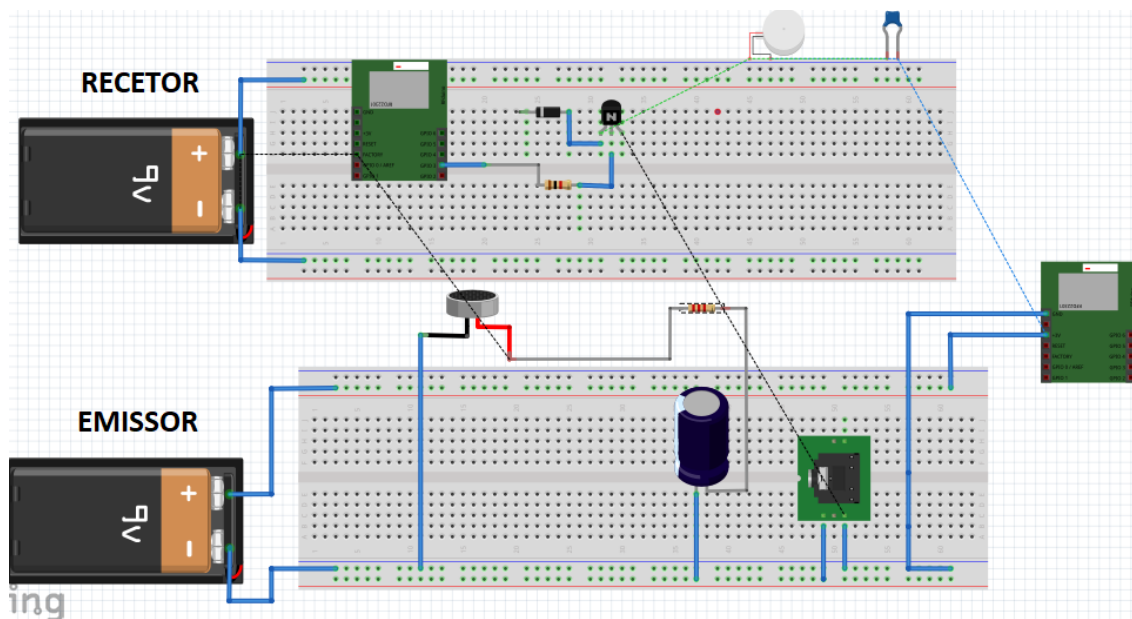


Fig. 12 - Esboço da primeira base do projeto montado no Fritzing

De modo a possibilitar a simulação do circuito, sem ter que recorrer a uma campainha de uma casa, surgiu a hipótese de utilizar uma componente que emitisse um som semelhante a uma campainha. Foi utilizado, então, um buzzer (Fig. 14), dispositivo que envia sinal sonoro, para substituir a função da campainha. Seguindo alguns tutoriais, operacionalizou-se a simulação, no Fritzing, do buzzer e outros elementos necessários, como o botão de pressão, o motor de vibração, a resistência de 330Ω , a pilha de 9V e a breadboard, tal como mostra a fig. 13.

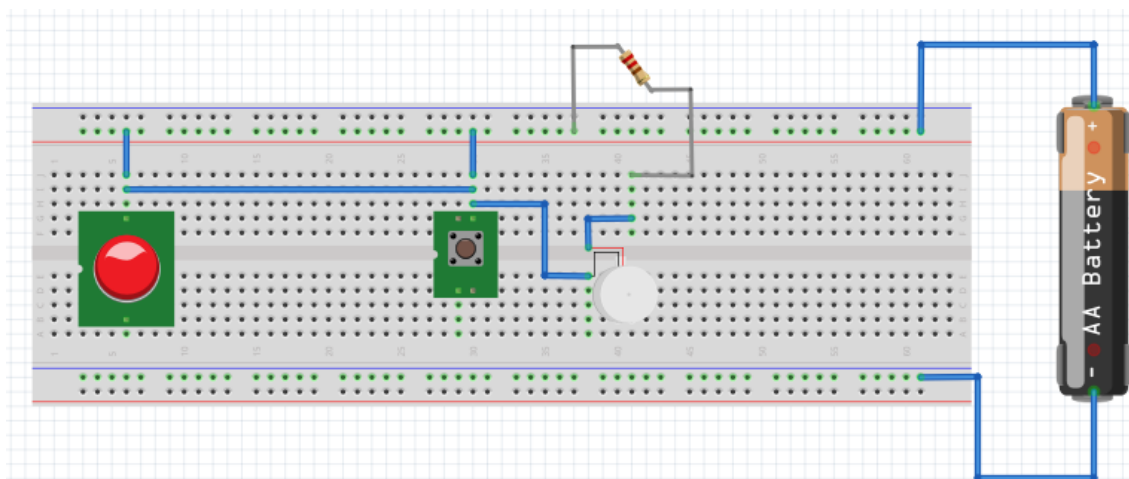


Fig. 13 - Simulação do motor de vibração e buzzer



Fig. 14 - Exemplo de um buzzer

Na fig. 13, o buzzer está ligado ao botão de pressão e este está ligado ao motor de vibração, com uma resistência ligada ao terminal positivo. Desta forma, assim que é pressionado o botão de pressão, o buzzer e o motor de vibração são ativados.

No entanto, após algumas pesquisas e discussão entre a professora orientadora e os orientandos, inferiu-se que não era possível continuar com este método de resolução do problema, uma vez que dois Rfduinos não conseguem interagir um com o outro. O Rfduino foi apenas desenvolvido para comunicar com tablet ou telemóvel (Fig. 15).

Bluetooth Low Energy bi-directional communication with smart phone or tablet



Fig. 15 - Esquema que mostra as funcionalidades do Rfduino

No fórum online do Rfduino, onde diversas pessoas podem esclarecer dúvidas com especialistas, o administrador afirmou que não é possível interligar um com o outro, referindo que este tipo de microcontrolador é um periférico, apenas utilizado para dispositivos móveis que utilizam Bluetooth; no entanto, ele diz ainda que outras funcionalidades estão a ser desenvolvidas, estando em estudo a utilização de mecanismos de radiofrequência (emissor – recetor) – RF library – sem ter que recorrer a via Bluetooth.

Assim, procurámos outros procedimentos e soluções para resolver esta questão. Surgiu a ideia de utilizar o mesmo mecanismo usado nos automóveis para o controlo remoto.

2.3. Nova abordagem ao esquema funcional do projeto

Decidimo-nos por uma solução bastante eficaz e simples que permite a comunicação à distância. Essa solução consistia em utilizar um transmissor e um recetor comunicando através de radiofrequência (RF). A imagem (Fig. 16) mostra a fonte de onde nos inspirámos para desenvolver uma nova abordagem.

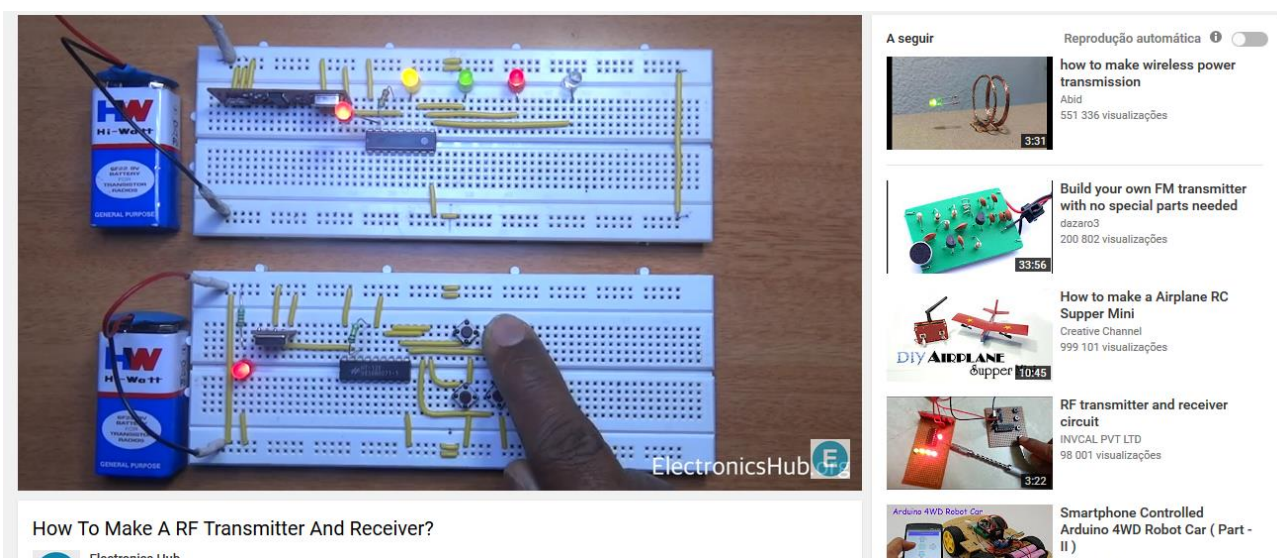


Fig. 16 - Vídeo que explica como utilizar um transmissor e recetor a RF

Esta técnica consiste em utilizar o módulo RF (“transmitter” e “receiver”) e dois RF “encoder” e “decoder”, sendo os elementos principais da montagem. Cada componente tem a sua função que passaremos a descrever:

- RF transmitter – componente eletrónico que recebe dados em série e transmite-os, sem necessitar de conexão de fios, através da sua antena conectada no pino 4.
- RF receiver – os dados transmitidos são recebidos por este componente que opera à mesma frequência que o RF transmitter.
- RF encoder e decoder - utilizam-se na ligação de controlo remoto RF, assegurando e tornando mais fiável essa mesma ligação, sendo bastante fácil incorporá-los no RF module (módulo RF), sendo facilmente integrados. Tal como os nomes indicam, encoder e decoder significam “codificar” e “descodificar”, respetivamente.

Como o autor do vídeo utilizou o circuito para outra finalidade – ligar vários díodos LED alternadamente – foi preciso estudar o circuito, cada componente e consultando o datasheet de cada componente (ficha técnica) e a ligação dos terminais e pinos, de forma a retirar os LED e substituí-los pelo buzzer e motor de vibração, deixando apenas um botão de pressão no emissor.

2.4. Método do circuito final

Encontrada a solução para assegurar a funcionalidade do esquema do nosso projeto, procedemos à aquisição das duas componentes essenciais: RF transmitter e o RF receiver que passaremos a descrever em pormenor o modo de funcionamento e de ligação.

2.4.1 Descrição dos componentes

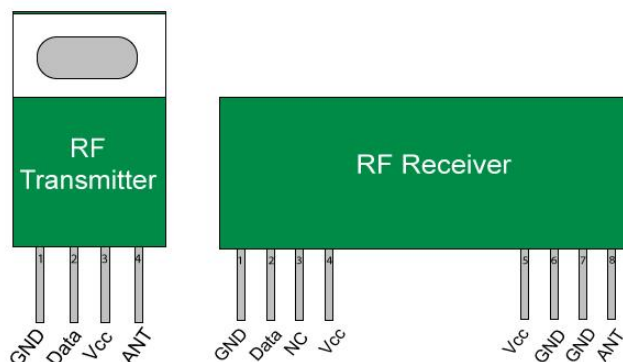


Fig. 17 - Identificação dos pinos do módulo RF

Nas tabelas seguintes é feita a descrição de cada pino do RF module:

Quadro 1 – RF transmitter

| Número do Pino | Função | Nome |
|----------------|------------------------------------|-----------------|
| 1 | Terra (0V) | GND (Terra) |
| 2 | Pino de entrada dos dados em série | Dados |
| 3 | Fornecedor de energia (5V) | V _{cc} |
| 4 | Antena, pino de saída | ANT (Antena) |

Quadro 2 – RF receiver

| Número do Pino | Função | Nome |
|----------------|--------------------------------------|--------------------|
| 1 | Terra (0V) | GND (Terra) |
| 2 | Pino de entrada dos dados em série | Dados |
| 3 | Pino de saída linear (não conectado) | NC (Não Conectado) |
| 4 | Fornecedor de energia (5V) | V _{cc} |
| 5 | Fornecedor de energia (5V) | V _{cc} |
| 6 | Terra (0V) | Terra |
| 7 | Terra (0V) | Terra |
| 8 | Antena, pino de saída | ANT (Antena) |

Do RF transmitter faz parte a componente Encoder que tem as seguintes características:

- Tensão Operacional:
 - 2.4V ~ 5V HT12A
 - 2.4V ~ 12V HT12E
- Baixa Energia e Elevada Imunidade de Ruído Tecnologia CMOS³
- HT12A com um transportador de 38kHz para a transmissão de infravermelho médio
- Mínima Transmissão de Palavra:
 - Quatro Palavras (Words) HT12E
 - Uma Palavra HT12A
- Oscilador integrado que necessita apenas de 5% de resistência
- O código de dados tem polaridade positiva
- Componentes Externos Mínimos
- HT12A/E: 18 pinos DIP⁴ (Dual In-Line Package) / 20 pinos SOP (Small Outline Package)

³ CMOS – “Complementary Metal Oxide Semiconductor”. Pequena área de memória volátil, alimentada por uma bateria.

⁴ Chip revestido por um plástico duro com pinos a percorrer ao longo do exterior.

O encoder pode ser aplicado em contextos vários como esclarece o quadro 3.

Quadro 3 – Aplicações do encoder

| | |
|-----------------------------------|---|
| Sistema de alarme antirroubo | Sistema de alarme de incêndio e detetor de fumo |
| Controladores de porta de garagem | Controladores de portas de carros |
| Sistema carro de alarme | Sistema de segurança |
| Telefones sem fios | Outros sistemas de controlo remoto |

O encoder obedece a um esquema específico de pinos (Fig. 18) que é necessário ter em conta para estabelecer a ligação entre este componente e outros, como por exemplo, botão de pressão, resistência e buzzer, tal como é ilustrado na Fig. 27, mais à frente neste relatório.

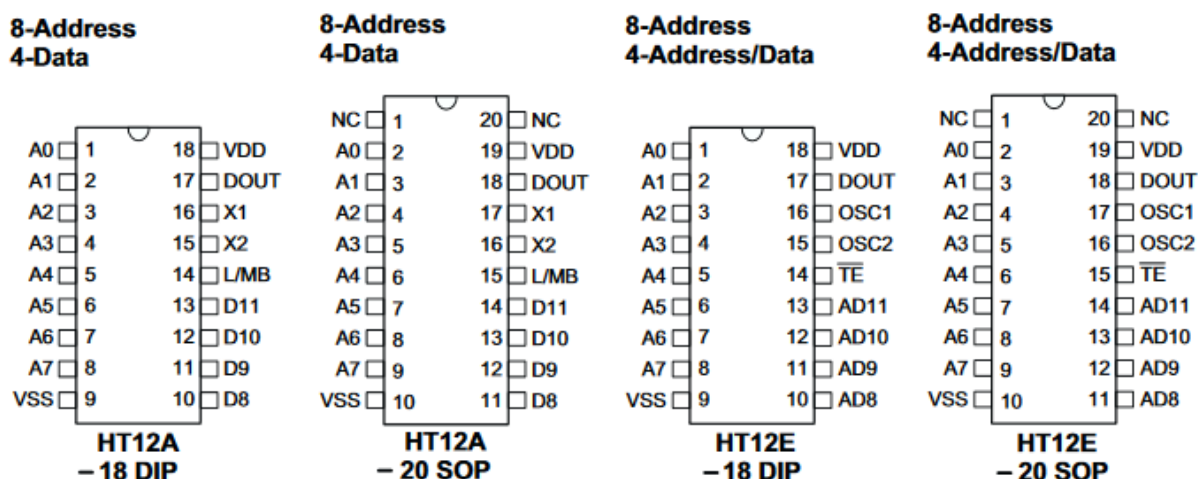


Fig. 18 - Esquema elétrico do RF encoder (HT12A e HT12E)

De seguida apresentamos uma tabela pormenorizada com a descrição das características dos pinos do encoder a utilizar neste projeto.

Quadro 4 – Descrição dos pinos

| Pino (designação) | I/O | Conexão Interna | Descrição |
|----------------------|-----|---------------------------|---|
| A0~A7 | I | CMOS IN Pull-High (HT12A) | Pinos de entrada para endereçarem a configuração de A0~A7. |
| | | NMOS Transmissão | Estes pinos podem ser definidos externamente para o VSS ou podem ficar em aberto. |

| Pino (designação) | I/O | Conexão Interna | Descrição |
|----------------------|-----|---|---|
| | | de Porta Proteção de Díodo (HT12E) | |
| AD8~AD11 | I | NMOS Transmissão de Porta Proteção de Díodo (HT12E) | Pinos de entrada para endereçarem/dados da/a configuração de AD8~AD11. Estes pinos podem ser definidos externamente para o VSS ou podem ficar em aberto. |
| D8~D11 | I | CMOS IN Pull- High | Pinos de entrada para configuração e transmissão de dados de D8~D11 permitidas, baixa ativação (ver nota) Estes pinos devem ser definidos externamente para o VSS ou devem ficar em aberto |
| DOUT | O | CMOS OUT | Transmissão dos dados em série do codificador |
| L/MB | I | CMOS IN Pull- High | Transmissão do formato de seleção do pino de trinco/momentânea: Trinco: Flutuador ou VDD Momentâneo: VSS |
| TE | I | CMOS IN Pull- High | Permissão da transmissão, baixa ativação (ver Nota) |
| OSC1 | I | Oscilador 1 | Pino de entrada do oscilador |
| OSC2 | O | Oscilador 1 | Pino de saída do oscilador |
| X1 | I | Oscilador 2 | Entrada do ressonador de 455kHz no oscilador |
| X2 | O | Oscilador 2 | Saída do ressonador de 455kHz no oscilador |
| VSS | I | - | Fornecimento de energia negativa, terra |
| VDD | I | - | Fornecimento de energia positiva |

Nota: D8~D11 são todas entradas de dados e pinos com capacidade de transmissão do HT12A. TE é um pino com capacidade de transmissão do HT12E.

Tal como fizemos para o encoder, apresentamos de seguida as características do decoder:

- Tensão Operacional: 2.4V – 12V
- Baixa Energia e Elevada Imunidade de Ruído Tecnologia CMOS
- Capaz de decodificar 12 bits de informação
- Configuração do endereço binário
- Códigos recebidos são verificados 3 vezes

- Combinação do número de endereço/dados
 - HT12D: 8 bits de endereços e 4 bits de dados
 - HT12F: Apenas 12 bits de endereços
- Oscilador integrado que necessita apenas de 5% de resistência
- Indicador de transmissão válido
- Fácil Interface com um RF ou uma transmissão infravermelha média
- Componentes Externos Mínimos
- Dupla com 2¹² séries de codificadores Holtek's⁵
- 18 Pinos DIP, 20 Pinos de pacotes SOP

Também o decoder pode ser aplicado em contextos vários como esclarece o quadro 5.

Quadro 5 – Aplicações do decoder

| | |
|-----------------------------------|---|
| Sistema de alarme antirroubo | Sistema de alarme de incêndio e detetor de fumo |
| Controladores de porta de garagem | Controladores de portas de carros |
| Sistema carro de alarme | Sistema de segurança |
| Telefones sem fios | Outros sistemas de controlo remoto |

O decoder também obedece a um esquema específico de pinos (Fig. 19) que é necessário ter em conta para estabelecer a ligação entre este componente e outros, como por exemplo, motor de vibração, resistência e relé, tal como é ilustrado na Fig. 28, mais à frente neste relatório.

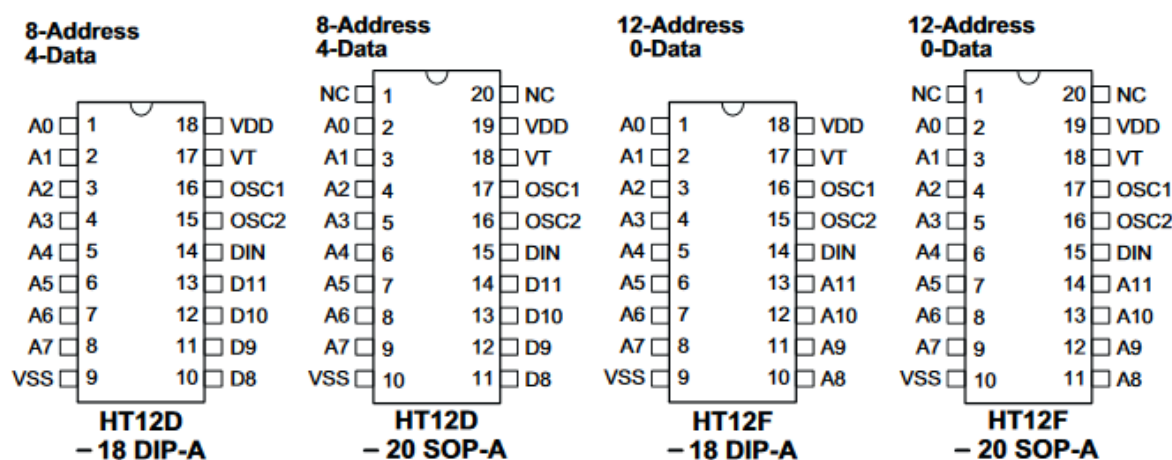


Fig. 19 - Esquema elétrico do RF decoder (HT12D e HT12F)

⁵ Empresa chinesa que produz semicondutores.

De seguida, também apresentamos uma tabela pormenorizada com a descrição das características dos pinos do decoder a utilizar neste projeto.

Quadro 6 – Descrição dos pinos

| Pino (designação) | I/O | Conexão Interna | Descrição |
|----------------------|-----|---------------------------------|--|
| A0~A11 (HT12F) | I | NMOS Porta de Transmissão | Pinos de entrada para endereçarem a configuração de A0~A11 Estes pinos podem ser definidos externamente para o VSS ou podem ficar em aberto |
| A0~A7 (HT12D) | | | Pinos de entrada para endereçarem a configuração de A0~A7 Estes pinos podem ser definidos externamente para o VSS ou podem ficar em aberto |
| D8~D11 (HT12D) | O | CMOS OUT | Pino de entrada de dados, estado de energia é baixo |
| DIN | I | CMOS IN | Pino de entrada de dados em série |
| VT | O | CMOS OUT | Transmissão válida, elevada |
| OSC1 | I | Oscilador | Pino de entrada do oscilador |
| OSC2 | O | Oscilador | Pino de saída do oscilador |
| VSS | - | - | Fornecimento de energia negativa, terra |
| VDD | - | - | Fornecimento de energia positiva |

A fig. 20 demonstra um dos ensaios de composição dos elementos eletrónicos que serviria de base ao “BraceletMe”, onde se veem dois circuitos: o transmissor, responsável por enviar o sinal para o RF receiver, está ligado ao RF encoder que, por sua vez, está conectado ao buzzer, ao botão de pressão e à resistência. O recetor, neste caso o RF receiver recebe o sinal vindo do RF transmitter que está ligado ao RF decoder que estabelece a ligação com o motor de vibração e a resistência. Assim que o RF receiver recebe o sinal o motor de vibração é ativado.

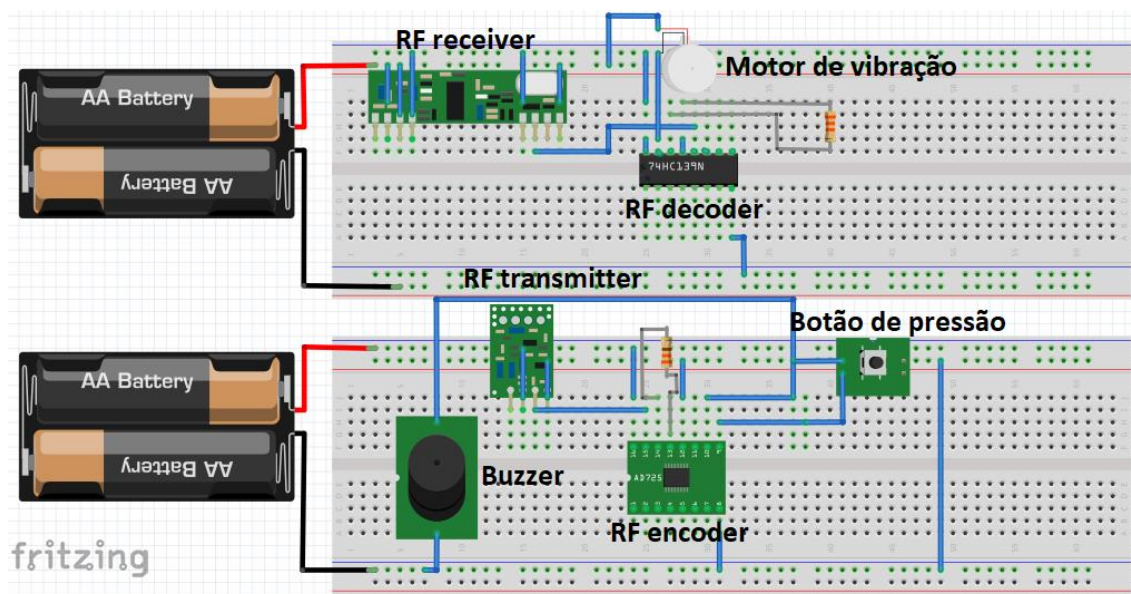


Fig. 20 - Esquema do método a desenvolver

Neste sistema RF, o sinal é modulado pelo que se designa por Amplitude Shift Keying (ASK) – Deslocamento da Amplitude. Neste género de modulação, o sinal digital sofre uma variação na sua amplitude dando origem a um sinal analógico. Tudo isto ocorre na transmissão de ondas eletromagnéticas (Fig. 21).

Os esquemas abaixo são apenas desenhos ou esboços, pelo que servem apenas para ver os primeiros passos na construção dos dois circuitos. No entanto, já é possível ver como o esquema irá funcionar: o botão de pressão é pressionado e é enviado um sinal para o RF transmitter, que depois transmite a informação para o outro circuito, sendo recebido pelo RF receiver. O buzzer é acionado assim que recebe corrente vindo da fonte de alimentação com a ativação do botão. Assim que o sinal é recebido pelo RF receiver, este liga o motor de vibração (Fig. 22 - 23). O LED do esquema do recetor foi utilizado para termos a certeza se passa ou não corrente no circuito.

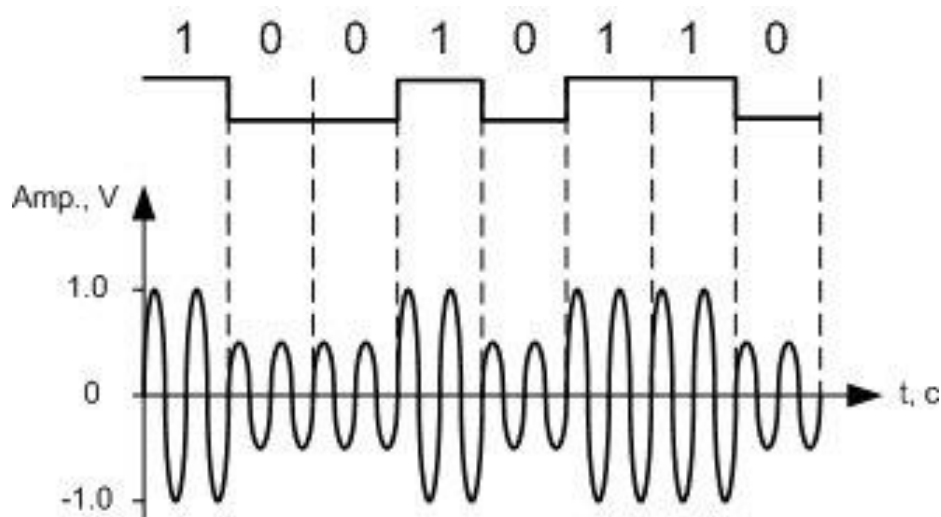


Fig. 21 - Amplitude Shift-keying

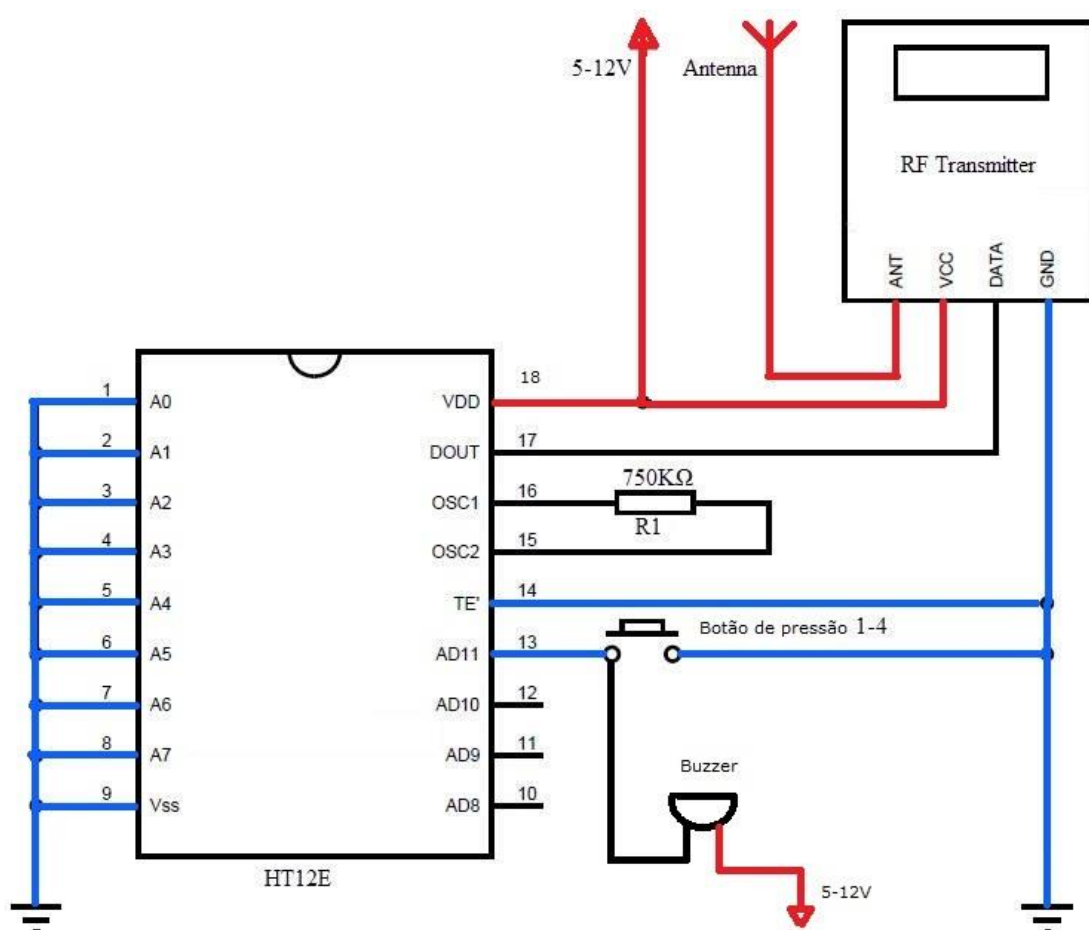


Fig. 22 - Esquema elétrico do RF transmitter

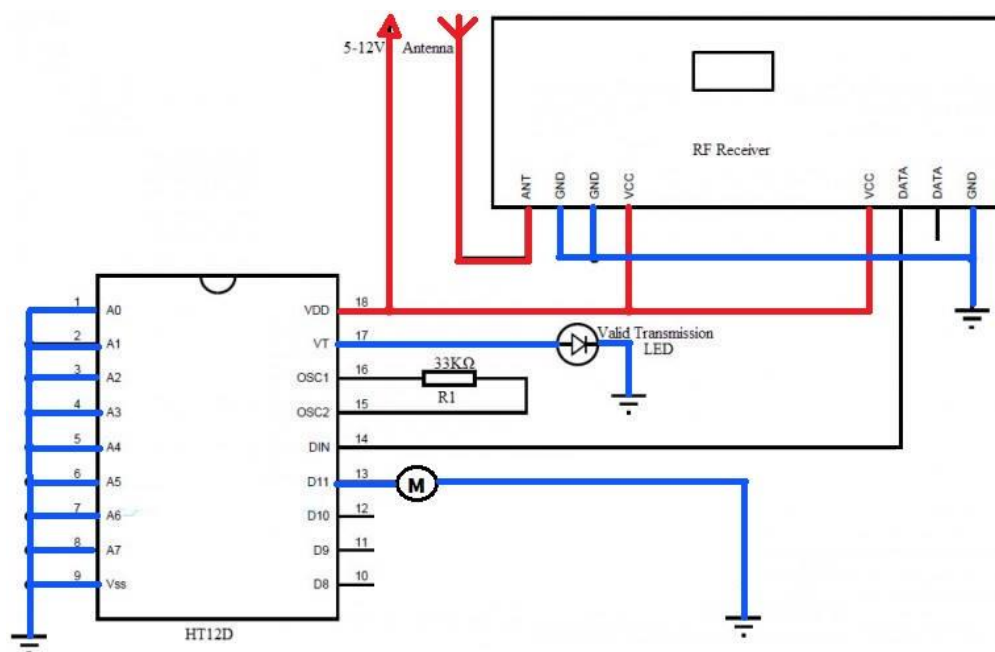


Fig. 23 - Esquema elétrico do RF receiver

Definidos os elementos a utilizar, prosseguimos então para a etapa seguinte que consistia em pedir o material para assim construir o protótipo. Durante o período de montagem do circuito surgiram alguns contratempos. A ligação dos componentes e o facto do motor de vibração estar acionado constantemente, sem sequer existir um mecanismo que o ligasse e desligasse, foi um dos aspetos a corrigir nesta fase.

Após a ligação entre os circuitos estar a funcionar, foi preciso optar por uma alternativa que ligasse e desligasse o motor de vibração e buzzer consoante o pressionar do botão de pressão. Essa alternativa consistiu em utilizar um componente denominado de relay (relé). O relay é um componente eletromecânico que permite ligar, desligar e comutar (desviar) um sinal, ou seja, é constituído por um mecanismo que bloqueia, desbloqueia e muda de direção o sinal percorrido. Tal como podemos ver na fig. 24, um relé é composto por uma bobina, uma armadura móvel que “abre” e “fecha” e por um grupo de contactos.

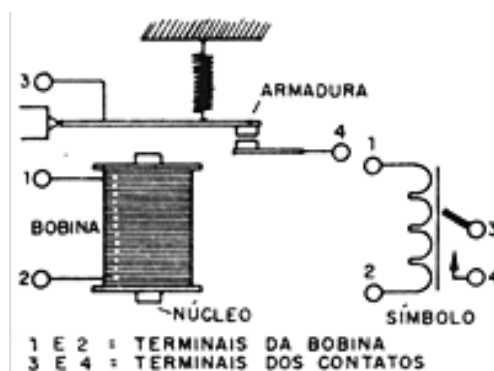


Fig. 24 - Estrutura do relé

Quando essa bobina recebe corrente elétrica cria-se um campo magnético que atua sobre a armadura, atraindo-a. Assim que essa corrente deixa de circular pela bobina, o campo magnético desaparece fazendo com que a armadura móvel volte à sua posição inicial. Nesta atração ocorre um movimento que ativa os contatos, os quais podem ser abertos, fechados ou permutados, dependendo da sua posição (Fig. 25).

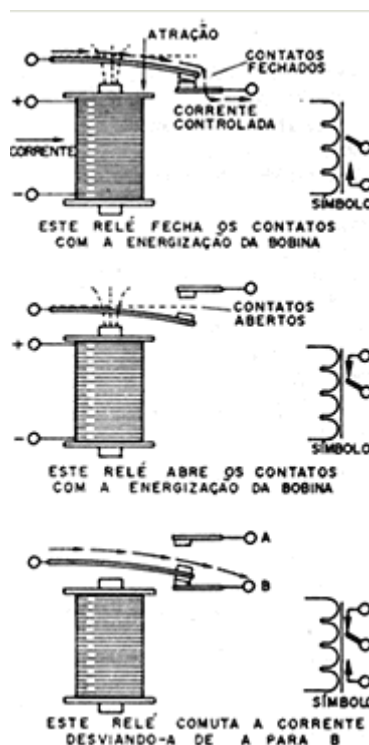


Fig. 25 – Funcionamento do relé

Podemos controlar circuitos de tensões bastante altas como 110V ou 120V com um relay cuja bobina é alimentada com apenas 6V ou 12V, não comprometendo o seu funcionamento. Consoante o seu tipo de aplicação, um relé pode ter um ou vários contactos que podem ser designados por Normalmente Fechado (NF), Normalmente Aberto (NA) e Contacto Comum. Os contactos podem ter a seguinte combinação: NA, NF, NA+NF+C. Os contactos NA estão isolados quando não existe passagem de energia; assim que há passagem de corrente, os contactos fecham e há continuação da circulação de energia para acionar uma carga externa (por exemplo: motor ou lâmpada). No caso dos contactos NF, a situação é quase idêntica. A única diferença é que estes estão fechados com o relé desativado, daí designarem-se por *Normalmente Fechado*. Na combinação NA+NF+C o objetivo passa por ligar ou desligar uma das cargas quando se ativa o relay, tendo duas cargas a alimentar. Com o relay desligado, há um contacto

fechado e um segundo aberto. Quando há passagem de corrente, o relé desvia o sinal fechando o contacto que estava aberto ficando apenas a carga 2 em funcionamento (Fig. 26).

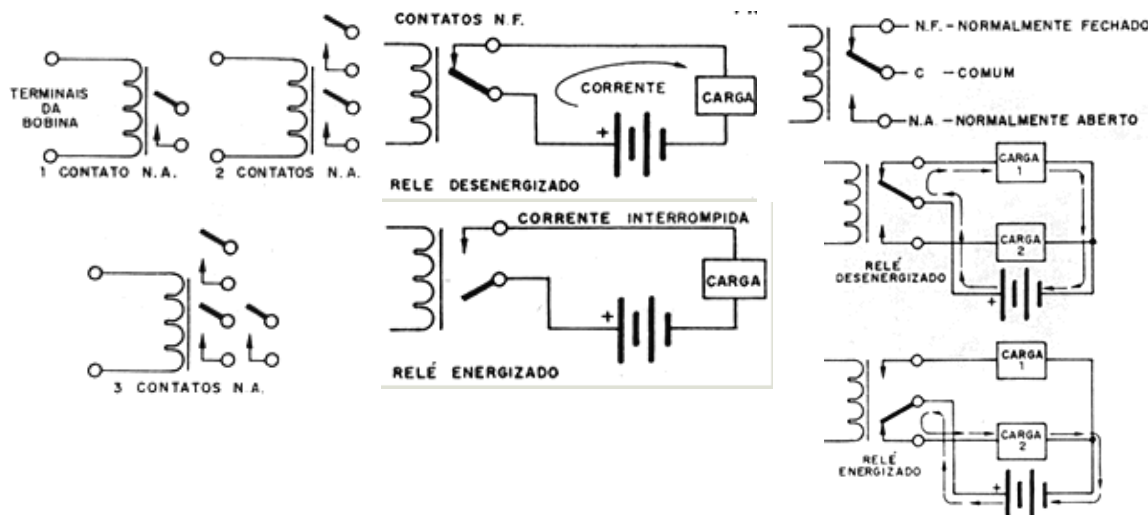


Fig. 26 – Funcionamento dos três tipos de relés

Para a montagem do projeto, será preciso usar um relé com quatro pinos laterais para bloquear e desbloquear a passagem de energia. Esses quatro pinos são formados pelos contactos NA, NF e C, tal como mostra a fig. 27. A segunda imagem da fig. 27 é um exemplo de um tipo de relé.

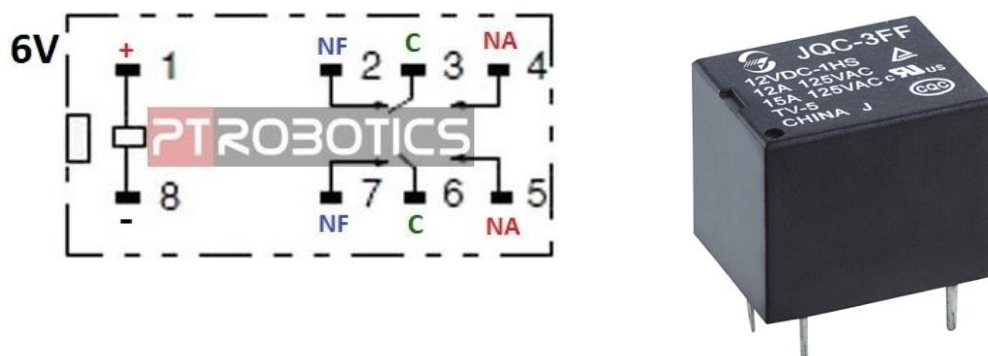


Fig. 27 - Identificação dos pinos do relay a utilizar e exemplo de um relé

Imaginemos o exemplo de utilizar o motor de vibração, tal como se pretende neste projeto. O motor de vibração está ligado ao contacto NA e, assim que ocorrer circulação de corrente, o contacto comum desloca-se para o NA, fazendo com que o motor receba energia e vibre.

2.4.2. Circuito Integrado ULN2803

No decorrer das montagens, notou-se que era preciso um microcontrolador que permitisse conduzir a corrente até ao relé para que este ativasse e acionasse o motor de vibração. Sem isso, não é possível a passagem de corrente até ao relé. Neste caso foi necessário introduzir uma outra componente, circuito integrado ULN2803, que garante a passagem de corrente (Fig. 28), onde é esquematizado os pinos de ligação.

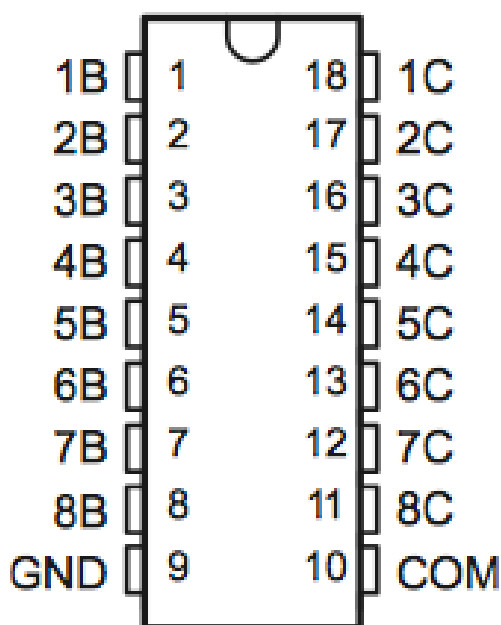


Fig. 28 - Identificação dos pinos do ULN2803

O quadro 7 descreve ao pormenor a tipologia e funcionalidade dos pinos do circuito interno.

Quadro 7 – Descrição dos pinos

| Pino | | Tipo | Descrição |
|------|--------|------|--|
| Nome | Número | | |
| 1B | 1 | I | Canal 1 através da base das 8 entradas Darlington ⁶ |
| 2B | 2 | | |
| 3B | 3 | | |

⁶ Transístor Darlington – é um transístor composto por dois transístores bipolares conectados onde o segundo transístor cria uma amplificação adicional no primeiro transístor.

| Pino | | Tipo | Descrição |
|------|--------|------|--|
| Nome | Número | | |
| 4B | 4 | | |
| 5B | 5 | | |
| 6B | 6 | | |
| 7B | 7 | | |
| 8B | 8 | | |
| 1C | 18 | 0 | Canal 1 através do coletor das 8 saídas Darlington |
| 2C | 17 | | |
| 3C | 16 | | |
| 4C | 15 | | |
| 5C | 14 | 0 | Canal 1 através do coletor das 8 saídas Darlington |
| 6C | 13 | | |
| 7C | 12 | | |
| 8C | 11 | | |
| GND | 9 | - | Emissor comum partilhado por todos os canais (típico vínculo para a terra) |
| COM | 10 | I/O | Nó comum do cátodo para díodos flyback (necessário para cargas indutivas) |

2.5. Circuito Final

Introduzido o circuito ULN2803, de uma forma geral e compreensível, o circuito global do projeto "BraceletMe" funciona da seguinte maneira:

- Assim que é pressionado o botão de pressão, é transmitida uma série de dados onde serão verificados pelo "encoder". Depois de este codificar a informação recebida – com o buzzer a tocar em simultâneo – envia os dados para o RF transmitter, e este, por sua vez, envia-os (através da sua antena) para o RF receiver. O RF receiver envia o sinal recebido para o "decoder", cujo papel passa por decodificar a informação em série. Depois de esta estar devidamente decodificada, percorre os fios condutores até ao relé, que desbloqueia logo que esta informação é recebida. O contacto comum entra em contacto com o NA, permitindo a circulação de corrente, o que vai possibilitar que o motor de vibração acione, na medida em que o relé é o componente responsável por deixar percorrer corrente até ao motor de vibração. Caso o relé não destranque, o motor de

vibração não liga. Quando o botão deixa de ser pressionado, o relé volta ao ponto inicial, isto é, fica bloqueado. Sem o circuito integrado ULN2803, não há continuação da passagem de corrente até ao relé.

Até à fase da conclusão do circuito, foi necessário repetir várias vezes a montagem até termos o resultado desejado, tentando corrigir os problemas de mau contacto, falha nas ligações e falta ou excesso de passagem de corrente. Vários problemas que surgiram ao longo do trabalho tiveram que ser analisados para assim serem emendados. Utilizaram-se transístores para transformar a tensão da pilha de 9V em 5V, uma vez que não tínhamos disponíveis pilhas de voltagem mais baixa. Os transístores cingiram-se apenas para o motivo referido e para teste, em ambos os circuitos, seguindo o seu esquema técnico de ligação (Fig. 29).

Os esquemas elétricos da fig. 30 e da fig. 31 referem-se ao circuito concluído, com todos os elementos que foram utilizados. Concretamente, na fig. 30 (emissor), é possível ver o buzzer que está ligado ao trilho positivo da placa e ao botão de pressão, sendo capaz de ligar e desligar o buzzer. A imagem demonstra também o RF encoder que desempenha o papel de codificar o conjunto de dados recebidos para depois encaminhar para o RF transmitter. A resistência de 750k Ω opõe-se à passagem de corrente elétrica para não comprometer o funcionamento do RF encoder. Na Fig. 30, vemos o circuito do recetor onde podemos observar o conjunto de elementos que dele fazem parte: motor de vibração, relé, RF receiver, RF decoder, resistência de 33k Ω e CI ULN2803. O motor de vibração está ligado ao contacto NO (Normally Open – Normalmente Aberto) para quando o relé é acionado possa existir passagem de energia com o contacto comum ligado ao NA. A resistência de 33k Ω desempenha a mesma função da resistência do emissor. Para a corrente chegar ao relé terá de passar pelo ULN2803, comprovando a sua situação descrita anteriormente. O RF decoder recebe os dados em série do RF receiver descodificando-os para, assim, os enviar para o ULN2803 que, por sua vez, os transmite para o relé.

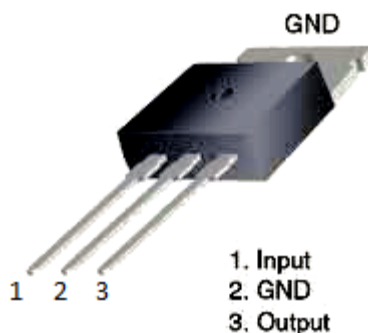


Fig. 29 - Identificação dos pinos do transístor utilizado

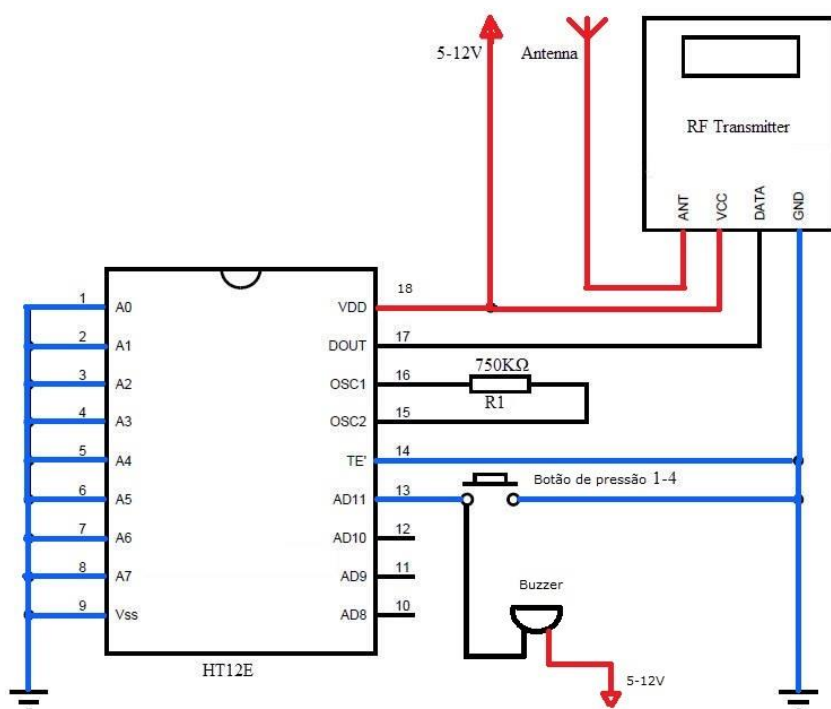


Fig. 30 - Esquema do emissor

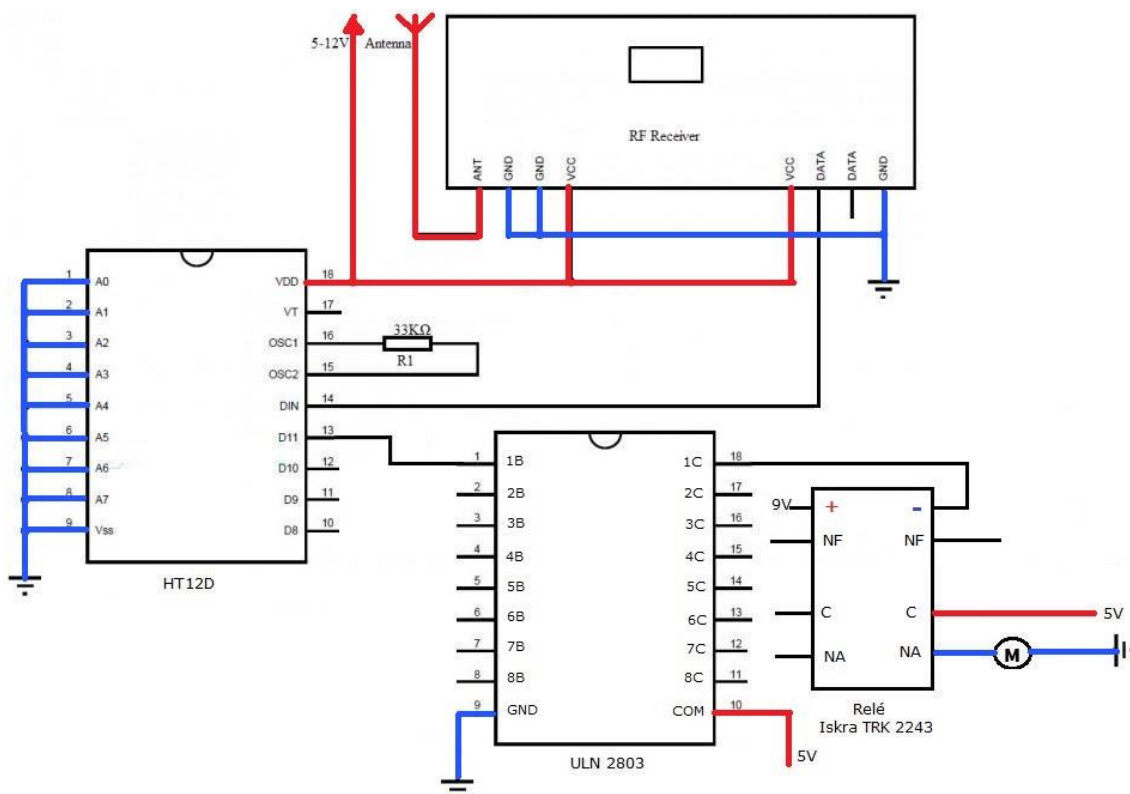
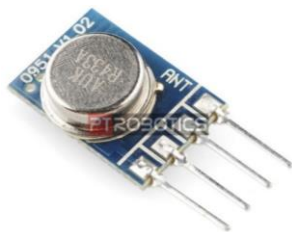






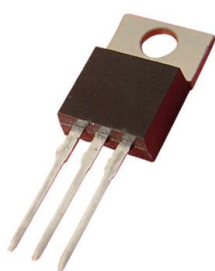


Fig. 31 - Esquema do recetor



2.5.1. Componentes utilizados


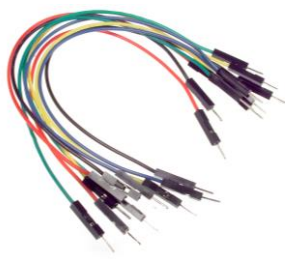
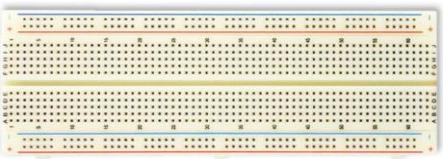
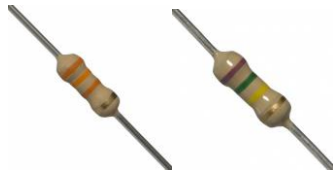

Os materiais utilizados na montagem do circuito foram adquiridos na PTRobotics e na Jet7store, duas empresas portuguesas que vendem equipamento informático. No quadro 8 estão discriminados as componentes, as suas características e o preço de mercado. A construção do protótipo importou 55,93€.

Quadro 8 – Material Utilizado

| Nome | Características | Preço |
|---|---|-------------------------|
| RF transmitter  | <ul style="list-style-type: none"> Modelo PTR000875 434 MHz 500 Metros de gama 4800bps de taxa de dados 5V tensão de alimentação | 4,61€ 3,75€ Sem IVA |
| RF receiver  | <ul style="list-style-type: none"> Modelo PTR000877 434 MHz 500 Metros de gama 4800bps de taxa de dados 5V tensão de alimentação | 5,54€ 4,50€ Sem IVA |
| RF encoder  | <ul style="list-style-type: none"> Modelo PTR001199 HT12E - Codificador de controlo remoto | 3,69 € 3,00€ Sem IVA |
| RF decoder  | <ul style="list-style-type: none"> Modelo PTR001199 HT12D – Descodificador de controlo remoto | 3,69 € 3,00€ Sem IVA |

| | | |
|---|---|------------------------|
| ULN2803  | <ul style="list-style-type: none"> Modelo PTR000120 | 0,80€ 0,65€ Sem IVA |
| 2 Transístores LM7805AC  | <ul style="list-style-type: none"> Modelo PTR002240 7805 Regulador de tensão básico | 0,74€ 0,60€ Sem IVA |
| 1 Relé  | <ul style="list-style-type: none"> Iskra TRK 2243 6V = 0136 | 2,10€ 1,71€ Sem IVA |
| 3 Suportes de pilha 9V  | - | 0,50€ 0,41€ Sem IVA |

| | | |
|--|--|---------------------------------|
| <p>Buzzer</p>  | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Modelo PTR000607 ▪ Resistência da bobina: 16Ω ▪ Corrente Máxima: 35mA ▪ Classificação da Corrente: 35mA ▪ Diâmetro externo: 12mm ▪ Altura/Comprimento externo: 8.5mm ▪ Frequência: 2.048kHz ▪ Material: PPO (Preto) ▪ Frequência ressonante: 2kHz ▪ Distância do nível do som: 10cm ▪ Nível do som SPL: 85dB ▪ Fornecimento de tensão: 1.5V ▪ Fornecimento de tensão AC Máxima: 2V ▪ Fornecimento de tensão AC Mínima: 1V ▪ Fornecimento de tensão Máxima: 2V ▪ Fornecimento de tensão Mínima: 1V ▪ Peso: 1.4g | <p>0,98 € 0,80€ Sem IVA</p> |
| <p>Motor de vibração</p>  | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Modelo PTR002951 ▪ Dimensões: 10mm diâmetro, 2.7mm espessura ▪ Tensão: 2V – 5V ▪ Absorção elétrica 5V: 100mA; absorção elétrica 4V: 80mA; absorção elétrica 3V: 60mA; absorção elétrica 2V: 40mA | <p>2,77€ 2,25€ Sem IVA</p> |

| | | |
|---|--|--------------------------------------|
| | <ul style="list-style-type: none"> 11000 Rotações p/minuto 5V Peso: 0.9 gramas | |
| <p>Botão de pressão</p>  | <ul style="list-style-type: none"> Modelo PTR001050 Botão tátil de cor preta | <p>0,49€ 0,40€ Sem IVA</p> |
| <p>Fios de ligação (Jumper Wires)</p>  | - | <p>1,85€ 1,50€ Sem IVA</p> |
| <p>2 Breadboards</p>  | - | <p>9,23€ 7,50€ Sem IVA</p> |
| <p>1 Resistência 33kΩ e 750kΩ</p>  | - | <p>0,12€ 0,10€ Sem Iva</p> |
| | | 0,29€ |
| <p>3 Pilhas</p>  | <ul style="list-style-type: none"> 9V | <p>2,52€ 2,05€ Sem IVA</p> |
| <p>Total (incluindo quantidade utilizada):</p> | | <p>55,93€ 45,53€ Sem Iva</p> |

2.5.2. Protótipo dos circuitos em imagens

As figuras 33 e 34 dizem respeito ao circuito finalizado (emissor e recetor) e incluem uma legenda explicativa das respetivas ligações. A figura 32 esquematiza o funcionamento das ligações na placa da breadboard. O esquema da figura 35, construído no Fritzing, serve para dar maior detalhe às figuras anteriores.

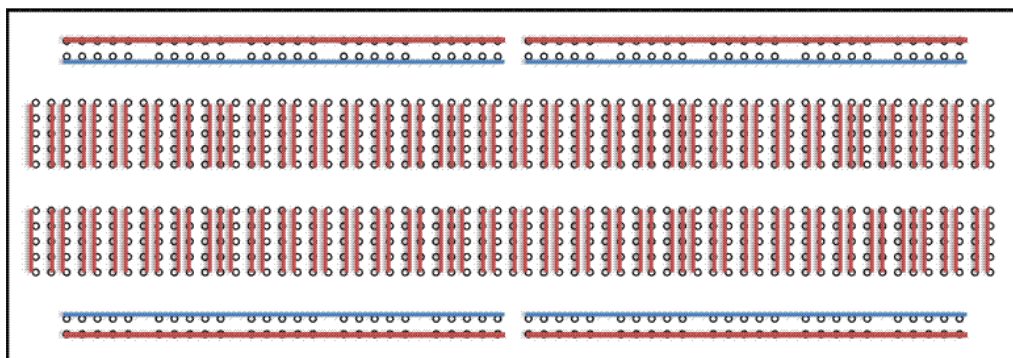


Fig. 32 - Modo como funcionam as ligações da placa

Emissor

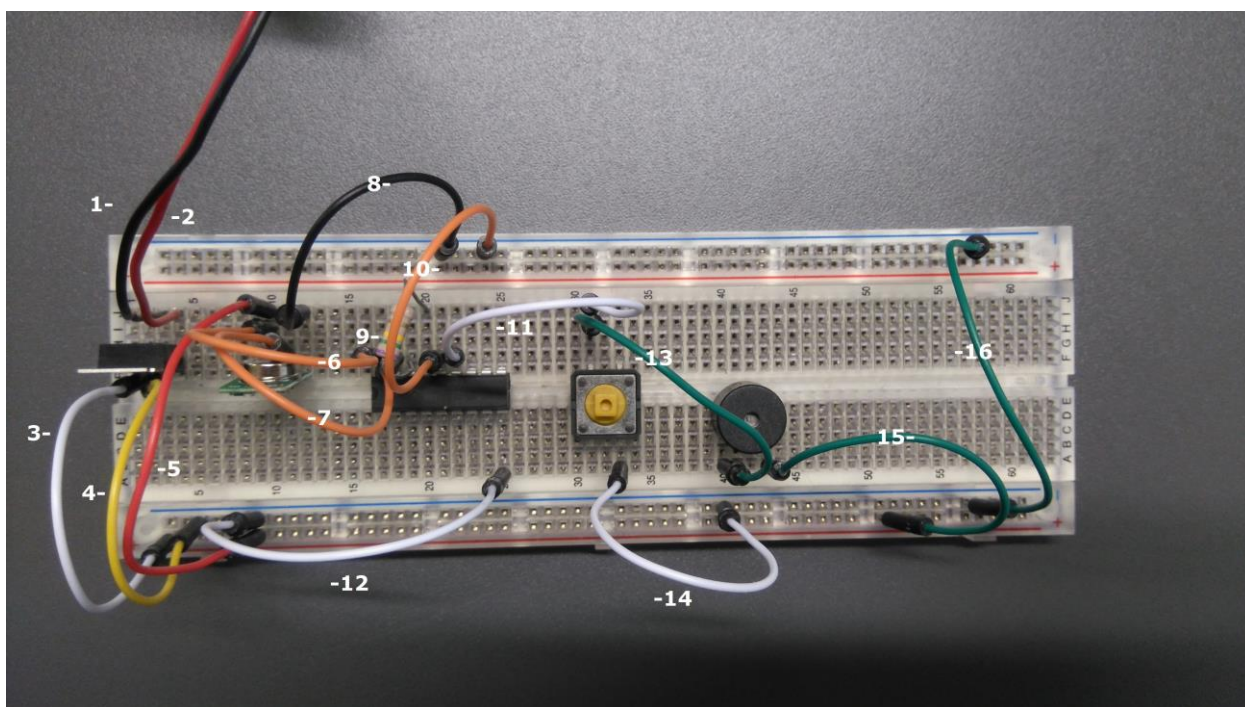


Fig. 33 – Circuito do emissor legendado

- 1** - Polo negativo da pilha (fio preto) de 9V ligado ao terminal negativo (GND) do transístor LM7805AC.
- 2** - Polo positivo da pilha (fio vermelho) de 9V ligado ao terminal de entrada (Input) do transístor LM7805AC.
- 3** - Fio ligado ao terminal de saída (Output) do transístor e ao trilho positivo da breadboard.
- 4** - Fio ligado ao terminal Input do transístor e ao trilho negativo da breadboard.
- 5** - Fio que liga o pino V_{cc} do RF transmitter ao trilho positivo da placa breadboard.
- 6** - Pino V_{cc} do RF transmitter ligado ao pino V_{DD} do HT12E.
- 7** - Pino Data do RF transmitter ligado ao pino DOUT do HT12E.
- 8** - Ligação do pino GND do RF transmitter ao trilho negativo da placa.
- 9** - Resistência de 750K Ω ligada aos pinos OSC1 e OSC2.
- 10** - Pino TE ligado ao trilho negativo da placa.
- 11** - Pino AD11 ligado a um dos terminais do botão de pressão.
- 12** - Pino VSS ligado ao trilho negativo da placa.
- 13** - Fio com ligação ao mesmo trilho do fio 11 do botão de pressão e ao terminal negativo do buzzer.
- 14** - Terminal do botão de pressão ligado ao trilho negativo da placa.
- 15** - Ligação do terminal positivo do buzzer ao trilho positivo da placa.
- 16** - Interligação dos dois trilhos negativos da placa.

Recetor

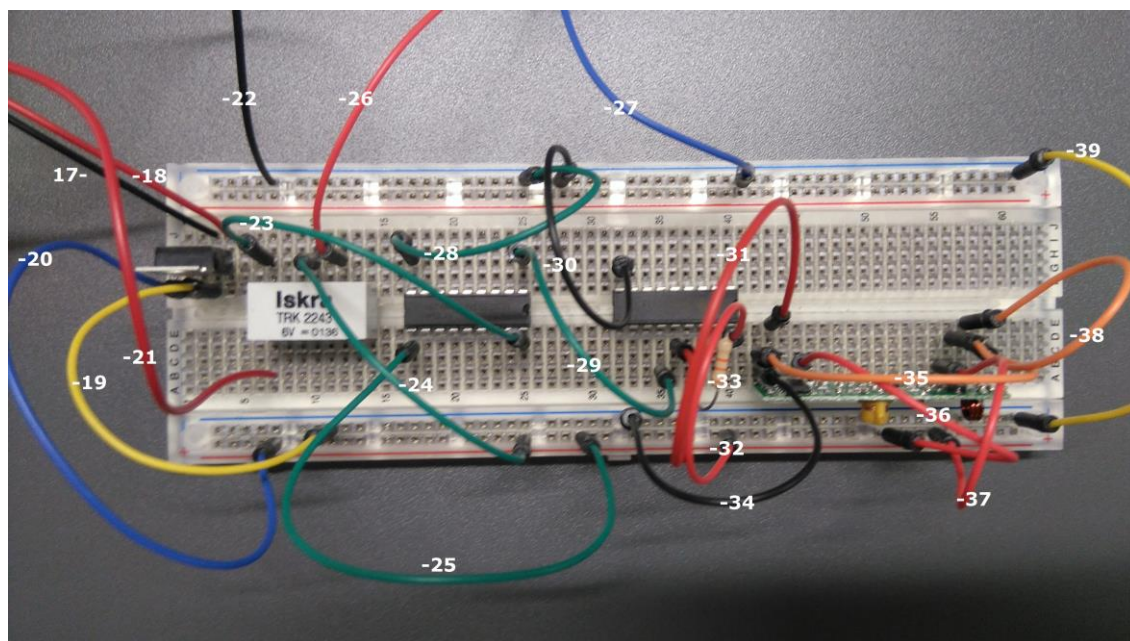


Fig. 34 - Circuito do recetor legendado

Cofinanciado por:



Escola Sede: ESCOLA SECUNDÁRIA MARQUES de CASTILHO | Código: 161962
Largo Dr. António Breda, 3750-106 Águeda | T: 234 600 540 | F: 234 601 166
NIF: 600085716 | geral@esmcastilho.pt | www.esmcastilho.pt

IMSQUA00805

Página 33

- 17** - Polo negativo da pilha de 9V ligado ao terminal negativo (GND) do transístor LM7805AC.
- 18** - Polo positivo da pilha de 9V ligado ao terminal de entrada (Input) do transístor LM7805AC.
- 19** - Fio ligado ao terminal GND do transístor e ao trilho negativo da breadboard.
- 20** - Fio ligado ao terminal Output do transístor e ao trilho positivo da placa.
- 21** - Ligação do polo positivo da segunda pilha ao terminal positivo do relé.
- 22** - Ligação do polo negativo da segunda pilha ao trilho negativo da placa.
- 23** - Ligação do pino 1C do ULN2803 ao terminal negativo do relé.
- 24** - Ligação do Contacto Comum do relé ao trilho positivo da placa (5V).
- 25** - Pino COM do ULN2803 está ligado ao trilho positivo da placa (5V).
- 26** - Ligação do terminal positivo do motor (fio vermelho) ao contacto NA do relé.
- 27** - Ligação do terminal negativo do motor (fio azul) ao trilho negativo da placa.
- 28** - Ligação do pino GND ao trilho negativo da placa.
- 29** - Pino 1B está ligado ao pino D11 do HT12D.
- 30** - Ligação do pino VSS ao trilho negativo da placa.
- 31** - O pino DIN do HT12D está ligado ao pino Data do RF receiver.
- 32** - Ligação do pino VDD ao trilho positivo da placa, ou seja, aos 5V.
- 33** - A resistência de 33K Ω está ligada aos pinos OSC1 e OSC2 do decoder.
- 34** - O pino GND do RF receiver está ligado ao trilho negativo da placa (GND).
- 35** - Interligação dos dois pinos GND do RF receiver.
- 36** - Ligação do pino V_{CC} do RF receiver ao trilho positivo da placa breadboard.
- 37** - Ligação do outro pino V_{CC} do RF receiver ao trilho positivo da placa.
- 38** - Interligação dos dois pinos GND do RF receiver.
- 39** - Interligação dos dois trilhos negativos da placa.

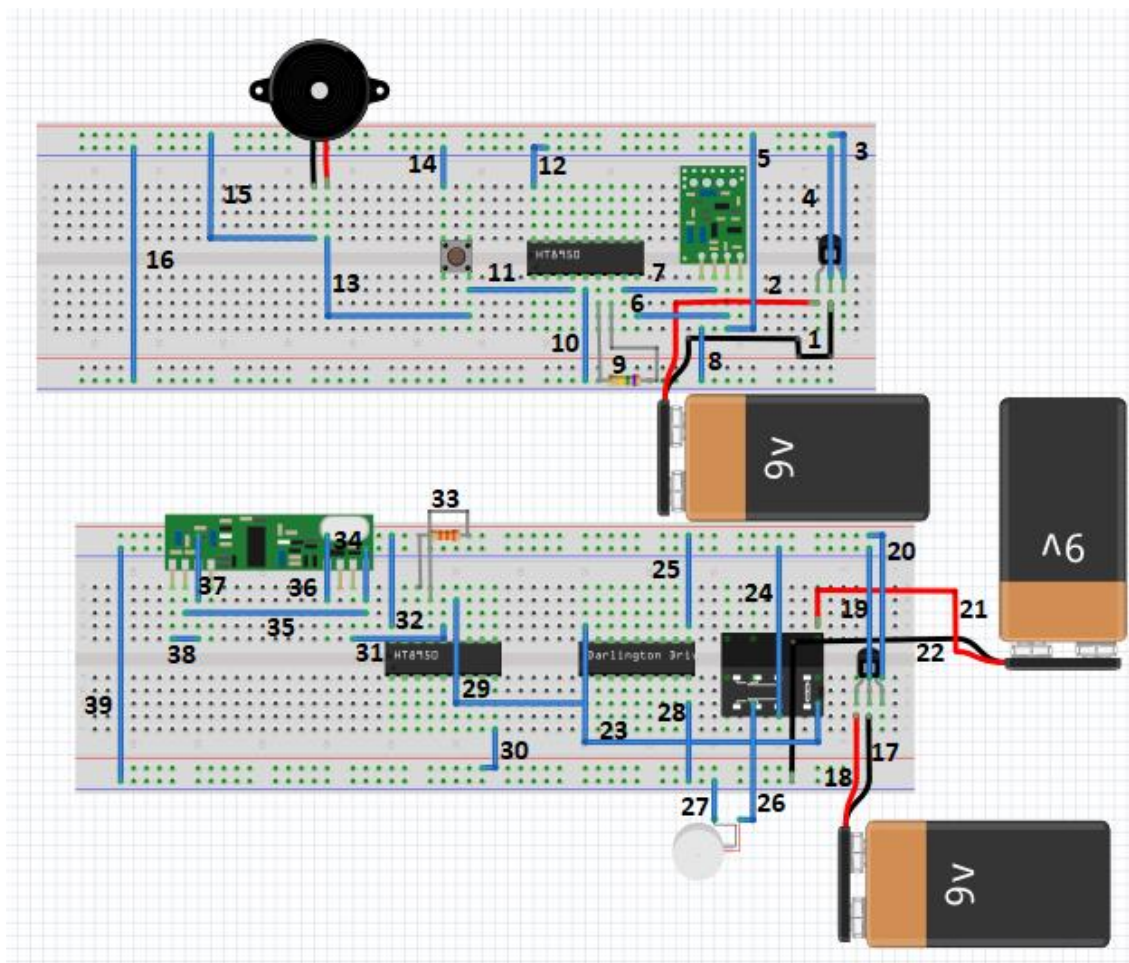


Fig. 35 - Esquema Fritzing com ambos os circuitos

3. Conclusão

Em suma, com este projeto conseguimos construir o circuito a que nos propusemos, tendo a sua concretização correspondido às expectativas, pois foi interessante poder criar uma pulseira recorrendo ao sistema de radiofrequência que permite, a julgar pelos ensaios efetuados, interligar uma campainha com a ideia de pulseira eletrónica com o objetivo de facilitar de forma simples a vida de pessoas com dificuldades auditivas ou que, pela idade avançada, tenham outro tipo de dificuldade sensoriais.

No âmbito teórico e prático, o projeto foi concebido com maior domínio na área da eletrónica. Todos os elementos e conceitos usados e aplicados, respetivamente, estiveram mais relacionados com a montagem de circuitos, teste dos componentes, procura das fichas técnicas (datasheets), estudo da melhor forma de realizar o projeto, e, o mais importante, com o desenvolvimento de competências na resolução de problemas. A realização deste tipo de trabalhos pretende procurar o lado autónomo e de autossuperação por parte do aluno, sendo uma mais-valia para o mundo do trabalho.

Ao longo do projeto, tal como já fora referido no relatório, surgiram algumas dificuldades, nomeadamente o processo de testagem-erro-reformulação permanente até ao protótipo final ficar funcional. A maior dificuldade encontrada foi o facto de se descobrir que dois microcontroladores Rfduino não podem ser utilizados em simultâneo porque não são compatíveis. Esta situação afetou parcialmente o ritmo do trabalho, pois foi preciso procurar uma nova solução rapidamente para não comprometer o desenvolvimento e a conclusão do projeto. No entanto, o método RF Receiver e RF Transmitter provou ser mais eficaz do ponto de vista da resistência e também uma solução mais económica e simples. Simultaneamente os requisitos deste método viabilizaram e deram fiabilidade ao produto. Por outro lado, aspetos como a ligação dos componentes e a conexão correta entre o buzzer, relé e motor de vibração foram outros pontos que precisaram de ser corrigidos.

Este projeto, para além de ter sido concebido a pensar nas pessoas portadoras de deficiência auditiva e visual e com dificuldades inerentes à idade avançada, pode também tirar grande proveito em pessoas que não tenham qualquer limitação. Para além disso, esta ideia pode gerar funções novas em oportunidades futuras, como por exemplo no caso de pessoas acamadas com cuidadores, este sistema poderia, com os devidos ajustamentos, ser utilizado

para chamar alguém que está longe, pressionando um botão e o sujeito cuidador do outro lado recebe o sinal na pulseira. Outro exemplo poderia ser uma pulseira com imagem e câmara exterior, ou seja, quando alguém tocasse à campainha, essa câmara deteta a pessoa e encaminha a imagem para a pulseira, podendo ser vista pelo portador.

O desenvolvimento destas ideias é uma mais-valia da qual a sociedade pode tirar partido, uma vez que podem ser soluções práticas, simples e, expectavelmente, económicas. São utilitários com impacto significativo no quotidiano e na qualidade de vida das pessoas. E é por isso que, acreditamos, este projeto reúne um conjunto de vantagens que podem ser usufruídas por todas as pessoas: utilidade, simplicidade, baixo preço, fácil adaptação, acessibilidade, durabilidade e segurança (não compromete a saúde do utilizador, que lhe atribuem viabilidade).

4. Bibliografia

- Baú da Eletrônica Componentes Eletrônicos Ltda. (2014). *Sensor de Vibração SW-420*. Obtido de baudaeletronica:
<http://www.baudaeletronica.com.br/sensor-de-vibrac-o-sw-420.html>
- Challenge Electronics. (2010). *Omni-Directional Foil Electret Condenser Microphone*. Obtido de Sparkfun:
<http://cdn.sparkfun.com/datasheets/Sensors/Sound/CEM-C9745JAD462P2.54R.pdf>
- HOLTEK SEMICONDUCTOR INC. (2000). *HT12A/HT12E 2¹² Series of Encoders*. Obtido de <http://138.197.44.96/datasheets/HT12E.pdf>
- HOLTEK SEMICONDUCTOR INC. (2002). *HT12D/HT12F 2¹² Series of Decoders*. Obtido de <http://138.197.44.96/datasheets/HT12D.pdf>
- Jogando às Cegas. (2015). *Jogando às cegas*. Obtido de Conheça os tipos de relógios de pulso para deficientes visuais:
<http://jogandoascegas.com.br/relogios-de-pulso-para-deficientes-visuais/>
- Kushagra. (2012). *RF Module (Transmitter & Receiver)*. Obtido de Engineers Garage: <https://www.engineersgarage.com/electronic-components/rf-module-transmitter-receiver>
- Learning About Electronics. (s.d.). *learning about electronics*. Obtido de How to Build an Electret Microphone Circuit:
<http://learningaboutelectronics.com/Articles/Electret-microphone-circuit.php>
- Learning About Electronics. (s.d.). *learning about electronics*. Obtido de How to Build a Vibration Motor Circuit:
<http://learningaboutelectronics.com/Articles/Vibration-motor-circuit.php>
- PORDATA. (2015). *Indicadores de envelhecimento segundo os Censos - Portugal*. Obtido de Pordata:
<http://www.pordata.pt/Portugal/Indicadores+de+envelhecimento+segundo+os+Censos+-+525>
- PORDATA. (2015). *População residente com deficiência segundo os Censos: total e por tipo de deficiência (1960-2001)*. Obtido de pordata:
<http://www.pordata.pt/DB/Municipios/Ambiente+de+Consulta/Tabela>
- PRODUZA S/A. (2016). *Produza*. Obtido de Pré-requisitos técnicos para montar um projeto eletrônico: <http://produza.ind.br/gestao/pre-requisitos-tecnicos-para-montar-um-projeto-eletronico/>
- Proto-PIC Electronic Components, RelChron Ltd. (2017). *Proto Pic*. Obtido de Electret Microphone: <https://www.proto-pic.co.uk/electret-microphone.html>

- RF Digital . (2015). *Simblee™ Bluetooth® Smart Module RFD77101: DATASHEET*.
Obtido de Simblee:
<https://www.simblee.com/Simblee%20RFD77101%20Datasheet%20v1.0.pdf>
- Rfduino. (2017). *Endless Possibilities For Your Projects*. Obtido de Rfduino:
<http://www.rfduino.com/>
- Robokits India. (2017). *Robokits*. Obtido de HT12E & HT12D Encoder And Decoder Ic For Rf Modules: <http://robokits.co.in/wireless-solutions/ht12e-ht12d-encoder-and-decoder-ic-for-rf-modules>
- Santos, D. M. (2017). *Relê*. Obtido de Infoescola:
<http://www.infoescola.com/electronica/rele/>
- SparkFun Electronics. (s.d.). *Rfduino - Simblee Starter Kit*. Obtido de Sparkfun:
<https://www.sparkfun.com/products/13785>
- SparkFun Electronics. (s.d.). *Vibration Motor*. Obtido de Sparkfun:
<https://www.sparkfun.com/products/8449>
- TechTarget. (2017). *radio frequency (RF, rf)*. Obtido de Search Networking:
<http://searchnetworking.techtarget.com/definition/radio-frequency>
- Texas Instruments Incorporated. (2017). *ULN2803A Darlington Transistor Arrays*.
Obtido de Texas Instruments:
<http://www.ti.com/lit/ds/symlink/uln2803a.pdf>
- Usina. (s.d.). *Pulseira Antiestática sem fio para proteção ESD*. Obtido de Usinainfo:
<http://www.usinainfo.com.br/pulseira-antiestatica/pulseira-anti-estatica-sem-fio-para-protecao-esd-862.html>
- Wenshing. (s.d.). *Wireless Hi Power Transmitter Module (RF ASK)*. Obtido de Cloudfront:
http://dlnmh9ip6v2uc.cloudfront.net/datasheets/Wireless/General/TWS-BS-3_433.92MHz_ASK_RF_Transmitter_Module_Data_Sheet.pdf
- Wenshing. (s.d.). *Wireless Hi Sensitivity Receiver Module (RF ASK)*. Obtido de Cloudfront:
http://dlnmh9ip6v2uc.cloudfront.net/datasheets/Wireless/General/RWS-371-6_433.92MHz_ASK_RF_Receiver_Module_Data_Sheet.pdf
- Zhejiang Yuesui Electron Stock Co.,Ltd. (2016). *Coin Type Vibration Motor* . Obtido de Sparkfun: <https://cdn.sparkfun.com/datasheets/Robotics/B1034.FL45-00-015.pdf>
- PTRobotics. (s.d.). *Buzzer 5V*. Obtido de Ptrobotics:
https://www.ptrobotics.com/som/607-buzzer-5v.html?search_query=buzzer&results=35

- PTRobotics. (s.d.). *HT12D - Remote Control Decoder*. Obtido de Ptrobotics:
https://www.ptrobotics.com/wireless/1200-ht12d-remote-control-encoder.html?search_query=rf+encoder&results=3
- PTRobotics. (s.d.). *HT12E - Remote Control Encoder*. Obtido de Ptrobotics:
https://www.ptrobotics.com/wireless/1199-ht12e-remote-control-encoder.html?search_query=rf+encoder&results=3
- PTRobotics. (s.d.). *RF Link Receiver - 4800bps 434MHz*. Obtido de Ptrobotics:
https://www.ptrobotics.com/wireless/877-rf-link-receiver-4800bps-434mhz.html?search_query=rf+receiver&results=23
- PTRobotics. (s.d.). *RF Link Transmitter - 434MHz*. Obtido de Ptrobotics:
https://www.ptrobotics.com/wireless/875-rf-link-transmitter-434mhz.html?search_query=rf+transmitter&results=11
- PTRobotics. (s.d.). *Tactile Button 12mm Black*. Obtido de Ptrobotics:
https://www.ptrobotics.com/tactile-switch/1050-tactile-button-12mm-black.html?search_query=tactile+switch&results=37
- PTRobotics. (s.d.). *ULN2803*. Obtido de Ptrobotics:
https://www.ptrobotics.com/circuitos-integrados-varios/120-uln2803.html?search_query=uln2803&results=2
- PTRobotics. (s.d.). *Vibrating Mini Motor Disc*. Obtido de Ptrobotics:
https://www.ptrobotics.com/motores-dc/2951-vibrating-mini-motor-disc.html?search_query=vibration+motor&results=11