

Os Amplificadores Magnéticos



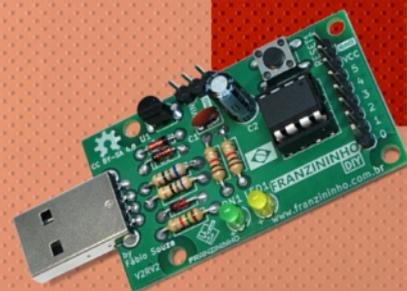
revista

INCBELETRÔNICA

Número 6
SET/OUT 2021

Detector de Metais

Programando a Franzininho
DIY em linguagem C



A Eletrônica no Aeromodelismo Parte II

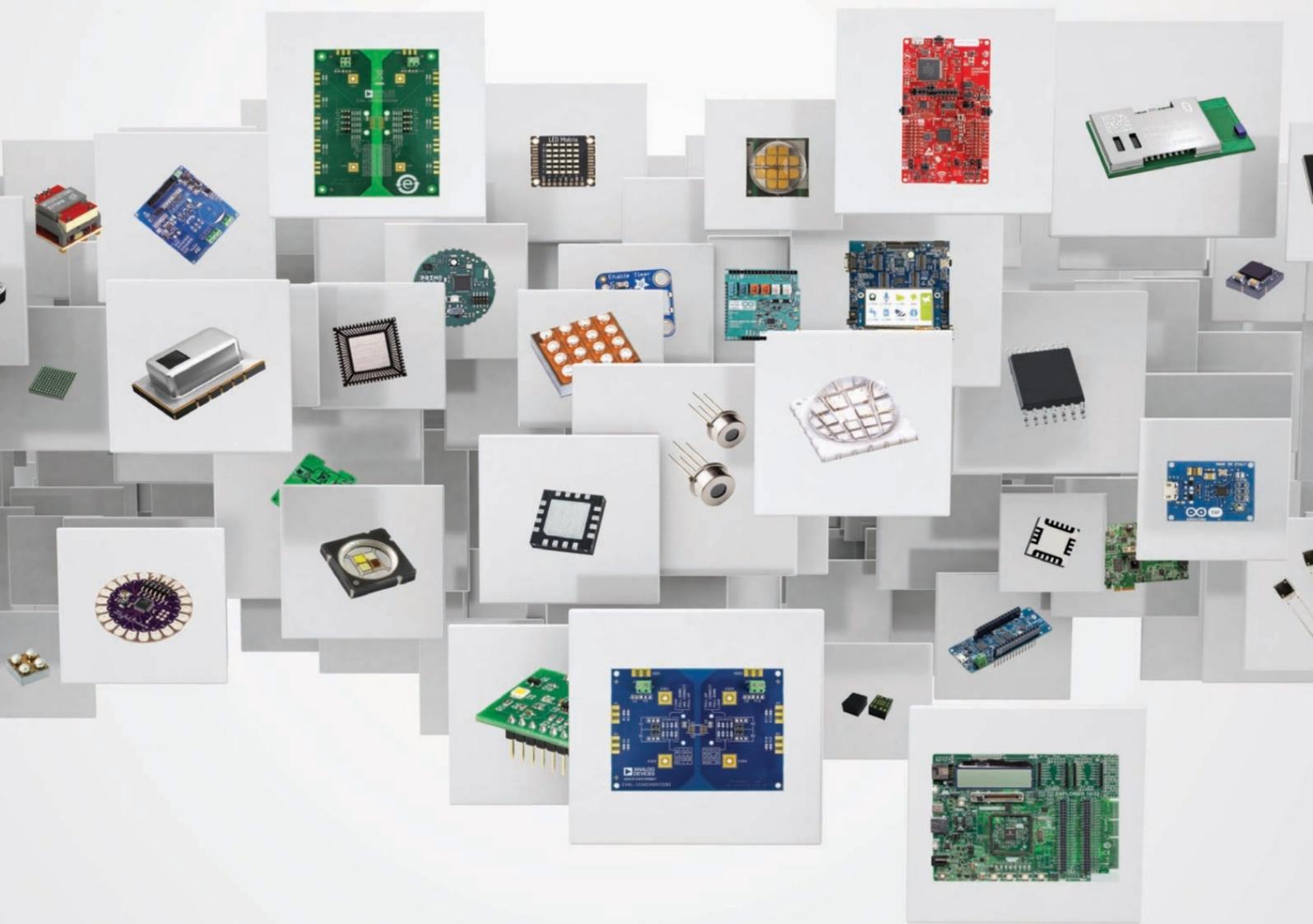
Medindo Supercapacitores

Medindo Biopotenciais



Monitoramento remoto de volume e vazão
de um reservatório de água com SigFox

Os mais novos produtos em estoque



Compre **com** confiança

mouser.com/new



MOUSER
ELECTRONICS.

Expediente**Revista INCB Eletrônica**

Revista do Instituto Newton C. Braga

Ano 1 – Edição nº 6 - 2021

Editor-chefe

Newton C. Braga

Produção Gráfica – Redação:

Renato Paiotti

Atendimento ao leitor:

leitor@newtoncbraga.com.br

Atendimento ao cliente:

publicidade@newtoncbraga.com.br

Impressão:

Clube dos autores

Conselho editorial:

Antonio Carlos Gasparetti

José Carlos Valbão

Luiz Henrique Correa Bernardes

Marcos de Lima Carlos

Newton C. Braga

Pedro Bertoleti

Renato Paiotti

Administração:

Newton C. Braga (CEO)

Marcelo Lima Braga

(Gerente Administrativo)

Jornalista Responsável:

Marcelo Lima Braga

MTB 0064610SP

Colaboradores:

Alexandre José Nário

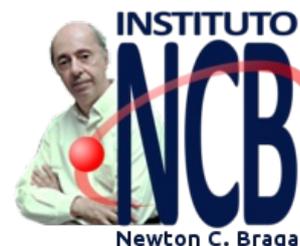
Fábio Souza

Luiz Carlos Burgos

Pedro Bertoleti

Tiago Figueiredo

Não é permitida a reprodução das matérias publicadas sem previa autorização dos editores. Não nos responsabilizamos pelo uso indevido do conteúdo de nossos artigos ou projetos.

**Olhando para a tecnologia de todos os tempos**

Levamos aos nossos leitores, com muita satisfação e com muita dedicação, mais uma edição de nossa revista INCB Eletrônica. Uma revista como nos velhos tempos, mas abordando a tecnologia de todos os tempos com especial atenção ao que se pode fazer com a tecnologia de hoje e visando a tecnologia do futuro. Tratando de tecnologia não olhamos para o fator tempo. Tecnologia não tem época. Assim, ao lado de um artigo do passado que trata dos amplificadores magnéticos temos um artigo do presente que trata dos sinais do corpo humano. Além disso temos a parte prática com um interessante detector de metais e o monitoramento de água com SigFox e no setor educacional falamos da programação da Franzininho e de eletrônica no aeromodelismo. Temos ainda as seções de service, dicas, notícias e lançamentos de grande interessante para nossos leitores. Uma revista que você ter tanto na versão impressa como virtual para formar uma coleção de grande valia para todos que são do mundo da tecnologia eletrônica e mesmo de outras. Certamente, esta será mais uma edição que você lerá de ponta a ponta, absorvendo conhecimentos de grande valia para sua vida profissional, de estudante ou de professor.

Newton C. Braga



TECNOLOGIA

Os Amplificadores Magnéticos	6
Medindo Biopotenciais	58

PROJETOS

Detector de Metais	46
--------------------------	----



INTERNET DAS COISAS

Monitoramento remoto de volume e vazão de um reservatório de água com SigFox	36
--	----

EDUCACIONAL

Programando a Franzininho DIY em linguagem C	16
Eletrônica no aeromodelismo - Parte II	26

SERVICE

Medindo Supercapacitores	44
Como Testar o MOSFET com Multímetro Analógico	54

DICAS

Representação de valores	12
Usando corretamente as saídas do microcontrolador	21

Notícias	10
Componentes	11
Práticas de Service	63

Inscreeva-se em
nosso canal no



SEGUNDAS

Projetos que
Marcam Época

TREBUCHET
DA TECNOLOGIA

NÚMERO 2 - AGOSTO DE 2002

Velas Espaciais

Motores Iônicos



TERÇAS

Trebuchet da Tecnologia

QUARTAS

Diversos assuntos
para você aprender



SEXTAS de LIVES

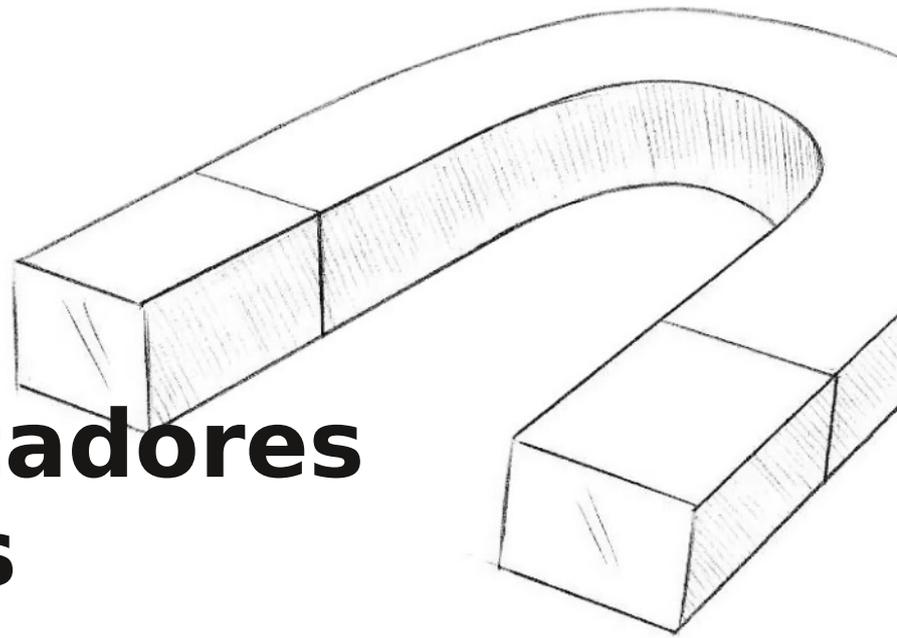
Nossas Lives é um ponto de encontro para bater um papo com a turma do Chat sobre tecnologia e eletrônica



Acesse já o nosso canal.
Inscreeva-se e ative as notificações.

<https://www.youtube.com/c/InstitutoNCBNewtonCBraga>





Os Amplificadores Magnéticos

Newton C. Braga

Quando analisamos a história da eletrônica, normalmente colocamos na sequência básica de tecnologias o início com componentes passivos, depois as válvulas, os transistores e agora a era dos circuitos integrados com vista para a eletrônica quântica. Mas, não falta nada nessa sequência? É o que veremos neste artigo em que viajamos ao passado e vamos descobrir que no tempo das válvulas já havia uma tecnologia paralela, que ficou um pouco esquecida, a dos amplificadores magnéticos.

A ideia de se poder amplificar sinais elétricos não é nova. Na verdade, ela já existia muito antes das válvulas e mesmo de se ter início a era do rádio. Segundo documentação antiga, a ideia de se ter um componente com o qual seria possível controlar grandes potências a partir de sinais de pequenas potências já era analisada em 1888, se bem que o nome amplificador ainda não era usado.

A ideia era usar núcleos saturáveis no controle de máquinas elétricas, principalmente de uso pesado, como ocorria com equipamentos usados em navios, feitos desde 1900. Com a chegada das válvulas, as pesquisas no sentido de se utilizar núcleos magnéticos para o desenvolvimento de circuitos de controle foram reduzidas, pois as válvulas pareciam ter melhor desempenho nessa função.

As pesquisas feitas na época mostram que, segundo se indica, foram os alemães que inventaram os amplificadores magnéticos, mas hoje essa invenção é atribuída aos americanos. A descoberta dos retificadores de selênio parece ter contribuído para a ampliação do uso desses amplificadores.

O fato é que os alemães usaram na primeira metade do século passado amplificadores magnéticos em sistemas estabilizadores para canhões, pilotos automáticos, controle de servos, mísseis inclusive no controle de estabilizadoras na famosa bomba voadora V2. **(Figura 1)**

Segundo consta, as aplicações civis dos amplificadores magnéticos também se estenderam a computadores, caminhões, locomotivas e até no controle de linhas de transmissão envolvendo potências que chegavam a 50 000 kVA. Consta também que na época que vai do início do século até 1950, muitos países fizeram esforços no sentido de desenvolver tecnologias com esse tipo de componente que não usava tubos de vácuo e bem materiais semicondutores.

Dizem que os esforços alemães na segunda guerra para desenvolver essa tecnologia estava na fragilidade da válvula e sua menor durabilidade quando comparada aos amplificadores magnéticos. Os próprios americanos, durante a segunda guerra retomaram as pesquisas com esta tecnologia, chegando

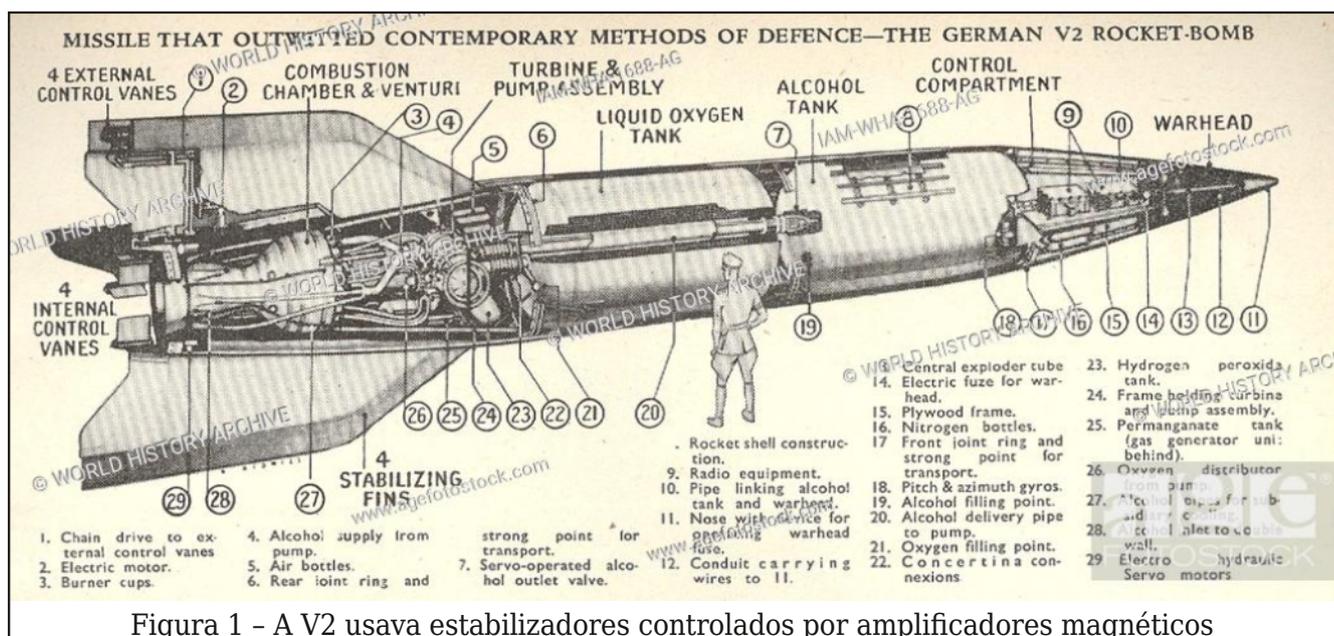


Figura 1 - A V2 usava estabilizadores controlados por amplificadores magnéticos

a usá-los em radares, computadores e outros circuitos. Mas, o que é afinal um amplificador magnético? Um componente de uma tecnologia disruptiva que ainda pode ser usado em nossos dias?

0 amplificador magnético

Para entender como funciona este tipo de componente, podemos partir de uma analogia hidráulica. Podemos controlar um fluxo de água que seja capaz de exercer uma grande pressão através de uma válvula que possa ser ativada com uma pequena pressão, conforme mostra a **figura 2**.

Com uma pequena pressão podemos então controlar um fluxo com uma pressão muito maior. É segundo esse princípio que funcionam os freios hidráulicos dos automóveis. Mas, podemos transferir esse princípio aos circuitos eletrônicos, partindo de uma

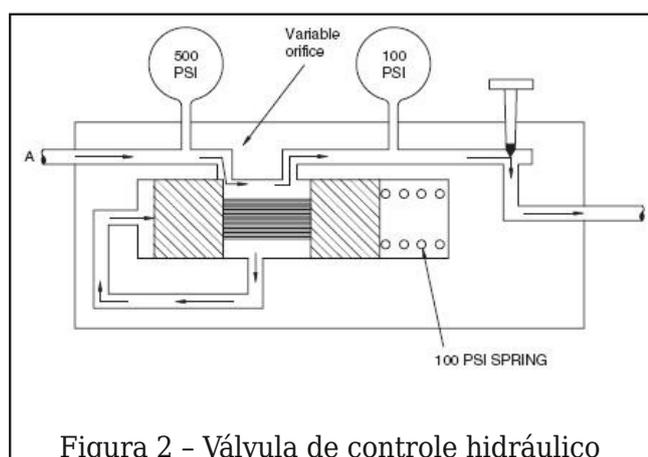


Figura 2 - Válvula de controle hidráulico

configuração simples de corrente alternada mostrada na **figura 3**.

Se tivermos uma bobina em série com uma carga, conforme mostra a figura, sabemos que a indutância dessa bobina representará uma oposição à passagem da corrente que chega até a carga. Com maior indutância teremos menos potência a carga e com menor indutância teremos maior potência. Mas, o importante é que podemos controlar essa indutância com a movimentação de um núcleo no interior da bobina. Assim, com pequeno esforço, podemos controlar a potência aplicada a carga, o que representa um ganho de potência.

Neste caso, o que temos é o controle pela presença do núcleo, com sua movimentação, ou seja, controlamos corrente elétrica com força mecânica. No entanto, numa aplicação mais eficiente, o que podemos fazer é usar um núcleo fixo e controlar a permeabilidade do núcleo através de um campo criado por uma bobina de controle, conforme mostra a **figura 4**.

Assim, com uma corrente menor circulando num enrolamento de controle, se usar-

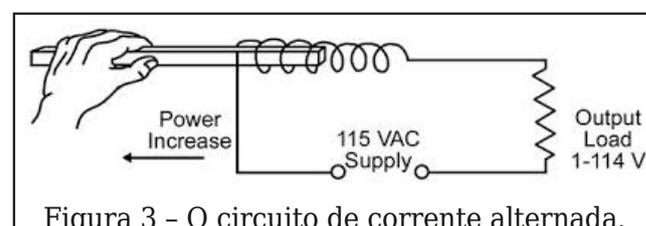


Figura 3 - O circuito de corrente alternada.



Figura 4 - A configuração em que controlamos corrente com corrente

mos um núcleo saturável, podemos controlar uma corrente muito maior que seja aplicada a uma carga. A relação amperes/espira do enrolamento de controle e amperes/espiras do enrolamento de carga dá o ganho deste circuito amplificador. É claro que também podemos pensar na sua aplicação num circuito de corrente contínua para a carga, agregando um diodo retificador, conforme mostra a **figura 5**.

É claro que este é um circuito teórico simplificado. Na prática, alguns problemas que podem ocorrer neste circuito podem ser eliminados.

Um dos problemas é que, se observarmos o circuito, vemos que se trata de um transformador e que a corrente que circula no enrolamento da carga pode induzir uma alta tensão no enrolamento de controle, capaz de afetar o circuito de entrada. Assim, pode-

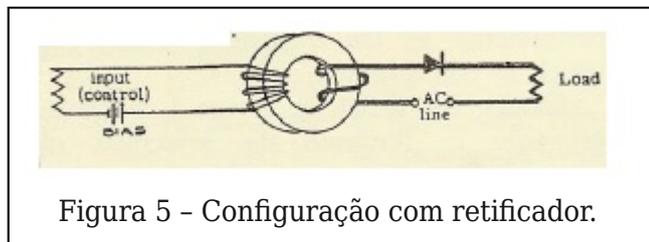


Figura 5 - Configuração com retificador.

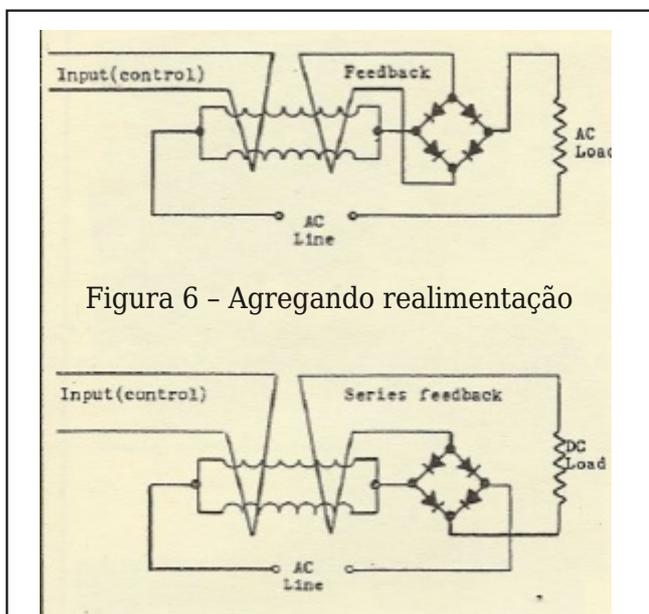


Figura 6 - Agregando realimentação

mos partir do circuito básico e fazer algumas melhorias como, por exemplo, agregar realimentação (feedback), conforme mostra a **figura 6**.

Ganhos de potência muito altos podem ser obtidos num circuito desse tipo. Eles podem passar de diversos milhões de vezes. Na **figura 7** temos um circuito que mostra como podemos usar um amplificador magnético para controlar a velocidade de um motor e também inverter seu sentido de rotação.

Um circuito simples que pode ser usado em aplicações didáticas é o de um Dimmer ou controle de potência para uma lâmpada incandescente (**figura 8**).

Numa publicação de 1957 encontramos um amplificador magnético que usava um novo componente, um reator saturável que era usado numa simples fonte de alimentação para polarização, mostrada numa revista Radio News da época. O circuito é mostrado na **figura 9**.

E, coisas mais complexas podiam ser feitas como o multivibrador monoestável ou um circuito prático muito interessante encontrado em documentação atual. Trata-se de um circuito que usa um microfone de carvão para modular uma bobina de Tesla, conforme podemos ver na **figura 10**.

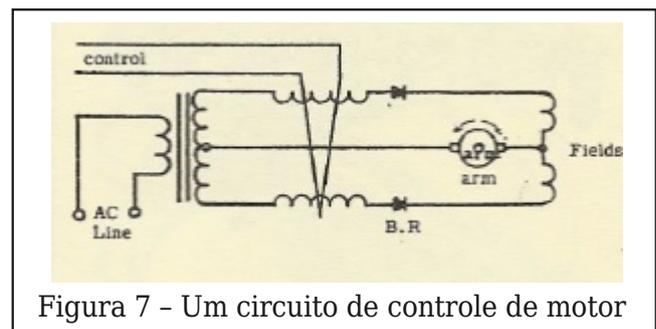


Figura 7 - Um circuito de controle de motor

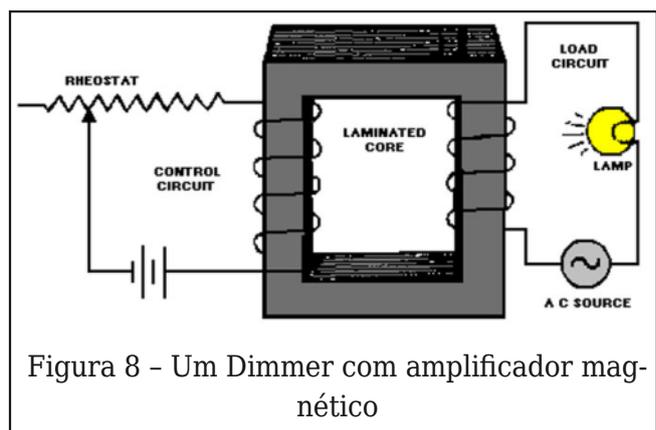


Figura 8 - Um Dimmer com amplificador magnético

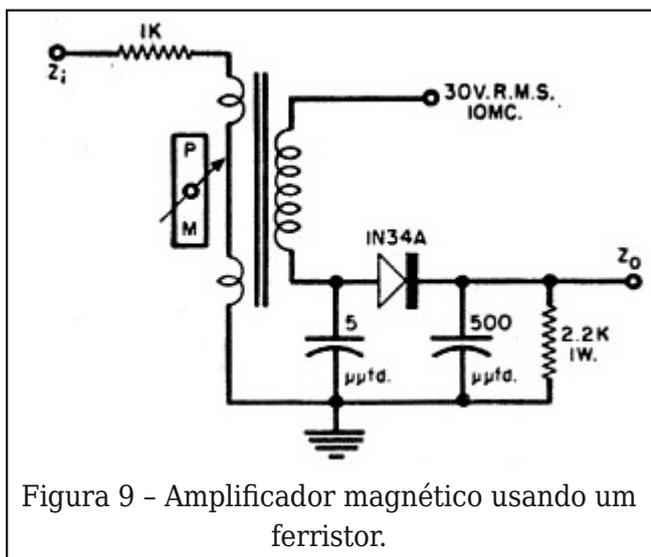


Figura 9 - Amplificador magnético usando um ferristor.

Na foto da **figura 11** um antigo amplificador magnético de pequeno porte. Unidades gigantescas usadas em indústrias existiram nos anos anteriores a 1950.

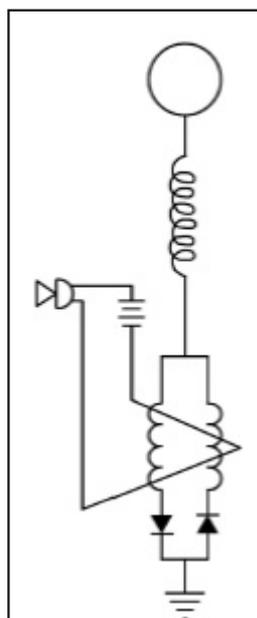


Figura 10 - Modulador para bobina de Tesla



Figura 11 - Um amplificador magnético

•Referências: U.S. Navy (1951) - High Voltage Press - 2000

Sistema IoT Completo para medição de Água

DD
DUODIGIT

A Duodigit pioneira do uso da rede LPWAN Sigfox no Brasil oferece aos integradores uma solução completa de medição remota de consumo de água. Operado por bateria com 10 anos de vida útil para duas transmissões diárias. Utilizado no Brasil e em vários outros países é um sistema robusto de fácil instalação e operação com total suporte e treinamento. Contate com a Duodigit para entrar no universo da internet das coisas (IoT) utilizando sistemas e equipamentos profissionais de alto desempenho.



DD Duodigit Inovações Tecnológicas Ltda

www.duodigit.com.br

vendas@duodigit.com.br

Notícias e Componentes

Notícias

Clique ou fotografe os QRCode para mais detalhes

Primeiro rifle eletromagnético à venda nos Estados Unidos

O primeiro rifle eletrônico, baseado no que se denomina “canhão de Gauss” foi colocado à venda nos Estados Unidos. Até então não havia sido conseguido um campo magnético com intensidade suficiente para lançar um projeto com efeitos destrutivos, como numa arma comum. No entanto, com o aperfeiçoamento das tecnologias que envolvem a descarga de supercapacitores em potentes eletroímãs, se tornou possível a obtenção de uma força magnética capaz de acelerar um projétil com velocidade comparável a de uma arma convencional. Assim, a Arcflash Labs de Los Angeles anunciou seu rifle elétrico, mostrado na imagem.



Recorde de distância com o 6G

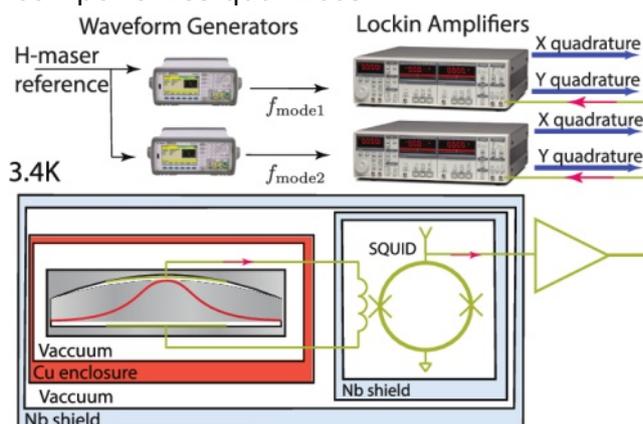
Para ondas T (faixa de Terahertz) alcançar distâncias de algumas dezenas de metros não é fácil, pois a presença de obstáculos e a própria atenuação do meio dificultam sua propagação. Assim, o uso dessas faixas na próxima geração das comunicações sem fio (6G) exige estudos que levem a se obter o máximo de alcance. Assim, a LG anunciou o recorde de alcance para uma emissão 6G, chegando a 100 metros, o que é muito para

as frequências utilizadas. Essas frequências deverão ser utilizadas amplamente em uma rede de bilhões de dispositivos que deverão cobrir a maior superfície possível de nosso planeta.



Sensor quântico detecta ondas gravitacionais

Com os sensores quânticos em pleno desenvolvimento, uma interessante notícia nos traz descobertas feitas no ramo da radioastronomia com a detecção de ondas gravitacionais de altas frequências. Os dispositivos até então usados podiam apenas detectar ondas de baixas frequências, mas pesquisadores de um grupo de universidades anunciaram a detecção de ondas gravitacionais de baixas frequências usando um sensor quântico do tipo SQUID. Baseado numa estrutura de quartzo, estes sensores puderam captar ondas gravitacionais extremamente fracas, abrindo assim um novo campo de uso para componentes quânticos.



Componentes



DFRobot Gravity 5V Sensor de Nível de Líquido Sem Contato

O sensor de nível de líquido sem contato DFRobot Gravity 5V tem uma interface de gravidade e é capaz de detectar níveis de líquidos

condutivos de 0-100°C em recipientes não metálicos. Possui um alcance de detecção de 3 mm. Fornecido com saída de quantidade digital (baixo), o sensor pode ser usado diretamente no Arduino UNO para nível de líquido. As aplicações incluem a detecção de um tanque de água, máquina de bebidas, tubo de água, tubo de ensaio de experimento científico, etc.

ca adaptadora STEVAL-MKIGIBV5. A placa-mãe incorpora o acelerômetro 3D ISM330DHCX e o sensor giroscópio 3D. Ele é conectado à placa adaptadora através de um cabo plano para torná-lo compatível com a placa-mãe STEVAL-MKI109V3. O kit fornece a pinagem ISM330DHCX completa e vem pronto para uso com os capacitores de desacoplamento necessários na linha de alimentação do VDD.



Infineon Technologies XENSIV™ 60 GHz Radar MMIC

O Radar MMIC de 60 GHz da Infineon Technologies XENSIV™ é um sensor de movimento por micro-ondas totalmente integrado e otimizado em tamanho, incluindo Antenas em Embarcada (AIP), bem como detectores de movimento e direção de movimento integrados. Os sensores de radar XENSIV 60GHz oferecem um formato pequeno e baixo consumo de energia, criando recursos de detecção intuitivos e inovadores para muitas aplicações. O Radar MMIC XENSIV 60GHz de última geração da Infineon tem uma antena de transmissão e três antenas de recepção em diversas aplicações industriais e de consumo, incluindo o smartphone Google Pixel 4. O radar fornece um modo de operação FMCW abrangendo uma largura de banda ultralarga de 5,5 GHz, permitindo a detecção de micromovimentos na faixa de mm. Esses recursos permitem detecção de radar avançada, incluindo detecção de presença, rastreamento, detecção vital e controle de gestos. O sensor de radar Doppler BGT60L-TR11AIP 60GHz inclui um transmissor.



T DF2Bx Diodos de proteção ESD da Toshiba

Os diodos de proteção ESD Toshiba DF2Bx são projetados para proteger dispositivos semicondutores usados em interfaces de dispositi-

vos móveis e outras aplicações contra eletricidade estática e ruído. Esses diodos utilizam características de snapback para fornecer baixa resistência dinâmica e desempenho de proteção superior. Os diodos de proteção ESD DF2Bx são adequados para uso com uma linha de sinal de 3,3 V / 5 V. Esses diodos vêm em um pacote compacto que é adequado para uso em layouts de placa de alta densidade, como em dispositivos móveis. As aplicações típicas incluem smartphones, tablets, notebooks e desktops.

Kit de módulo inercial STEVAL-MKI210V2K iNEMO

Este kit da STMicroelectronics consiste num kit de módulo inercial iNEMO incluindo a placa principal STEVAL-MKI210V2 e a pla-



Newton C. Braga

Representação de valores

Quando se trata de documentação técnica, a necessidade de se representar valores de grandezas de todos os tipos não deve escapar à atenção de um redator. Uma documentação técnica como um datasheet, um artigo técnico, uma produção acadêmica, devem seguir normas de representação de valores que todo o estudante, pesquisador, professor ou profissional deve conhecer.

Em inglês, existem muitas diferenças em relação ao modo como as quantidades são representadas. Além do próprio modo como é feita a numeração também temos regras em relação às unidades usadas.

No momento em que elaboramos uma documentação técnica, por exemplo, uma folha de dados de um componente ou produto, um manual de uso, um artigo técnico, um TCC ou ainda um livro é preciso que haja clareza, e isso principalmente na representação de quantidades.

Um deslize na representação pode significar, não apenas o uso incorreto de um produto como até mortes. Sim mortes.

As regras que damos a seguir, obtidas de documentação que pode ser acessada pelos links ou QR-Codes no final do artigo.

Regras básicas

1. Quando a frase começar com um número, ele deve ser expresso por extenso.

Exemplo:

- 6 transistors are used in this circuit (errado)
- Six transistors are used in this circuit (correto)

2. Quando a frase deve expressar desde o início dois ou mais números, eles devem ser expressos por numerais.

Exemplo:

- 16 transistors, 3 ICs and 1 SCR are used in this stage (correto)
- Sixteen transistor, three ICs and one SCR are used in this stage (errado)

3. Para números de 21 a 22, quando necessário, expresse-os de forma extensa. Entre os valores use hífen:

Exemplo:

- 25 resistors must be tested in this circuit. (errado)
- Twenty-five resistor must be tested in this circuit (correto)

4. Números de 1 a 10 devem ser grafados por extenso. Para valores maiores use numerais:

Exemplo:

- The test period for this equipment lasted four hours. (correto)
- The test period for this equipment lasted 25 hours. (correto)

5. Use a vírgula para separar os valores os milhares, milhões, bilhões etc., em grupos de 3 dígitos.

Exemplo:

- 3,512 (para 3 512)
- 73,812 (para 78 812)
- 1,912,812 (para 1 912 812)

O ponto é usado para separar as frações de unidade:

- 3.13 (3,13 para nós)
- 0.885 (0,0885)

Lembramos que a numeração nos países latinos é feita de forma diferente da numeração dos países de língua inglesa. Assim, enquanto nos países latinos usamos o ponto para separar os milhares e milhões (eventualmente deixando um espaço), nos países de língua inglesa usamos a vírgula.

Da mesma forma, nos países latinos usamos a vírgula para separar os inteiros dos decimais, nos países de língua inglesa usamos o ponto. Indo além, enquanto aqui um bilhão é mil milhões, na França, um bilhão é um milhão de milhões.

Um fato importante ocorre em relação aos países de língua francesa. Para nós e os países de língua inglesa, 1 bilhão corresponde a 1 000 milhões. Para os franceses, 1 bilhão é 1 milhão de milhões.

Latinos e Ingleses:

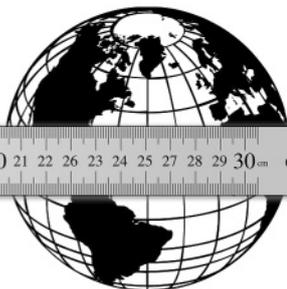
- 1 billion = 1 000 million

Franceses:

- 1 milliard - 1 000 000 million

E indo além, 1 billion em francês significa 1 trilhão!

Cuidado, portanto!



Unidades

Numa documentação técnica não basta apenas usar a unidade correta ao se expressar uma quantidade. Deve-se saber como colocá-la numa frase, usar múltiplos e submúltiplos, de modo a se evitar qualquer tipo de confusão.

6. Utilize um hífen entre o a quantidade e a unidade de medida quando ela modifica um substantivo.

Exemplo:

- 1,500-volt power supply
- 1,5-foot-long cable

7. Sempre use o singular quando frações de uma unidade for grafada

Exemplo:

- 0,5 volt (correto)
- 0,5 volts (errado)

8. Valores decimais ou frações devem ser sempre grafados na forma de numerais.

Exemplo:

- Six point five two zero (errado)
- 6.520 (correto)

9. Se quantidades aparecem duas vezes em sequência, uma delas deve ser expressa por extenso.

Exemplo:

- 20 220-ohm resistors (errado)
- Twenty 220-ohm resistor (correto)

10. Evite começar uma sentença com um numeral.

Exemplo:

- 2,000 transistors must be tested before use (não recomendado)
- Two thousand transistors must be tested before use (recomendado)

11. Procure manter consistência nas unidades usadas num texto.

Exemplo:

- Use 2-inch, 3-meter and 4-feet cables (errado)

12. Décadas são expressas sem o uso do apóstrofo.

Exemplo:

- 1980's (errado)
- 1980s (correto)

Uso correto das unidades

13. Use sempre as unidades padronizadas pelo SI (Sistema Internacional)

- 20 seg (errado)
- 20 s (correto)
- 1,5 mts (errado)
- 1,5 m (correto)

14. Não use os símbolos no plural. Use apenas a unidade, se necessário

Exemplos:

- 2,5 m (correto)
- 2,5 ms (errado)
- 120 millimeters (correto)
- 120 mms (errado)

15. Não agregue informação à unidade:

Exemplo:

- Vmax = 1500 V (correto)
- V = 1500 Vmax (errado)

16. Expresse as quantidades com clareza agregando unidades a cada valor.

Exemplo:

- 2.2 x 3.1 x 5.5 mm (errado)
- 2.2 mm x 3.1 mm x 5.5 mm (correto)

17. Na expressão das unidades por extenso, use o hífen e mantenha no singular ou sem o hífen usando o plural quando necessário. **Exemplo:**

- Five 15-ohm resistors or Five 5 ohms resistors

18. Ponto e vírgula decimais

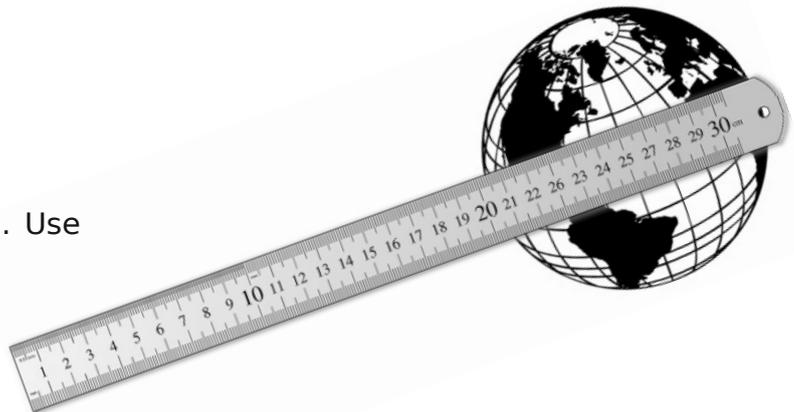
Em português não se respeita muito essa recomendação, em inglês temos o problema de agrupar milhares, milhões e decimais usando pontos e vírgulas.

Exemplos:

- 65 328 425 (correto)
- 65.328.425 (errado)
- 0.322 767 835 (correto)
- 0.322767835 (errado)

Conclusão

É claro que existem muitas outras recomendações e regras que devem ser seguidas quando se redige uma documentação técnica em inglês. As que levamos aos leitores foram obtidas de diversas documentações, inclusive do NIST que as estabelece nos Estados Unidos.



Guide for the use of the International System of Units (SI)

- <https://physics.nist.gov/cuu/pdf/sp811.pdf>



Writing with metric Units

- <https://www.nist.gov/pml/weights-and-measures>

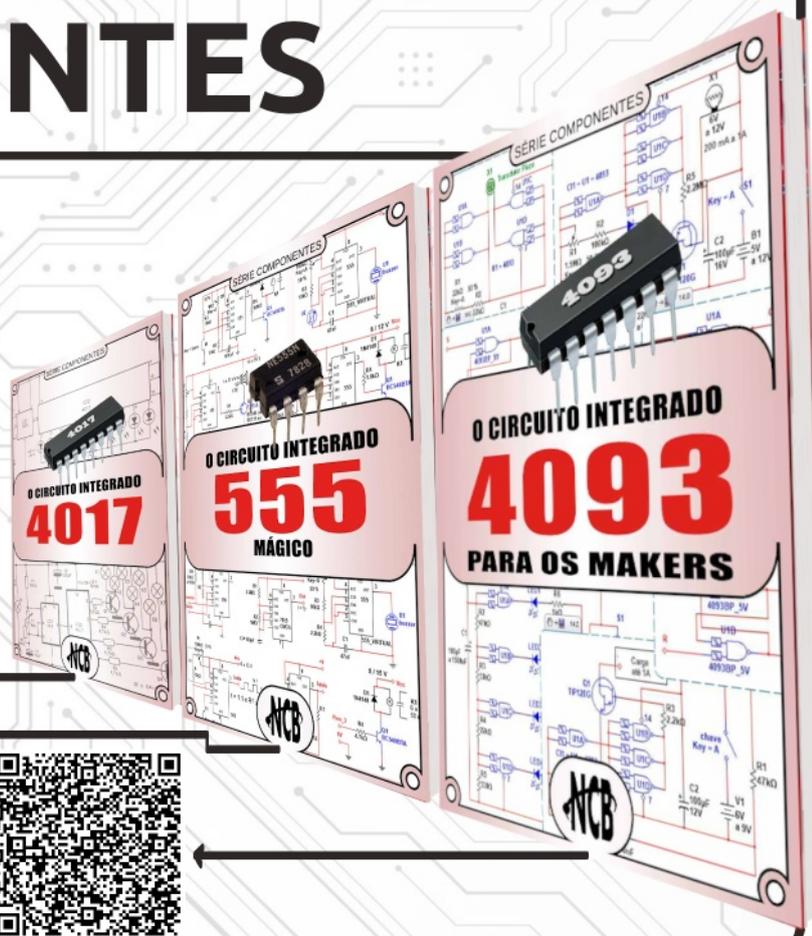


SÉRIE DE LIVROS

COMPONENTES

Conheça o funcionamento e os principais circuitos onde os componentes mais utilizados do mercado são aplicados.

No formato e-Book e Impresso



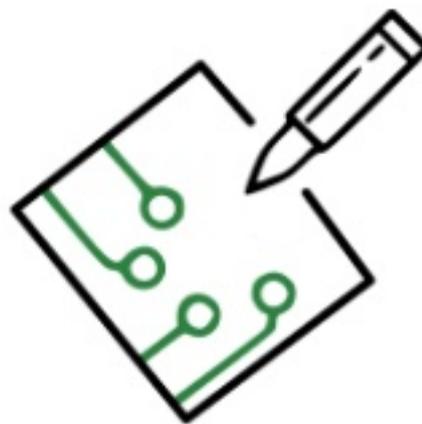
Aprenda sobre Internet das Coisas com o Edukit Redfox Livro + Placa -> em sua casa

Edukit Redfox
Certificada Sigfox



Arduino





Programando a Franzininho DIY em linguagem C

Fábio Souza

• <https://www.instagram.com/fabiosouza.io>

• https://www.youtube.com/channel/UCPr3wf0Rib6_BXqbTyuY2Q

O projeto Franzininho tem o objetivo de incentivar as pessoas nas áreas de eletrônica e programação. Através das oficinas de soldagem e programação na Arduino IDE, diversas pessoas tiveram o seu primeiro contato com essas áreas. Saiba mais sobre o projeto Franzininho.



Sempre buscamos despertar o interesse de futuros profissionais para as áreas de sistemas embarcados. Uma das formas que consideramos importante para quem pensa em trabalhar com sistemas embarcados no futuro é aprender a programar olhando para a arquitetura do microcontrolador.

A placa Franzininho DIY é uma ótima ferramenta para os primeiros passos com linguagem C e aprender conceitos fundamentais para entrar com os dois pés na programação de microcontroladores.

Esse artigo tem o objetivo de mostrar os primeiros passos para programação de microcontroladores usando linguagem C e com abordagem mais próxima ao hardware.

Serão apresentados uma sequência de exemplos para programação da Franzininho DIY usando a AVR Libc.

Conhecendo o microcontrolador ATtiny85

O ATtiny85 é um microcontrolador de 8 bits da família AVR da Microchip. Possui 8 KB de memória Flash, 512B de EEPROM, 512B SRAM, 6 GPIO, conversor A/D de 10 bits e opera a 20 MIPS em 20 MHz. Também possui comunicação I2C e saídas PWM. A **figura 1** exhibe o pinout do ATtiny85.

Apesar de a quantidade de pinos ser bem restrita, é possível realizar diversas aplicações interessantes com ele. Na **figura 2** temos o diagrama de blocos do ATtiny85.

Com essa arquitetura simples (mas poderosa) podemos aprender diversos conceitos sobre programação de microcontroladores e fazer aplicações otimizadas para diversas áreas.

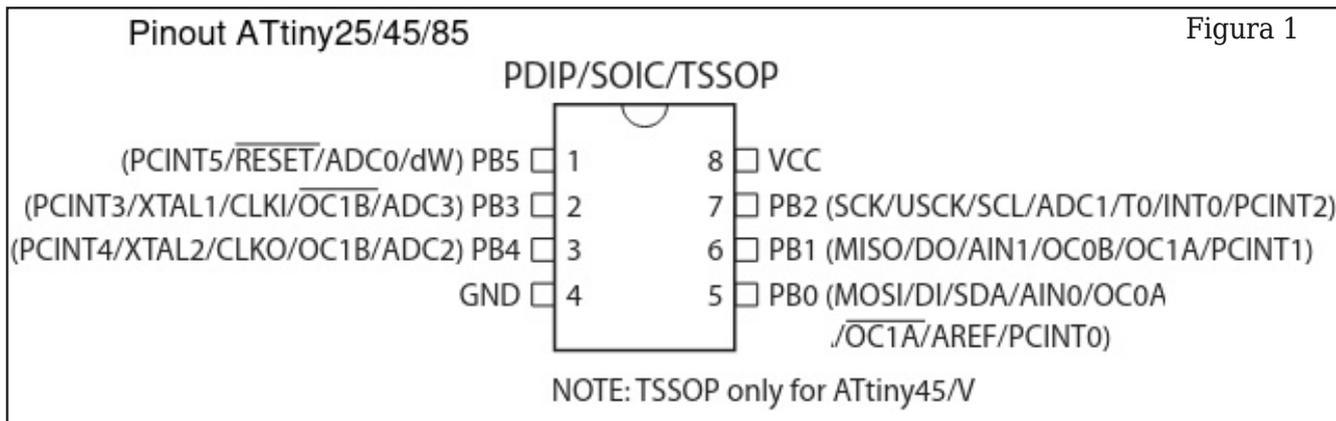


Figura 1

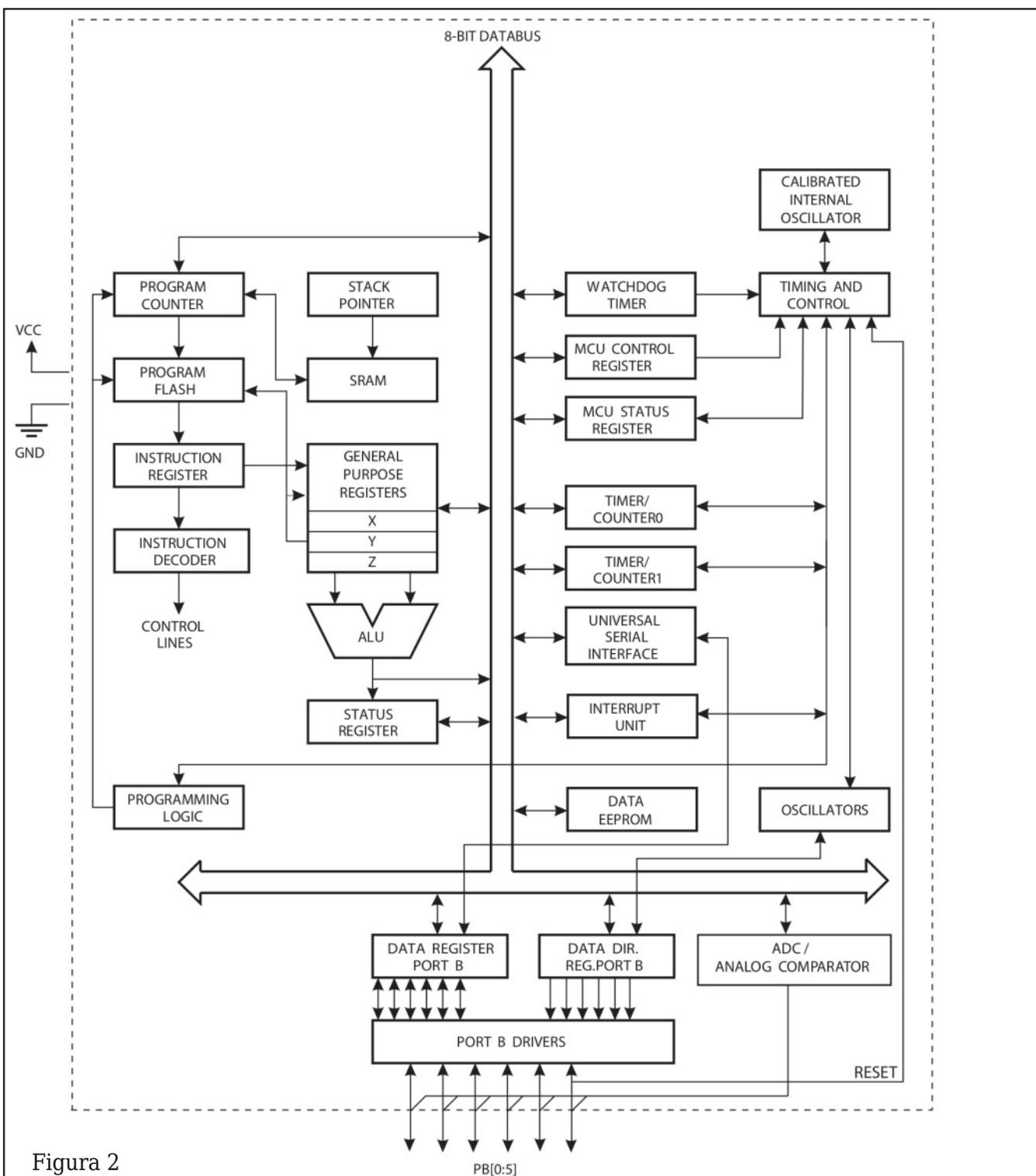


Figura 2

Pinout da placa Franzininho DIY

É importante que você tenha o pinout da Franzininho DIY sempre acessível para saber quais pinos e recursos irá utilizar (**figura 3**).

Note que mapeamos os recursos de cada pino nesse pinout.

Arduino IDE

Caso você não queira montar o seu ambiente de desenvolvimento, todos os códigos apresentados podem ser compilados diretamente na Arduino IDE com a correta configuração para a Franzininho DIY:

<https://franzininho.github.io/docs-franzininho-site/docs/franzininho-diy/pacote>

Wokwi

Você também pode usar o simulador Wokwi para reproduzir os projetos apresentados nessa série. Aproveite o template de projeto:

<https://wokwi.com/arduino/new?template=franzininho>

Ferramentas necessárias

Você não precisará de um compilador específico ou IDE para compilar os exemplos apresentados. Porém, é importante que tenha as seguintes ferramentas instaladas na sua máquina:

- GCC AVR
- avr libc
- binutils-avr
- make

Hello, World! Em linguagem C com AVR LibC

Esse exemplo básico nos dará estrutura para todos os nossos exemplos daqui para frente. Como já mencionado, usaremos a linguagem C em conjunto com a biblioteca AVR LibC. Para esse exemplo você só precisará da placa Franzininho DIY e as ferramentas de softwares listadas anteriormente.

O código a seguir exibe a estrutura mínima de um programa em linguagem C para microcontroladores. Se você tem dificuldades

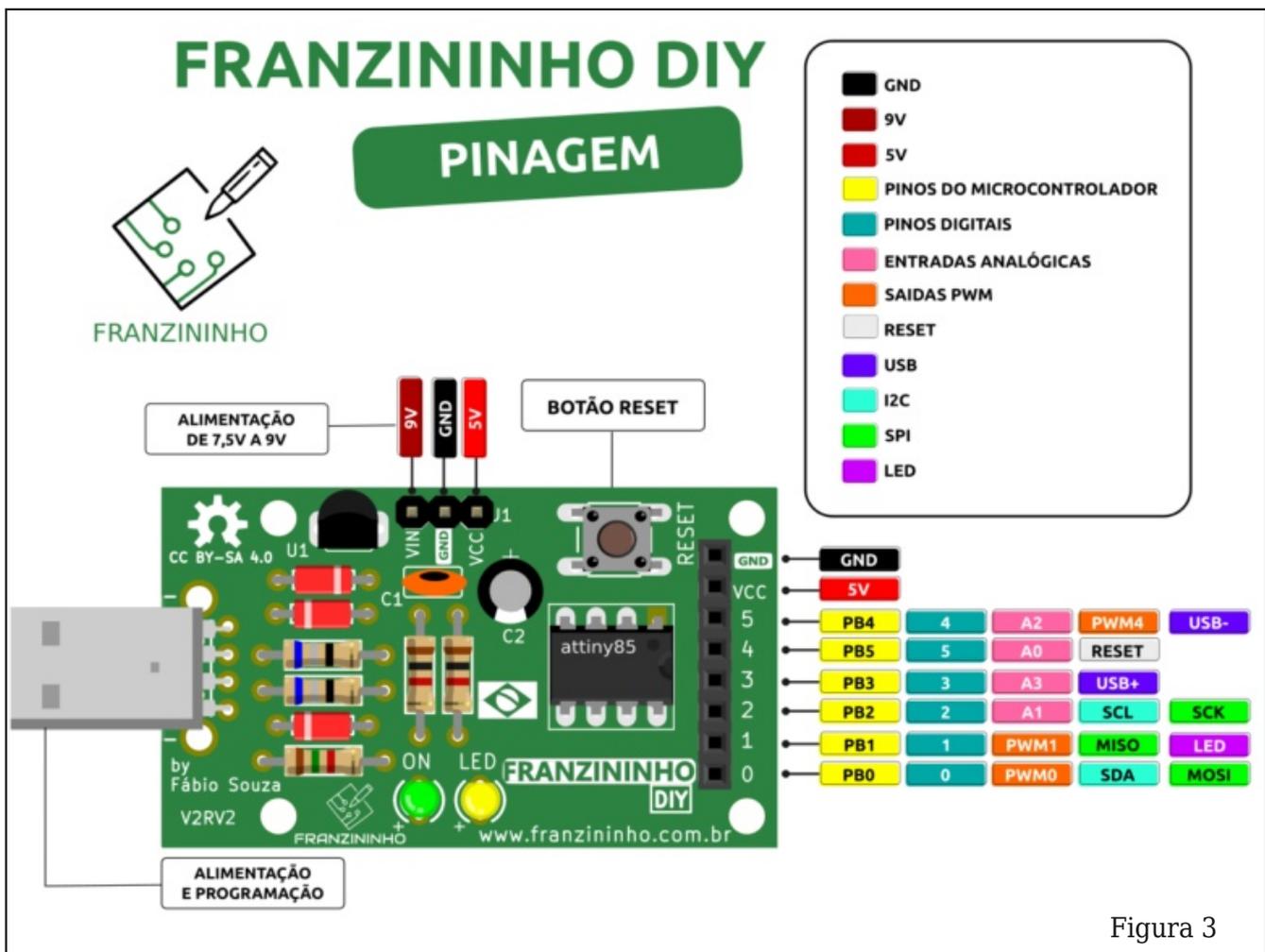


Figura 3

com a linguagem C, recomendo que confira os seguintes materiais:

- Playlist Linguagem C
- Slideshare

Nesse momento é importante que você se atente a estrutura do código. Vamos usar alguns registradores para acionar o LED, mas não serão o foco da explicação. Confira os comentários no código a seguir:

```
/**
 * @file main.c
 * @author Fábio Souza
 * @brief Exemplo para blink LED na placa
 * Franzinino @version 0.1
 * @date 2021-02-03
 * @copyright Franzininho
 * This example code is in the Public
 * Domain (or CC0 licensed, at your option.)
 * Unless required by applicable law or
 * agreed to in writing, this
 * software is distributed on an "AS IS"
 * BASIS, WITHOUT WARRANTIES OR
 * CONDITIONS OF ANY KIND, either
 * express or implied.
 */

#include <avr/io.h>
#include <util/delay.h>

#define F_CPU 16500000L

/**
 * @brief Função main
 * @return int
 */
int main(void)
{
    DDRB |= (1 << PB1); // Configura Pino PB1
                       //como saída (Pino do LED)

    /**
     * @brief loop infinito
     */
    while (1)
    {
        PORTB |= (1 << PB1); // Liga LED
        _delay_ms(500); // delay 500 ms

        PORTB &= ~(1 << PB1); // desliga LED
        _delay_ms(500); // delay 500 ms
    }

    return (0);
}
```

No próximo exemplo vamos detalhar sobre os registradores de IO. Nesse momento, além da estrutura inicial é importante que você entenda como usar a função **`_delay_ms()`**.

Essa função espera o tempo passado em milissegundos.

Altere o código para que o LED fique 100 ms (on) e 1000 ms (off), veja o efeito.

Simule esse exemplo em:

<https://wokwi.com/arduino/projects/302846728334213645?view=diagram>

Trabalhando com Saídas Digitais

O ATtiny85 possui 8 pinos, sendo que 6 deles podemos usar como I/O (entradas ou saídas) digitais. Os pinos de I/O são nomeados conforme a porta que eles pertencem. Na figura 1 vimos que os pinos do ATtiny85 são nomeados de PBx, onde x é o número correspondente ao pino no registrador (não se preocupe, veremos mais detalhes a seguir).

Cada pino de I/O pode ser usado como entrada ou saída e também como outras funções, nesse momento só vamos trabalhar com os pinos funcionando como GPIO (General Purpose Input/Output).

Conforme exibido na imagem acima, temos os seguintes pinos disponíveis no ATtiny85: **PB0, PB1, PB2, PB3, PB4, PB5**.

Registradores responsáveis pelos pinos de I/O

Para trabalhar com os pinos de I/O no ATtiny85 temos 3 registradores:

- **PORTB**: Registrador de dados. Responsável pela escrita nos pinos;
- **DDRB**: Registrador de direção do pino. Responsável pela configuração dos pinos para definir se será entrada ou saída;
- **PINB**: Registrador de entrada da porta. Responsável pela leitura do estado do pino.

Note que todos os registradores terminam com B no final. Isso significa que estamos trabalhando com o **PORTB**. Caso fosse um microcontrolador com maior quantidade de pinos teríamos os finais A, B, C, etc. Cada porta só possui no máximo 8 pinos.

Na seção 10 do datasheet do ATtiny85 temos todos os detalhes para se trabalhar com os I/O.

A tabela 1, retirada do datasheet, exibe as configurações possíveis para os pinos.

A **figura 1** exibe os registradores responsáveis pelos pinos de I/O do PORTB:

Note que cada bit dos registradores é responsável por pino sendo indexado pelo número correspondente ao bit. Dessa forma, se quisermos usar o pino PB1 para acionar o LED, devemos configurar o registrador DDRB da seguinte forma:

7	6	5	4	3	2	1	0
-	-	0	0	0	0	1	0

Tabela 1

E para acionar ligar/deligar o LED devemos colocar 1 ou no bit correspondente no PORTB.

Vamos a um exemplo para ficar mais claro.

```

/**
 * @file main.c
 * @author Fábio Souza
 * @brief Exemplo para acionamento do LED
 * na pino PB1 @version 0.1
 * @date 2021-02-03
 * @copyright Franzininho
 * This example code is in the Public Domain
 * (or CC0 licensed, at your option.)
 * Unless required by applicable law or
 * agreed to in writing, this
 * software is distributed on an "AS IS"
 * BASIS, WITHOUT WARRANTIES OR
 * CONDITIONS OF ANY KIND, either express
 * or implied.
 */
#include <avr/io.h>
#include <util/delay.h>

#define F_CPU 16500000L //frequência do
                        //oscilador. usado para
                        // a função de delay
/**
 * @brief Função main
 * @return int
 */
int main(void)
{
    DDRB = 0b00000010; // Configura Pino PB1
                      //como saída (Pino do LED)

    /**
     * @brief loop infinito
     */
    while (1)
    {
        PORTB = 0b00000010; //liga LED
        _delay_ms(250);     // delay 250 ms
        PORTB = 0b00000000; //desliga LED
        _delay_ms(250);     // delay 250 ms
    }

    return (0);
}

```

O exemplo acima pisca o LED em intervalos de 250 ms. A configuração do pino PB1 como saída foi feito colocando o bit1 de DDRB em 1. Já para ligar e desligar o LED foi manipulado o bit 1 de PORTB, hora em 1 hora em 0.

Projeto disponível em:



Confira a simulação em:



Conclusão

Os exemplos apresentados apresentam os primeiros passos para programar a Franzininho DIY em linguagem C. Você pode se aprofundar no estudo e aplicações em linguagem C com o microcontrolador ATtiny85 da Franzininho DIY. Como você pode observar o código compilado é bem pequeno, porém é necessário ter um conhecimento maior sobre os registradores e a configurações corretas dos mesmos. Fica como incentivo que você continue a explorar os demais exemplos da documentação do projeto Franzininho e crie aplicações com essa abordagem de programação.

Confira mais exemplos em linguagem C:



POS

GRADUAÇÃO MAUÁ

A PÓS QUE VOCÊ APLICA DA TEORIA À PRÁTICA.



Um curso desenhado para profissionais da área automotiva que desejam dominar as tecnologias emergentes mais importantes no road map e presentes nos veículos de última geração do mercado.

O curso de Especialização em Engenharia Automotiva - Mobilidade Autônoma e Conectividade é composto por 3 módulos de 120 horas cada:

**DINÂMICA VEICULAR
E SISTEMAS DE CHASSI (120H)**

**VEÍCULOS HÍBRIDOS
E ELÉTRICOS (120H)**

MOBILIDADE AUTÔNOMA E CONECTIVIDADE (120H)

INSTITUTO MAUÁ DE TECNOLOGIA



MAUÁ

**1º SEMESTRE
2022**

**INSCRIÇÕES
ABERTAS**



Usando corretamente as saídas do microcontrolador

Newton C. Braga

Quando as especificações de seu microcontrolador dizem que ele pode fornecer uma corrente de até 200 mA em sua saída, você logo pensa que pode acionar qualquer coisa até esse limite sem ter problemas. Não é verdade. Veja neste artigo que os limites dados pelas saídas de um microcontrolador precisam ser respeitados de uma forma muito mais cuidadosa.

Quando lemos nas folhas de dados de microcontroladores como o PIC, Arduino e outros que a máxima corrente de todos os pinos de saída é de 200 mA, isso não significa que podemos acionar cargas com essa corrente de forma indistinta. Isso leva muitos a sérios problemas de acionamento em seus projetos e até a queima dos microcontroladores. Vamos analisar neste artigo um pouco mais das configurações de portas de saída dos microcontroladores para que os leitores possam entender o tipo de cuidado que devem ter ao usar seu microcontrolador.

A configuração de porta

A configuração típica da porta de saída de um microcontrolador é a mostrada na **figura 1**.

Normalmente, estes circuitos podem ser alimentados por tensões de 3,3 V ou 5 V conforme o tipo.

O modo de conexão desses dois transistores complementares é tal que apenas um deles pode conduzir, levando então a saída ao nível alto (com 3,3 V ou 5 V) ou com 0 V. É claro que o estado em que os dois transisto-

res conduzem é proibido, pois levam a uma condição de curto circuito, causando a queima do componente.

Assim, podemos conectar na saída deste circuito uma carga que será controlada de duas formas, conforme mostra a **figura 2**.

No primeiro caso, a carga é acionada quando o transistor ligado ao +5 V conduz e fornece corrente. A carga é acionada com a saída no nível alto ou 1. No segundo caso, a carga é acionada quando o transistor ligado ao 0V conduz e a saída drena corrente do +5V. Dizemos que a carga é acionada com a saída no nível baixo.

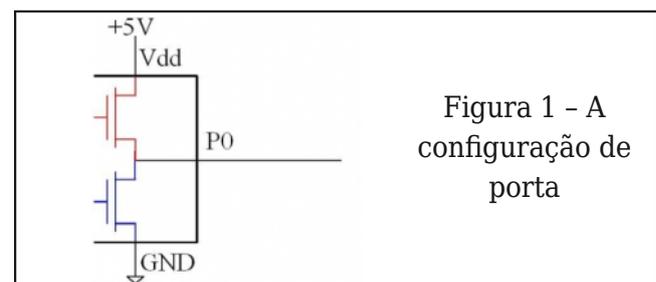


Figura 1 - A configuração de porta

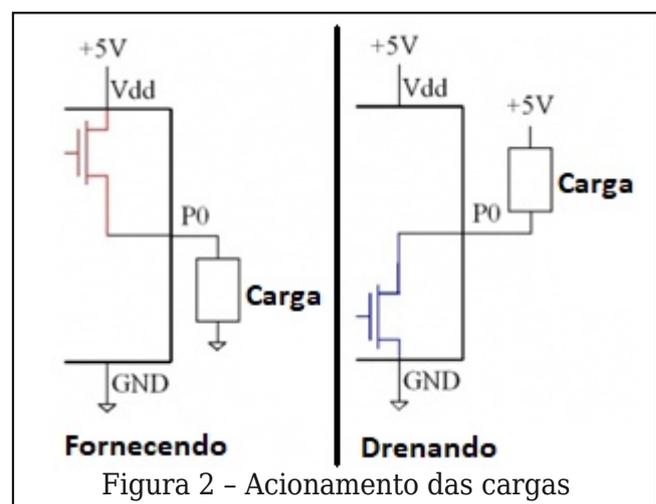


Figura 2 - Acionamento das cargas

Tomando como exemplo o primeiro caso, supomos que ao ligar uma carga na saída do microcontrolador e ela vá ao nível alto, se a alimentação for de 5 V, e a carga estiver dentro das especificações de corrente, ela receba uma alimentação de 5 V, funcionando corretamente. No entanto, não é isso o que ocorre. Tomemos como exemplo as características de saída de um PIC alimentado com 5V e em que se especifica que a corrente máxima em cada saída é de 200 mA. Espera-se que ligando um relé, solenoide ou outra carga na saída e que a corrente seja de até 200 mA, a tensão aplicada seja de 5 V. Não é nada disso, conforme podemos ver pela **figura 3**.

Com uma corrente desprezível na saída, a tensão certamente estará perto de 5V, mas à medida que a corrente na carga sobe, a tensão cai. Com 5 mA, a corrente, já poderá ser tão baixa como 4,5 mA e quando a corrente chegar a 25 mA, as condições de saída já estarão preocupando. A tensão na carga já terá caído para uma faixa de 1,5 a menos de 3,5 V. Dependendo da carga, seu acionamento já não será mais possível de uma forma que atenda às expectativas do projeto.

Essas características já nos levam a perceber que um microcontrolador não é um dispositivo de potência e que não devemos usá-lo para acionar cargas que exijam mais do que uns poucos miliampères, mesmo que suas especificações digam que ele pode fazer isso.

Podemos comparar o microcontrolador a uma fonte de tensão que tem uma resistência interna, a qual influi na tensão aplicada a

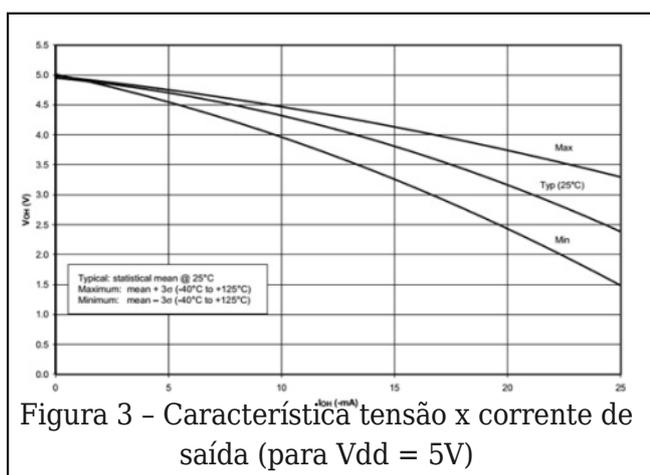


Figura 3 - Característica tensão x corrente de saída (para Vdd = 5V)

carga e conseqüentemente na sua corrente.

Se desejarmos acionar cargas de maior potência, precisamos usar circuitos auxiliares, os shields, por exemplo para acionamento de relés, motores, solenoides, etc. Mas, mesmo os shields precisam de uma certa corrente de excitação.

Se observarmos bem, a maioria dos shields para excitação de dispositivos de potência com transistores bipolares utiliza resistores de 1k, conforme o mostrado na **figura 4**.

Temos visto em vídeos na internet e mesmo artigos comentários a respeito do valor desse resistor. Por quê 1k? Vamos partir do circuito que indicamos na figura 4 para podermos dar uma luz ao problema.

Conforme vimos pelo gráfico em que temos a tensão em função da corrente (figura 3), depois dos 10 mA já temos uma considerável queda na tensão aplicada a carga.

Num circuito como o indicado na figura 4, se vamos precisar de uma corrente de acionamento de pelo menos 100 mA (um relé, por exemplo), e o ganho do transistor supomos que seja maior do que 100, precisamos de pelo menos 1 mA de corrente de base.

Ora, com 5V na saída, sabemos que 1k nos levam a 5 mA de corrente, mas não é essa a corrente que na prática circulará pelo circuito. Além da queda de tensão que ocorre junção base/emissor do transistor de 0,6 V, temos de considerar a queda que a circulação dessa corrente na saída e com isso, podemos ver que a tensão no circuito pode ser tão baixa como 3,9 V e a corrente que disparará o shield será da ordem de 3,9 mA.

Uma boa queda que, neste caso não afeta nossa aplicação, pois ainda teremos a saturação do transistor necessária ao seu disparo. Mas, isso nos dá um alerta.

Se usarmos um transistor de menor ganho que precise de mais corrente e, além disso, ele tenha de fornecer uma corrente maior a uma carga, a queda que ocorre na tensão quando ligarmos na saída de um microcontrolador pode fazer com que ele não sature e com isso a carga não seja devidamente alimentada. A tentativa em diminuir o resistor de excitação a valores muito baixos para se

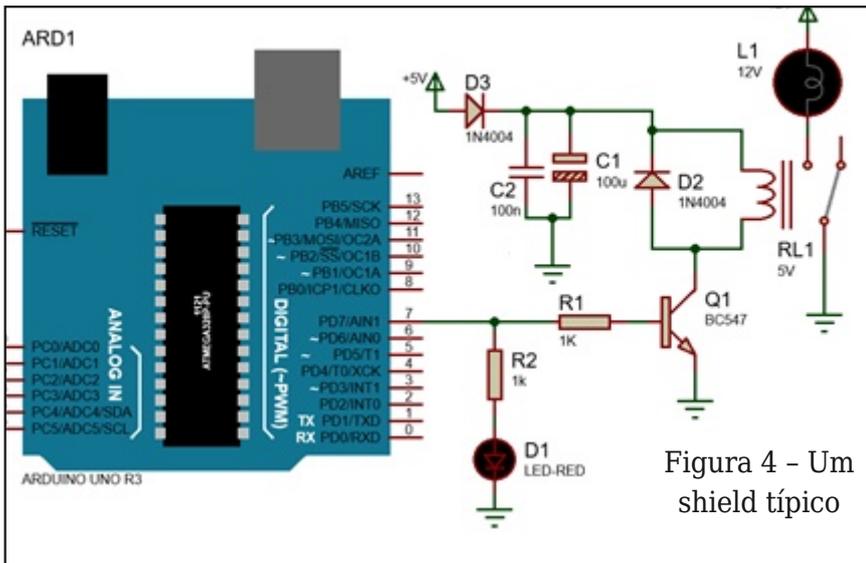


Figura 4 - Um shield típico

O uso simultâneo e as correntes recomendadas

Já nos perguntaram se seria interessante, numa aplicação de maior corrente ligar saídas em paralelo para se evitar o uso de um shield e com isso minimizar a queda de tensão.

Não é um procedimento recomendável, pois mesmo que você programe para que as saídas sejam ativadas num determinado instante, os microcontroladores apresentam problemas de latência (veja

excitar um transistor de maior potência pode ser um erro num projeto com microcontrolador.

Menor resistor pela necessidade de maior corrente de excitação também significa maior queda de tensão na excitação e essa queda pode diminuir a corrente, com a não saturação do transistor. O funcionamento como o desejado não ocorrerá.

Qual o valor mínimo que devemos usar?

Entra então o jogo em que usamos o gráfico indicado para calcular o resistor que fornecerá ao circuito de disparo a corrente que ele precisa levando em conta a queda de tensão. O mesmo ocorrendo, quando usamos uma carga e precisamos saber exatamente qual a tensão mínima que ela precisa para funcionar satisfatoriamente.

Mas, e a corrente total. Não podemos usar os 200 mA por saída em todas elas ao mesmo tempo?

Na verdade, se pegarmos o datasheet do Arduino, verificamos que a corrente máxima total do dispositivo é de 200 mA, mas a corrente máxima por pino de saída é 40 mA quando alimentado por 3,3 V e 50 mA quando alimentado por 5 V.

Isso significa que, na prática não podemos usar mais do que 4 pinos alimentando simultaneamente uma carga de 50 mA (5V). Em muitos casos existem proteções. Por exemplo, se a corrente superar os valores máximos um fusível de proteção abre.

MIC186 - Problemas de latência).

Assim, se você programar seu microcontrolador para ativar as saídas 1, 2 e 3 ao mesmo tempo, ao ler o programa, ele as ativará numa sequência muito rápida, mas não ao mesmo tempo. Por um intervalo de tempo muito curto então, as saídas não estarão todos no nível alto e isso representa um curto-circuito. Não é um procedimento recomendável.

Podemos usar diodos, como mostra a **figura 5**, mas devemos lembrar que são responsáveis por uma queda de tensão de 0,6 V aproximadamente.

Enfim, não basta ligar o que você quer acionar na saída de um microcontrolador e esperar que tudo ocorra às mil maravilhas.

Se você está projetando um novo produto para IoT, automação ou robótica usando microcontroladores, deve estar atento ao que analisamos neste artigo, para não ter surpresas desagradáveis. E, se algo ocorrer de forma inesperada, pense na possibilidade de você ter desrespeitados os limites das saídas do seu microcontrolador.

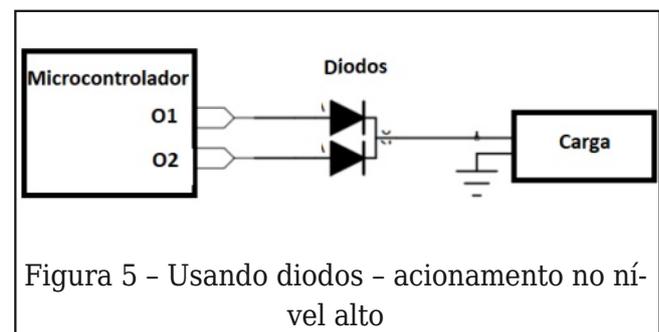


Figura 5 - Usando diodos - acionamento no nível alto



aureside

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL E PREDIAL

ACESSE O SITE

www.aureside.org.br



HÁ 20 ANOS

a AURESIDE difunde tecnologias, treina, forma profissionais e fomenta o mercado de Automação Residencial e Predial

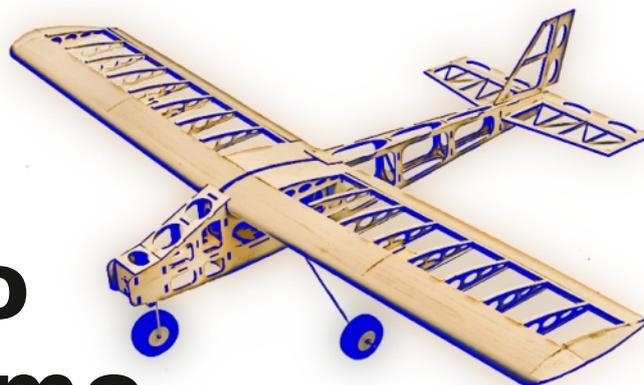
Conheça os benefícios exclusivos dos associados da AURESIDE

- Treinamentos presenciais e a distância •
- Descontos em eventos • Divulgação de Produtos e Serviços • Comunicação e Imprensa
- Estímulo à demanda de mercado
- Representatividade • Participação •
- Base de dados cadastrais • Apoio Institucional •
- Rede de Contatos



Eletrônica no aeromodelismo

Parte II



Tiago Figueiredo

Na primeira parte desse artigo introduzimos ao leitor o funcionamento básico do aeromodelo radio controlado e o funcionamento dos vários dispositivos eletrônicos associados. Dando agora continuidade a esse artigo, abordaremos as novas tecnologias introduzidas ao hobby que o transformaram em uma área multidisciplinar, envolvendo não somente a eletrônica e a mecânica, mas também fortemente a área de computação. A vasta aplicação tecnológica proporciona ao aeromodelismo moderno uma ampla flexibilidade e infinitas possibilidades. Falaremos das novas tecnologias de rádio, telemetria, drones, sistemas FPV, flight controllers e sensores. O leitor perceberá que o céu (e o bolso) é o limite!

Clique ou fotografe o QR-Code ao lado para ler a primeira parte deste artigo.



Rádios na faixa de 2.4 GHz e espectro espalhado

O sistema de rádio evoluiu do antigo sistema FSK (popularmente chamado de FM) operando na faixa de 72MHz para os sistemas operando na faixa 2.4GHz aplicando técnicas de espectro espalhado e foi introduzido comercialmente em 2004 pela fabricante Spektrum. Diferentemente do sistema antigo, esse novo sistema permite que vários aeromodelistas voem ao mesmo tempo sem a necessidade de indicar suas frequências ou trocar os cristais do conjunto rádio/receptor. Basicamente, essas técnicas tornam possível operar na mesma frequências e sem interferências!

Esses rádios funcionam na faixa ISM (Industrial, scientific and medical) de 2.4GHz, que ocupa uma faixa de 83.5MHz utilizando as tecnologias FHSS (Frequency Hopping Spread Spectrum ou Espectro Espalhado em Salto de Frequência), DSSS (Direct Sequence Spread Spectrum ou Espectro Espalhado por Sequência Direta) ou uma combinação de ambos.

Basicamente essas técnicas espalham a largura de banda do sinal original através da introdução de uma sequência ou código pseudoaleatório. A energia é espalhada em uma larga banda de frequência de forma que

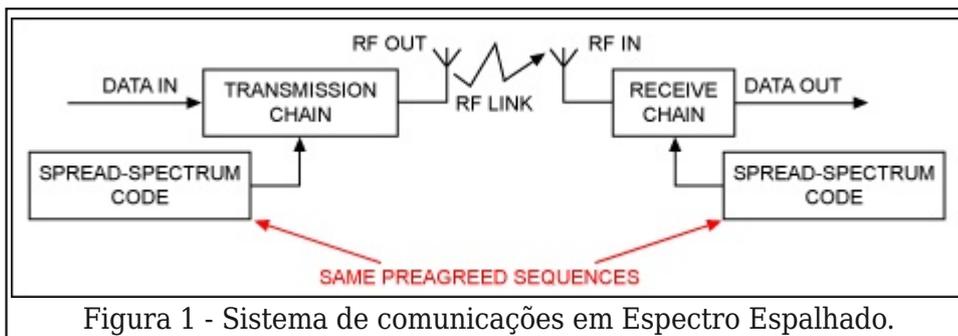


Figura 1 - Sistema de comunicações em Espectro Espalhado.

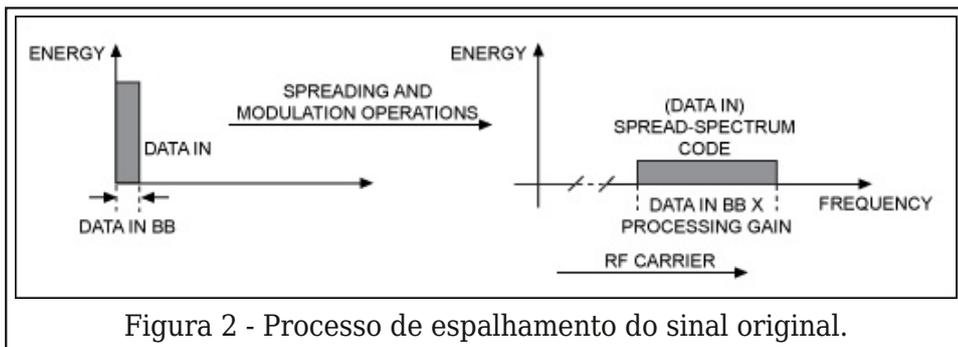


Figura 2 - Processo de espalhamento do sinal original.

seja confundida como apenas um fraco ruído para outro receptor. O receptor que “conhece” o código pseudoaleatório do seu transmissor será capaz de recuperar o sinal espalhado e distingui-lo de outros sinais espalhados ou mesmo de sinais interferentes. Esse processo é mostrado na **figura 1**.

Vamos considerar que DATA IN consiste nos pulsos PCM (**figura 3** da primeira parte do artigo) antes de chegar ao modulador. Aqui os pulsos PCM são multiplicados pelo código pseudoaleatório, que nada mais é uma outra sequência de pulsos, porém com uma frequência muito maior que os pulsos PCM que carregam as informações de controle (leme, aileron, profundor, acelerador, etc). Pelo fato de essa sequência ter uma frequência muito maior que o sinal original, o espectro de frequências do sinal multiplicado ocupará uma largura de banda maior (maior que os 20kHz do sistema FSK original). Isso é bem conhecido pela teoria da Transformada de Fourier, operação matemática de extrema importância na teoria de comunicações. Um dos resultados dessa teoria diz que sinais rápidos ocupam lar-

gura de banda maior que sinais lentos.

Esse sinal espalhado agora é injetado no modulador de RF. O tipo de modulação aplicado pode ser de vários tipos, sendo muito comum o FSK e o BPSK. Esse processo é ilustrado na **figura 2**. O sinal da esquerda é a sequência PCM e o da direita é o sinal espalhado e já modulado ocupando sua faixa de RF.

No lado do receptor, ocorre o processo inverso. O sinal de RF modulado é captado pela antena e enviado ao demodulador e o sinal resultante sofrerá o processo inverso ao espalhamento pela aplicação do mesmo código. Esse “desespalhamento” recupera a largura de banda original. Um eventual sinal interferente sofrerá um espalhamento no receptor e será visto como um ruído mais fraco que o sinal desejado. Esse processo é ilustrado na **Figura 3**. É claro que esse sistema não é totalmente imune a interferências; um sinal interferente muito forte pode gerar problemas em um link com espectro espalhado.

Como já mencionado, cada fabricante desenvolve seu próprio sistema de rádio 2.4GHz com diferentes nomes comerciais. A Spektrum pioneiramente introduziu seu sistema chamado DSM, que consiste em um sistema DSSS. Posteriormente introduziu o

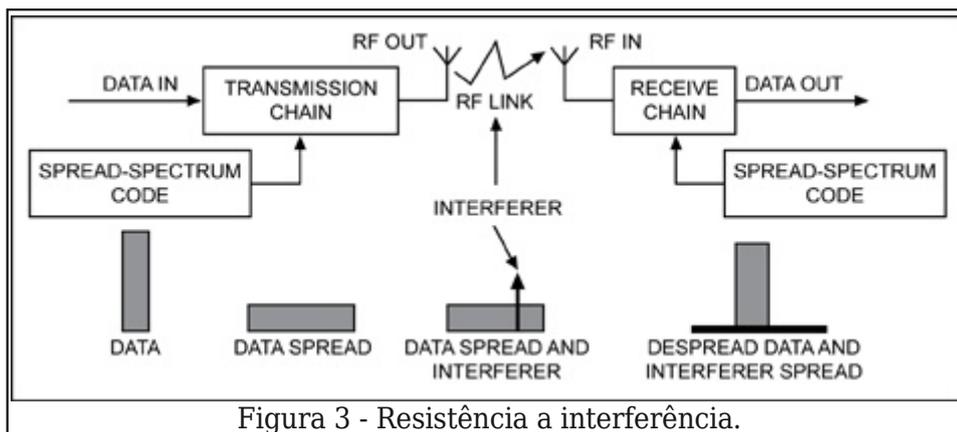


Figura 3 - Resistência a interferência.

sistema DSM2, que aplica a tecnologia DSSS + FHSS. A Futaba entrou no mercado com seu sistema FHSS em 2011 e posteriormente adicionou a técnica DSSS, chamando comercialmente de FASST.

As diferentes técnicas de espalhamento são distintas dependendo de onde a sequência pseudoaleatória será introduzida. Isso é ilustrado na **figura 4**. Se a sequência é aplicada na informação digital, então a técnica é DSSS. Caso a sequência seja aplicada no oscilador local modificando a frequência de RF do sinal transmitido, então temos a técnica FHSS. Caso a aplicação da sequência seja chaveando a potência do sinal de saída, a técnica se chama THSS (Time Hopping Spread Spectrum). Essa última não será abordada nesse artigo.

É importante notar que o conjunto rádio/receptor deve ser compatível e além disso utilizar o mesmo código/sequência. Ao comprar um novo receptor, o modelista deve realizar a operação de “bind”, que simplesmente consiste em ligar o receptor em modo de configuração (normalmente através de um interruptor ou jumper) perto do transmissor de forma que o receptor “aprenda” o código do transmissor. Vamos agora ver em mais detalhes cada uma dessas técnicas de espalhamento.

Técnica DSSS

A técnica DSSS de certa forma já foi introduzida e consiste em aplicar a sequência diretamente no sinal PCM. É mostrado de forma mais detalhada na **figura 5**.

A informação original (sinal lento) e o código sofrem uma operação XOR e o sinal resultante é enviado ao modulador de RF para ser amplificado e irradiado pela

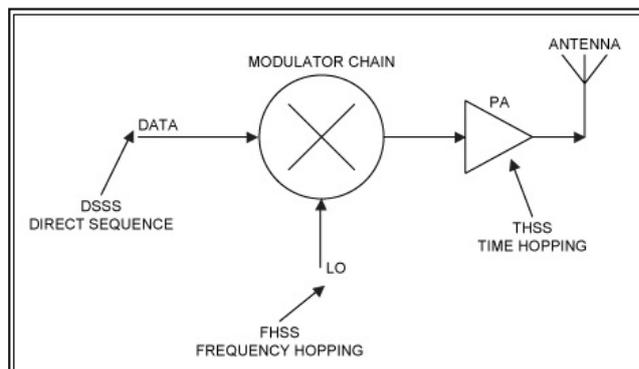


Figura 4 - Diferentes técnicas de espectro espalhado.

antena. Existe um parâmetro chamado ganho de processamento, que consiste na razão entre a taxa do código e a taxa de dados. Assim, um sistema com uma taxa de dados de 10kbps e um código com taxa de 100kbps tem um ganho de processamento de 10x, ou 10dB. Se a taxa de código e 200kbps, o ganho é 20x ou 13dB. Quanto maior for o ganho de processamento, melhor o sistema será resistente a interferências. Isso é indicado na diferença de potência entre o sinal recuperado e o sinal interferente espalhado, como ilustrado ao lado direito da **figura 3**.

O espectro do sinal espalhado é mostrado na parte inferior da **figura 5**.

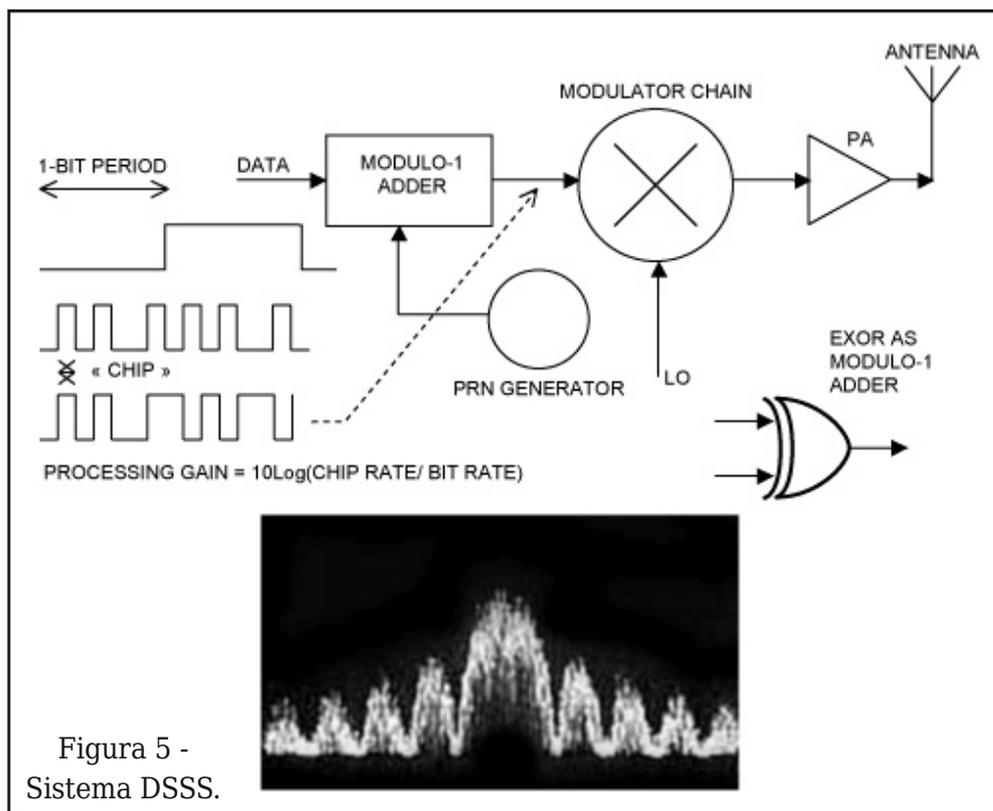


Figura 5 - Sistema DSSS.

A largura de banda é proporcional a taxa de código.

Técnica FHSS

Para explicar a técnica de salto em frequência, vamos nos referir ao velho sistema FM com cristais de quartzo. Imagine que fosse possível trocar de forma simultânea os cristais do rádio e do receptor a uma taxa, por exemplo, 10 vezes por segundo. Dessa forma, o conjunto rádio/receptor estaria sintonizado o tempo todo, porém constantemente mudando de frequência. Essa é a filosofia da técnica em salto.

Conforme mostrado na **figura 4**, essa técnica funciona alterando a frequência do oscilador local, tanto do rádio transmissor como do receptor, conforme uma sequência pseudoaleatória. A **figura 6** mostra mais detalhes desta técnica. Repare que a frequência salta em determinados instantes de tempo. O oscilador local é implementado através de um sintetizador de frequências, normalmente empregando a técnica PLL (Phase Locked Loop), que basicamente consiste em um oscilador controlado

por tensão (VCO) em, uma malha de controle programado por um divisor digital. Repare que o espectro de frequências se difere do espectro do DSSS.

A camada de RF dos rádios 2.4GHz é realizada por circuitos integrados transceptores que nada mais são que um transmissor e um receptor integrados em um único chip. Um transceptor muito comum usado nos rádios de aeromodelismo é o CC2500 da Texas Instrument.

Figura 6

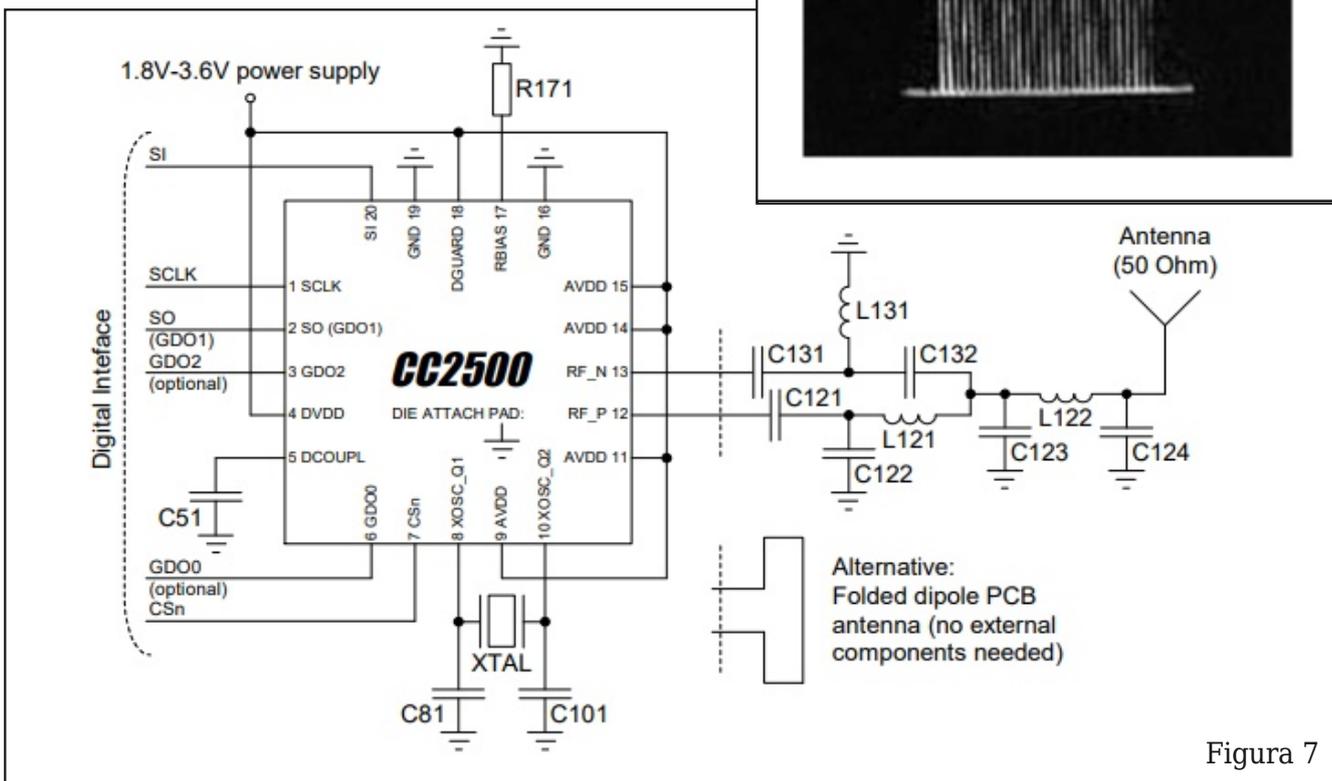
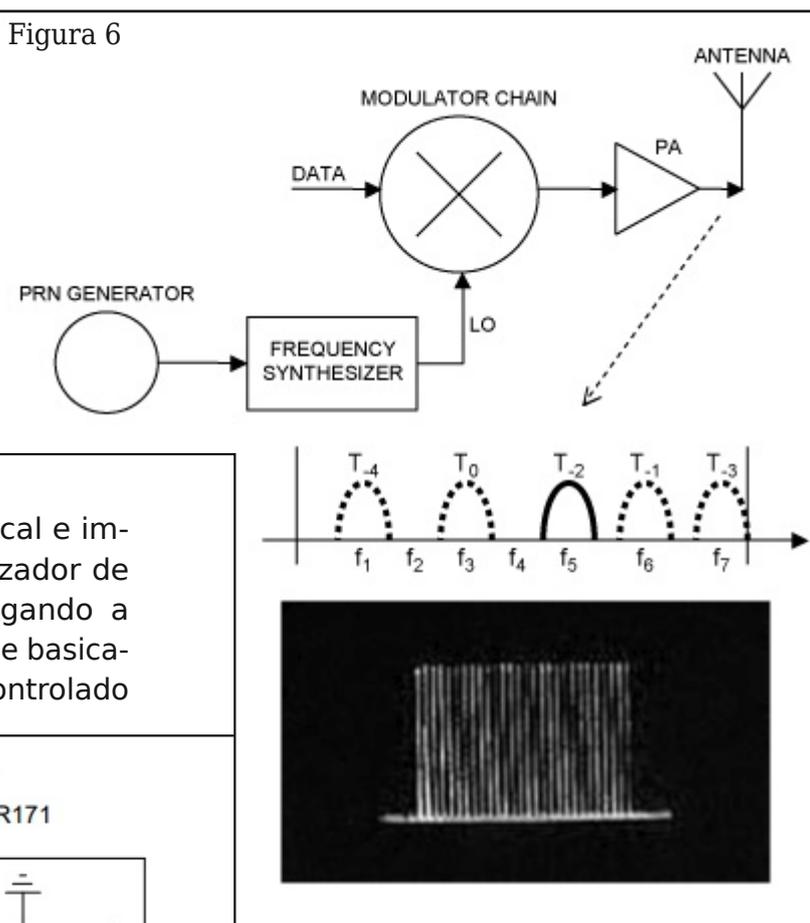


Figura 7

Fabricantes como Futaba e FrSky utilizam esse chip em seus rádios e receptores. A aplicação típica desse circuito é mostrado na **figura 7**.

Reparem que a utilização desse chip é bem simples, requerendo basicamente o casamento de impedâncias com a antena, o cristal oscilador para o clock de referência do sintetizador e alguns componentes passivos.

A interface digital é a porta de comunicação com o microcontrolador para a configuração do chip e para escrita de dados no (modo transmissor) e leitura de dados (modo receptor). Esses chips são bem versáteis e permitem que o número de canais de controle do rádio seja expandido facilmente para a introdução de outras funções, como trem de pouso retrátil, flaps e freios aerodinâmicos (comum em planadores RC).

Telemetria

A utilização de circuitos integrados transceivers, como o já mencionado CC2500 e outros, como o CRYF6936 da Cypress, permitem a introdução de um recurso muito interessante: a Telemetria.

A telemetria consiste na leitura de sensores a distância, sendo o nosso caso via link de rádio. Podemos então instalar vários sensores no aeromodelo e realizar a leitura pelo display LCD do rádio transmissor. A figura 8 ilustra a tela LCD de um rádio FrSky Taranis QX7 configurado para receber dados de telemetria.

Os rádios com telemetria normalmente permitem que se configurem alarmes sonoros caso algum indicador esteja fora de um nível pré-estabelecido. Talvez o dado de telemetria mais importante seja o nível de tensão de bateria do aeromodelo. Outro dado importante é o nível RSSI (Receiver Signal Strength Indicator), que basicamente infor-

ma o nível de potência de sinal que chega ao receptor. Caso esse nível seja muito baixo, o link pode ser corrompido com a consequente perda de controle do modelo.

Existem vários sensores que podem ser instalados no modelo. Alguns desses sensores estão embutidos no módulo receptor dos aeromodelos e outros necessitam de uma interface especial com o receptor. Outros exemplos de sensores são:

- **Sensor de temperatura:** Pode ser utilizado para monitorar a temperatura da bateria e do ESC. Pode ser útil em modelos que demandam alta corrente e evitar danos por superaquecimento.

Possíveis implementações utilizam NTC ou CIs dedicados.

- **Sensor de corrente:** A maneira mais correta de se verificar a carga da bateria é monitorando a corrente consumida em função do tempo, e não a tensão. Lembre-se que a capacidade da bateria é medida em mAh. Sabendo que a bateria foi carregada em sua capacidade

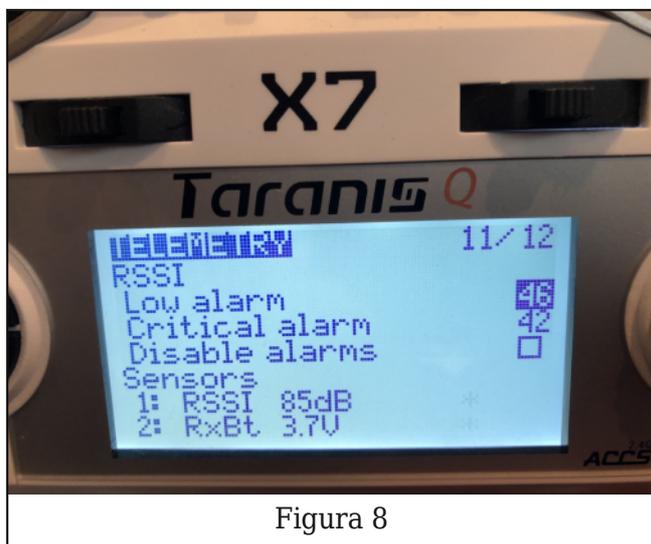


Figura 8

de máxima e monitorando a carga consumida, sabemos exatamente a carga restante. E dado que monitorando-se a corrente instantânea podemos calcular o consumo instantâneo, podemos estimar o tempo restante de voo, exatamente como os computadores de bordo dos veículos! O sensor de corrente pode ser implementado monitorando-se a tensão em um resistor de baixíssimo valor (da ordem de miliohms) atravessado pela corrente e aplicando-se a Lei de Ohm.

- **Sensor de rotação:** Utilizado para medir a rotação do eixo do motor.

- **Sensor de velocidade do ar:** Consiste num tubo de Pitot, similar ao utilizado em aviões reais, que mede a velocidade do modelo em relação ao ar. Notar que esse sensor não mede a velocidade em relação ao solo.

- **Variômetro:** Esse sensor indica a velocidade

vertical do modelo medindo a variação da pressão atmosférica em função do tempo. Esse sensor é muito utilizado por pilotos de planadores, que buscam manter o voo procurando térmicas ou correntes de ar ascendentes.

- **Modulo GPS:** Permite a localização por GPS para implementar várias funções, como o Return to Home.

A aplicação da telemetria não fica apenas restrita aos sensores mais comuns. O leitor pode usar sua imaginação e utilizar um sensor para medir uma grandeza desejada. Como um exemplo, pode ser desenvolvido um sensor de vibração para detectar um possível desbalanceamento da hélice em voo e evitar a quebra do modelo por vibração excessiva. Uma outra ideia seria utilizar sensores de temperatura ambiente e de umidade para fazer o monitoramento da atmosfera de um local. As possibilidades são enormes!

Sistema de vídeo FPV

Atualmente você pode virtualmente ocupar o “cockpit” do seu aeromodelo e pilotá-lo com uma visão privilegiada. E isso que proporcionam os sistemas FPV (First Person View), ou visão em primeira pessoa.

Um sistema FPV é constituído basicamente por uma pequena câmera de vídeo e um transmissor de vídeos instalados no modelo, e um “óculos” com um receptor de vídeo. Um diagrama básico é mostrado na **figura 9**.

Existe também a possibilidade de se usar telas LCD em vez de um óculo. A vantagem é que o piloto tem a possibilidade de rápida

visualização do modelo, caso seja necessário. Porém, perde a imersão em voo proporcionada pelos óculos.

Existem os sistemas FPV analógicos e digitais. Os sistemas analógicos utilizam câmeras analógicas compatíveis com os sistemas PAL-M e NTSC, como nas TV's antigas. Os transmissores/receptores operam na modulação FM na faixa de 5.8GHz. A vantagem de operar nessa faixa é evitar interferências com o receptor de 2.4GHz. Transmissores com potência entre 25mW e 600mW são tipicamente encontrados no mercado.

A **figura 10** mostra a visão do piloto em um Sistema FPV com várias informações na tela. Esse recurso se chama OSD (On Screen Display) e consiste nas informações dos sensores mostradas na tela.

Para que seja possível inserir dados de sensores no vídeo, é necessário que se tenha uma interface entre a câmera de vídeo e o transmissor. Essa placa que faz a interface normalmente vem com o chip MAX7456 da Maxim Integrated e um microcontrolador,

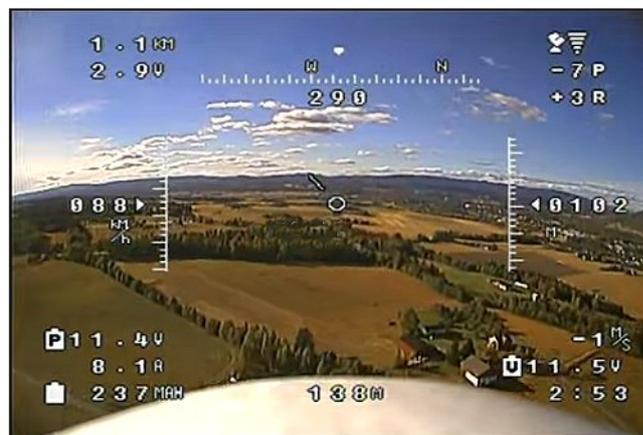


Figura 10 - Visao do piloto

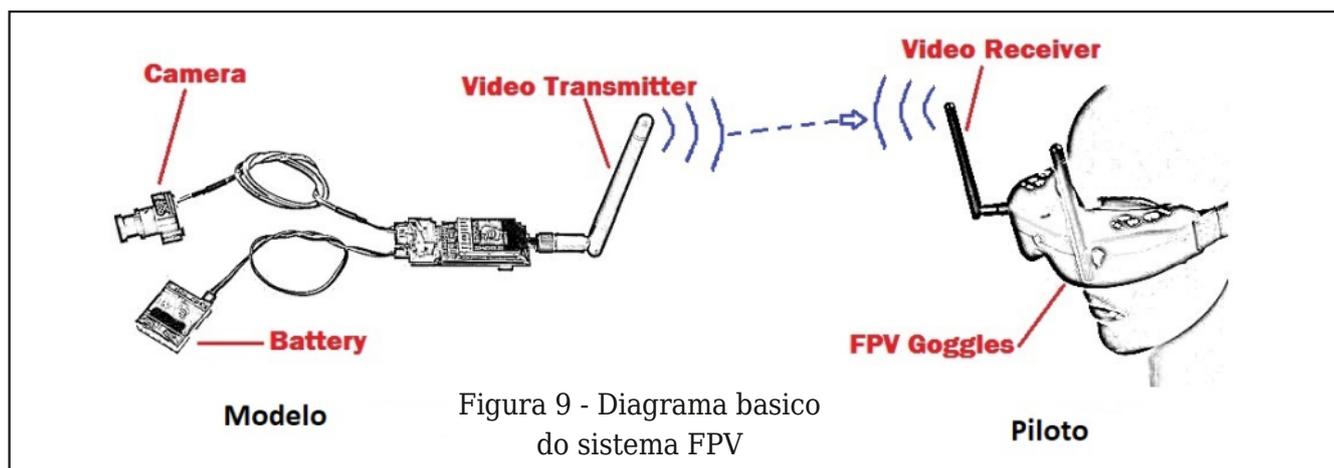


Figura 9 - Diagrama básico do sistema FPV

Figura 11 - Sistema FPV da Fatshark e Spektrum. O transmissor de vídeo é embutido na câmera. Esse conjunto possui headtrack digital, que dispensa a necessidade de servos.



que recebe os dados dos sensores e escreve no chip OSD no formato adequado.

Atualmente essa interface está embutida na placa que se chama Flight Controller (FC). Basicamente a FC também faz a interface entre o receptor, servos e o ESC. Também integram diversos sensores que podem ser utilizados tanto no OSD ou para serem enviados por telemetria.

Alguns óculos são equipados com acelerômetros que detectam o movimento da cabeça do piloto. Esse recurso é interessante para a implementação do head tracking, possibilitando o movimento da câmera embutida no modelo com o uso de servos. Os óculos devem ser conectados com um cabo ao rádio transmissor e os servos conectados ao receptor. O Sistema rádio/receptor deve ter canais de controle disponíveis para esse recurso ser adicionado. Em um rádio de 9 canais, por exemplo, além dos 4 canais de controle básicos, podemos reservar um canal para o flap, um para o trem de pouso retrátil, um para o freio aerodinâmico, e dois para o head track, para os movimentos de pan e tilt da câmera.

Os sistemas analógicos FPV trabalham com a modulação em FM em frequência fixa. Isso significa que os modelistas devem selecionar canais diferentes para evitar interferências.

Essa seleção é feita com chaves que alteram a programação do sintetizador de frequências do oscilador local do transmissor/receptor.

Existem os sistemas FPV digitais que empregam resolução em alta definição. A óbvia vantagem é a melhor qualidade de vídeo. Além disso, alguns sistemas já utilizam de técnicas para evitar interferência e técnicas de modulação avançada, como o OFDM. Porém, a transmissão de vídeo digital tem um custo: a latência. Devido ao grande esforço computacional para o processamento e compressão do vídeo e para realizar a modulação da portadora, existe um longo atraso entre a captação da imagem pela câmera e sua efetiva exibição na tela. Esse atraso pode ser crítico em determinadas situações de voo.

Drones

A introdução dos drones certamente foi um divisor de águas no mundo do aeromodelismo. A possibilidade de pilotar um drone em espaços reduzidos e a enorme estabilidade de voo, graças aos modernos sensores inerciais e a enorme gama de aplicações, fazem desse tipo de aeronave muito popular atualmente. Basicamente um drone pode ter diversas configurações, utilizando pelo menos 3 motores, sendo a configuração de 4 motores a mais comum, veja a **figura 12**.

Não existe a necessidade de servos motores em um drone para controle de voo. É claro que existe a possibilidade de se adicionar servos motores para alguma função específica, como headtrack ou outra conforme a imaginação do modelista. Porém, os controles básicos (leme, aileron, profundor e acele-



Figure 12 - Drone de corrida (Racing drone).

radador) ainda existem e são necessários, porém são traduzidos em movimentos diferenciais dos motores para a rolagem ao redor dos eixos X, Y e Z.

Cada motor precisa de um ESC dedicado. Os ESCs podem ser controlados por sinais PWM ou via conexão digital serial de alta velocidade, o que permite respostas mais rápidas dos movimento em alta velocidade no caso dos drones de corrida. Os sinais de controle dos ESC dos motores não são conectados diretamente aos receptores, como no caso dos aviões. Toda essa conexão deve ser feita através dos FCs.

Para entender o funcionamento dos drones, vamos analisar sua anatomia, mostrada na **figura 13**. O coração do Sistema é a FC. Sua função básica é receber os sinais de controle do receptor (leme, aileron, profundor e acelerador), processá-los, efetuar correções de acordo com as informações de sensores e enviá-los aos ESC. Para que o voo seja estável, é necessário que a FC tenha acelerômetros e giroscópios embutidos. Sem esses sensores inerciais seria praticamente impossível voar drones sem acidentes!

Um sensor inercial muito comum nas FCs é o circuito integrado MPU-6000 da TDK. Internamente possui 3 giroscópios para detecção de movimentos angulares ao redor dos eixos X, Y e Z e 3 acelerômetros para detecção de movimentos lineares ao longo dos mesmos eixos. Esse chip emprega a tecnologia MEMS (Micro Eletro Mechanical Systems) para implementar internamente esses sensores. Essa tecnologia, como o próprio nome diz, emprega dispositivos mecânicos dentro de um chip. Esses dispositivos mecânicos consistem em pequenos sistemas massa-mola posicionados perto de placas metálicas formando capacitores. Quando ha uma aceleração, essa massa se aproxima ou afasta das

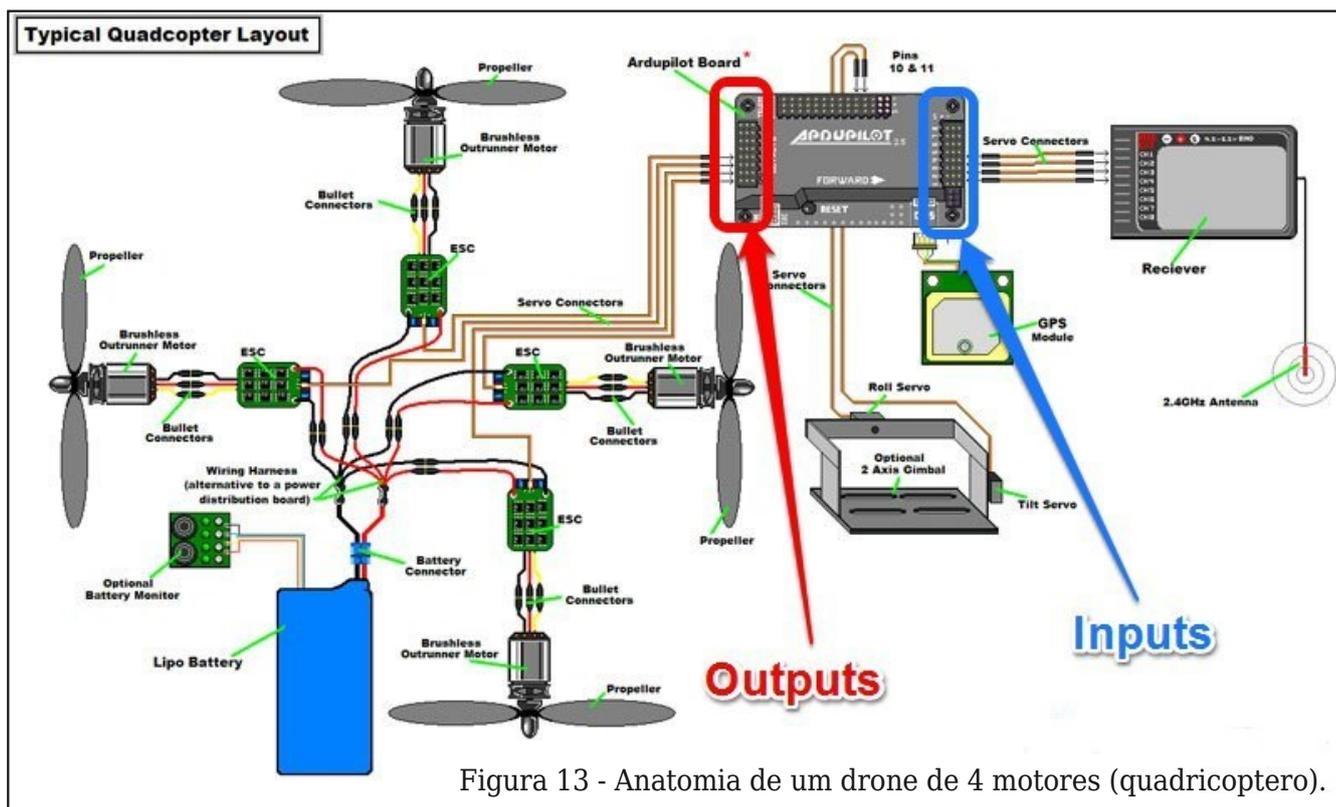


Figura 13 - Anatomia de um drone de 4 motores (quadricoptero).

placas metálicas pelo efeito da inércia, e a capacitância do sistema e sofre uma variação que é amplificada e tratada por um processador interno.

É bastante comum que o FC tenha um processador ARM de 32 bits, o que proporciona uma enorme capacidade de processamento. Um modelo comum é o STM32F411CEU6 da ST Microelectronics. Os sensores inerciais, em conjunto com um barômetro, podem proporcionar um voo extremamente suave, estabilizando o voo contra variações atmosféricas. Uma bússola também é normalmente incluída na FC.

Um problema que ocorre ao se voar um drone é distinguir sua atitude a uma certa distância devido ao seu pequeno tamanho e formato simétrico. Dessa forma é praticamente imperativo a utilização de sistemas FPV em drones.

Um módulo GPS acoplado à FC habilita uma função bem interessante: a função Return to Home. Essa função permite que o drone retorne a posição inicial ao se programar uma chave no rádio ou quando ocorre um evento, como a perda de link de comunicação ou mesmo ao se perder o link de vídeo. A estabilização do voo é realizada através de um controle PID (Proporcional, Integral e Diferencial) implementado por firmware no STM32F411CEU6.

O barômetro é muito útil para estabilizar a altitude. O modelo BMP388 da Bosch é um modelo comum e também emprega a tecnologia MEMS.

O FC pode incluir um OSD (conforme já mencionado) e diversas interfaces para sensores. Um sensor bastante interessante é o radar ultrassônico, que pode ser utilizado para detectar objetos e evitar colisões e também para detectar a distância com o solo no momento do pouso. Isso possibilita implementar o recurso de pouso automático (Auto Landing).

O leitor pode encontrar diversas FC no mercado e com diferentes recursos e sensores. Alguns fabricantes já disponibilizam o receptor, os ESCs e o FC em uma única placa, reduzindo drasticamente a quantidade

de conexões. Claro que existem as desvantagens: caso um único ESC apresente mal funcionamento, toda a placa será perdida!

Quando o modelista decidir construir seu próprio drone, tem que ter em mente que tipo de desempenho ela ou ele deseja. Drones de corrida devem ter controles precisos, motores de alta rotação e hélices resistentes, de pequeno diâmetro e grande passo, bateria com alta taxa de descarga e uma estrutura forte, normalmente feitos de fibra de carbono. Um drone desse tipo pode atingir velocidades de mais de 150km/h. Se o objetivo for voos tranquilos e de longa duração, motores de baixa rotação e alto torque e hélices de grande diâmetro são indicados.

INAV e a programação do FC

O INAV é um software de programação e configuração das FC através de uma interface USB. Ao se adquirir as partes para a montagem de um drone, deve-se ter em mente que a configuração do firmware é primordial antes do primeiro voo.

As flight controllers também podem ser aplicados em outros tipos de modelo, como aviões e asas voadoras. Existem uma infinidade de configurações possíveis que podem ser selecionadas. Basicamente, o modelista deve configurar a comunicação da FC com seu receptor, alinhar o sensor inercial, ajustar os parâmetros do PID, selecionar canais PWM ou serial para os ESCs, configurar GPS, configurar escrita no OSD e muito mais.

Segurança no hobby

Visto que estamos aqui lidando com equipamentos que voam com uma certa velocidade e com hélices em alta rotação, e

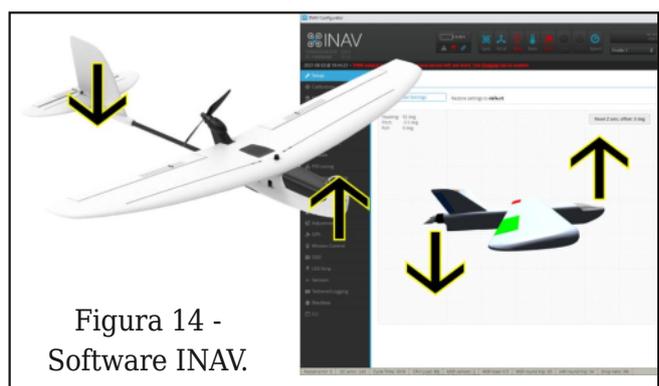


Figura 14 - Software INAV.

sempre bom lembrar que a segurança deve vir em primeiro lugar para evitar acidentes. E acreditem, eles acontecem e já presenciei situações que poderiam ter terminado muito mal. Tenham em mente que apesar de toda a tecnologia empregada atualmente no hobby, os equipamentos não seguem normas rígidas de segurança e podem falhar a qualquer momento.

Conclusão

Chegamos ao fim desse artigo mostrando uma visão geral e as tecnologias empregadas nesse hobby fantástico. É claro que não é possível entrar em todos os detalhes, mas esperamos fornecer um ponto de partida para que o leitor interessado busque as informações que achar mais relevantes. Focamos nesse artigo basicamente na eletrônica dos diversos componentes. O leitor que também se interessar em construir seu modelo de acordo com cálculos aerodinâmicos, sugiro aqui dois livros: O “Model Aircraft Aerodynamics”, de Martin Simons e o “Basics of R/C Model Aircraft Design: Practical Techniques for Building Better Models.”, de Andy Lennon.

Aos construtores, também sugiro considerar uma máquina de impressão 3D. Existem diversos projetos na internet que disponibilizam arquivos para impressão de estruturas

de aviões e frames de drones. E melhor ainda, iniciar um projeto totalmente seu!

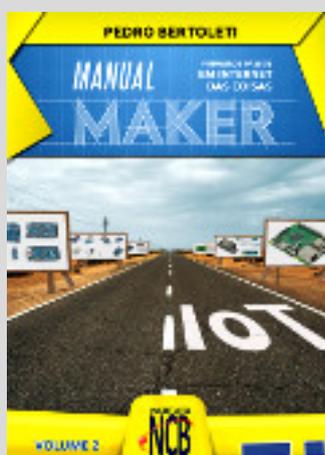
Referências

- »1. “An Introduction to Spread Spectrum Communications”, Maxim Integrated. Tutorial 1890.
- »2. Noll, Bob. “The history of Radio Control”. Disponível em The history of Radio Control | Model Aviation .
- »3. Buxton, David E. RC spread Spectrum Demystified. Abril de 2014. Disponível em RC Spread Spectrum Demystified (rachelicopterfun.com) .
- »4. “Low-Cost Low-Power 2.4GHz RF Transceiver. CC2500 Texas Instruments. Disponível no site www.ti.com.
- »5. “WirelessUSB LP 2.4GHz Radio SoC”. CYRF6936. Disponível em CYRF6936, WirelessUSB™ LP 2.4 GHz Radio SoC (cypress.com) .

**Mais detalhes
você pode obter
clikando sobre
ou fotografando
o este QR-Code.**



BIBLIOTECA INCB



Primeiros Passos com a Internet das Coisas

Pedro Bertoleti

Este livro contém as informações para você dar seus primeiros passos no mundo maker em projetos voltados para Internet das Coisas. Ou seja, este livro funciona como um guia no início de sua jornada pelas tecnologias, conceitos e projetos que compõem a Internet das Coisas. Você aprenderá aqui quais são as principais tecnologias da área, aprenderá sobre os principais sensores utilizados e, ainda, aprenderá a utilizar o ESP32 e a Raspberry Pi 3B para fazer seus primeiros projetos com Internet das Coisas. Abordando os principais conceitos e tecnologias que envolvem Internet das Coisas, permitindo que você, maker, elabore seus próprios projetos nessa área. Onde você que é maker e quer aprender do zero o que é e como utilizar Internet das Coisas em seus projetos, este livro é para você!



Monitoramento remoto de volume e vazão de um reservatório de água com SigFox



Pedro Bertoleti

Atualmente, boa parte do Brasil vive sob uma situação muito delicada: a estiagem. Com o volume das chuvas muito abaixo da média, o fornecimento de água em diversas regiões do país e a geração de energia elétrica a partir de usinas hidrelétricas estão comprometidos. Vive-se um cenário delicado, com chances reais de apagões e racionamento de água. O impacto deste cenário é muito grande, indo das residências até às indústrias.

Diante disso, é fundamental monitorar o volume de água de reservatórios (caixas d'água de residências e condomínios, por exemplo), de forma a se saber a real situação destes e, ainda, permitir a tomada de decisão sobre o consumo de água futuro com base em dados que refletem 100% da realidade.

Nesta linha de pensamento, este artigo mostrará um projeto simples, porém muito útil nesta tarefa: o monitoramento remoto de volume e vazão de um reservatório de água, utilizando como conectividade o SigFox, incluindo a exibição de dados dados em um dashboard na plataforma TagoIO.

Edukit RedFox

O projeto deste artigo faz uso do kit de desenvolvimento RedFox, de autoria de Luiz

Henrique Corrêa Bernardes. O kit de desenvolvimento, vendido junto com o livro "IoT SigFox com Edukit Redfox" (escrito pelo mesmo autor do kit), permite o uso da rede IoT SigFox a partir de um Arduino Nano para programação e como transceiver SigFox um microcontrolador HT32SX, do fabricante nacional HT Micron. Dessa forma, este é um dos poucos kits de desenvolvimento de excelência feitos em grande parte com material nacional. Ainda, o kit conta com 1 ano de conectividade SigFox de forma gratuita, permitindo que você avalie o uso do SigFox em



Figura 1 - kit de desenvolvimento RedFox

Material necessário
 Para fazer este projeto, você precisará dos seguintes materiais:

- Um kit de desenvolvimento RedFox
- Um Arduino Nano V3 e seu respectivo cabo USB de alimentação / programação
- Um sensor de distância ultrassônico HC-SR04
- Jumpers macho-macho
- Opcional: suporte para o sensor de distância ultrassônico, como o visto na **figura 2**.



Figura 2 - Suporte de sensor de distância ultrassônico (Imagem: <https://www.filipeflop.com/produto/suporte-sensor-ultrassonico-hc-sr04/>)

suas aplicações e projetos. O kit exige o uso de um Arduino Nano para que o usuário faça a programação do projeto / solução. Isso torna o uso do kit muito simples, pois é possível programá-lo de forma idêntica a um Arduino comum.

Visão geral - projeto

O projeto deste artigo consiste em:

- Estimar a vazão e volume total do reservatório de água, utilizando como base a distância entre sensor ultrassônico e a linha d'água;
- Periodicamente (a cada hora), enviar via conectividade SigFox as estimativas obtidas;

Estas informações, quando recebidas no backend SigFox, serão automaticamente encaminhadas para a plataforma TagoIO.

Circuito esquemático

O circuito esquemático da solução pode ser visto na **figura 3**.

É importante ressaltar que ele faz referência às ligações no Arduino Nano que é soquetado no kit RedFox. Logo, é preciso soldar a barra de pinos fêmea na placa Red-Fox (nos terminais espelhados do Arduino Nano).

Sensor ultrassônico de distância - como funciona?

O sensor ultrassônico de distância consiste em um sensor que contém um transmissor e um receptor ultrassônico. Este é capaz de ser usado para mensurar distâncias com base na velocidade do som no ar e na diferença de tempo entre emissão e recepção de

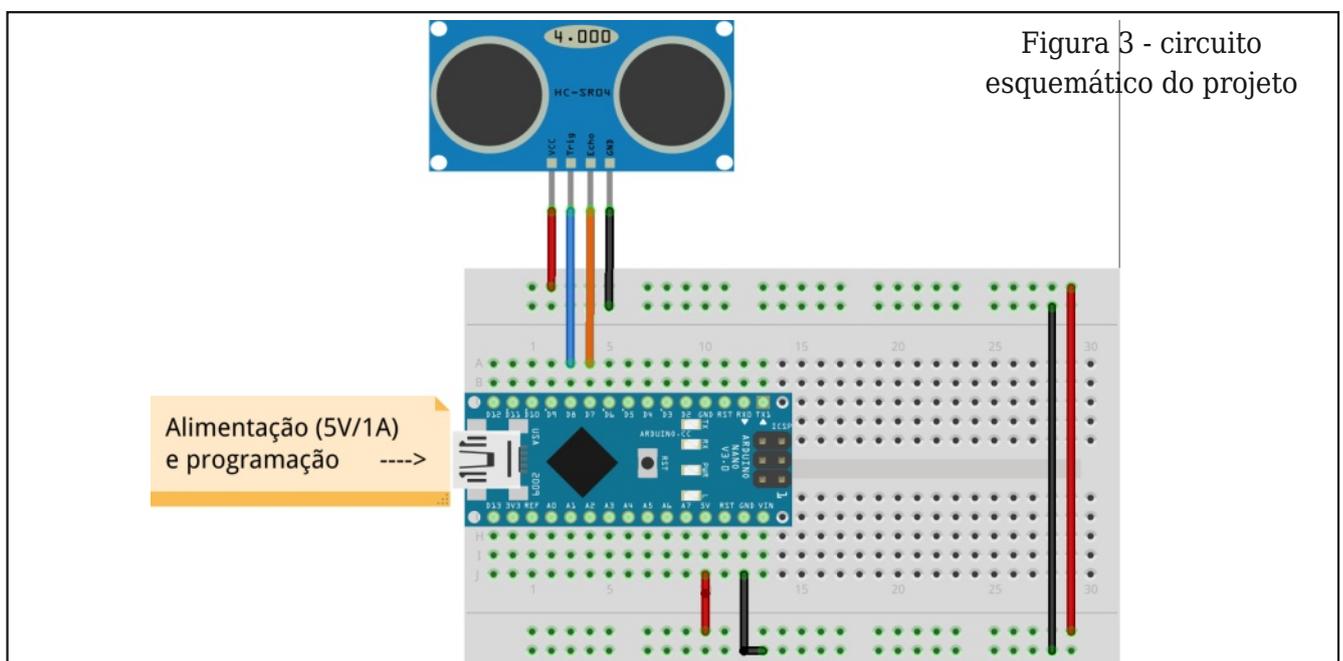
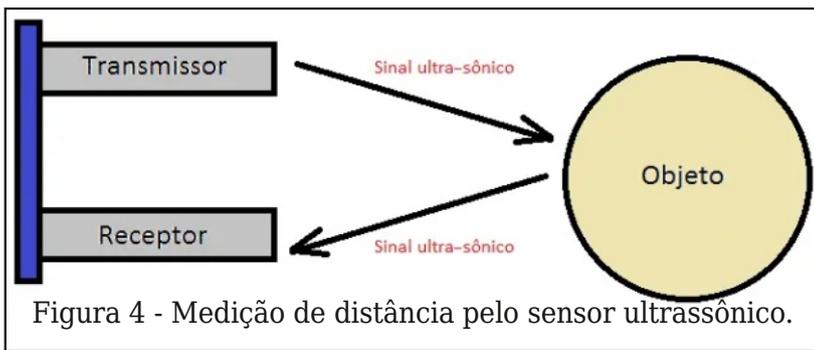


Figura 3 - circuito esquemático do projeto



um sinal ultrassônico. Observe a **figura 4**.

Em resumo, seu funcionamento pode ser descrito conforme o seguinte procedimento:

- A partir de um sinal digital no gatilho (trigger), o transmissor ultrassônico emite um determinado sinal sonoro, em frequência ultrassônica (ou seja, em frequência acima da faixa audível por seres humanos). A partir deste momento o tempo passa a ser contado ($T_{transmissão}$).
- Ao atingir um objeto, este sinal sonoro é refletido novamente para o sensor, onde é captado pelo receptor ultrassônico.
- No momento da recepção, é gerado um sinal de eco (echo), indicando que um sinal ultrassônico foi captado com sucesso e a contagem de tempo é interrompida ($T_{recepção}$).
- Em conhecimento da diferença de tempo entre o trigger e o eco (ΔT_{tempo}) e considerando a velocidade de propagação do som no ar ($V_{som} = 340\text{m/s}$), é possível determinar a distância entre o sensor ultrassônico e o objeto (D_{obj}).

Em termos matemáticos:

$$\Delta T_{tempo} = T_{recepção} - T_{transmissão}$$

$$V_{som} = 340\text{m/s}$$

$$D_{obj} = (V_{som} \times \Delta T_{tempo}) / 2$$

É importante ressaltar que:

- O motivo do fator 1/2 no cálculo da distância do objeto é que o tempo mensurado considera a ida e volta do sinal ultrassônico ao sensor. Portanto, somente metade deste tempo foi necessário para o sinal ultrassônico ser emitido pelo transmissor e atingir o objeto.
- O sinal ultrassônico é refletido tanto no caso de atingir objetos sólidos ou líquidos. Portanto, este tipo de técnica pode ser utilizada para mensurar

a distância entre sensor e linha d'água, por exemplo.

Sensor ultrassônico HC-SR04 - visão geral

Foi utilizado no projeto deste artigo o sensor ultrassônico HC-SR04, mostrado na **figura 5**. Este sensor é muito comum no mundo maker, opera com 5V (tensão padrão da maioria dos módulos Arduino disponíveis) e, além disso, tem um custo baixo no mercado. Ele pode ser usado para mensurar distâncias de 2cm até 4m, com um ângulo de efeito de 15°.

Um fator bastante interessante deste sensor é seu baixo consumo de corrente elétrica quando em operação: 2mA. Isso permite seu uso mesmo em aplicações com restrições de consumo, como aquelas alimentadas com baterias, por exemplo.

Como mensurar a vazão de um reservatório de água com um sensor ultrassônico de distância?

Para compreender como mensurar a vazão de um reservatório com um base nas medições obtidas com um sensor ultrassônico, considere a situação ilustrada na **figura 6**, representando um reservatório de água.

Neste caso, o reservatório tem o formato cilíndrico, de área superior circular de raio R. Logo, a área superior deste reservatório é expressa por:

$$A_{superficial} = \pi \times R^2$$

Havendo consumo da água deste reservatório (a qual escoar pela tubulação em seu fundo) ao longo do tempo, o nível de água no reservatório vai descendo. Para medir es-

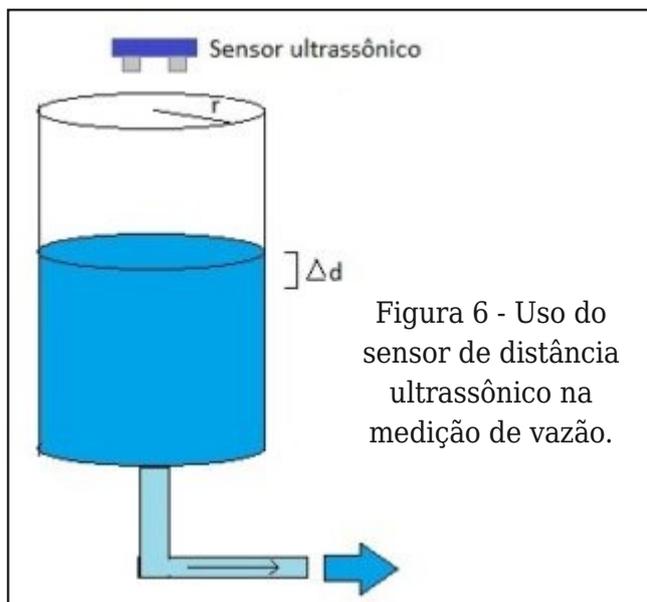


Figura 6 - Uso do sensor de distância ultrassônico na medição de vazão.

te desnível gerado pelo consumo de água entre dois instantes de tempo, periodicamente são feitas duas medidas de distância entre sensor e linha d'água. Ou seja, neste intervalo de tempo descrito, o nível desce d metros. Portanto, em termos matemáticos, o volume consumido entre os tempos de medição é:

$$V_{\text{decrecido}} = A_{\text{superficial}} \times d$$

Como a vazão é definida como volume (ou variação de volume) por tempo (ou intervalo de tempo), no caso abordado aqui a vazão é o Volume decrescido no período de tempo da medição das distâncias do sensor à linha d'água (representado aqui por d). Portanto, se o período de tempo entre as duas medições for exatamente um segundo e se a unidade de volume for m^3 , a vazão pode ser expressa por:

$$\text{Vazão} = V_{\text{decrecido}} [m^3 / s]$$

Em termos gerais, para calcular a vazão em um reservatório com base em medições do sensor de distância ultrassônico, o procedimento resumido é:

- Determinar a área superior do seu reservatório (seja o formato que for);
- Medir, em um intervalo de tempo conveniente, o quanto o nível decresceu;

- Calcular o volume decrescido neste período de tempo;
- A vazão é igual à razão do volume calculado pelo intervalo de tempo entre as medições.

Como mensurar o volume atual de um reservatório de água com um sensor ultrassônico de distância?

Para mensurar o volume atual de um reservatório de água, é preciso que o sensor esteja localizado onde seria o nível máximo permitido de água e, ainda, ter em mãos as seguintes informações:

- A altura total do reservatório (H_{total}), na unidade metros quadrados;
- A área superficial do reservatório ($A_{\text{superficial}}$), na unidade metro;
- A distância medida entre a linha d'água e o sensor (D_{obj}), na unidade metro.

Em posse destas informações, o volume atual de um de um reservatório de água pode ser calculado por:

$$\text{Volume} = (H_{\text{total}} - D_{\text{obj}}) \times A_{\text{superficial}} [m^3]$$

Plataforma IoT TagoIO

Este projeto faz uso da plataforma IoT TagoIO para exibição dos dados recebidos via SigFox. A seguir, você encontra os procedimentos completos para a integração com a plataforma, desde a criação de conta até criação do dashboard.

Criação de conta na TagoIO

Para criar sua conta grátis na plataforma IoT TagoIO (<https://tago.io/>), siga o procedimento abaixo:

- Faça o registro de sua conta preenchendo os dados requeridos na página de cadastro: <https://admin.tago.io/signup>. É de extrema importância você informar um e-mail funcional e verdadeiro (que você possua pleno acesso). Uma vez preenchidos os dados, clique em Registre-se.
- Você será redirecionado a uma tela perguntando se você é um usuário novo ou se já conhece a TagoIO. Como o passo-a-passo do uso da pla-

taforma IoT será informado neste artigo, você pode clicar na opção em que você informa já conhecer a TagoIO (opção I already know TagoIO, conforme destaca a figura 7). Porém, se deseja fazer o tour inicial pela plataforma IoT e conhecê-la um pouco mais, sinta-se à vontade de clicar na opção I'm new at TagoIO, conforme mostrada na **figura 7**.

- Você receberá um e-mail da TagoIO, solicitando sua confirmação de criação da conta. Confirme a conta conforme as instruções do e-mail e faça novamente o login em sua conta TagoIO (com e-mail e senha cadastrados) em <https://tago.io/>.
- A partir desse ponto, sua conta TagoIO está criada e pronta para uso.

Integração do backend SigFox com a TagoIO

Para fazer a integração do backend SigFox, siga todo o procedimento indicado no site <https://docs.tago.io/en/articles/172-sigfox-downlink>.

Este procedimento fará com que todos dados brutos recebidos via SigFox de seu dispositivo sejam automaticamente encaminhados à plataforma IoT TagoIO de forma segura. Sendo assim, tais dados poderão ser futuramente exibidos em dashboards e trabalhados / processados, conforme você desejar.

Criação do parser na plataforma TagoIO

Uma vez que a integração entre backend SigFox e TagoIO estão feitas, é preciso programar na plataforma uma rotina para separar os dados brutos recebidos em variáveis, ou seja, informar a plataforma TagoIO como separar os dados úteis para posterior exibição e processamento. Esta rotina de separação de dados brutos recebidos em variáveis é chamada de parser. Para criar o parser deste projeto, siga o procedimento abaixo:

- Na plataforma TagoIO, clique em Devices, conforme destaca a figura 8.



Figura 7 - Opções de nível de usuário na TagoIO



Figura 8 - Opção "Devices" da plataforma TagoIO.



Figura 9 - Opção "Run my own parser", da plataforma TagoIO.

- Uma vez na tela de gerenciamento de dispositivos, clique sobre o nome do seu dispositivo SigFox.
- Na tela de informações do seu dispositivo SigFox, clique na aba Payload Parser.
- Habilite a opção Run your own parser, como mostra a **figura 9**.

- Haverá um campo de texto grande para a inserção de seu próprio código para o parser. Neste espaço, insira o código abaixo e depois clique em Save.

```
const payload_raw = payload.find(x => x.variable === 'data');

if (payload_raw) {
  try {
    const buffer = Buffer.from(payload_raw.value, 'hex');

    /* Extrai variáveis do payload recebido por SigFox */
    const vazao_m3_s = buffer.readFloatBE(0);
    const volume_m3 = buffer.readFloatBE(4);

    const data = [
      { variable: 'vazao_m3_s', value: vazao_m3_s, unit: 'm3/s' },
      { variable: 'volume_m3', value: volume_m3, unit: 'm3' },
    ];

    payload = payload.concat(data.map(x => ({ ...x, serie: payload_raw.serie, time: payload_raw.time })));
  } catch (e) {
    console.error(e);
    payload = [{ variable: 'parse_error', value: e.message }];
  }
}
```

- Pronto! Agora todos os dados brutos recebidos via SigFox e automaticamente encaminhados à plataforma TagolO serão também automaticamente separados em variáveis pelo parser.

Criação de um dashboard

A partir deste ponto, todos os dados recebidos do seu dispositivo SigFox já estão acessíveis na forma de variáveis, sendo estes referentes à: vazão (em m³/s) e volume (em m³).

Agora, iremos exibir estes dados em um dashboard, permitindo que seja feito o acompanhamento visual dos dados recebidos de forma esteticamente agradável. Para isso, siga o procedimento abaixo:

- Para iniciar a criação de um novo dashboard (painel), clique sobre a opção + na sessão PAINÉIS, conforme destaca a **figura 10**.
- Será solicitado o nome do dashboard a ser criado. Informe RedFox - vazão e volume de reservatório como nome no campo Name e clique em



Figura 10 - Opção para criar um novo dashboard (painel).

Create my Dashboard.

- Seu dashboard (ainda vazio) está criado. Agora é o momento de adicionar itens a este dashboard, de forma que cada item exiba uma variável específica. Este item é chamado de widget. Para criar um widget, clique sobre o botão **“Add widget”** (ou no botão +, no canto superior direito do dashboard).
- Selecione o widget do tipo Display.
- Na tela de configuração do widget Display, para criar um widget que informa a vazão, preencha o campo device com o nome do seu dispositivo (nome que você colocou em sua criação) e preencha o campo variable com vazao_m3_s. Após preencher os dados, clique em Save.
- Repita os passos 3 e 4 para criar um widget que informa o volume do reservatório. Preencha o campo device com o nome do seu dispositivo (nome que você colocou em sua criação) e preencha o campo variable com volume_m3. Após preencher os dados, clique em Save.
- Ao fim do procedimento, o seu dashboard estará conforme mostra a **figura 11**.
- Clique no botão na forma de um olho, no canto superior direito do seu dashboard. Seu dashboard será colocado no modo de exibição.
- A partir de agora, a cada transmissão de dados de seu dispositivo SigFox, os dados serão exibidos no dashboard.

Código-fonte do projeto

O código-fonte do projeto pode ser acessado, clicando ou fotografando o QR-Code.

Conclusão

Neste artigo, você aprendeu a como fazer um dispositivo eletrônico capaz de monitorar remotamente o volume e vazão de um reservatório de água, utilizando como tecnologia de comunicação sem-fio o SigFox. Ainda, aprendeu a utilizar a plataforma IoT TagoIO de forma integrada com o backend SigFox, algo muito útil para exibição, processamento e gerenciamento dos dados enviados pelo dispositivo. Ainda, aprendeu a como tratar os dados recebidos (parser) e exibir os dados tratados (variáveis) em um dashboard.

Você pode tomar como base este projeto e criar seus próprios dispositivos eletrônicos

de monitoramento remoto de reservatórios de água (caixa d'água de sua residência ou condomínio, por exemplo), fazendo deste projeto algo de bastante utilidade na sua vida cotidiana em um cenário de estiagem, como o que vivemos neste momento no Brasil.

Código-Fonte:



CURSOS DE SISTEMAS EMBARCADOS

Sistemas Embarcados Profissionais - Imersão ao Assunto

IoT: Aprenda a fazer seu projeto do dispositivo à nuvem

Introdução ao LoRa

FreeRTOS com Arduino para iniciantes

Comece agora a aprender as tecnologias que são o presente e futuro do seu dia-a-dia profissional

ACESSE O QR CODE E SAIBA MAIS

SCAN ME

BIBLIOTECA INCB



Projetos com ESP32 e LoRa

Pedro Bertoleti

Com este livro, você será capaz de aprender mais sobre o ESP32 - um dos SoC mais utilizados para Internet das Coisas no momento - e também aprender sobre a tecnologia LoRa, com projetos que combinam o melhor dos dois mundos para você ingressar nesta área com conhecimento sólido.

É iniciante no assunto? Sem problemas! Este livro tem um estilo mais maker, justamente para você aprender de forma mais leve e prática, focando nos pontos principais para domínio das tecnologias apresentadas.



REVISTA

Elevador Brasil

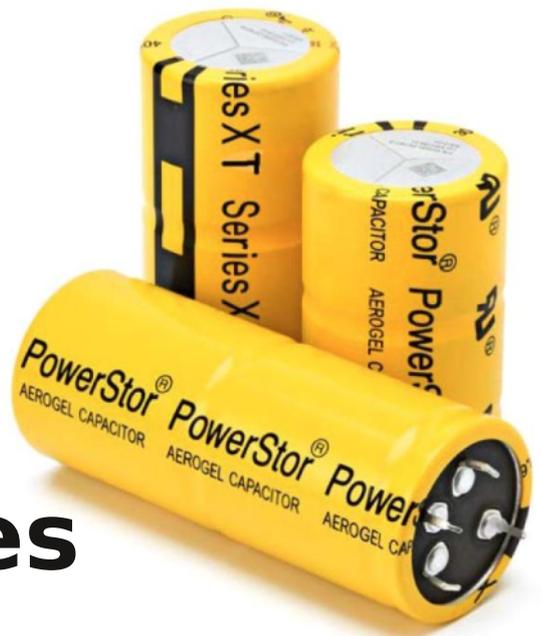
REVISTA PROFISSIONAL - Fabricantes - Conservadoras - Consultores - Construtoras



**A melhor vitrine para o seu
produto na América Latina**

www.elevador.com.br

Medindo Supercapacitores



Newton C. Braga

Com a disponibilidade no mercado de supercapacitores com capacitâncias acima de 10F é justo que os leitores que desejam fazer experimentos possam medir esses componentes. Existem diversas formas de se fazer isso. Neste artigo ensinamos como é possível medir um supercapacitor usando recursos comuns, como o multímetro.

Partimos do fato de que os capacitímetros comuns partem do tempo de carga do componente em teste para medir sua capacitância. Eles simplesmente aplicam uma tensão no componente e medem a quantidade de pulsos que é produzida pelo circuito num determinado intervalo de tempo. Esse intervalo é dado por duas tensões que aparecem no capacitor no intervalo da carga.

É claro que, no caso de um supercapacitor, este intervalo seria muito grande e o circuito não conseguiria fazer sua integração. Outro problema a se considerar é que o supercapacitor descarregado se comporta como um curto-circuito praticamente, exigindo correntes muito altas para sua carga entre duas tensões conhecidas.

Mas, existem alternativas para saber com boa precisão qual é o valor de um supercapacitor.

Podemos fazer sua medida por um método indireto muito simples. Usamos sua constante RC para isso que, como sabe-

mos na carga corresponde a 0,63 da tensão máxima e na descarga 0,37 da tensão máxima, conforme mostra a **figura 1**.

Assim, basta pegar o capacitor em teste e um resistor de resistência conhecida, a mais baixa que se possa obter para uma corrente que implique numa dissipação inferior a especificada para o componente.

A escolha do resistor também depende corrente máxima que a fonte utilizada no teste pode fornecer. Por exemplo, se eu tenho um capacitor de 10F x 2,7V, uso como tensão de referência para a carga 2V o que resulta numa tensão de 1,26V para a carga e 0,74V para a descarga.

$$T = RC$$

O resistor pode ser de 4 ohms, por exemplo. (posso associar resistores para obter algo o mais próximo disso) com uma dissipação de 1W ou mais.

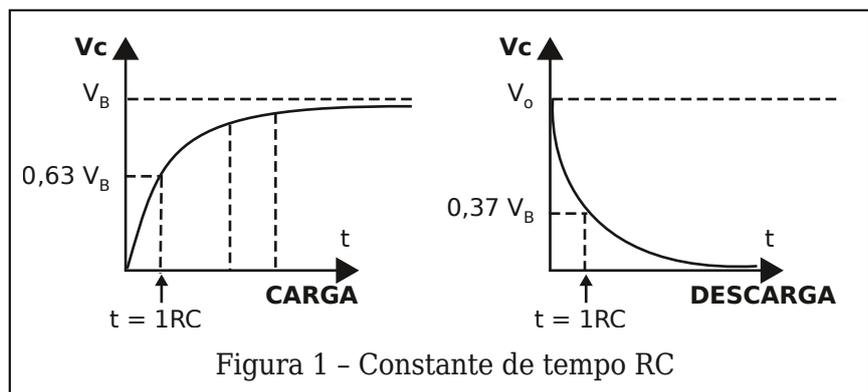
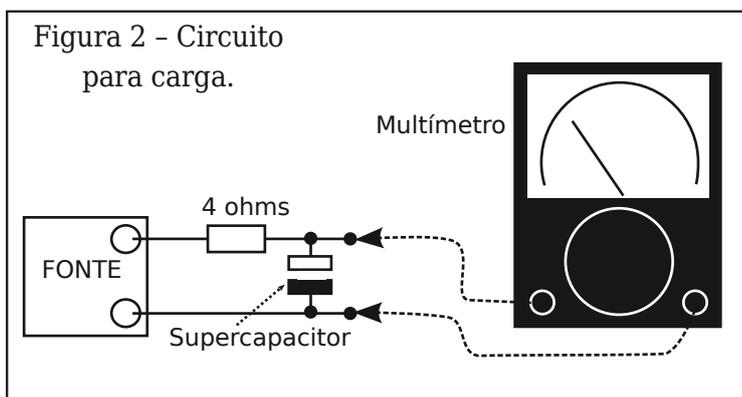


Figura 2 - Circuito para carga.



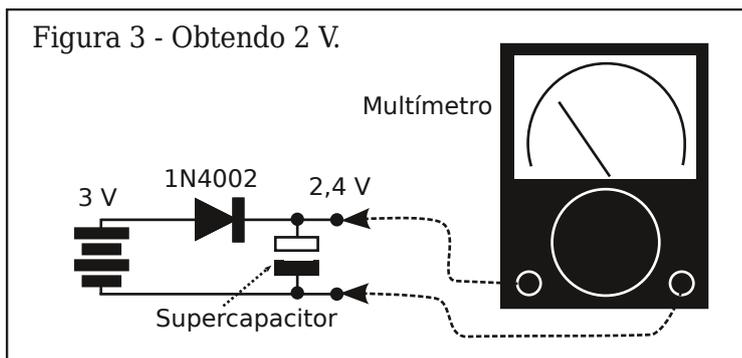
Para obter a capacitância, basta então aplicar a fórmula:

$$C = t/R$$

Dividimos o tempo por R. Por exemplo se tivermos 40 segundos, a capacitância será:

$$C = 40/4 = 10 \text{ F}$$

Figura 3 - Obtendo 2 V.



Assim, com 2 Volts a corrente será de 500 mA o que está dentro da possibilidade de até usarmos pilhas comuns como fonte.

Tenho então duas possibilidades:

a) Medindo o tempo de carga

Ajusto minha fonte de alimentação para 2V. Certifico-me de que o capacitor em teste está completamente descarregado e monto o circuito abaixo com um multímetro na escala apropriada de tensões.

Veja então que a constante de tempo para este circuito será de:

$$T = R \times C$$

Ligo a fonte previamente ajustada para 2 V e vejo quanto tempo o multímetro demora para chegar aos 1,26 V.

b) Medindo o tempo de descarga.

Neste caso, usando um circuito apropriado, que pode ser formado por pilhas e um sistema redutor, carrego o supercapacitor com 2,4V monitorando sua tensão no multímetro.

Uma maneira de se obter aproximadamente 2 V para o capacitor é utilizando 2 pilhas (3V) e um diodo 1N4002 ou

1N4004 em série para reduzir em 0,6 V a tensão.

Trabalho então com o valor obtido o que pode ser verificado com o multímetro. Com o capacitor carregado, ligo-o a um resistor de 4 ohms e a um multímetro. Novamente, meço o tempo que ele demora para atingir 37% da tensão de carga, veja na **figura 4**.

Anotamos os valores e aplicamos e aplicamos a mesma fórmula:

$$C = t/R$$

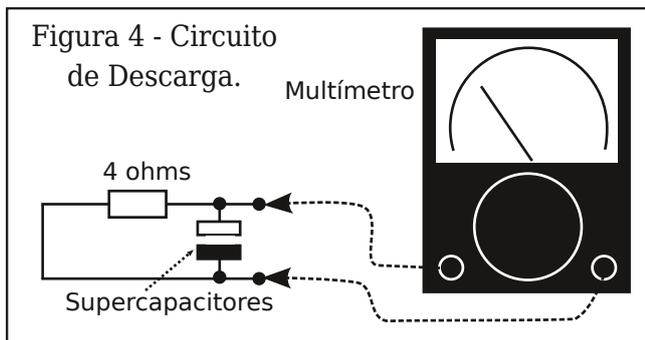
Por exemplo:

Obtivemos 80 segundos no processo.

$$C = 80/4$$

$$C = 20 \text{ Farads}$$

Figura 4 - Circuito de Descarga.



É lógico que devemos sempre considerar as tolerâncias dos componentes utilizados e do próprio capacitor.

Observe que é preciso ter cuidado para que nunca a tensão máxima suportada pelo capacitor seja ultrapassada, pois ele pode sofrer danos.

Este artigo propõe aos leitores a montagem de um detector de metais, explorando as propriedades dos campos magnéticos e as correntes de Foucault (eddy currents) para detecção de metais. Os conceitos serão aplicados através da construção de um circuito eletrônico capaz de acusar a presença de corpos metálicos, analisando seu funcionamento e desenvolvendo a montagem prática. Compreendendo o funcionamento, o leitor poderá explorar o circuito, interagindo de forma a melhorar a detecção ou mesmo propor um novo circuito!

Detector de Metais

Msc. Eng. Prof. Antonio Carlos Gasparetti

Correntes eddy ou correntes de Foucault

Para entendermos o funcionamento do detector, vamos explorar as propriedades das correntes “parasitas” (também chamadas de correntes de Foucault) [1][2] são “loops” de corrente elétrica induzida dentro dos condutores por uma mudança no campo magnético no condutor, devido a Lei da indução de Faraday. A Lei de Faraday é também conhecida como lei da indução eletromagnética. Esta lei foi estabelecida pelo físico e químico britânico Michael Faraday (1791-1867) a qual afirma que a variação no fluxo de campo magnético através de materiais condutores induz o surgimento de uma corrente elétrica.[3][4]

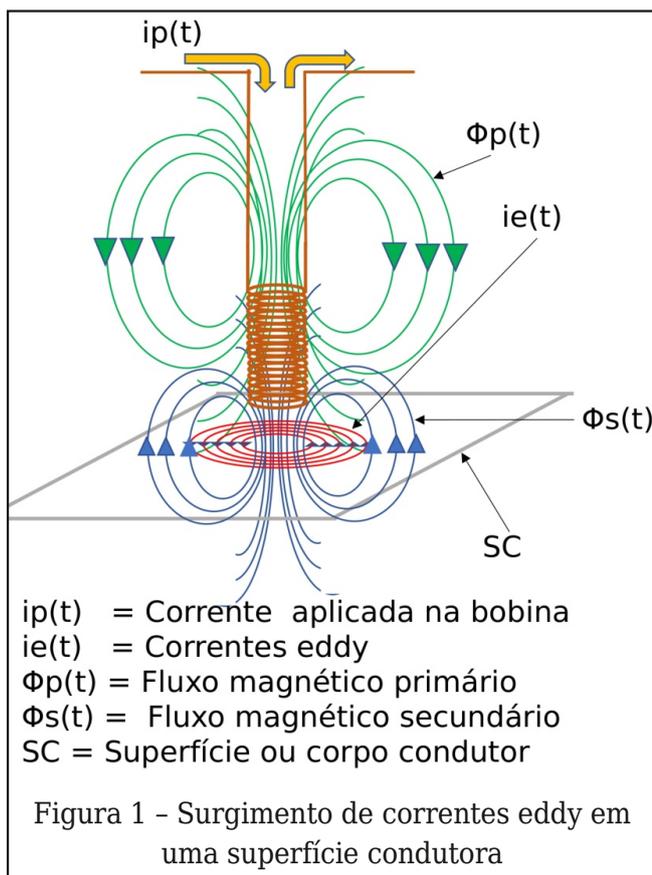
Em 1834, Heinrich Lenz, verificou que a direção do fluxo de corrente induzida em um objeto será de modo que seu campo magnético se oponha à mudança de campo que causou o fluxo atual (Lei de Lenz). O físico francês Léon Foucault (1819-1868) [1] é creditado por ter descoberto as correntes parasitas. Em setembro, 1855, ele descobriu que a força necessária para a rotação de um disco de cobre torna-se maior quando é feito para girar com sua borda entre os pólos de um ímã, o disco ao mesmo tempo que fica

aquecido pela corrente parasita induzida no metal. [2]

O termo corrente parasita (correntes eddy) vem de correntes análogas visto na água ao remar usando um remo, causando áreas de turbulência conhecidas como redemoinhos dão origem a persistentes vórtices [5]. De forma análoga, as correntes parasitas podem levar tempo para construir e pode persistir por tempos muito curtos em condutores devido à sua indutância. Vale ressaltar que o comportamento do magnetismo no metal não obriga a ser necessariamente ser ferromagnético, o que abre a possibilidade de detecção de qualquer tipo de metal condutor [4]. A **figura 1** ilustra como as correntes eddy são induzidas em uma superfície condutora [6].

Explorando as propriedades das correntes eddy para detectar metais

Sabendo que ao submeter uma bobina a um pulso de corrente, aqui chamada de $i_p(t)$, surge um campo magnético variável o qual atravessando um corpo condutor resulta em correntes induzidas neste condutor (correntes eddy), as quais também produzem campo magnético em sentido contrário ao campo primário gerado. Essa situação in-

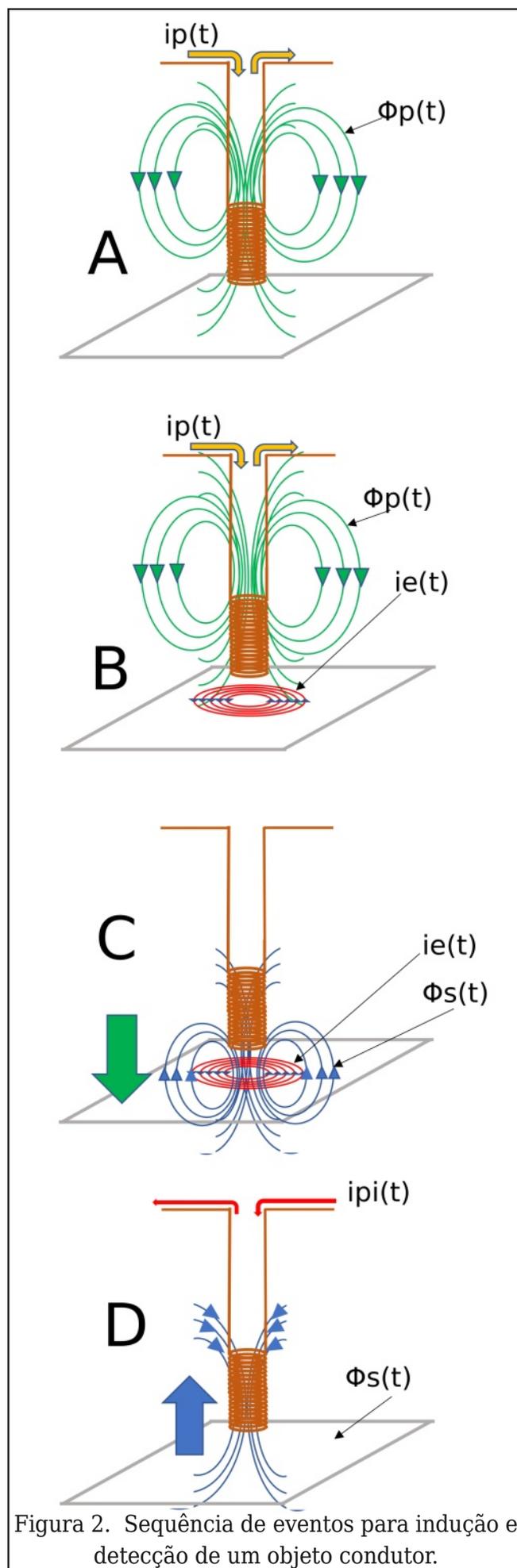


dica que sob a ação de um campo magnético primário variável é possível identificar a presença de um objeto condutor, desde que seja possível detectar o campo magnético produzido pelas correntes eddy que o circulam.

Para ilustrar este mecanismo vamos utilizar uma sequência de eventos conforme a **figura 2**. Esta sequência ilustra também o princípio básico de funcionamento do nosso detector de metais.

Seguindo a sequência, na **figura 2A** aplicamos um pulso de corrente primário $i_p(t)$ o qual irá gerar um campo magnético primário $\Phi_p(t)$ cujas linhas atravessam a superfície condutora (sc). As linhas do campo magnético ao atravessarem a superfície condutora sc, produzem as correntes induzidas conforme a **figura 2B**. A intensidade do campo magnético e as condições de permeabilidade das linhas de campo magnético determinam a penetração e a geração das correntes no corpo condutor.

Na sequência ilustrada pela **figura 2C** as correntes Eddy induzidas geram linhas de campo magnético $\Phi_s(t)$ no sentido de se



oporem as linhas do campo magnético primário. Essas linhas cortam a bobina e são convertidas em corrente elétrica a qual surge nos terminais da bobina, aqui chamada de $i_p(t)$ no final da sequência na **figura 2D**.

Combinando as sequências A, B, C e D podemos notar que emitindo um pulso de corrente e por conseguinte um pulso de linhas de campo magnético ao encontrar um corpo condutor geram as correntes eddy as quais produzem um campo magnético secundário o qual reflete parte da energia emitida sendo que as linhas do campo magnético produzidos pelas correntes eddy cortam a bobina geradora a qual as detecta convertendo em corrente nos extremos da própria bobina geradora. Este é o princípio de funcionamento do nosso detector de metais.

Este tipo de detector é chamado de PI (Pulse Induction). A montagem e o circuito propostos são uma nova versão, modificada, do circuito original baseado no detector de metais “russo” [7].

Existem outras técnicas e circuitos de detecção de metais como o IB (Balanceamento de Indução) [8], ou o BFO (Oscilador por Batimento de Frequência) [9], onde o batimento é quebrado pela presença de corpo

metálico o T/R (Transmissor/Receptor) onde um sinal e um campo magnético são gerados em fase e na presença de corpo metálico a fase entre os sinais é quebrada e o OR (Quebra de Ressonância) onde a detecção é feita por quebra de balanceamento entre circuito ressonante e o circuito detector [10]. Cada tipo de técnica e circuitos possuem características definidas de sensibilidade, seletividade e desempenho.

Circuito detector PI – Análise

Para a análise, dividimos o circuito em 3 partes, E1, E2 e E3, conforme a **figura 3**.

A etapa E1 é responsável por gerar pulsos de corrente para a bobina sensor. O circuito é um oscilador de pulsos baseado no circuito timer 555. Os transistores T1 e T2 são responsáveis pela polarização e chaveamento da corrente na bobina L1. O timer 555 ao gerar o pulso, alimenta o através do circuito periférico a T1, 2N3906 PNP que comuta o MOSFET IRF 840, o qual irá aplicar um pulso de corrente em L1.

A intensidade da corrente depende da largura do pulso, o tempo para estabelecer o campo magnético em L1, sendo que esse ajuste é feito através do trimpot R3. O com-

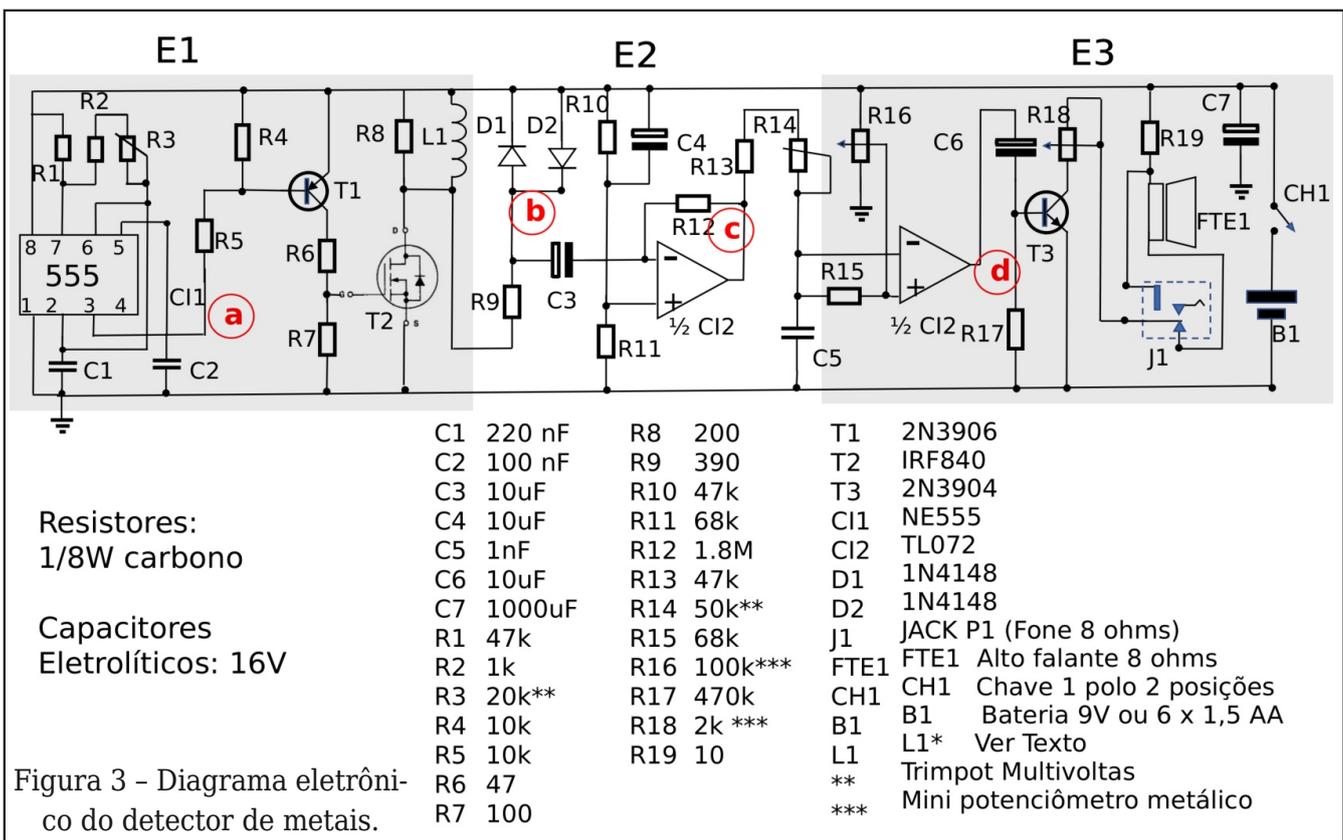


Figura 3 - Diagrama eletrônico do detector de metais.

promisso entre intensidade do campo magnético, sensibilidade e o consumo da bateria, dependem deste ajuste.

A bobina L1 deverá ser construída em um suporte de PVC de 15 cm com 18 voltas \pm 2 voltas com fio 26 AWG (0,4049 mm de diâmetro). O leitor poderá variar as dimensões da bobina e o número de espiras para explorar a sensibilidade do circuito, porém recomenda-se partir do dimensionamento indicado.

A etapa E2 é responsável por detectar e amplificar o sinal que retorna do corpo metálico detectado. Utilizando a própria bobina L1 como receptora, o sinal será captado e enviado a entrada inversora de um dos amplificadores operacionais do CI - TL072, composto por 2 amplificadores operacionais. Este amplificador operacional irá condicionar e amplificar o sinal de retorno gerado pelas correntes induzidas no corpo metálico a ser detectado. Os diodos configurados em anti - paralelo condicionam o sinal e o limitam na fase de emissão do pulso, onde as tensões são relativamente elevadas.

A etapa E3 irá executar o papel de ajuste de nível de reconhecimento do sinal (sensibilidade). Lembrando que a bobina é feita de um condutor, as correntes serão induzidas nela, além do corpo metálico a ser detectado. Para que o circuito não detecte as próprias correntes induzidas na bobina esta etapa compensa o efeito através do ajuste de R14 (trimpot) e R16 (potenciômetro de

sensibilidade). O ajuste combinado proporciona a sensibilidade e a neutralização dos efeitos em L1. A saída do amplificador operacional é aplicada a uma etapa final de amplificação através do transistor 2N3904 NPN e condicionamento de sinal que é aplicado no alto falante FTE1. O potenciômetro R18 tem por finalidade controlar o volume.

O diagrama faculta a colocação de um "jack" para uso de fones. A detecção será verificada quando um zumbido for ouvido em FTE1 ou no fone. Fica a critério do leitor a instalação ou não do "jack," bem como o seu tipo, lembrando que o fone deverá ter impedância de 8 ohms. B1 pode ser uma bateria de 9V ou 6 pilhas AA de 1,5V. A chave CH1 liga ou desliga o circuito. O consumo do circuito gira em torno de 120 mA quando em operação.

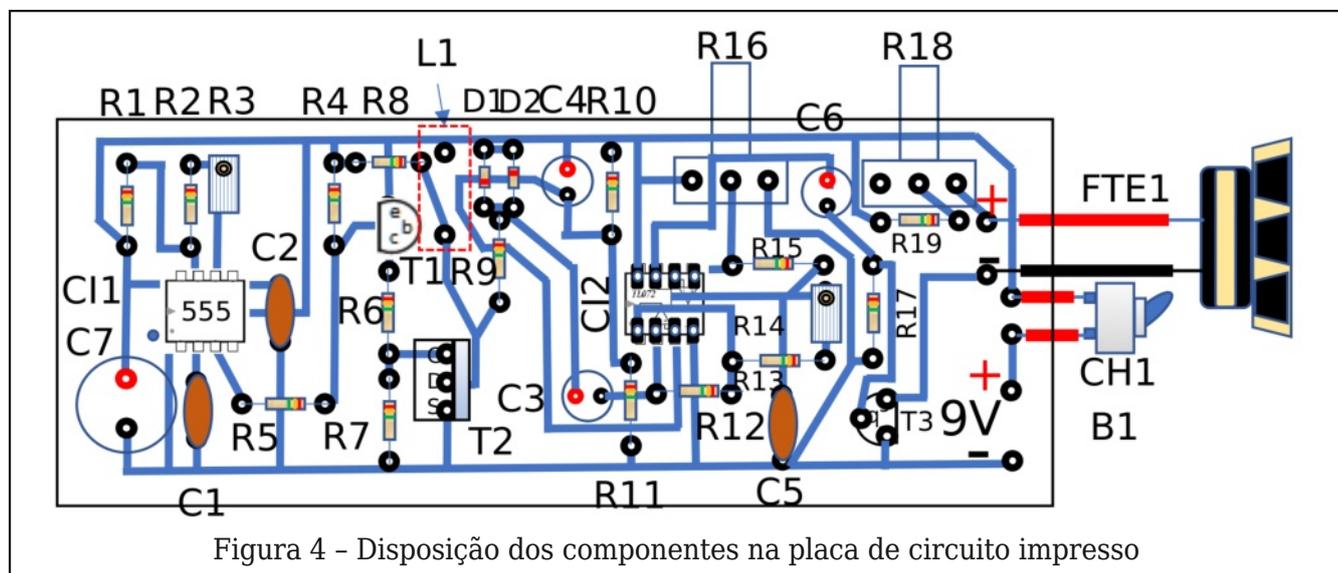
Montagem

Na **figura 4** temos a disposição dos componentes da placa de circuito impresso proposta e na **figura 5** o negativo para corrosão.

O circuito foi montado em uma placa de circuito impresso de fibra de vidro, como ilustra a foto da **figura 6**.

Verificação do funcionamento

O interessante é se o leitor dispuser de um osciloscópio para verificar os sinais. No entanto, para aqueles que não o possuem, segue uma sequência de ajustes que irá



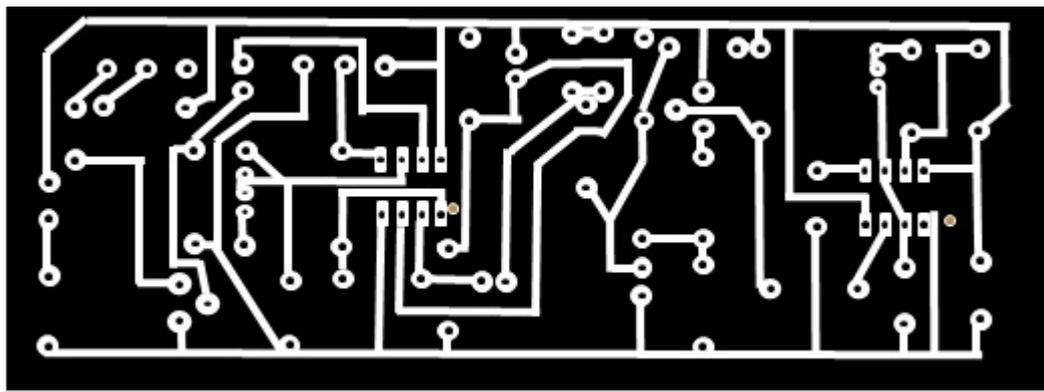


Figura 5 - Circuito impresso.

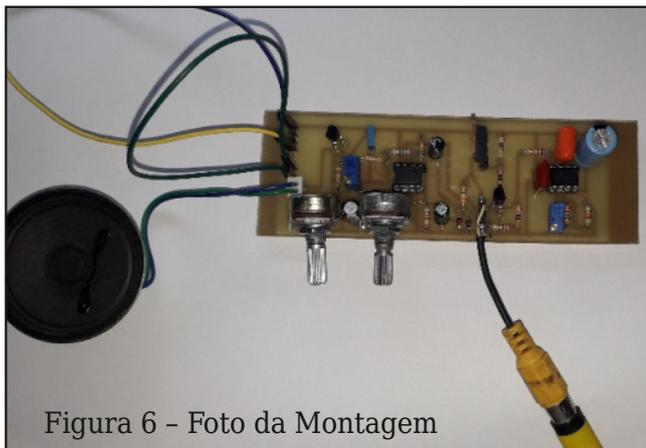


Figura 6 - Foto da Montagem

auxiliar no processo de colocar o circuito em funcionamento. Porém antes é necessário conferir toda a montagem, inclusive soldas frias, curtos circuitos ou eventuais falhas na corrosão da placa.

- Ajuste R3 em $\frac{1}{4}$ do seu giro partindo do valor mínimo
- Ajuste R14 em $\frac{1}{2}$ do seu giro partindo do valor mínimo
- Ajuste R16 em $\frac{1}{2}$ do seu curso
- Ajuste R18 para volume máximo (valor mínimo de R18)

Após ligar espere alguns segundos. O alto falante deverá emitir som de “estalos” de forma aleatória. Se isso não ocorrer tente através do ajuste em R16 procurando o ponto onde o zumbido aparece e então ajuste até ele ir desaparecendo até alguns “estalos” e o silêncio. Aproxime uma peça metálica em L1. Se o circuito estiver funcionando você ouvirá um zumbido ao aproximar a peça metálica e ao afastar o zumbido deve ces-

sar. Ajuste R3 e R14 de forma a combinar a maior distância e o menor corpo metálico possível. Utilize uma moeda como corpo de prova ou algo similar. Teste com diferentes tipos de metais como ferro, cobre, zinco, alumínio ou um objeto de ouro. Para que dispuser de um osciloscópio, registramos algumas formas de onda para ilustrar o funcionamento e auxiliar na localização de problemas ou exploração do circuito na **figura 7**.

Sugestão para montagem da estrutura

O leitor poderá acondicionar o detector de metal na estrutura sugerida na figura 8. A estrutura é composta de um tubo de 0,5 polegadas de 1,45m tendo numa das extremidades a bobina com 15cm de diâmetro com um tubo de $\frac{3}{4}$ de polegada alinhada com o diâmetro do suporte da bobina. A peça a qual a bobina foi enrolada é de PVC utilizada em instalações hidráulicas. No outro extremo a 40cm um pedaço de tubo de $\frac{3}{4}$ de polegada é encaixado via furo e colado para ser a empunhadura do detector.

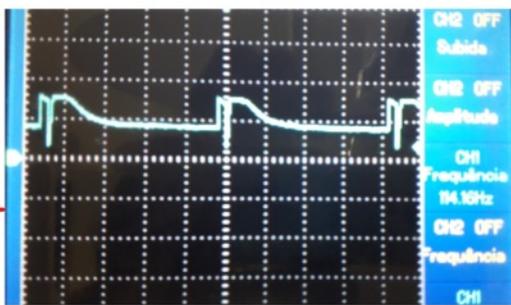
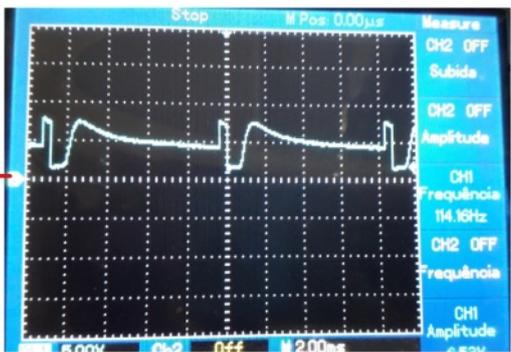
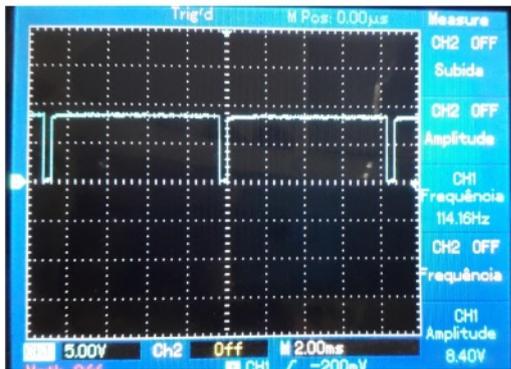
A caixa do circuito fica próxima e pode ser fixado com cintas plásticas. A bobina pode ser soldada em um extremo e do outro conter um conector RCA que interliga ao conector que leva os fios até a placa de circuito impresso. É recomendável após o teste de funcionamento, envernizar a bobina e as conexões com verniz isolante elétrico para 1000V.

Na foto representada na figura 9 podemos observar alguns detalhes da montagem finalizada.

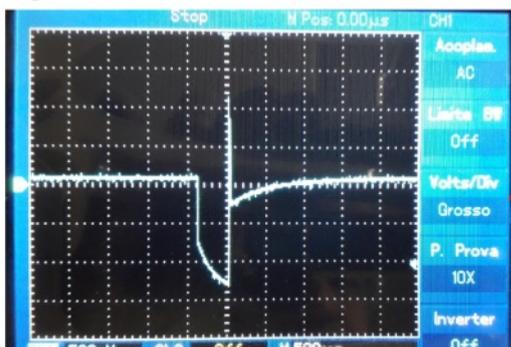
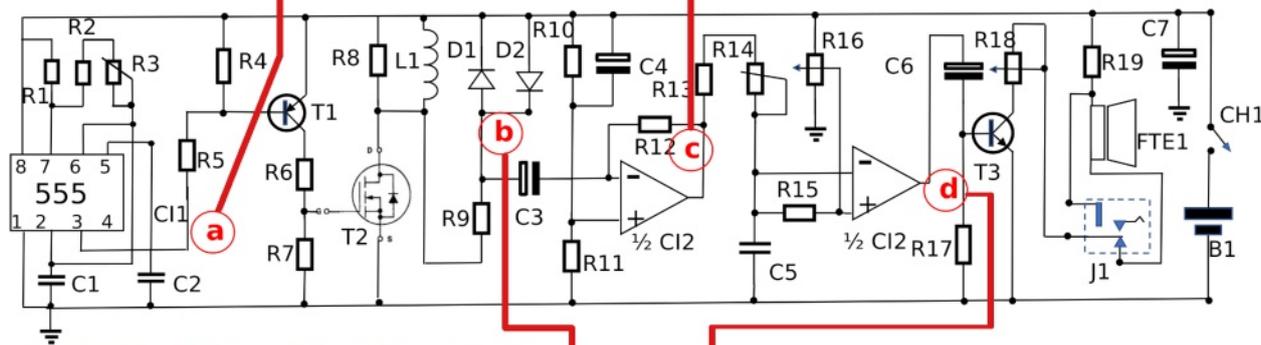
Figura 7 - Formas de onda produzidas pelo circuito.

Forma de onda no ponto c com o ajuste de sensibilidade neutralizando o efeito da bobina, ou seja pronto para detectar.

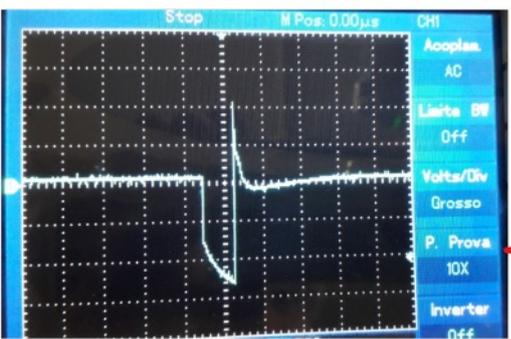
Sinal de saída no Timer 555.
Frequência 114.16Hz.
No GATE do IRF 840 o sinal é invertido



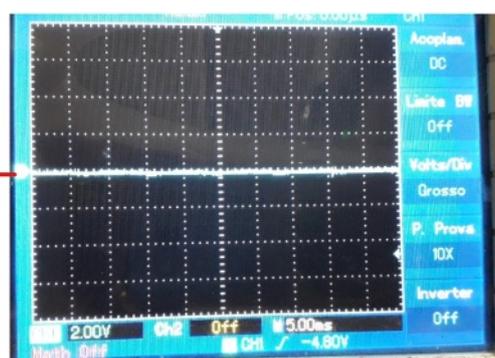
Forma de onda no ponto c com o ajuste de sensibilidade neutralizando o efeito da bobina, agora com a presença de metal. Observe a mudança.



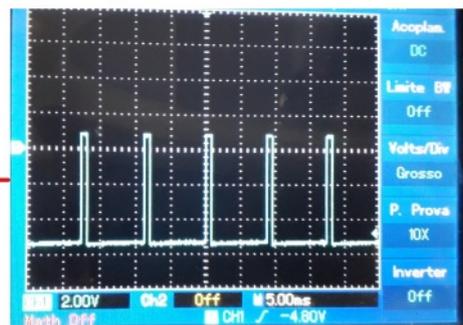
Forma de onda no ponto b com o ajuste de sensibilidade neutralizando o efeito da bobina, ou seja pronto para detectar.



Forma de onda no ponto b com o ajuste de sensibilidade neutralizando o efeito da bobina, agora com a presença de metal. Observe a diferença!

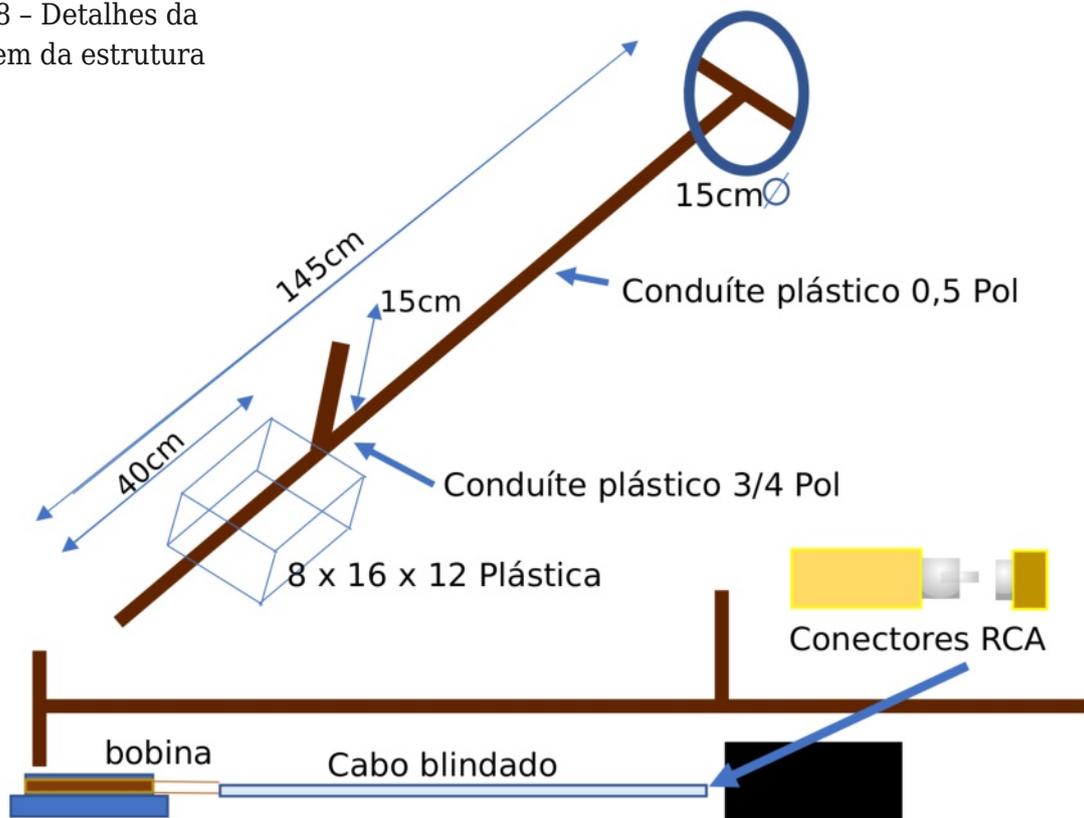


Forma de onda no ponto d com o ajuste de sensibilidade neutralizando o efeito da bobina, ou seja pronto para detectar.



Forma de onda no ponto d com o ajuste de sensibilidade neutralizando o efeito da bobina, agora com a presença de metal. O som deverá estar presente no Alto Falante

Figura 8 - Detalhes da montagem da estrutura



Mais detalhes
você pode obter
cliqueando sobre
ou fotografando
o este QR-Code.

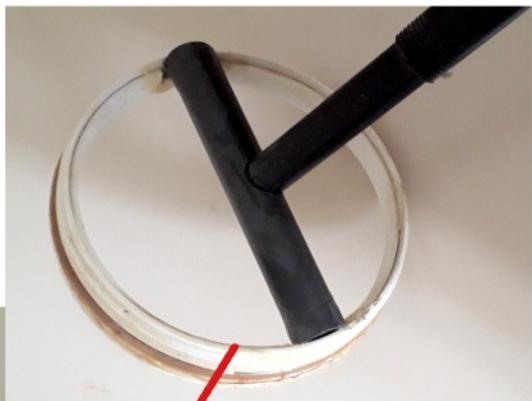
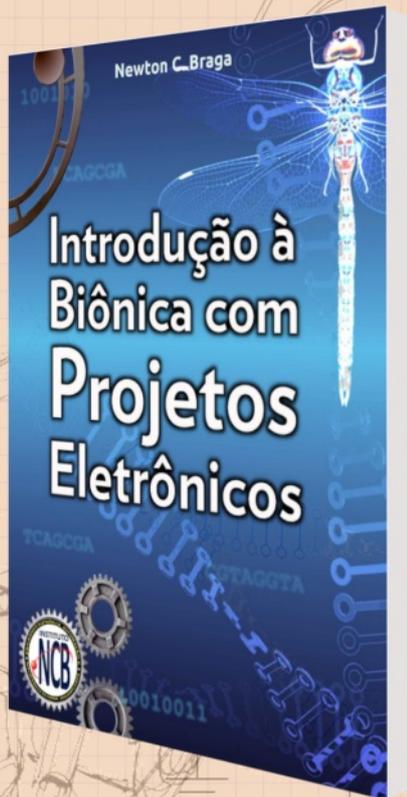


Figura 9 - Foto com detalhes do protótipo.





Introdução à Biônica com Projetos Eletrônicos

Esta obra é uma introdução ao estudo da biônica (biologia + Engenharia Mecânica e Eletrônica) utilizando projetos eletrônicos práticos. Com a finalidade de ajudar um pouco os que desejam entrar de uma forma mais intensa neste maravilhoso campo das aplicações tecnológicas linkadas aos seres vivos este livro trás uma coletânea de artigos e textos importantes, selecionados numa ordem lógica, com o único objetivo de introduzir esta ciência aos estudantes e professores que desejam preparar um curso e profissionais, como também os makers que pretendem criar um produto de uma tecnologia totalmente nova quer seja para uma aplicação agropecuária, para colocar em pets, ou mesmo para usar num vestível ou num objeto de uso humano ou animal conectado à Internet.

e-Books ou Impresso
Clique ou Fotografe o QR-Code



ABR soluções tecnológicas

Curso
Projetos
Consultorias

Loja de sensores e módulos de Arduino

www.abrtecnologia.com

 arduino brasilshop.com.br

 [@arduino brasil](https://www.instagram.com/arduino brasil)

LITERATURA RECOMENDADA



De todos os instrumentos de medidas elétricas e eletrônicas, certamente o multímetro é o mais conhecido e o mais acessível. No entanto, para usar um multímetro é preciso conhecer seus segredos. Dicas, macetes e informações básicas que não encontramos nos seus manuais. Nas 331 páginas deste livro você vai encontrar tudo o que precisa para escolher um bom multímetro para suas atividades e também como usá-lo com todo seu potencial, como um verdadeiro profissional.

Autor: Newton C. Braga

ISBN: 9788565050258

Formato: e-book e impresso

Número de páginas: 310

Clique ou fotografe o QR-Code abaixo para saber mais sobre o livro



Como Testar o MOSFET com Multímetro Analógico

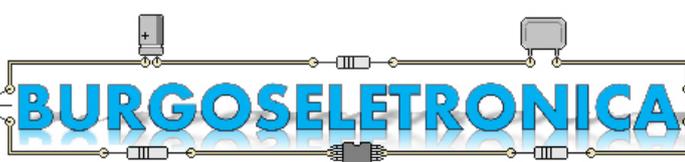
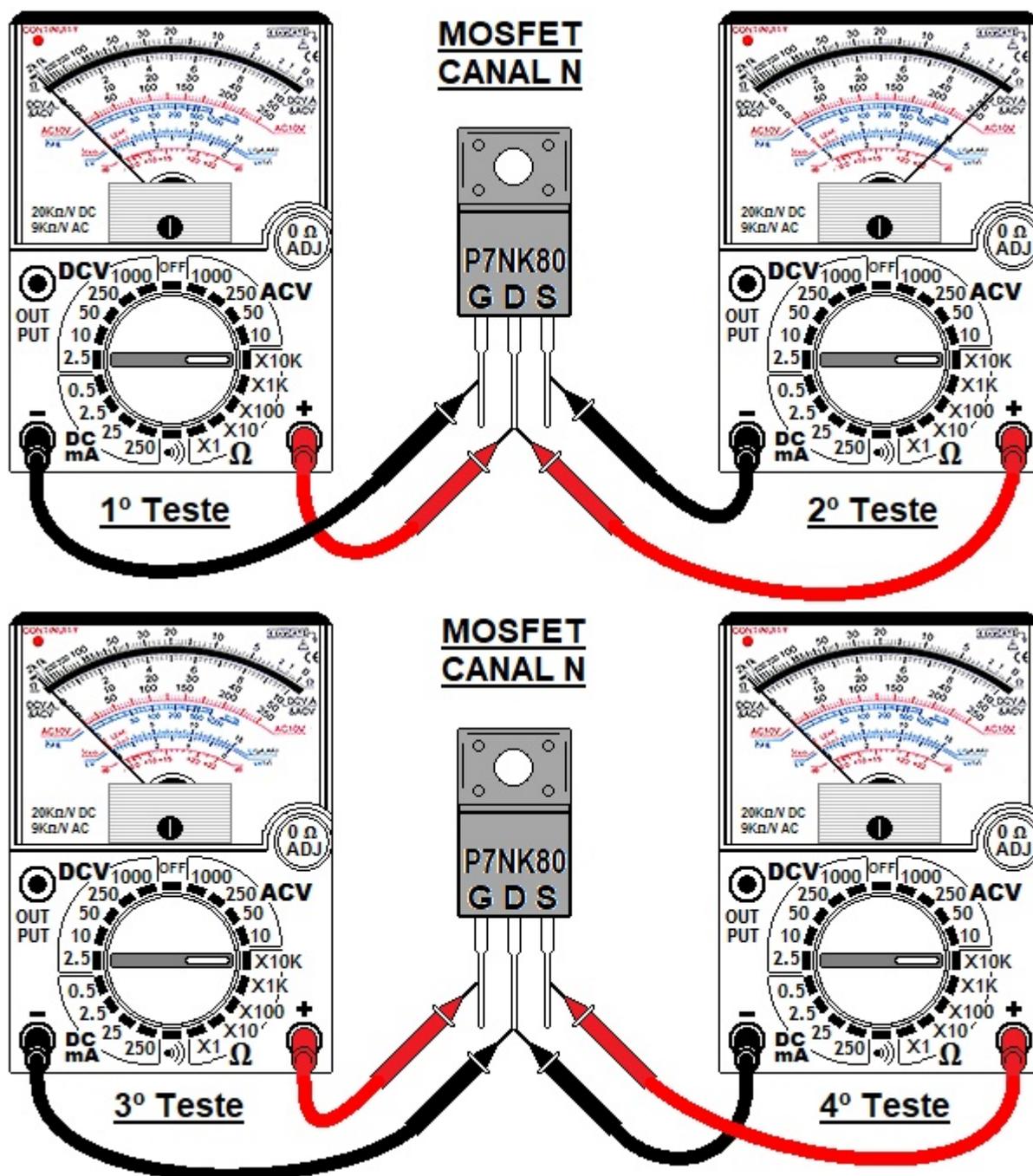
Luis Carlos Burgos

Os transistores MOSFETs são amplamente usados nos equipamentos eletrônicos atuais especialmente em fontes de alimentação e conversores DC-DC. Neste artigo mostrarei como testá-los usando um multímetro analógico (o melhor para esta finalidade) e com o componente fora do circuito. Preferivelmente usando a escala de X10K e se não tiver pode usar a X1K mesmo. Vamos dividir em duas partes, em MOSFETs de canal N e de canal P

Observação importante: O multímetro deve estar com a bateria em boas condições para a escala de X10K e como dito anteriormente na falta desta escala pode usar X1K. Em outra oportunidade podemos falar do teste de MOSFETs no circuito e usando multímetro digital.

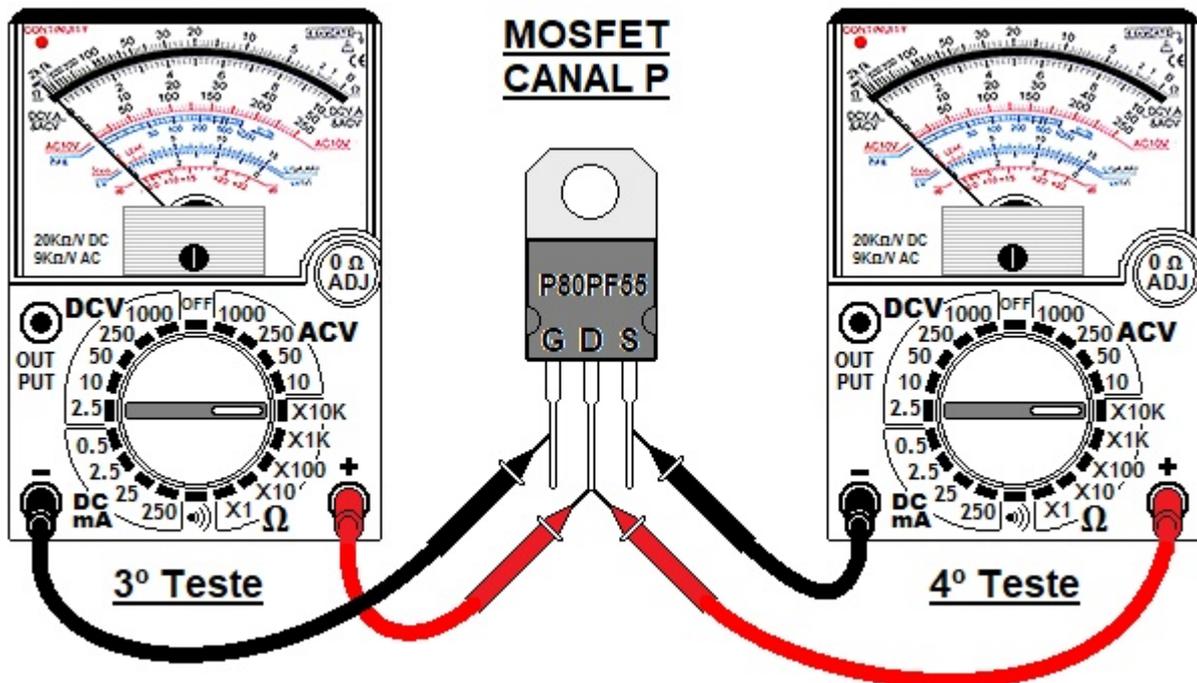
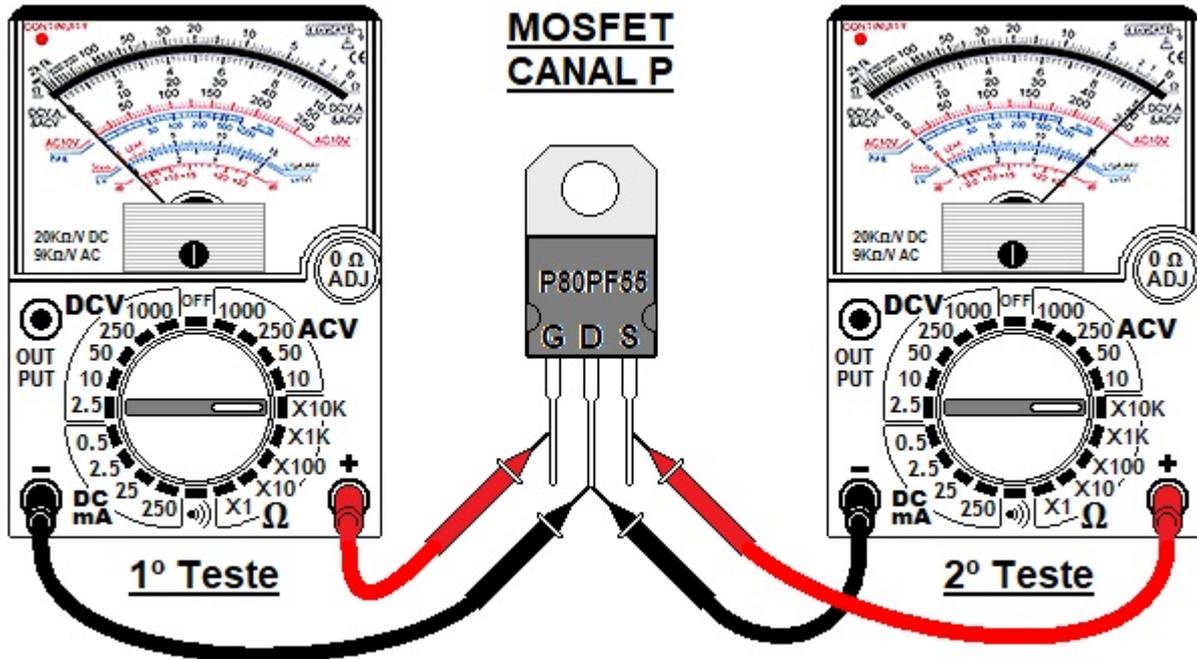
MOSFETs de canal N

Coloque a ponta vermelha fixa no dreno (D) e a preta no gate (G). O ponteiro não pode mexer. Se mexer ou for ao zero, ele está em curto. Mantendo a vermelha no dreno, desloque a preta para o source (S). O ponteiro vai ao zero. Senão mexer, o transistor está aberto (raro). Fixe a preta no dreno e a vermelha no gate. O ponteiro não deve mexer, caso contrário está em curto. Desloque a vermelha para o source e o ponteiro não deve mexer. São quatro testes mostrados no desenho anterior.



MOSFETs de canal P

O teste é invertido. Ponta preta fixa no dreno e a vermelha no gate, o ponteiro não mexe e no source vai ao zero. Com a vermelha no dreno, deslocando a preta no gate e source o ponteiro não pode mexer em nenhum deles ou o MOSFET está em curto. São quatro testes mostrados no desenho a seguir:



Loja

A Burgoseletronica Ltda vende cursos e livros técnicos nos endereços a seguir:
loja.burgoseletronica.net/
www.lojaburgoseletronica.com.br/

Canal no YouTube:
www.youtube.com/c/Burgoseletronica05


Youtube

APRENDA ELETRÔNICA COM OS LIVROS DO INCB

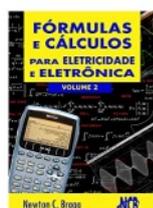


SÃO MAIS DE 160 LIVROS



acesse agora ---
newtonbraga.com.br

Nos Formatos:
Impresso e e-book



CURSO ONLINE DE ELETRÔNICA



Estude onde e quando quiser...



MAIS DE 30 ANOS DE EXPERIÊNCIA NO ENSINO DE ELETRÔNICA À DISTÂNCIA



SAIBA MAIS



E-BOOK

AQUILINO R. LEAL

O Superversátil
C.I. 555



Através da Mouser Electronics (mouser.com) disponibilizamos todos os meses um livro grátis patrocinado que, para receber no formato virtual, basta que você se cadastre em nosso site clicando ou fotografando o QR-Code acima.

KELETRON FONTAT

FONTES PARA

INSTRUMENTOS MUSICAIS:

- Teclados
- Mixers
- Pianos Digitais
- Pedais

TRANSFORMADORES DE FORÇA

Para aparelhos elétricos e eletrônicos.

- Tipo fixação com abraçadeira.
- Tipo circuito impresso.
- Tipo exportação 50HZ.

AUTOTRANSFORMADOR

USO RURAL
254/220V para rede rural
MRT

vendas@yojikonda.com

Medindo Biopotenciais



Newton C. Braga

Cada vez mais, com o aumento das aplicações em IoT, vestíveis, equipamentos médicos e de monitoramento tanto de animais como vegetais, sensores ligados a seres vivos são empregados. No entanto, por melhores que sejam, ou mais sensíveis eles exigem cuidados especiais na instalação e projetos. Medir potenciais elétricos ou sinais de seres vivos não é simples. Neste artigo abordaremos os principais tipos de problemas encontrados e as soluções.

Seres vivos, incluindo nós mesmos, produzem sinais elétricos de diversos tipos. Estes sinais podem ser utilizados com as mais diversas finalidades, desde a verificação de nosso estado de saúde ou de um animal ou planta até ser usado como controle, como pode ocorrer em vestíveis e outras aplicações.

Nos nossos artigos MA125 e MA126 - Os sinais elétricos do corpo humano, analisamos os principais tipos de sinais que podem ser encontrados nos seres humanos e muitos deles também em outros seres vivos, incluindo-se plantas.

Na **figura 1** temos exemplo de sinais usados na medicina.

Se bem que alguns deles não sejam elétricos, para nós interessa em especial os problemas que podem ocorrer quando trabalhamos com esses sinais.

Os sinais são diferentes, mas tem muito em comum, o que deve ser analisado por qualquer projetista de equipamento que deseje trabalhar com eles.

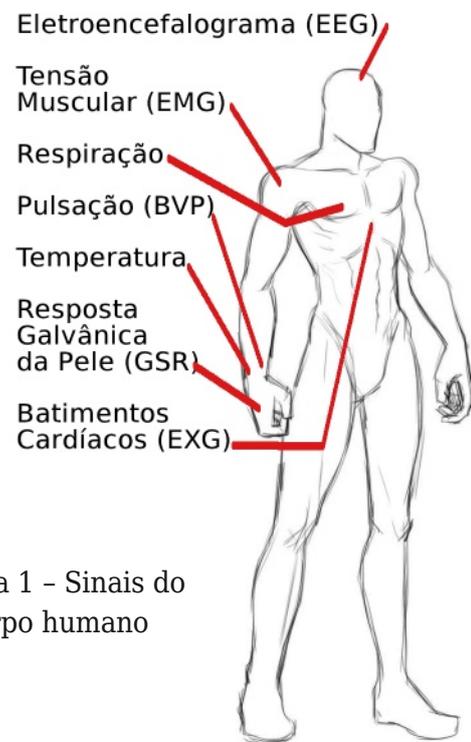
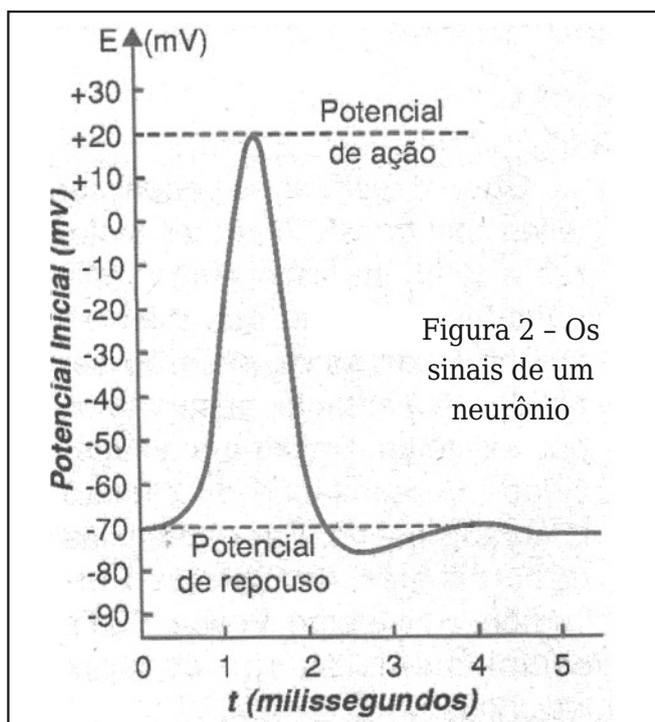


Figura 1 - Sinais do corpo humano

O primeiro problema que aparece quando tentamos trabalhar com estes sinais está no fato de que eles possuem uma intensidade extremamente pequena. São sinais que partem de alguns microvolts chegando no máximo a algumas dezenas de milivolts, como ocorre no caso de um neurônio.

Mas, não é apenas a tensão que pode dificultar sua captação para utilização num dispositivo eletrônico.

Em primeiro lugar, estes sinais são de baixíssima potência, ou seja, a fonte de sua produção apresenta uma elevadíssima resistência interna. Isso significa que qual-



quer circuito de medida (sensor) carrega facilmente a fonte de sinal, impedindo sua captação ou afetando.

Os circuitos sensores de biopotenciais devem ter impedâncias de entrada muito altas. É comum que nos tipos práticos elas sejam da ordem de megohms ou mesmo de gigahms.

Com uma resistência de entrada muito alta temos um dos maiores problemas da captação: ruídos podem ser facilmente captados pelo circuito sensor.

Nesta categoria incluímos os eletrocardiógrafos (ECG), eletroencefalógrafos (EEG), Electromiógrafo (EMG) e outros que não raro, precisam ser instalados em salas aterradas e blindadas para se evitar a captação de ruídos da rede de energia ou de outras fontes próximas.

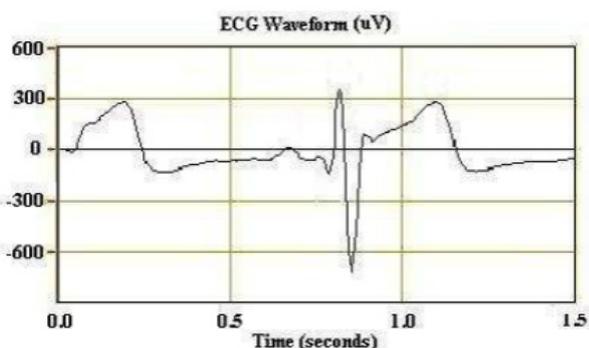


Figura 3 - sinal ECG do batimento cardíaco

Na **figura 3** temos um exemplo do biopotencial usado num eletroencefalograma.

Finalmente, temos o problema que ocorre do fato de que as fontes de sinal são eletroquímicas.

O contato dos eletrodos com a pele humana, com qualquer parte do tecido vivo, com plantas ou animais é responsável por um fenômeno denominado galvanismo (veja nosso artigo MA134 - Galvanismo). Antigamente atribuído ao que se chamava de eletricidade animal, o galvanismo faz com que ocorre uma ação eletroquímica sobre os eletrodos usados na captação do sinal e o próprio tecido vivo.

No caso do eletrodo essa ação pode causar sua corrosão, inutilizando-o em pouco tempo e no caso do tecido vivo, pode até causar sua morte. As células em que se apoia o eletrodo podem morrer.

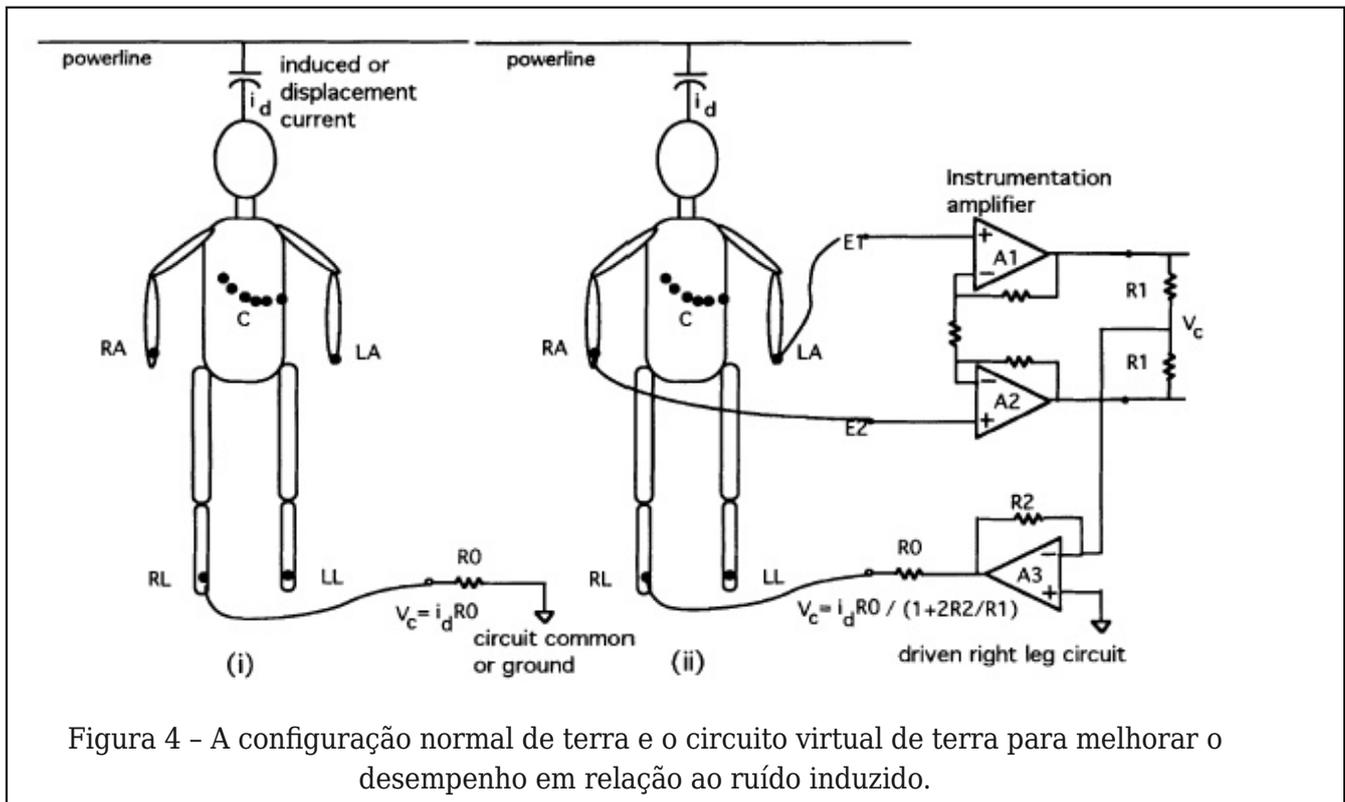
Isso exige o emprego de técnicas especiais para se poder captar seguramente o sinal, sem afetar os eletrodos e o tecido vivo e, além disso, sem afetar o sinal também.

As soluções

Para os projetistas de circuitos eletrônicos que operem com biopotenciais interessa o que ocorre com os sinais e o seu processamento.

Assim, o circuito mais utilizado no acoplamento dos sensores ao circuito de processamento é o amplificador de instrumentação como o mostrado na **figura 4**. Temos centenas de circuitos desse tipo na nossa seção "banco de circuitos" utilizando desde amplificadores operacionais mais antigos tradicionais até os tipos modernos de ultra baixo consumo e que operam com tensões muito baixas.

De um modo geral, podemos analisar este circuito da seguinte maneira: na entrada temos dois amplificadores operacionais que tem seu ganho determinado pelos resistores R1 e R2. Este circuito deve ser configurado para apresentar uma impedância de entrada muito alta e operar no modo diferencial, operar, com as entradas flutuantes de modo que o circuito meça a tensão entre elas (E1 e E2).



A entrada E3 serve como referência ou terra.

Uma característica importante que este circuito deve apresentar é a rejeição em modo comum (CMRR) muito alta. A rejeição em modo comum é a capacidade que o circuito tem de não apresentar saída (0V) quando a tensão de entrada em E1 for igual em E2. Na prática, devido as diferenças de características dos componentes, sempre ocorre uma diferença de amplificação que leva a produção de um sinal quando não deveria haver ($E1 = E2$).

Isso também significa que os componentes usados (resistores) devem ter uma tolerância muito baixa (1% e menos) para que isso não afete as características do circuito.

A segunda etapa apresenta um ganho adicional dado pela relação entre R4 e R3 ($-R4/R3$), e finalmente temos na saída uma etapa que fornece a amplificação sinal com um sinal de saída de baixa impedância. Nela temos o capacitor C2 que juntamente com R7 determinam o corte das altas frequências.

Veja que os biosinais normalmente são de frequência muito baixa, menos de 100 Hz tipicamente e que o corte de sinais interferentes que podem aparecer no circuito (RF

induzida, por exemplo) devem ser eliminados.

Na **figura 4** temos o modo como os sinais deste tipo podem ser afetados pelo ruído induzido por uma linha de transmissão de energia elétrica.

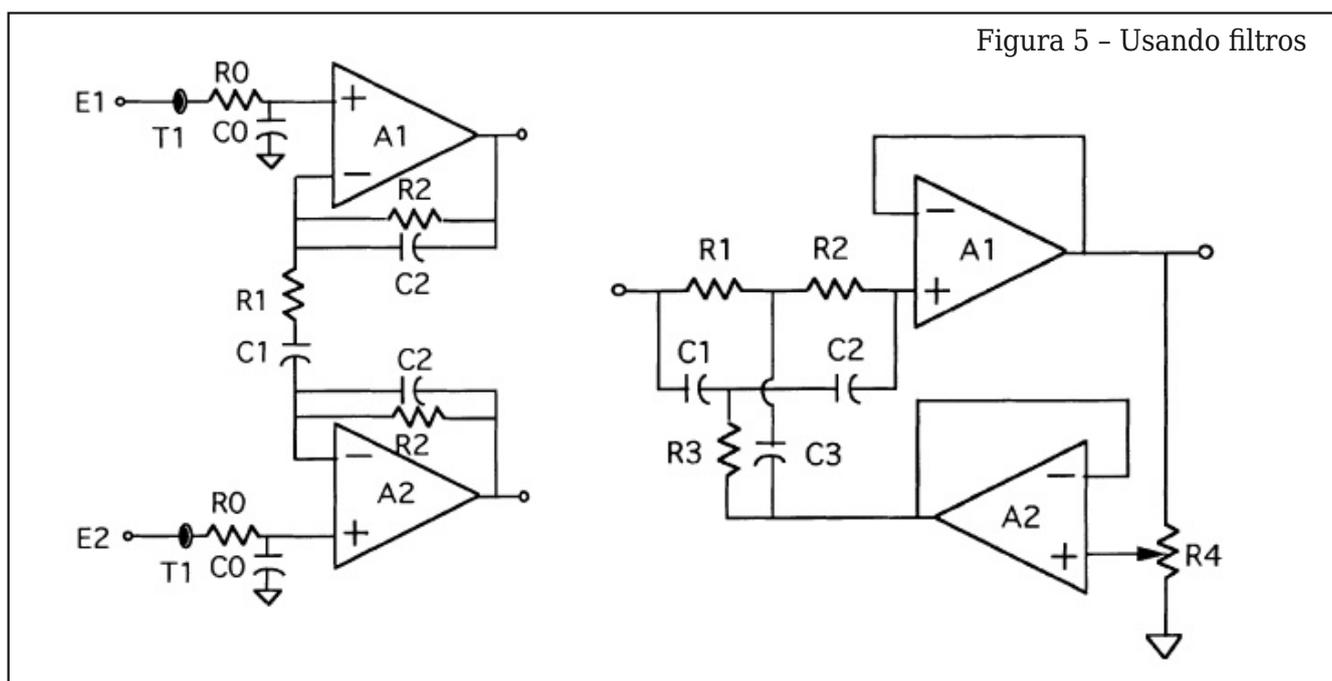
Veja que o principal inimigo desses circuitos é o sinal ou ronco induzido pela linha de transmissão de energia elétrica.

Estamos tratando inicialmente da possibilidade de os sinais serem captados pelo próprio organismo em análise, mas se não existe modo de se evitar sua chegada ao circuito (analisaremos a captação pelo circuito e pelos cabos sensores posteriormente), uma solução seria dotar as etapas de entrada de filtros.

Existem muitas possibilidades que os leitores podem encontrar nos nossos circuitos práticos da seção "Banco de Circuitos".

Na **figura 5(a)** por exemplo, temos a utilização de capacitores numa configuração de filtro passa-baixas, e em **5(b)** um filtro rejeitor de duplo. O primeiro corta as altas frequências e o segundo sintonizado para a frequência da rede.

Outra maneira de se cancelar eventuais ruídos captados é com a utilização de pontes.



Essas pontes podem trabalhar com mais de um eletrodo e assim cancelar ruídos que eventualmente sejam comuns a esses eletrodos.

Na **figura 6** temos um exemplo de ponte para sensores.

Nesse tipo de ponte eventuais ruídos que apareçam em modo comum nos dois sensores, são cancelados.

Layout

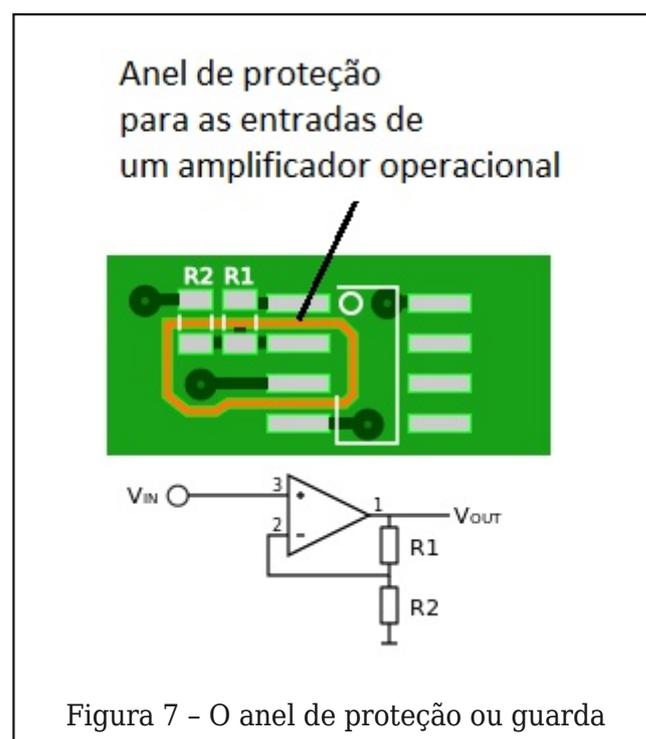
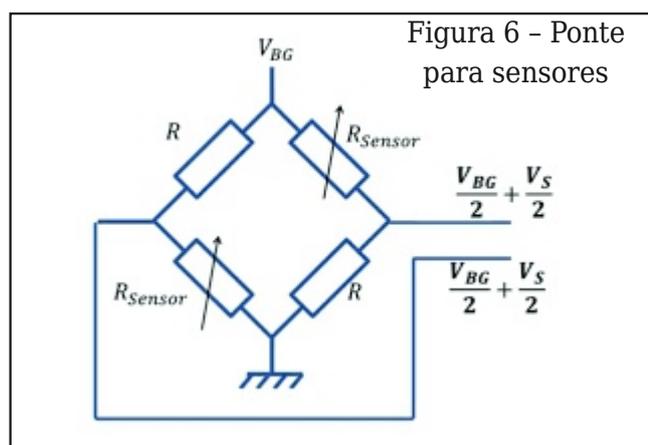
Trilhas longas funcionam como antenas, resistores e como indutores. Trilhas próximas funcionam como capacitores.

Num circuito de altíssima impedância de entrada e alto ganho, a presença dessas grandezas de forma parasita pode comprometer drasticamente o seu funcionamento. Assim, além do encurtamento das trilhas

sensíveis, também temos de considerar os casos em que elas funcionam como antenas na captação de sinais.

Um procedimento comum que deve ser levado em conta é o chamado “guard ring” ou anel de proteção ou blindagem que envolve as entradas de um amplificador operacional. Na **figura 7** temos o seu uso.

Aterramentos de áreas que envolvem circuitos sensíveis também são importantes para se evitar a captação de ruídos que podem afetar o funcionamento do circuito.



Sensores e Cabos

Para cada tipo de sinal devem ser utilizados sensores e topologias apropriadas, isso sem se falar na necessidade de cuidados especiais com os cabos.

Temos então diversos tipos de sensores que devem levar em conta o galvanismo. O galvanismo, conforme explicamos no MA134 é a ação eletroquímica sobre os eletrodos que ocorre com seu contato com uma substância viva ou quimicamente ativa.

Assim, temos em primeiro lugar os eletrodos de prata e cloreto de prata, que possuem excelente condutividade e que são conectados ao corpo humano, por exemplo, através de um gel.

Temos a seguir eletrodos dourados que além de sua excelente condutividade podem ser reusados. Esses eletrodos são encontrados em EEG.

Outro tipo de eletrodo para aplicações na medida de biopotenciais é o eletrodo de polímero condutor, que consiste num material que, além das propriedades condutoras, também é adesivo.

Os eletrodos de metal ou carbono são encontrados em aplicações menos críticas, pelo seu baixo custo.

Finalmente, temos os eletrodos na forma de agulhas de vidro que são invasivos, pois precisam penetrar no tecido vivo. Esses ele-

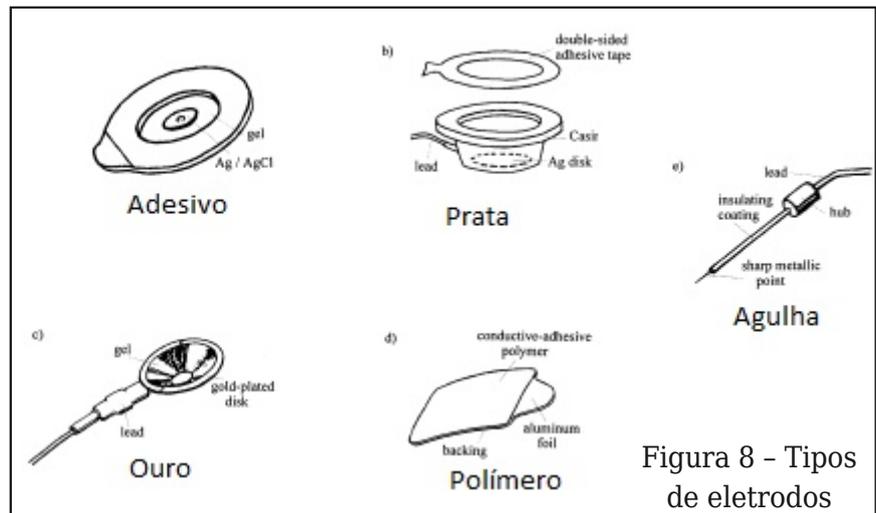


Figura 8 - Tipos de eletrodos

trodos são usados no caso em que os biopotenciais devem ser medidos diretamente num órgão interno, por exemplo, nos músculos.

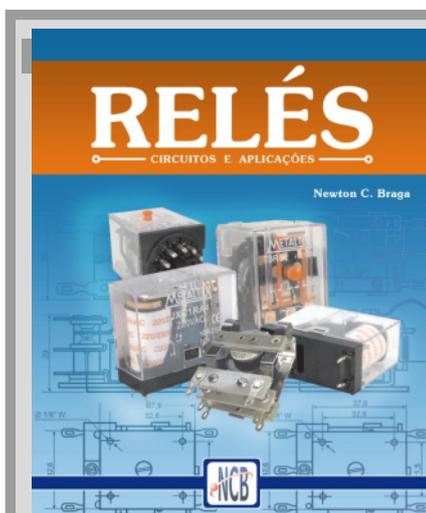
Na **figura 8** temos exemplos de alguns dos tipos de eletrodos de que tratamos.

E, completando temos os cabos que devem ser blindados com as blindagens (malhas) ligadas cuidadosamente em pontos do circuito que evitem o aparecimento de qualquer potencial.

Conclusão

Como trabalhamos com sinais extremamente fracos com intensidade da ordem de microvolts ou milivolts, a possibilidade de ocorrer a captação de ruídos é enorme, falsando as leituras.

Procedimentos apropriados são fundamentais para se evitar qualquer tipo de problema que possa afetar a leitura de um sinal.



LIVRO EM DESTAQUE

Relés - Circuitos e Aplicações

Nesta edição, temos uma breve história dos relés, mostrando suas origens e importância ao longo do tempo até os nossos dias; o seu princípio de funcionamento, considerando inicialmente os tipos eletromecânicos; o relé na prática e as características dele, ensinando o usuário a interpretá-las.



Ficha: 021 | **Defeito:** Som muito baixo

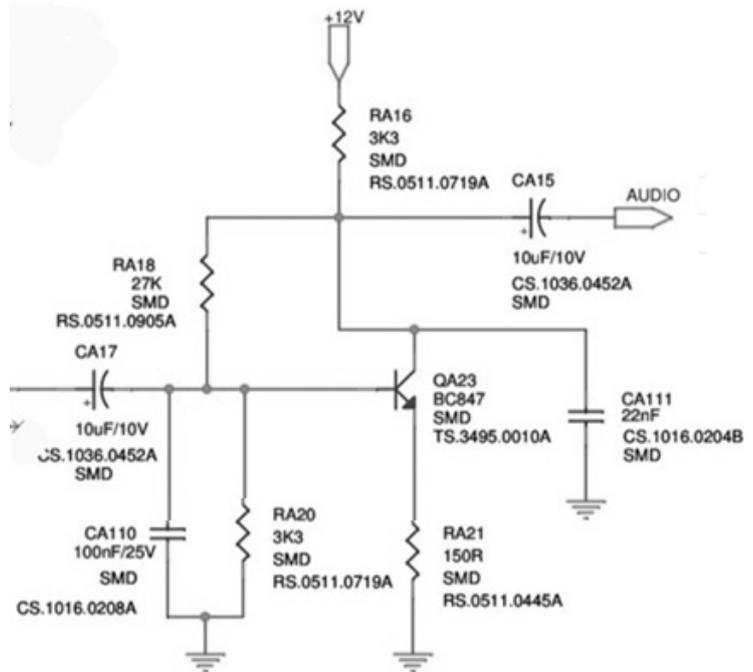
Marca: Century

Aparelho/Modelo: Receptor Via satélite NanoBox

Relato:

Autor: Alexandre J. Nário

Ao ligar o Receptor, a imagem estava perfeita, porém a reprodução do som era muito baixa, praticamente muda. De posse do esquema elétrico do aparelho, analisei o estágio de áudio, testei os componentes de amplificação, polarização e acoplamento do setor e encontrei o transistor SMD QA23 (BC847) completamente em curto. Como não encontrei o transistor SMD original, fiz a sua substituição por um transistor discreto BC547, observando a posição correta dos terminais. Com o procedimento, o som voltou de forma normal.



Ficha: 023 | **Defeito:** Inoperante (LED stand by piscando)

Marca: H-Buster

Aparelho/Modelo: Televisor LCD HBTV-32L05HD

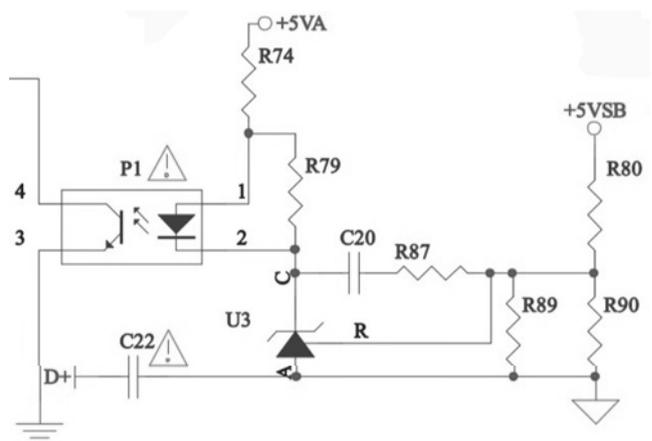
Relato:

Autor: Alexandre J. Nário

Diante do defeito apresentado (TV sem funcionar e com o LED stand by piscando), abri o aparelho e com o auxílio do osciloscópio verifiquei que a tensão +5V, responsável pela inicialização do televisor, estava variando (pulsando). Suspeitei de algum curto ou aumento excessivo de consumo na saída da fonte ou problemas nos componentes responsáveis pelo monitoramento, controle e oscilação PWM.

Com o aparelho desligado da rede elétrica, testei com o multímetro (função ohmímetro) o secundário da fonte e descartei a possibilidade de algum curto no setor. Antes de substituir o integrado oscilador, resolvi fazer a troca do optoacoplador P1 (PC817), componente este responsável por retirar uma amostra

do +B da saída da fonte e entregar ao CI PWM, sendo bastante comum apresentar falhas. Feita a sua substituição e ao ligar o televisor, o seu funcionamento foi restabelecido.



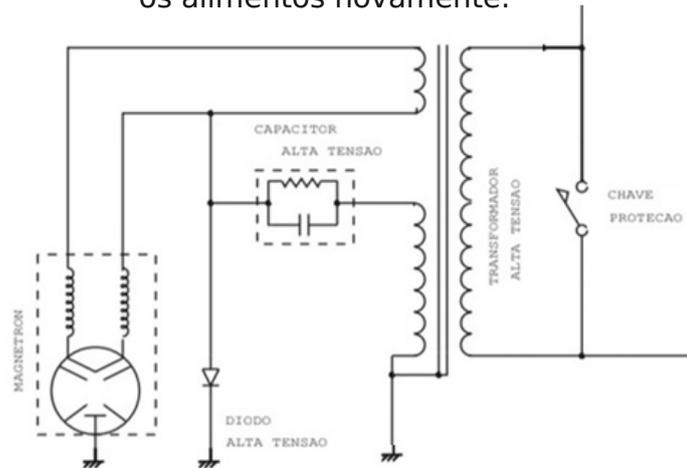
Ficha: 022 | **Defeito:** Não aquece os alimentos

Marca: CCE | **Aparelho/Modelo:** Forno de Microondas M-300

Relato: | **Autor:** Alexandre J. Nário

Segundo relato do cliente, o Microondas de repente parou de esquentar os alimentos, sendo que a lâmpada acende, o motor do prato gira, o painel (display) e ventoinha funcionam normalmente. Como o transformador gera alta tensão (em torno de 4000 volts) e os capacitores conservam-se carregados por um certo tempo, de início descarreguei os capacitores com o auxílio de um resistor de 470R/20W. Feito isso, realizei alguns testes nos setores em que circulam correntes intensas: chaves de proteção, termostatos, fusíveis, diodos, capacitores etc. Encontrei o magnetron 2M167B (válvula

eletrônica responsável pela emissão na faixa de microondas no espectro eletromagnético) em curto entre o filamento e a carcaça. Feita a sua substituição, o aparelho voltou a aquecer os alimentos novamente.



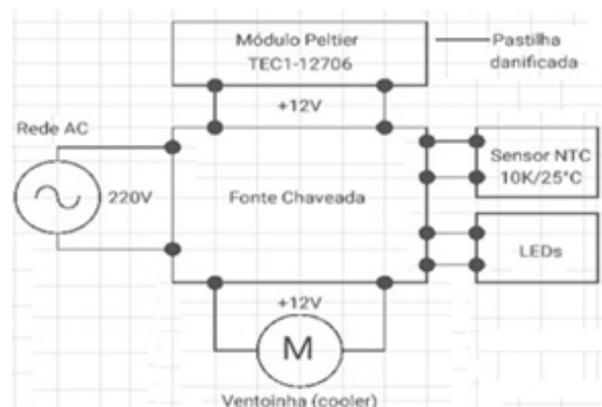
Ficha: 024 | **Defeito:** Não gela a água

Marca: Master Frio | **Aparelho/Modelo:** Bebedouro Bluesky Eletronic

Relato: | **Autor:** Alexandre J. Nário

Os bebedouros eletrônicos usam o Efeito Peltier de resfriamento. Circulando uma corrente elétrica através de uma célula semicondutora específica (pastilha Peltier) irá ocorrer uma troca térmica entre o reservatório de água (frio) e o ambiente externo (quente). Desliguei o módulo Peltier e no seu lugar liguei uma lâmpada de farol de automóvel com o objetivo de verificar se a lâmpada acendia com brilho forte (alto consumo) e se a tensão da fonte chaveada se mantinha estabilizada em 12 volts. A fonte estava funcionando. Retirei o módulo Peltier, fiz um teste estático com o ohmímetro (em condições normais deve apresentar uma resistência em torno de 3 ohms) e dinâmico com o auxílio dos 12

volts de uma fonte ATX, verificando se a pastilha esquenta de um lado e esfria do outro lado. O teste dinâmico deve ser realizado rapidamente, para evitar danos ao componente. Troquei a pastilha Peltier TEC1-12706 e a água voltou a resfriar.





MERCADO DE AQUISIÇÃO
CRIAÇÃO A SERVIÇO DA TECNOLOGIA

Eletrônica & Informática

Mala Direta
Endereçada
REVISTAS IPESI

www.ipesi.com.br

VERSÃO IMPRESSA E DIGITAL

REVISTA
IPESI

**ELETRÔNICA
& INFORMÁTICA**

SUA EMPRESA
PARA O SEU
MERCADO DE
MANEIRA DIRETA

CONSULENTES
ESCOLHIDOS A DEDO.
DIRETORES, GERENTES,
COMPRADORES, TÉCNICOS,
PROJETISTAS ELETRÔNICOS
E PROFISSIONAIS COM
PODER DE DECISÃO



APRENDA ELETRÔNICA



No formato
Impresso e e-Book

newtoncbraga.com.br/livros

