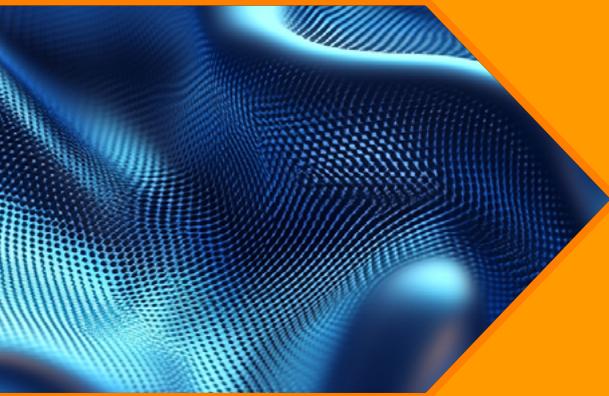


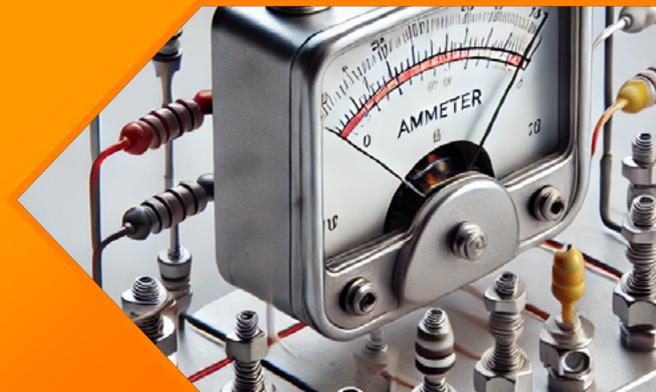
revista  
**INCBELETRÔNICA**



**CAMPOS PRÓXIMOS E  
DISTANTES, CAMPOS  
ESTÁTICOS E DINÂMICOS, E  
CAMPOS ELETROMAGNÉTICOS**

**NOVAS ARQUITETURAS DE  
COMUNICAÇÃO VEICULAR**

**DETERMINAÇÃO DO FUNDO  
DE ESCALA DE UM  
INSTRUMENTO ANALÓGICO**



**Visão geral do I<sup>2</sup>C e seu uso com ESP32**

# A chave para acesso irrestrito

Explore milhões de componentes para seu próximo projeto



Embora a fórmula secreta da Coca-Cola® permaneça trancada em segurança a sete chaves, podemos dar-lhe acesso a milhões de componentes eletrônicos, de mais de mil marcas líderes que os engenheiros bem conhecem e confiam – seu ingrediente secreto para o sucesso da sua engenharia.

[br.mouser.com](http://br.mouser.com)



**MOUSER  
ELECTRONICS**

## EXPEDIENTE

Revista INCB Eletronica

Revista do Instituto Newton C. Braga

Ano 4 – Edição nº 25 - 2024

## Editor Administrativo

Newton C. Braga (CEO)

## Editor Técnico

MSc. Eng. Prof. Antonio Carlos Gasparetti

## Produção

Renato Paiotti

## Produção Gráfica

Wilson Caruso Junior - @wcjrdesign

## Atendimento ao leitor

leitor@newtoncbraga.com.br

## Atendimento ao cliente

publicidade@newtoncbraga.com.br

## Jornalista Responsável

Marcelo Lima Braga

MTB 0064610SP

## Colaboradores

Alexandre José Nário

Antonio Carlos Gasparetti

Claudio Santiago Junior

Luis Carlos Burgos

Michael A. Shustov

Newton C. Braga

Pedro Bertoletti

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

# ÍNDICE

## MONTAGEM

6 Fotômetro Ultravioleta

## PROJETOS

12 Visão geral do I<sup>2</sup>C e seu uso com ESP32

18 Interruptor de toque por gradiente de tensão sem relé

## SERVICE

22 Determinação do fundo de escala de um instrumento analógico

26 Circuitos do aparelho Boombox JBL

## NOVOS COMPONENTES

36 Varistores SM10 da Littelfuse para montagem em superfície

40 A nova Raspberry Pi Pico 2

## TECNOLOGIA

42 Novas arquiteturas de comunicação veicular

46 Conheça a tecnologia OTL

52 Como funciona o diodo Schottky

56 Calculadora personalizada de corrente nominal

62 Campos próximos e distantes, campos estáticos e dinâmicos, e campos eletromagnéticos

## DIVERSOS

66 Fichas de service

68 Componentes



## EDITORIAL: UMA JORNADA DE CONHECIMENTO E INOVAÇÃO NA ELETRÔNICA

Caros leitores,

É com imensa satisfação que apresentamos a **25ª edição da Revista Eletrônica INCB**, reunindo uma seleção de artigos que refletem a diversidade e a profundidade da eletrônica contemporânea. Nossa missão é oferecer a você, leitor, um conteúdo rico e aplicável, que inspire tanto projetos práticos quanto avanços técnicos e teóricos.

### Montagem: Explorando Aplicações Práticas

Iniciamos com o **Fotômetro Ultravioleta**, um projeto educacional e funcional que ensina a testar materiais para proteção contra radiação UV. Ideal para iniciantes e educadores, ele combina aprendizado técnico e utilidade prática.

### Projetos: Ferramentas Essenciais para Desenvolvedores

Na seção de projetos, destacamos dois artigos essenciais: a **Visão Geral do I<sup>2</sup>C e seu Uso com ESP32**, que oferece instruções detalhadas para configurar e operar este protocolo versátil, e o **Interruptor de Toque por Gradiente de Tensão Sem Relé**, uma solução alternativa que elimina contatos mecânicos.

### Service: Guias Práticos para a Manutenção

Para técnicos e curiosos, exploramos a **Determinação do Fundo de Escala de um Instrumento Analógico**, um passo a passo para identificar e reaproveitar instrumentos antigos. Também destrinchamos os **Circuitos do Aparelho Boombox JBL**, revelando a engenharia por trás de um dos dispositivos de áudio mais modernos.

### Novos Componentes: Inovações que Fazem a Diferença

Apresentamos os **Varistores SM10 da Littelfuse**, projetados para proteger circuitos contra surtos de corrente, e a nova **Raspberry Pi Pico 2**, com desempenho ampliado e foco em segurança, que promete revolucionar o mercado de desenvolvimento embarcado.

### Tecnologia: Explorando o Futuro da Eletrônica

Nesta seção, analisamos as **Novas Arquiteturas de Comunicação Veicular**, que prometem maior eficiência e segurança. Também mergulhamos na tecnologia OTL, no funcionamento do **Diodo Schottky**, e o uso de uma **Calculadora de Corrente Nominal Personalizada**, disponibilizada online pela Würth Elektronik, além de abordar conceitos fundamentais sobre **Campos Eletromagnéticos**.

### Diversos: Complementos Técnicos e Informativos

Finalizamos com um panorama de **Fichas de Service e Componentes**, oferecendo insights adicionais para aqueles que desejam expandir seu repertório técnico.

Cada artigo desta edição foi pensado para ampliar horizontes e promover a troca de conhecimento. Agradecemos a você, nosso leitor, por nos acompanhar nesta jornada. Que esta edição inspire novos projetos e aprendizados.

**Boa leitura!**

---

## ERRATA

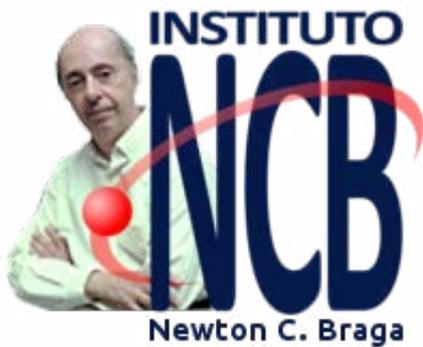
Na edição 24 - Artigo "Detector de Campo Eletromagnético K2+" da página 6, as Referências 1, 2, 3 e 4 saíram erradas, as referências corretas são:

[1] TAVARES, M.; SANTIAGO, M.A.M. Eletricidade atmosférica e fenômenos correlatos. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 24, n. 4, dez. 2002. Universidade Federal Fluminense. Instituto de Física

[2] QUEVEDO, Carlos; QUEVEDO-LODI, Claudia. Ondas Eletromagnéticas: Eletromagnetismo, Aterramento, Antenas, Guias, Radar, Ionosfera. 1. ed. São Paulo: Pearson Education, 2009.

[3] BRAGA, Newton C. Electronic projects from the next dimension: paranormal experiments for hobbyists. São Paulo: Newnes, 2000.

[4] MURPHY, Todd. The God Helmet Experiments: The Science that Found God in the Human Brain. 2019.



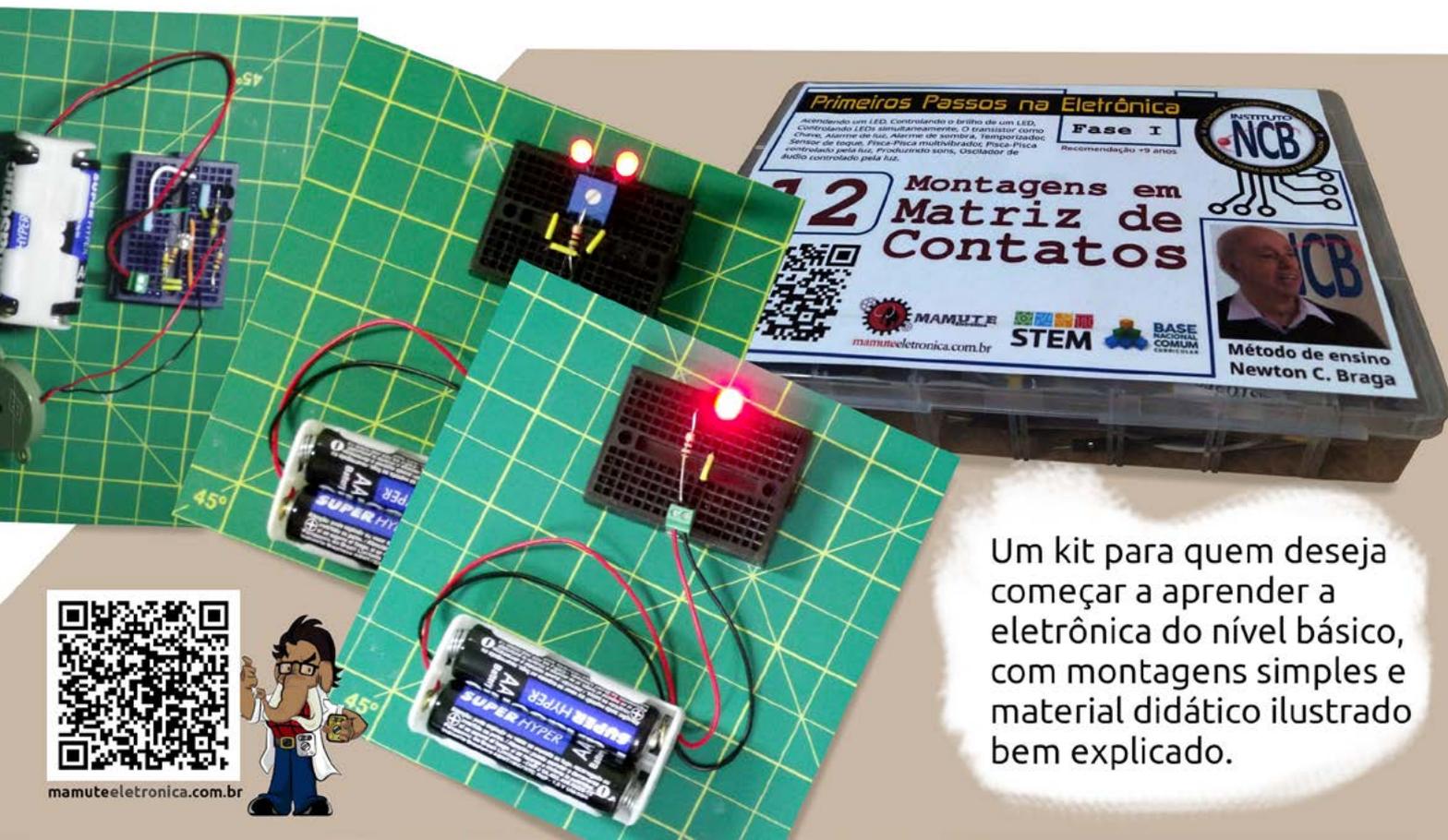
## EDITORIAL

Chegamos a última edição do ano e com ela renovamos nossas esperanças para que o próximo ano seja cheio de realizações e sucessos para nós vivemos da tecnologia. Aqui no Instituto estamos cheios de ideias, não apenas em relação ao que vamos fazer nas próximas edições, já estando com todos os temas determinados e também os artigos básicos que já estamos começando a preparar, como também a interação da revista com as nossas mídias, pensando em vídeos, livros, eventos, podcasts e tudo mais. Não paramos. Estamos numa época de transição em que não paramos só para pensar, mas também para já co-

meçar em prática nossas ideias. Destacamos para as próximas edições a chegada de novos colaboradores que já perceberam que é preciso publicar para se tornar visível e para mostrar seu talento, essencial quando se aspira uma nova posição no mercado. Não é apenas para mostrar a uma eventual empresa o que você já fez, mas também para mostrar ao mundo o que você é capaz, atraindo negócios e eventualmente até a lhe ajudar a abrir sua pequena empresa. Um artigo gera uma ideia, uma ideia gera um contrato, um contrato gera um produto e pronto, você se torna um novo empresário no mercado. Pense nisso. Nossa função não é apenas levar as tecnologias da eletrônica aos nossos leitores, mas também ajudá-los a subir novos degraus nessa atividade como empreendedor. Não se esqueçam de pensar nos negócios quando estão soldando os componentes numa nova placa que estão desenvolvendo. Feliz 2025!

kit educacional

# Primeiros Passos na Eletrônica



Um kit para quem deseja começar a aprender a eletrônica do nível básico, com montagens simples e material didático ilustrado bem explicado.



[mamuteletronica.com.br](http://mamuteletronica.com.br)





# FOTÔMETRO ULTRAVIOLETA

≡ Léo Corradini

O objetivo deste artigo é mostrar um projeto que montei para testar a eficiência de objetos designados a bloquear a radiação ultravioleta, tais como óculos escuros, insulfilm e protetores solares, a montagem consiste em um fotômetro de radiação ultravioleta.

Existem à venda no mercado óculos de sol das mais diversas marcas, preços e procedências, alguns realmente confiáveis e outros que não são capazes de filtrar a radiação ultravioleta. Óculos de sol que deveriam, mas não bloqueiam a radiação UV e não o fazem, são particularmente perigosos, isso porque a lente escura promove o aumento da íris do olho para compensar a redução da luz, deixando assim a retina mais exposta à radiação ultravioleta.

### COMO FUNCIONA

O circuito do fotômetro é composto por dois LEDs emissores de ultravioleta semelhantes, sendo que um funciona como LED (emissor) e

o outro como fotodiodo sensor de ultravioleta (receptor). Os LEDs são montados em conectores de forma que possam deslizar livremente sem perder o contato elétrico. Assim, podemos regular a distância entre o emissor e o receptor para encaixar o material a ser testado.



Figura 1 - A distância entre os LEDs

## O CIRCUITO

O circuito é composto por dois amplificadores operacionais funcionando como passadores de tensão.

Foi necessário o uso de dois passadores de tensão, um para gerar o terra virtual do circuito, que torna desnecessário o uso de alimentação dupla. O outro passador aumenta muito a impedância de entrada do voltímetro composto pelo galvanômetro e resistor em série.

Quem acompanha o Blog Potássio-40, sabe que sou fã de galvanômetros analógicos!

O LED que está funcionando como fotodiodo, produz uma tensão proporcional à intensidade da radiação, porém essa fonte de tensão é de alta resistência interna. Então, temos que usar um voltímetro de alta impedância para fazer essa medida corretamente. No diagrama da figura 2 podemos ver como o circuito é montado.

Por outro lado, temos que colocar um resistor de valor alto para descarregar a carga do capacitor formado pela junção do fotodiodo.

O potenciômetro ajusta a corrente no LED emissor para acertar o ponto do galvanômetro ao fim de escala.

Perceba que mantive a escala original do galvanômetro (VU usado para áudio) porque as leituras são comparativas e adimensionais.

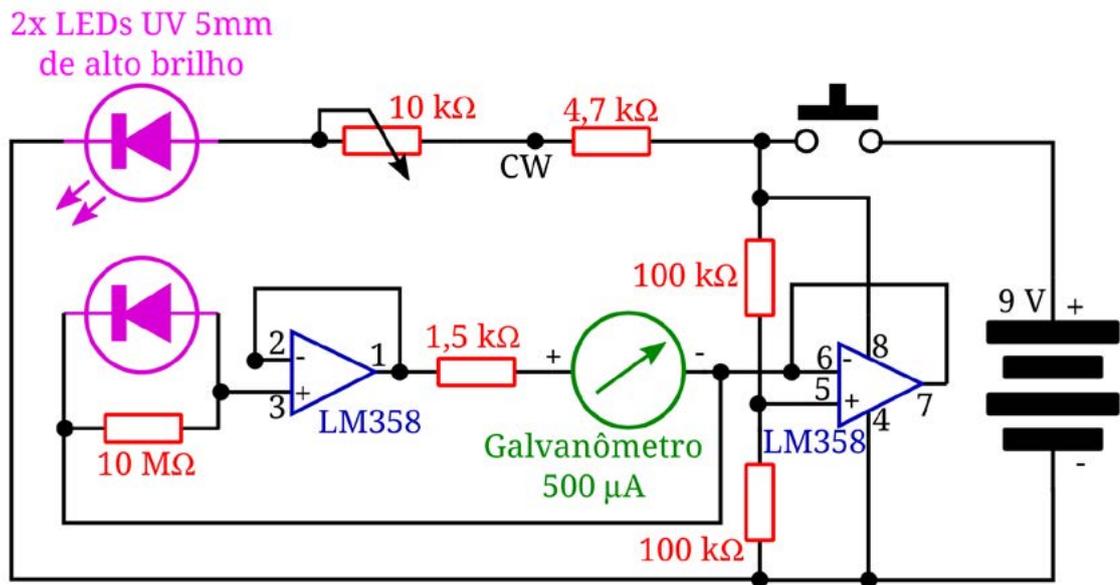


Figura 2- Diagrama do circuito

## MONTAGEM DO APARELHO

Na foto da figura 3 temos uma sugestão de montagem que além de simples não é crítica.

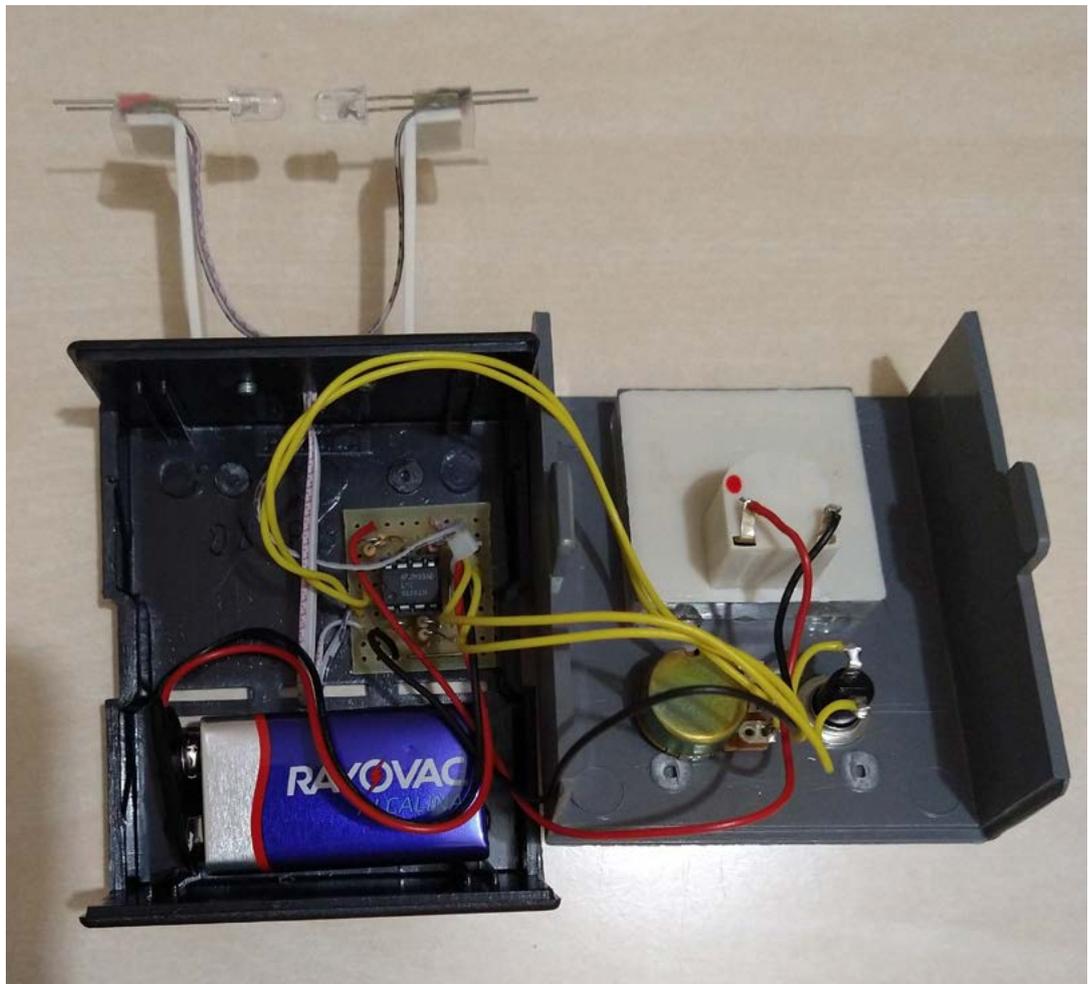


Figura 3 - A montagem na caixa

## COMO USAR

Basta ajustar a distância entre o LED emissor do LED receptor em função da aplicação, ligar o aparelho através do botão e ajustar a posição do ponteiro para o fim de escala usando o potenciômetro frontal.

## COMO INTERPRETAR A LEITURA

As medidas são comparativas, quanto menor a deflexão do galvanômetro menor será a radiação recebida pelo LED receptor.

## ENSAIO COM LUZ BRANCA

Este ensaio, feito com LED emissor de luz branca, mostra que o LED ultravioleta usado como fotodiodo não é sensível para a faixa de luz visível. Na figura 4 temos este teste.



Figura 4 - Teste com aparelho.

## ENSAIOS DE ÓCULOS DE SOL DE BOA E DE MÁ QUALIDADE

Agora faremos um teste com dois tipos de óculos, um de boa qualidade que deve filtrar a radiação emitida pelo LED UV e outro que não é de boa qualidade e deixa a radiação do LED ultravioleta passar para o outro LED (figura 5). O mesmo teste pode ser feito com óculos de grau com e sem proteção de radiação ultravioleta (figura 6).



Figura 5 - Teste com óculos de sol.

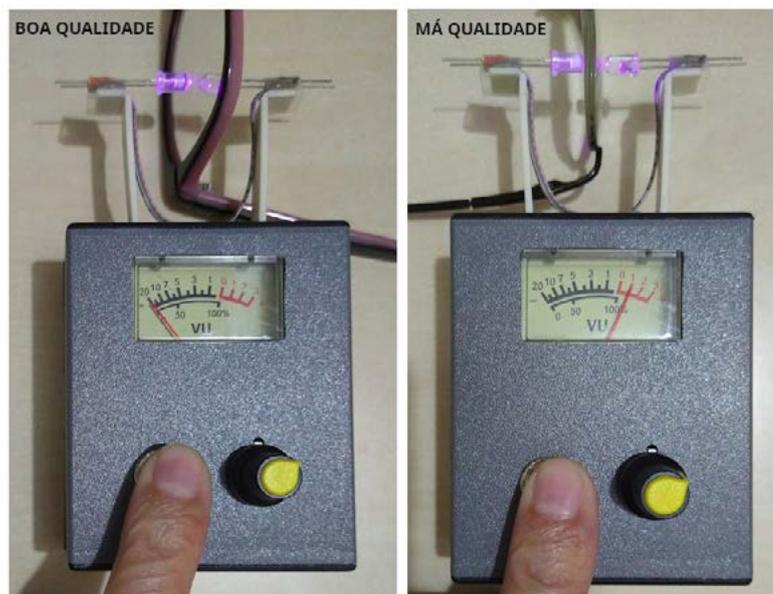


Figura 6 - Teste com óculos de grau.

## OUTROS ENSAIOS

Em meu Blog, coloquei outros ensaios que realizei para testes, tanto com protetor solar e insulfilmes, caso tenha interesse nestes testes e outros assuntos é só acessar <http://potassio-40.blogspot.com/2024/11/fotometro-ultra-violeta.html>. Ficarei grato se deixar algum comentário no post.

## BIBLIOGRAFIA

LM358 - <https://www.alldata-sheet.com/view.jsp?Searchword=Lm358>

## CONCLUSÃO

Vale a pena lembrar que este circuito não é um instrumento de precisão, servindo para testes qualitativos, além da aprendizagem do funcionamento eletrônico, podendo ser útil também em laboratórios escolares e universitários para testes de diversos elementos. Este projeto também é uma excelente sugestão para TCC e feira de ciências.

Outro ponto importante de salientar é que existe muita diferença de resultados entre LEDs de mesmo fornecedor, então é interessante fazer uma pré-seleção dos LEDs adquiridos.

Você poderá usar o galvanômetro de um multímetro analógico ou mesmo um multímetro digital para esse projeto. Se usar um multímetro digital, o circuito com os operacionais não será necessário.

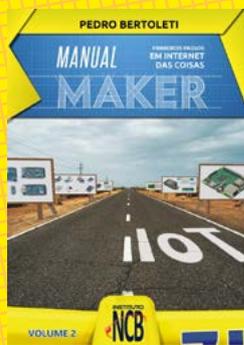
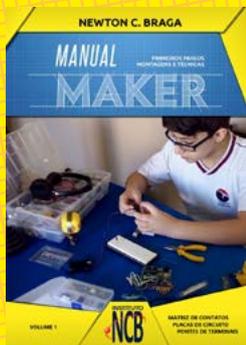
Confesso que me surpreendi com os ótimos resultados desse projeto!

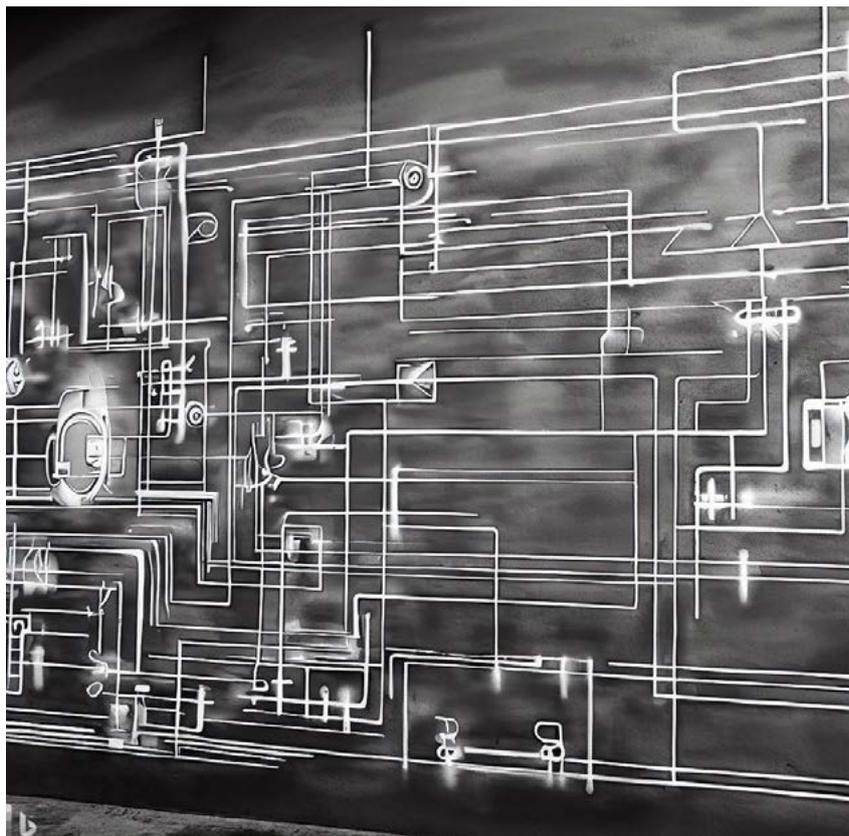
# APRENDA ELETRÔNICA



No formato  
Impresso e e-Book

[newtoncbraga.com.br/livros](http://newtoncbraga.com.br/livros)





# VISÃO GERAL DO I<sup>2</sup>C E SEU USO COM ESP32

≡ Pedro Bertoleti

## INTRODUÇÃO

Não é novidade que os dispositivos eletrônicos, ao longo dos anos, têm projetos cada vez mais amplos, complexos e completos. Não é incomum encontrarmos, mesmo nos dispositivos mais corriqueiros e baratos, componentes como memórias, controladores de I/O, mais de um microcontrolador e RTC (Real-Time Calendars), compondo verdadeiros subsistemas em placas eletrônicas. Esta necessidade de uso de cada vez mais componentes e subsistemas traz consigo um requisito mandatório: estabelecer comunicação eficaz e eficiente entre todos estes elementos, viabilizando a integração de tudo de forma confiável. Para atender este requisito, o barramento I<sup>2</sup>C (Inter-Integrated Circuit), criado há pouco mais de 40 anos, permanece amplamente utilizado.

Neste artigo, será dada uma visão geral do I<sup>2</sup>C e, além disso, será abordado o uso do I<sup>2</sup>C com o ESP32, passando por etapas como configuração do barramento, leitura e escrita de dados no barramento I<sup>2</sup>C o ESP-IDF.

## VISÃO GERAL DO I<sup>2</sup>C

O barramento (e protocolo de comunicação) I<sup>2</sup>C foi desenvolvido pela empresa Philips Semiconductor (hoje chamada NXP Semiconductors) na década de 1980, com o objetivo de ser uma solução eficiente e eficaz para integrar microcontroladores e periféricos diversos em sistemas embarcados. Visando simplicidade de design eletrônico, o I<sup>2</sup>C faz toda sua comunicação com base apenas em 2 vias, uma dedicada à transmissão de dados e outra utilizada para sincronia (clock) entre os diferentes dispositivos que fazem uso do barramento I<sup>2</sup>C em um sistema embarcado, dessa forma compondo uma comunicação serial síncrona, no paradigma mestre-escravo.

Dada sua simplicidade - principalmente devido a utilizar apenas duas vias para a comunicação, o que facilita muito a confecção de placas de circuito impresso que possuem um ou mais barramentos I<sup>2</sup>C - o I<sup>2</sup>C se tornou popular e amplamente adotado em diversos dispositivos eletrônicos, permitindo a interface entre microcontroladores e periféricos diversos, tais como: sensores, memórias EEPROM, RTC, displays e expansores de I/O, por exemplo.

O protocolo I<sup>2</sup>C é amplamente utilizado em dispositivos eletrônicos das mais diversas áreas, incluindo os sistemas embarcados. Este protocolo tem uma função fundamental para quaisquer dispositivos eletrônicos modernos: comunicar componentes diversos através de um barramento, através de apenas 2 vias. Desenvolvido para conectar periféricos a microcontroladores, o I<sup>2</sup>C utiliza apenas dois fios para comunicação, facilitando o design de hardware e economizando pinos nos microcontroladores

No I<sup>2</sup>C, existe sempre um mestre (tipicamente, um microcontrolador) e os escravos (demais periféricos conectados aos barramentos I<sup>2</sup>C). Toda comunicação é iniciada, obrigatoriamente, pelo mestre.

O I<sup>2</sup>C opera em modo half-duplex, ou seja, ele pode enviar e receber dados, mas não simultaneamente. Em vez disso, ele alterna entre os modos de transmissão e recepção, o que simplifica o design do barramento e reduz o número de fios necessários.

As duas vias utilizadas pelo I<sup>2</sup>C são chamadas de SDA e SCL, e seus usos e funcionalidades estão descritos a seguir:

- SDA (Serial Data Line):

O SDA é a via responsável pela transmissão dos dados, onde todos os bits trafegam entre o mestre e os escravos. Dada a comunicação half-duplex que o I<sup>2</sup>C faz uso, essa via é bidirecional, o que significa que tanto o mestre quanto os escravos podem enviar ou receber dados pelo SDA, mas não simultaneamente. O estado do SDA é sincronizado com o clock gerado pela linha SCL, garantindo que os bits sejam lidos ou escritos no momento correto.

- SCL (Serial Clock Line):

O SCL é a via de clock que sincroniza mestre e escravos, definindo o tempo exato de transmissão de cada bit no barramento. No I<sup>2</sup>C, o mestre sempre controla o sinal de clock, decidindo a frequência de operação e o ritmo da comunicação. Esse pulso de clock sincroniza a comunicação, indicando quando um bit de dados presente no SDA está disponível para leitura.

Na figura 1, pode ser observada a interação entre SDA e SCL no I<sup>2</sup>C.

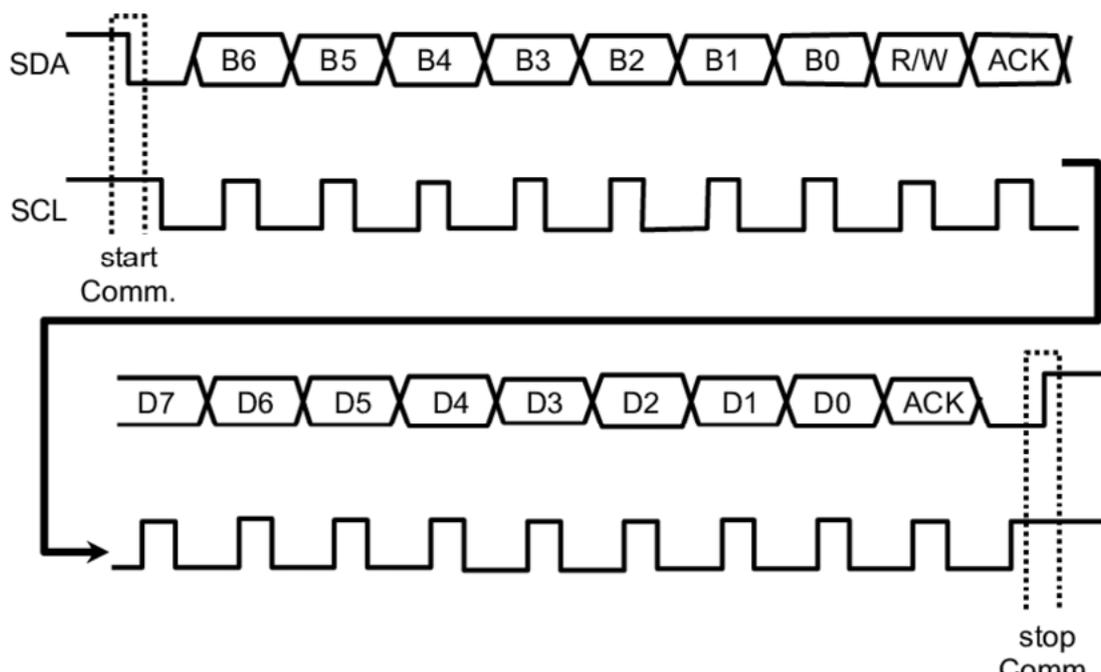


Figura 1 - vias SDA e SCL durante a transmissão de dados (1)

### VELOCIDADE DE COMUNICAÇÃO

A velocidade de comunicação no I<sup>2</sup>C é um ponto de atenção, pois em comparação com outros protocolos de comunicação amplamente utilizados para comunicação entre microcontroladores e periféricos (como SPI, por exemplo), o I<sup>2</sup>C apresenta uma velocidade de tráfego de dados inferior, além de não permitir comunicação bidirecional simultânea (ou seja, trafegar dados entre mestres e escravos em ambas as direções ao mesmo tempo). Logo, o I<sup>2</sup>C não deve ser usado para atender requisitos de comunicação onde grandes velocidades de transmissão de dados (na ordem de MBps) são requeridas.

A especificação I<sup>2</sup>C original, criada pela Philips na década de 1980, estabeleceu algumas frequências padrão que atendem a diferentes requisitos de aplicação, permitindo flexibilidade na escolha da velocidade, conforme as necessidades de desempenho e características dos dispositivos. As velocidades estão intrinsecamente ligadas a frequência de clock aplicada a via SCL, e são definidas na especificação original do I<sup>2</sup>C em quatro níveis distintos: Standard Mode, Fast Mode, Fast Mode Plus e High Speed Mode.

1. Standard Mode (100 kHz): neste modo, a frequência utilizada é mais baixa (100kHz). Este modo é, de longe, o mais comum do I<sup>2</sup>C, uma vez que dificilmente os periféricos que se comunicam via I<sup>2</sup>C exigem altas velocidades de transmissão de dados, além de esta baixa frequência simplificar o design de placas de circuitos impressos.
2. Fast Mode (400 kHz): neste modo, é utilizada uma frequência de clock maior, atingindo 400kHz. É amplamente utilizado em dispositivos que exigem mais dados em menos tempo, como sensores que realizam leituras rápidas e massivas, como IMU (acelerômetro, giroscópio e magnetômetro), por exemplo.
3. Fast Mode Plus (1 MHz): neste modo, a frequência de clock aplicada na via SCL é expressiva, atingindo 1 MHz. O Fast Mode Plus é comum em dispositivos que demandam tráfego de dados

mais altos que simples sensores, como no caso de displays, por exemplo.

4. High Speed Mode (3,4 MHz): o High Speed Mode opera com frequência de clock na via SCL de 3,4MHz, e trata-se da opção mais rápida definida na especificação original do I<sup>2</sup>C. Este modo é adequado para dispositivos de alto desempenho e alto tráfego de dados, como câmeras, por exemplo. Devido à alta frequência, o High Speed Mode requer um design de hardware mais robusto, pois há um maior risco de interferência e ruído no barramento I<sup>2</sup>C.

### **PULL-UP NO I<sup>2</sup>C: PONTO DE ATENÇÃO**

No I<sup>2</sup>C, o uso de resistores de pull-up nas vias SDA e SCL é fundamental porque o protocolo utiliza uma configuração “open-drain”, onde os dispositivos no barramento podem apenas puxar o sinal para o nível baixo (GND), mas não para o nível alto. Esses resistores, conectados entre as vias (SDA e SCL) e a fonte de alimentação (VCC), garantem que o nível lógico alto seja atingido sempre que nenhum dispositivo estiver “drenando” a linha para o nível baixo, possibilitando uma transição correta dos sinais entre os níveis lógicos alto e baixo. O valor dos resistores de pull-up dependem da frequência de clock aplicada no SCL e na taxa de transmissão de dados na via SDA, logo devem ser consultados no datasheet do componente específico que se deseja adicionar ao barramento I<sup>2</sup>C, sendo normalmente recomendado o uso de resistores entre 1 kΩ e 10 kΩ.

Sem os resistores de pull-ups, as linhas ficariam em estado indefinido (nem nível lógico alto, nem nível lógico baixo), inviabilizando a comunicação.

### **USOS COMUNS DO I<sup>2</sup>C EM SISTEMAS EMBARCADOS**

Entre os usos mais comuns do I<sup>2</sup>C em sistemas embarcados, destacam-se:

- Sensores: diversos sensores presentes atualmente no mercado utilizam o barramento e protocolo I<sup>2</sup>C para comunicarem-se com microcontroladores. Dentre os tipos de sensores mais comuns que fazem uso do I<sup>2</sup>C, estão: pressão barométrica (exemplo: BMP180), acelerômetros (exemplo: MPU6050) e iluminância (exemplo: BH1750).
- Controladores de displays: é comum encontrar também controladores de displays que possuem como interface de comunicação o I<sup>2</sup>C. Dentre eles, um dos mais comuns é o controlador de displays OLED identificado como SSD1306.
- Memórias EEPROM: diversas memórias EEPROM usam I<sup>2</sup>C como interface de comunicação, o que facilita o uso destas em placas de circuito impresso. Como exemplo, a memória EEPROM AT24C256 pode ser citada.
- Conversores A/D e D/A: conversores de sinal analógico para digital e vice-versa. Como exemplo comum, está o ADC ADS1115.
- Expansores de I/O: permitem a expansão das portas de I/O, proporcionando ao microcontrolador controlar e ler mais pinos para dispositivos adicionais, utilizando para isso somente 2 fios (SDA e SCL). Um exemplo de expansor de I/O I<sup>2</sup>C é o PCF8574.

## CONFIGURAÇÃO DO I<sup>2</sup>C NO ESP-IDF

Para utilizar o protocolo I<sup>2</sup>C no ESP32 com a ESP-IDF, é necessário configurar os GPIOs que serão usados para SDA e SCL e as configurações gerais do barramento (frequência de clock, por exemplo). O ESP-IDF fornece uma API dedicada para isso, permitindo que os desenvolvedores configurem os parâmetros de comunicação e inicializem o periférico I<sup>2</sup>C no ESP32 com facilidade.

Para fazer a configuração do I<sup>2</sup>C no ESP32 usando o ESP-IDF, siga o passo-a-passo:

1. Seleção dos GPIOs: primeiramente, é necessário selecionar os GPIOs do ESP32 que serão usados como SDA e SCL. No ESP32, praticamente qualquer GPIO pode ser utilizado para estas finalidades, mas é importante consultar a documentação para escolher pinos adequados e não correr o risco de escolher GPIOs que não podem ser usados para este fim (como é o caso dos GPIOs que possuem uso exclusivo como entrada digital, por exemplo).

Para isso, utilize as macros abaixo no seu projeto:

```
#define I2C_MASTER_SDA_IO    21 // GPIO para SDA
#define I2C_MASTER_SCL_IO    22 // GPIO para SCL
#define I2C_MASTER_NUM      I2C_NUM_0 // Porta I2C do
ESP32
```

2. Configurando o clock aplicado na via SCL: conforme visto neste artigo, o I<sup>2</sup>C suporta diversas frequências, como por exemplo 100 kHz (Standard Mode) e 400 kHz (Fast Mode). No ESP32, a frequência do clock pode ser configurada diretamente no ESP-IDF.

Para configurar a frequência de clock em 100kHz, utilize a macro abaixo em seu projeto:

```
#define I2C_MASTER_FREQ_HZ  100000 // Frequência de clock
(100 kHz)
```

3. Inicializando o driver I<sup>2</sup>C: após definir os GPIOs e o clock, é preciso configurar o driver I<sup>2</sup>C no ESP32. A função `I2C_param_config()` é utilizada para especificar a porta I<sup>2</sup>C, os pinos SDA e SCL e a frequência de operação. Em seguida, `i2c_driver_install()` inicia o driver I<sup>2</sup>C. Isso pode ser feito com o código-fonte da listagem abaixo:

```
i2c_config_t conf;

conf.mode = I2C_MODE_MASTER;
conf.sda_io_num = I2C_MASTER_SDA_IO;
conf.scl_io_num = I2C_MASTER_SCL_IO;
conf.sda_pullup_en = GPIO_PULLUP_ENABLE;
conf.scl_pullup_en = GPIO_PULLUP_ENABLE;
conf.master.clk_speed = I2C_MASTER_FREQ_HZ;

i2c_param_config(I2C_MASTER_NUM, &conf);
i2c_driver_install(I2C_MASTER_NUM, conf.mode, 0, 0, 0);
```

## ESCRITA DE DADOS NO I<sup>2</sup>C COM ESP-IDF

Para enviar dados a um dispositivo via barramento e protocolo I<sup>2</sup>C, o ESP32 utiliza a API `i2c_master_write_to_device()`. Antes de chamar essa função, o endereço do dispositivo escravo e os dados a serem enviados devem ser especificados.

O passo-a-passo abaixo mostra como enviar dados via I<sup>2</sup>C no ESP-IDF.

1. Definindo o endereço do dispositivo: cada dispositivo em um barramento I<sup>2</sup>C possui um endereço único de 1 byte de tamanho, indo de 0 (0x00) até 127 (0x7F). Logo, é usual criar uma macro para definir este endereço, conforme a listagem abaixo:

```
#define I2C_SLAVE_ADDR 0x28 // Endereço do dispositivo I2C
```

2. Enviando dados: a API `i2c_master_write_to_device()` é usada para enviar dados via I<sup>2</sup>C. O código na listagem a seguir demonstra como enviar um byte.

```
uint8_t data_to_send = 0x55; // Dados a serem enviados  
i2c_master_write_to_device (I2C_MASTER_NUM I2C_SLAVE_ADDR, &data_to_send, 1, 1000 / portTICK_PERIOD_MS);
```

## LEITURA DE DADOS COM I<sup>2</sup>C NO ESP-IDF

A leitura de dados no I<sup>2</sup>C pode ser feita com a API `i2c_master_read_from_device()`, que recebe o endereço do dispositivo e armazena os dados recebidos na I<sup>2</sup>C. Abaixo está a forma de fazer esta leitura com o ESP-IDF.

Para ler um único byte, utilize o código a seguir. A função `i2c_master_read_from_device()` irá armazenar o byte no buffer fornecido.

```
uint8_t data_received;  
i2c_master_read_from_device (I2C_MASTER_NUM I2C_SLAVE_ADDR, &data_received, 1, 1000 / portTICK_PERIOD_MS);
```

Observação: Alguns dispositivos requerem que um endereço interno seja enviado antes de ler dados. Esse procedimento pode ser feito com uma operação de escrita seguida por uma leitura. O ESP-IDF facilita isso, conforme mostrado na listagem a seguir:

```
uint8_t reg_addr = 0x10; // Endereço do registro a ser lido  
i2c_master_write_read_device (I2C_MASTER_NUM I2C_SLAVE_ADDR, &reg_addr, 1, data_buffer, sizeof(data_buffer), 1000 / portTICK_PERIOD_MS);
```

## CONCLUSÃO

A interface I<sup>2</sup>C é um dos recursos mais versáteis em sistemas embarcados, permitindo a comunicação entre microcontroladores (o ESP32, por exemplo) e diversos periféricos com facilidade. Este artigo abordou o básico sobre o protocolo, a configuração dos parâmetros I<sup>2</sup>C no ESP-IDF, e os métodos de leitura e escrita de dados com dispositivos conectados ao barramento. Com esse conhecimento, você poderá integrar sensores, displays, e outros periféricos ao ESP32, expandindo as funcionalidades de seus projetos.

## REFERÊNCIA

Figura 1 - [https://www.researchgate.net/figure/The-SDA-and-SCL-signal-s-associated-with-the-I2C-bus-communication\\_fig8\\_221908590](https://www.researchgate.net/figure/The-SDA-and-SCL-signal-s-associated-with-the-I2C-bus-communication_fig8_221908590)

Developing IoT Projects with ESP32 (2nd Edition) - Vedat Ozan Oner - 2023 - <https://www.amazon.com/Developing-IoT-Projects-ESP32-production-grade/dp/1803237686>



# INTERRUPTOR DE TOQUE POR GRADIENTE DE TENSÃO SEM RELÉ

≡ Michael A. Shustov

Os interruptores convencionais geralmente contêm contatos mecânicos propensos a desgaste e repiques. O artigo sugere uma maneira de criar um interruptor sem usar contatos mecânicos. Uma característica distintiva do dispositivo é o uso de um circuito de gradiente. O circuito de relé de gradiente (Figura 1), é elaborado utilizando o comparador C11.1 LM339 ou seu equivalente.

O dispositivo funciona da seguinte forma: um sinal do divisor resistivo R1sens, R2sens é aplicado à entrada não inversora do comparador. A entrada inversora do comparador também é excitada com um sinal deste divisor resistivo, mas através do circuito integrador R3, R4, C1. No estado inicial, uma alta tensão está presente na saída do comparador, a carga é desligada. Com um aumento na resistência do resistor R1sens, ou uma diminuição na resistência do resistor R2sens, a tensão na entrada não inversora do comparador diminui mais rapidamente do que em sua entrada inversora; a tensão U1 torna-se menor que U2.

O comparador alterna seu estado e conecta a carga a uma fonte de alimentação (resistor R5 e LED HL1). No entanto, essa comutação ocorre apenas até que as tensões nas entradas do comparador sejam iguais. Como resultado, o circuito é auto balanceado, o comparador retorna ao seu estado original e a carga é desligada. O resistor R4 fornece um pequeno excesso inicial do nível de tensão U1 acima do nível U2.

A duração da comutação do comparador é determinada pelo grau de desequilíbrio da tensão inicial na saída do divisor R1sens, R2sens, bem como pelos valores nominais dos elementos R3, R4, C1. Assim, o tempo de comutação pode ser controlado pela escolha dos valores nominais desses elementos.

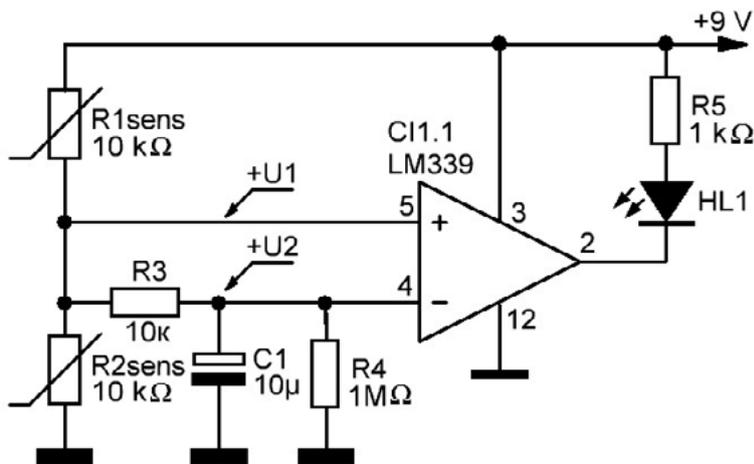


Figura 1 – Diagrama do relé de gradiente mais simples

O dispositivo da Figura 1 reage apenas a um excesso de curto prazo do nível de tensão U2 acima do nível de tensão U1, após o qual o dispositivo retorna ao seu estado original e se auto equilibra.

A Figura 2 mostra um circuito mais avançado de um dispositivo sem contato que reage tanto a um aumento quanto a uma diminuição da tensão no ponto de junção do divisor resistivo R1sens, R2sens. Para fazer isso, o segundo comparador CI1.2 do circuito integrado LM339 é usado no circuito. Assim, por exemplo, quando a tensão é reduzida no ponto médio do divisor de tensão R1sens, R2sens, o comparador CI1.1 é acionado, o LED HL1 incluído.

Pelo contrário, quando essa tensão é aumentada, o LED HL2 incluído. Desta forma, o dispositivo reage aos gradientes de tensão de entrada positivos e negativos. Os LEDs HL1 e HL2 não podem acender ao mesmo tempo, então um resistor comum R7 é usado para limitar a corrente através deles.

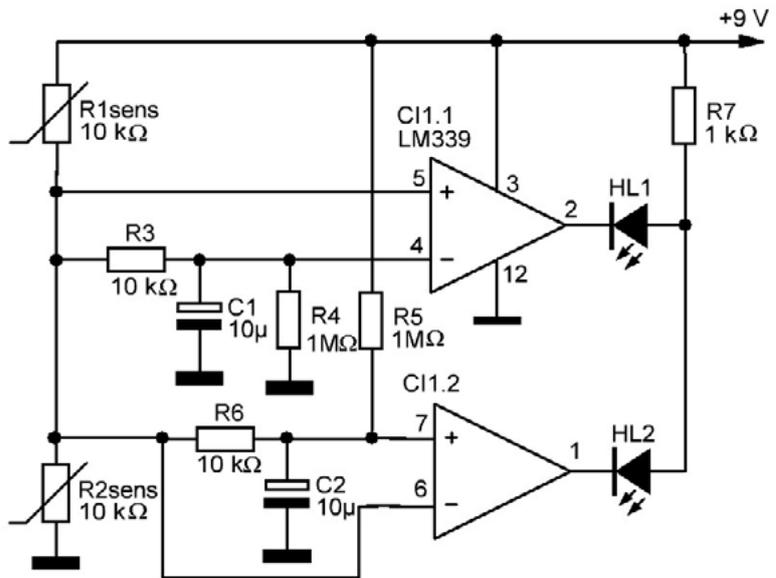


Figura 2 – Diagrama de um relé de gradiente reagindo a gradientes positivos ou negativos do nível do sinal de entrada

Para fixar o estado ligado da carga, é utilizada uma modificação do circuito mostrado na Figura 3. Para isso, as saídas dos comparadores são carregadas nos resistores R7 e R8, e os D-triggers do circuito integrado CD4013 são conectados às saídas dos comparadores. A carga de disparo são os LEDs HL1 e HL2 com resistores limitadores de corrente.

Em vez de LEDs, por exemplo, podem ser conectados emissores eletromagnéticos com geradores de som embutidos, enrolamentos de relés com diodos conectados em paralelo a eles (um ânodo a uma fonte de energia), bem como outras cargas.

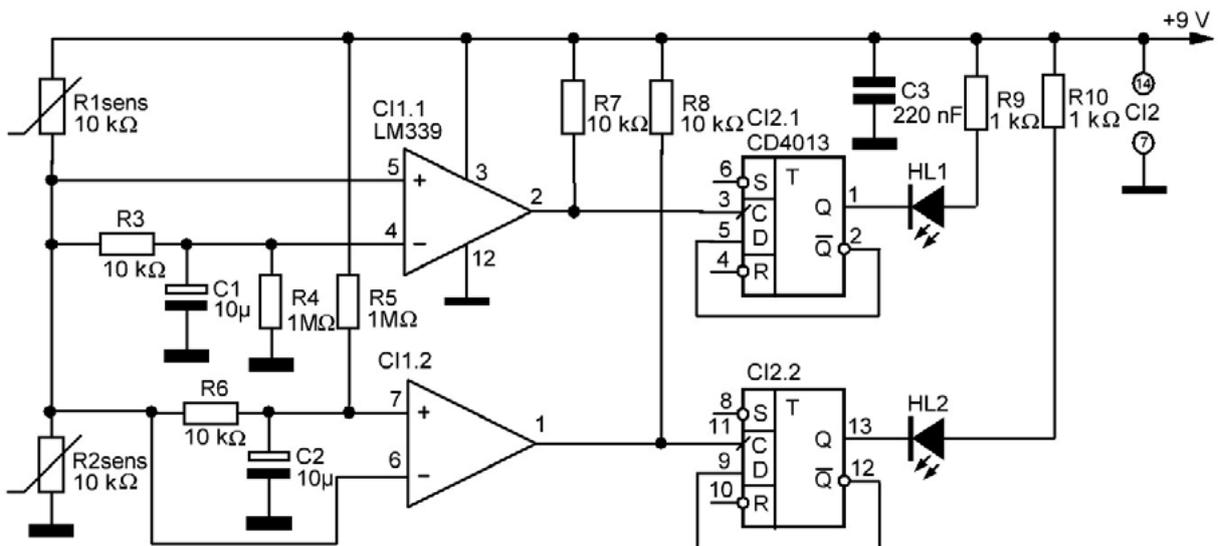


Figura 3 – Chave de carga de dois canais controlada por gradientes positivos e negativos do sinal de entrada

Termistores com coeficiente de temperatura positivo ou negativo de resistência, fotoresistores, fotodiodos e outros sensores sensíveis a sinais externos podem ser usados como elementos do divisor resistivo  $R1_{sens}$  e  $R2_{sens}$ .

Assim, por exemplo, se você usar termistores termométricos com baixa inércia térmica (frações de segundo) como elementos sensíveis, você pode controlar sem contato pelo toque dos dedos a ativação e desativação de cargas através de dois canais. Ambas as cargas são controladas separadamente uma da outra.

Para ligar um deles, basta colocar o dedo no termistor ou até respirar de longe. Após auto equilibrar o circuito, ele retornará ao seu estado original e a carga permanecerá ligada. Para desligar essa carga, você deve tocar novamente o dedo no termistor correspondente e o comparador mudará novamente de estado com disparador D desligando a carga. O segundo canal de comutação de carga é controlado de maneira semelhante.

## BIBLIOGRAFIA

[1] Shustov M.A. Relé gradiente. Radioamador (BY). 2000. No. 10. P. 28–29.

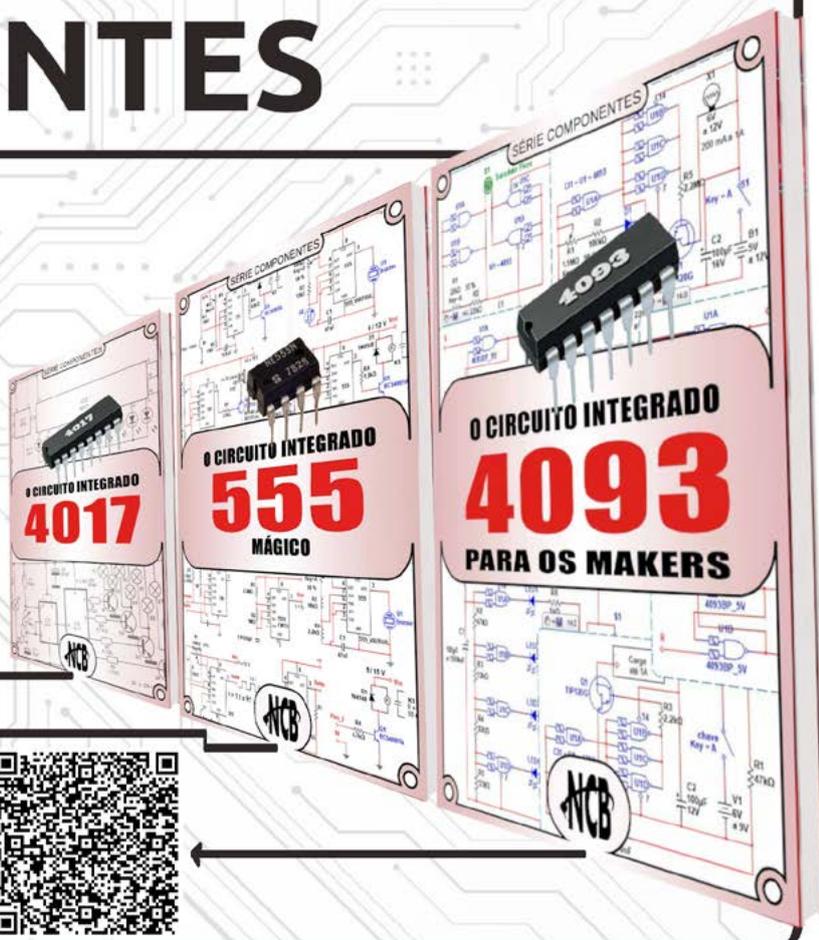
[2] Shustov M.A., Shustov A.M. Gradient Detector a new device for the monitoring and control of the signal deviations. Elektor Electronica Fast Forward Start-Up Guide 2016–2017. 2017 P. 44–47.

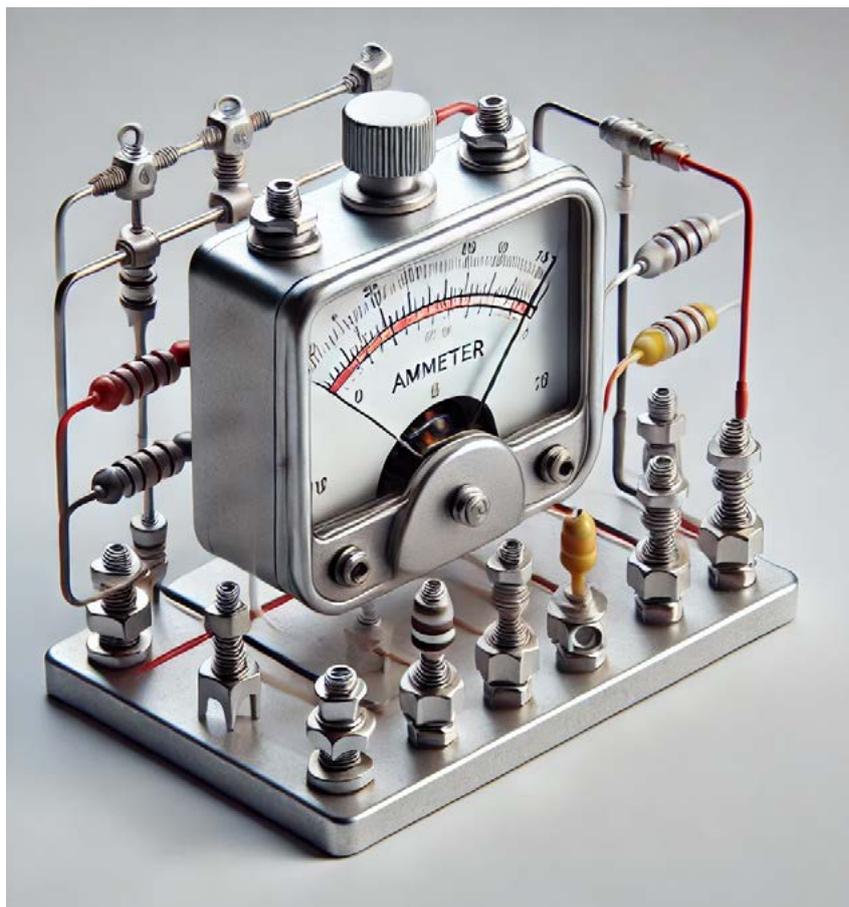
[3] Shustov M.A. Contactless electric bell on a gradient relay. EDN. May 30, 2024. <https://www.edn.com/contactless-electric-bell-on-a-gradient-relay>

# 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

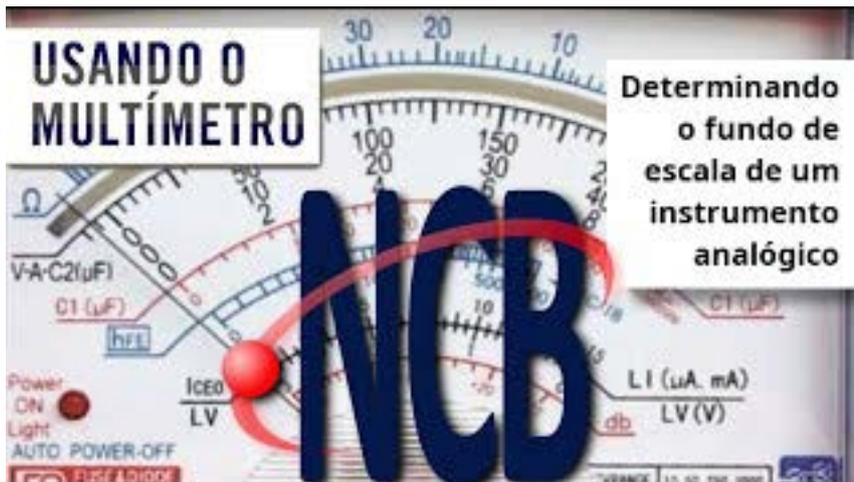




# DETERMINAÇÃO DO FUNDO DE ESCALA DE UM INSTRUMENTO ANALÓGICO

≡ **Newton C. Braga**

Um problema que pode surgir quando aproveitamos componentes de sucata ou mesmo compramos pela internet é a não especificação do fundo de escala de um galvanômetro, microamperímetro ou miliamperímetro. Neste artigo, veremos como descobrir essa corrente utilizando um multímetro comum, com o apoio de um vídeo associado.



Veja o vídeo VM17 no canal do autor dado

Muitos instrumentos analógicos do tipo microamperímetro, miliamperímetro ou galvanômetro podem não apresentar indicações em sua escala da intensidade da corrente que provoca o movimento da agulha até o final da escala, ou seja, a corrente de fundo de escala. Instrumentos desse tipo podem ser encontrados à venda na internet, ou aproveitados de aparelhos de som ou de painel de muitos equipamentos, conforme mostra a figura 1.



Figura 1 – Instrumentos comuns

Montamos então um circuito de prova em que ligamos em série com o medidor em teste uma fonte de 3 a 6 V (2 ou 4 pilhas), um potenciômetro de 100k ohms e um resistor de 1 k ohms. Na verdade, conforme o instrumento pode ser experimentado um valor menor para o potenciômetro de modo a facilitar o ajuste fino da corrente.

Na realidade, esses valores são para um instrumento típico de 200  $\mu\text{A}$  a 1 mA de fundo de escala. Se com esses valores não for possível medir os valores, conforme veremos, alteramos tanto o resistor como o potenciômetro, pois o fundo de escala do instrumento será maior do que 1 mA. Temos então o circuito mostrado na figura 2.

Procedimento:

- a. Faça as conexões indicadas para o multímetro, colocando-o inicialmente numa escala mais elevada de correntes (DC mA). Observe a polaridade de sua conexão no circuito de teste. Se houver inversão, a agulha tende a deflexionar ao contrário do esperado.

- b. Ligue o circuito e ajuste P1 até que a agulha do instrumento que está sendo testado vá até o final da escala.
- c. Procure uma escala do multímetro ou do instrumento usado na leitura da corrente em que possa ser obtida uma leitura confortável.

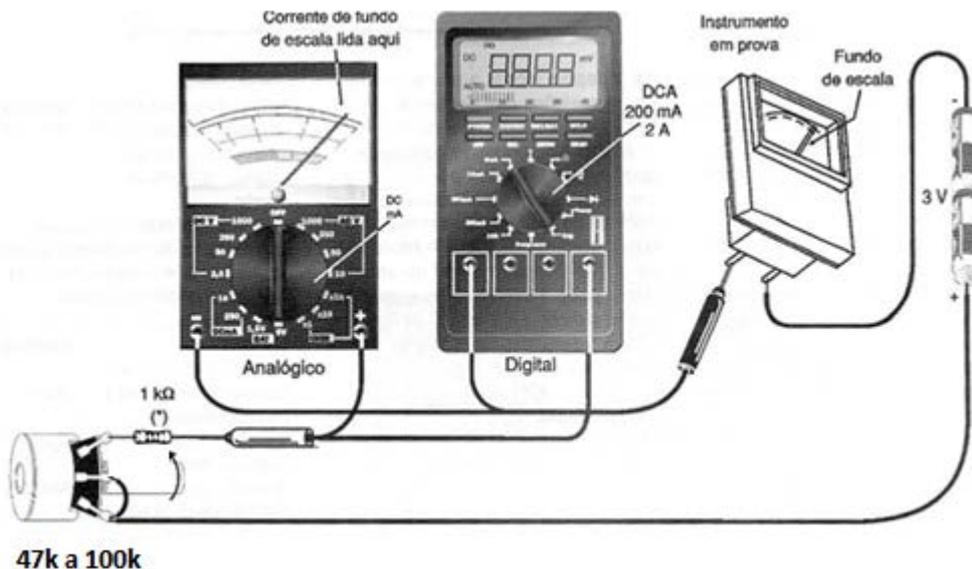


Figura 2 – O circuito de teste

### INTERPRETAÇÃO DA PROVA

A corrente indicada pelo multímetro usado no teste é a corrente de fundo de escala do instrumento que está sendo testado. Para os instrumentos que possuem zero no centro da escala vale o mesmo. A agulha do instrumento em teste deve ir para os extremos à direita ou esquerda quando ajustamos o potenciômetro e então podemos ler no multímetro a corrente de fundo de escala.

Na foto, a montagem do autor, mostrando que para seu microamperímetro, o fundo de escala é obtido quando o potenciômetro de 100k é ajustado para se obter uma corrente de 200 uA (A escala escolhida do multímetro vai até 2,5 mA) – figura 3.

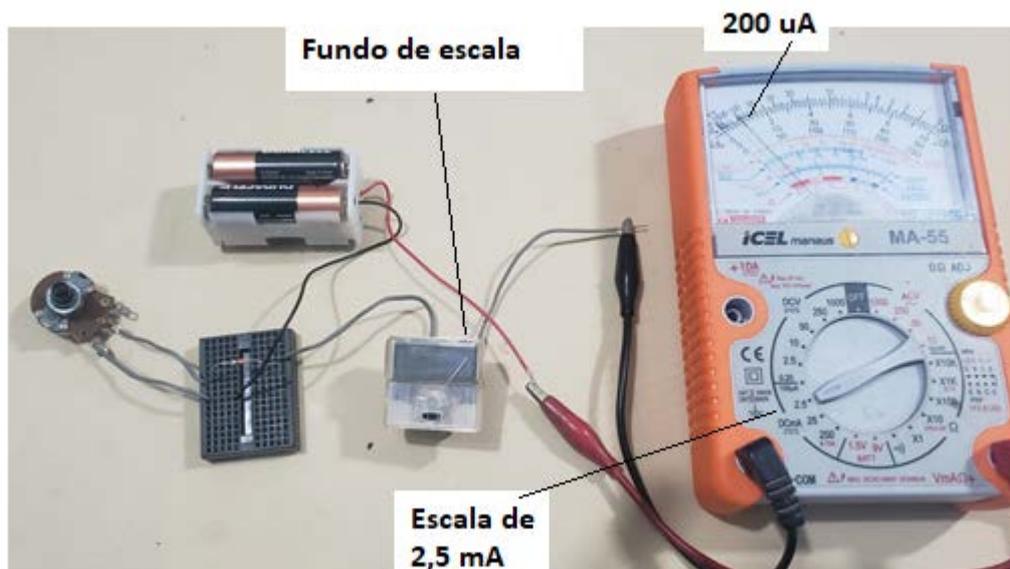


Figura 3 – A montagem do autor

## OBSERVAÇÃO

Lembramos que alguns instrumentos já possuem resistências multiplicadores ou shunt que devem ser removidos para que conheçamos suas reais características. Por exemplo, podemos ter um miliamperímetro com 20 mA de fundo escala e ele terá um instrumento que, ao retirar o shunt, constatamos ser de 1 ou 2 mA de fundo de escala. Em alguns casos, o shunt consiste numa resistência de fio que é encaixada e parafusada ou ligada externamente nos terminais, conforme mostra a figura 4.



Figura 4 – Shunt num instrumento analógico para medida de alta corrente

Para saber mais veja nosso livro: O segredo no uso do multímetro e a seção de instrumentação em nosso site: <https://newtoncbraga.com.br/usando-os-instrumentos/6751-os-segredos-no-uso-do-multimetro.html>

**Link para o artigo no site: INS665**

<https://www.newtoncbraga.com.br/usando-os-instrumentos/18713-de-terminacao-do-fundo-de-escala-de-um-instrumento-analogico-ins665.html>

## BIBLIOGRAFIA

Charles Kitchin and Lew Counts, A Designer's Guide to Instrumentation Amplifiers, 3 rd Edition, Analog

Devices, 2006

Measurement Systems: Application and Design. McGraw-Hill. - 4 rd Edition - 2004



# CIRCUITOS DO APARELHO BOOMBOX JBL

≡ Luis Carlos Burgos

Neste artigo, exploraremos as poderosas caixas acústicas portáteis conhecidas como 'boombox'. Apesar do tamanho compacto, esses dispositivos podem entregar até 100W RMS de som, com enorme eficiência energética, graças a tecnologias como amplificadores classe D, fontes chaveadas e conversores DC-DC. Utilizaremos a JBL Boombox 3 como podemos ver na imagem que abre este artigo.

Na figura 2, podemos ver como os principais componentes estão distribuídos na placa de circuito impresso neste modelo JBL.



**Micro I/O** – Este CI comunica-se com o bluetooth e realiza alguns comandos como por exemplo indicação do nível de carga da bateria, liga/desliga dos sistemas e do amplificador de potência, controle do nível de som quando a caixa funciona na bateria, porta USB, sistema de identificação de falhas e controle dos leds do painel.

**Micro liga/desliga** – Este pequeno CI liga e desliga algumas alimentações incluindo do próprio CI do bluetooth.

**Alimentação inicial do aparelho** – Veja na figura 4, o circuito conversor DC-DC inicial após a fonte de alimentação.

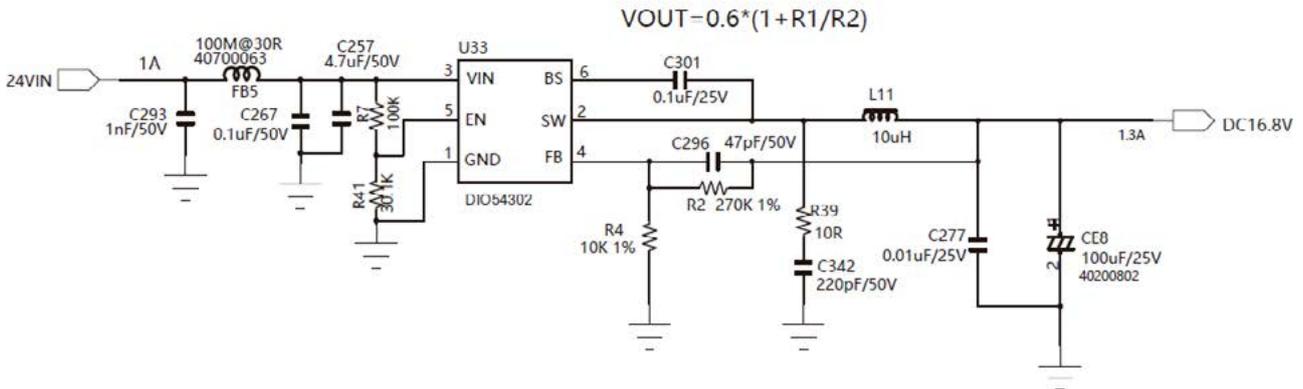


Figura 3

Este conversor step down transforma a alimentação de 24 V da fonte em 16,8 V para alimentar o carregador da bateria.

**CHAVEAMENTO ENTRE A FONTE E A BATERIA (FIGURA 4)**

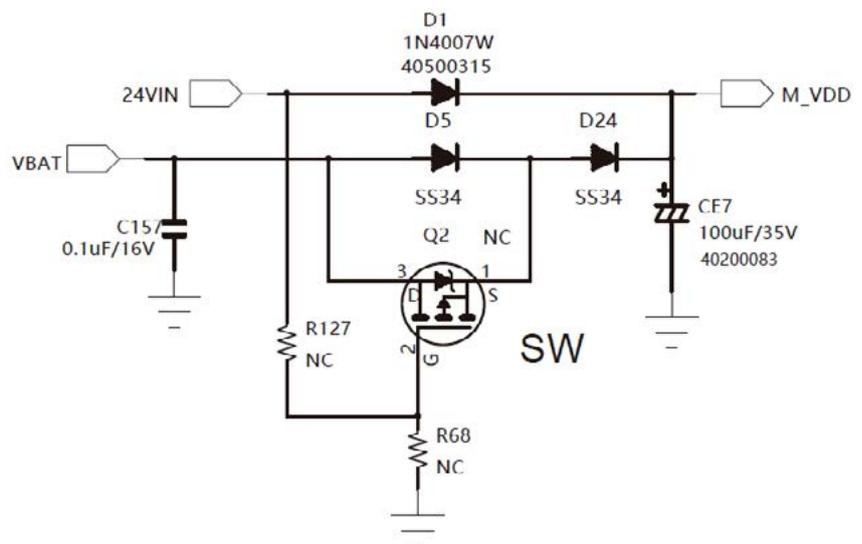


Figura 4

Este circuito não possui o mosfet e os dois resistores ligados no gate, pois a indicação NC indica “non connected” Quando a fonte está ligada no aparelho e energizada, D1 (Schottky) conduz e no ponto M\_VDD teremos cerca de 24 V. D5 e D24 ficam desligados, mantendo a tensão

VBAT fora do circuito. Quando não há tensão da fonte, D5 e D25 conduzem (D1 corta) e no ponto M\_VDD teremos 7 V fazendo o aparelho funcionar na tensão da bateria (VBAT).

**Circuito de carregamento da bateria** – Veja no esquema da figura 5, o circuito de carga da bateria do Boombox JBL 3.

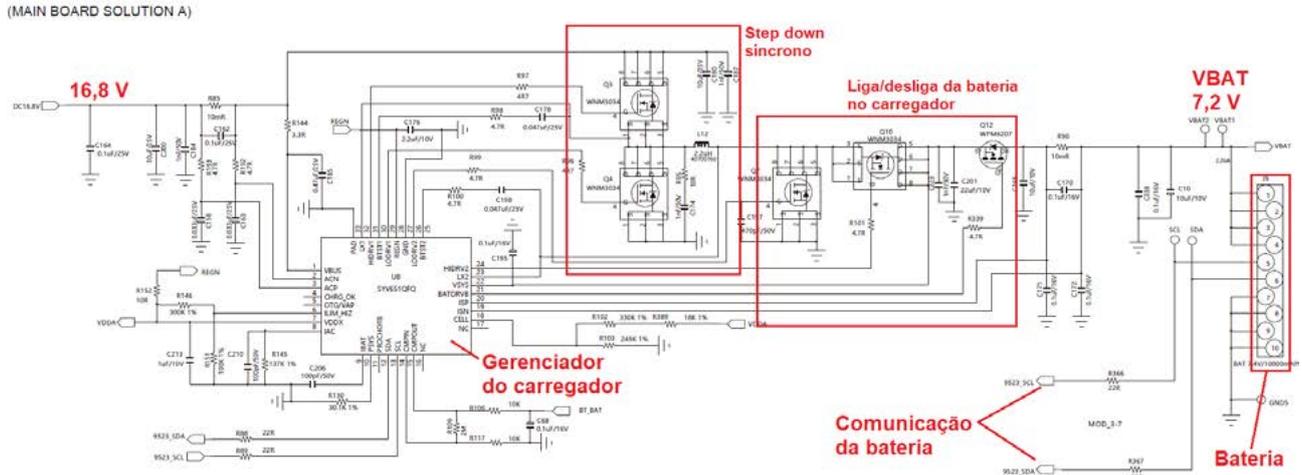


Figura 5

Quando a bateria necessita de carga, o CI gerenciador do carregador aciona um par de mosfets funcionando como um conversor DC-DC step down síncrono onde o mosfet inferior faz o papel do diodo “free wheeling” e na saída teremos uma tensão de 7,5 V a partir da entrada de 16,8 V. Esta tensão de 7,5 V encontrará os dois MOSFETs em série (liga/desliga da bateria no carregador) conduzindo e carregará a bateria no ponto VBAT. O mosfet em paralelo (o primeiro após o conversor DC-DC) fica desligado. Quando a bateria não necessita de carga ou a fonte estiver desligada, o conversor DC-DC fica desligado, assim como os dois mosfets em série (o mosfet em paralelo liga). Assim não terá tensão para carregar a bateria.

**ALIMENTAÇÃO DOS CIS DE SAÍDA DE ÁUDIO ATRAVÉS DA BATERIA (FIGURA 6)**

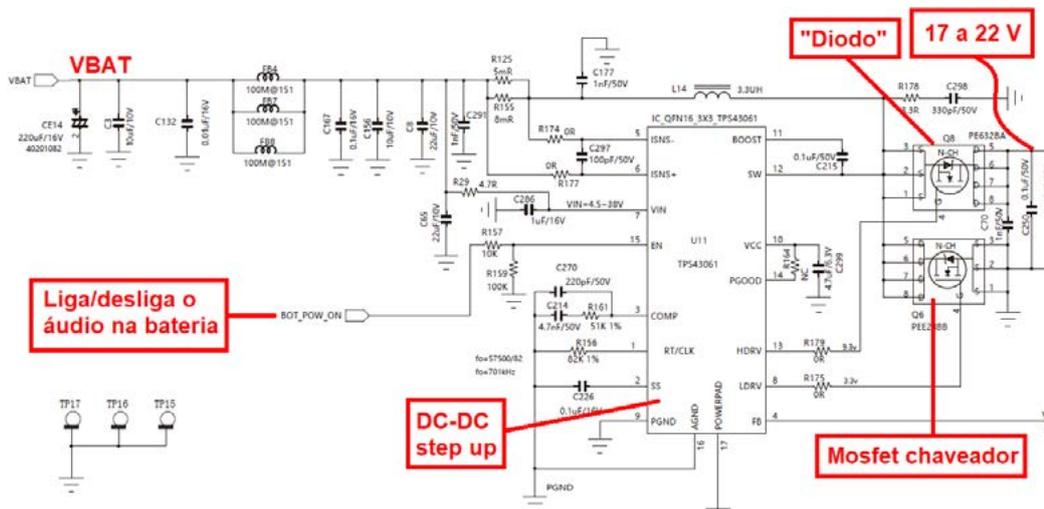


Figura 6



Como explicamos anteriormente, quando não há tensão da fonte o conversor DC-DC é acionado e alimenta a saída de áudio. Porém quando a fonte está presente é ela quem alimenta a saída de áudio.

Vamos observar com atenção o funcionamento do circuito mostrado. Quando a fonte está presente, a tensão de 24 V faz Z1 conduzir acionando Q11 e Q9 e desta forma teremos 24 V no ponto AMP\_VCC. Neste momento o ponto AMP\_POW\_ON está em nível baixo mantendo Q5 e Q18 desligados. Quando não há tensão da fonte Q11 e Q9 ficam desligados e o ponto AMP\_POW\_ON está em nível alto fazendo Q5 e Q18 conduzirem levando a tensão da bateria ao amplificador. O ponto VOL\_MAX\_BOOST\_EN é controlado pelo micro I/O e quando está em nível alto faz Q14 conduzir colocando R181 e R182 no circuito. Assim a tensão diminui na malha de feedback e a saída do conversor aumenta de 17 para 22 V. O controle da tensão de saída pode ser feito também através do ponto AMP\_HPFB controlado pelo amplificador de áudio. Lembre-se que esta malha só atua quando o amplificador está funcionando no modo bateria.

## CONVERSOR DC-DC COM CIRCUITO DE PROTEÇÃO (FIGURA 8)

Este circuito alimenta a porta USB. Trata-se de um conversor com entrada entre 7 e 24 V e saída de 5,2 V. Esta tensão passa pelo U39 (circuito de proteção de corrente e tensão). Na saída dele teremos uma tensão de 5 V para a porta USB.

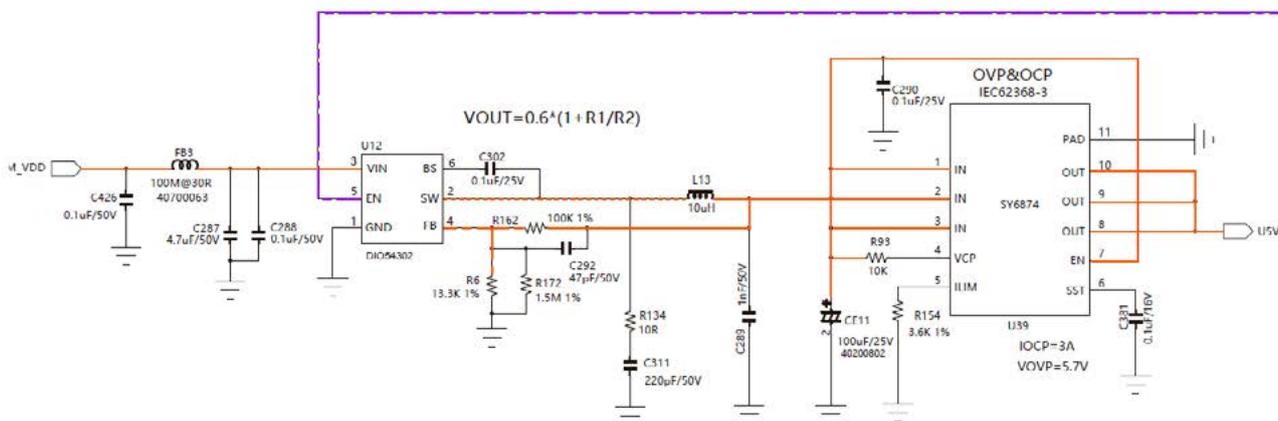


Figura 8

## CONVERSOR STEP DOWN E LDO PARA ALIMENTAÇÃO DOS SISTEMAS (FIGURA 9)

Aqui temos 2 reguladores para alimentar os sistemas do aparelho com 3,9 e 3,3 V. O circuito de cima recebe uma tensão entre 7 e 24 V e converte para 3,9 V, portanto um conversor DC-DC step down. Já o circuito de baixo é um regulador LDO ou low dropout para converter 3,9 em 3,3 V. Tais reguladores são lineares e aquecem muito pouco pois recebem uma tensão próxima a tensão de saída. Os reguladores low dropout (LDO) são relativamente comuns nestes tipos de equipamentos. Esses 2 conversores são ligados e desligados pelos micros menores do aparelho.

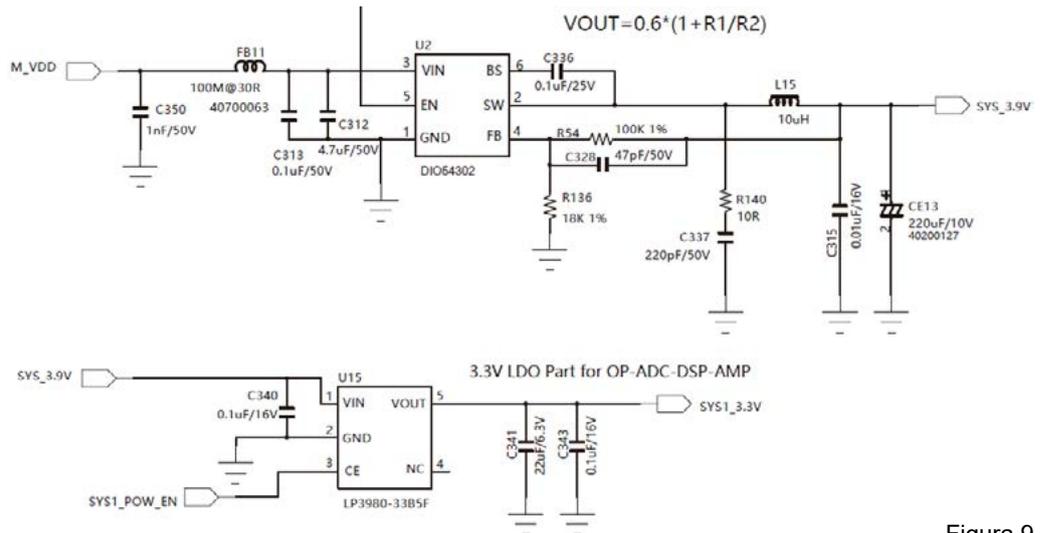


Figura 9

**O micro I/O (extensão)** – É um micro auxiliar do Bluetooth com algumas funções entre elas o controle e a verificação do nível de carga da bateria. Também pode ligar e desligar parte do equipamento. Ele se comunica com a bateria através da linha de dados e clock e assim monitora o funcionamento dela. Veja o circuito na figura 10.

Observe como ele vai conectado ao teclado e aos LEDs do aparelho.

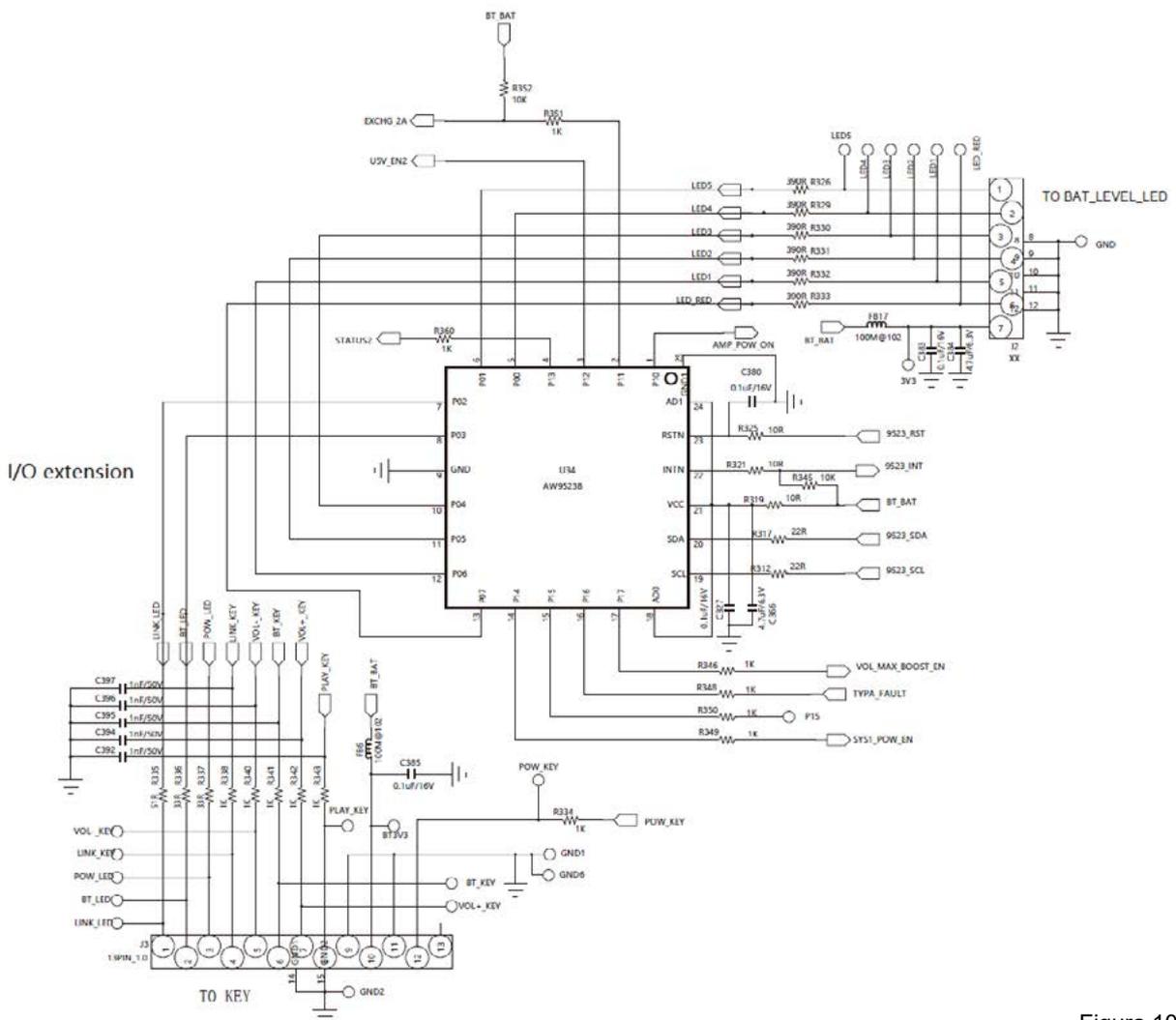


Figura 10

**Micro liga/desliga** – Como o próprio nome sugere, a função deste CI é ligar e desligar o aparelho (figura 11).

Ele recebe atenção de standby no pino 1 e tem a chave liga/desliga no pino 2. Ao pressionar a chave, os pinos 4 e 9 vão a nível alto ligando o aparelho. Este CI se comunica com Bluetooth. Observe a linha acima do CI como há um circuito que detecta a presença da fonte.

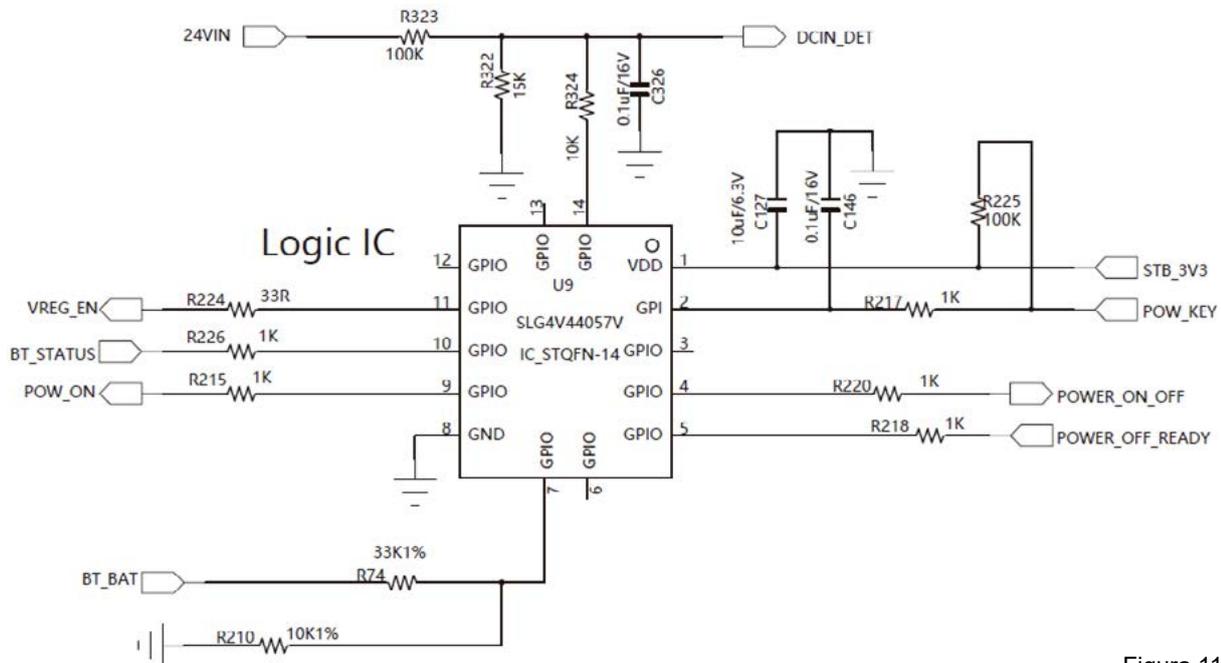


Figura 11

# ELETRÔNICA NA PRÁTICA

## Kit de Componentes do Curso Eletrônica na Prática

**+ DE 195  
COMPONENTES**



Luis Carlos Burgos  
youtube.com/@Burgoseletronica05

**Compre  
já o seu**



### COMPONENTES PARA O CURSO ELETRÔNICA NA PRÁTICA

- Kit com mais de 195 componentes
- Acompanha caixa organizadora
- Consegue fazer 16 projetos do curso



Prof. Luis Carlos Burgos

Curso vendido  
separadamente  
com desconto de 60%

**BURGOSELETRONICA**



**CI do Bluetooth** – É o maior CI do aparelho com a função de controle das funções e processamentos dos sinais digitais. As saídas I2S do CI são enviados ao processador de áudio e deste às saídas dos alto-falantes (figura 12).

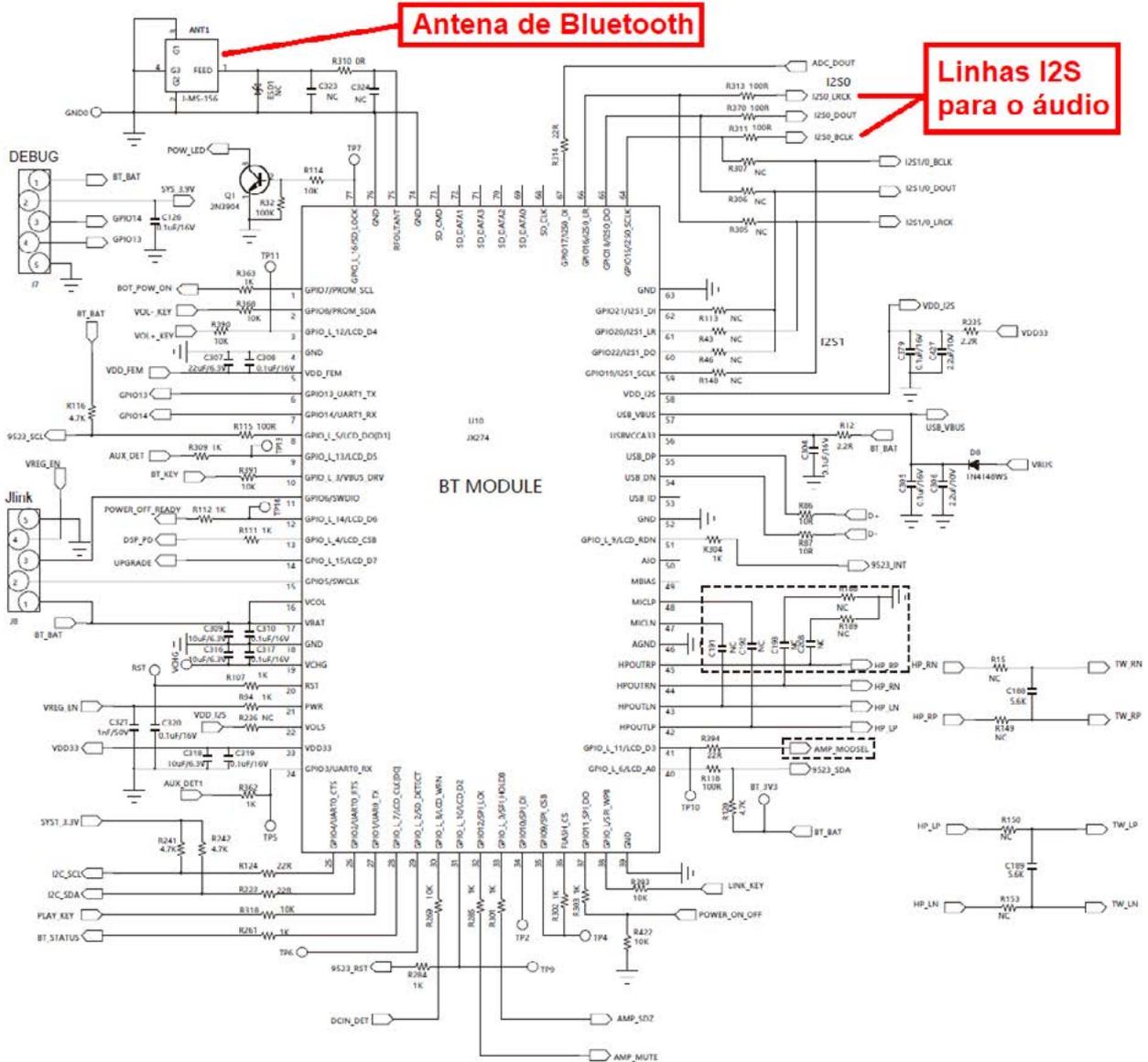


Figura 12

Ele trabalha com o sinal do bluetooth, da entrada auxiliar, controle da porta USB e alguns controles liga/desliga. Comunica-se com os dois menores CIs micros, o expensor da bateria e o liga/desliga.

**REGULADORES DE STANDBY E 3,4 V (FIGURA 13)**

O U18 recebe uma tensão de 7 a 24 V e regula para 3,3 V alimentando o CI micro liga/desliga ao ligar o aparelho na fonte ou bateria. Assim ele fica pronto para o comando liga/desliga. Como a corrente de standby é muito pequena (na casa dos  $\mu$ A) o LDO pode regular uma tensão bem mais alta num valor menor pois haverá pouquíssimo aquecimento. Já o U17 regula 3,9 em 3,4 V chamada tensão BT\_BAT usada na alimentação do CI bluetooth e vários outros pontos do circuito.

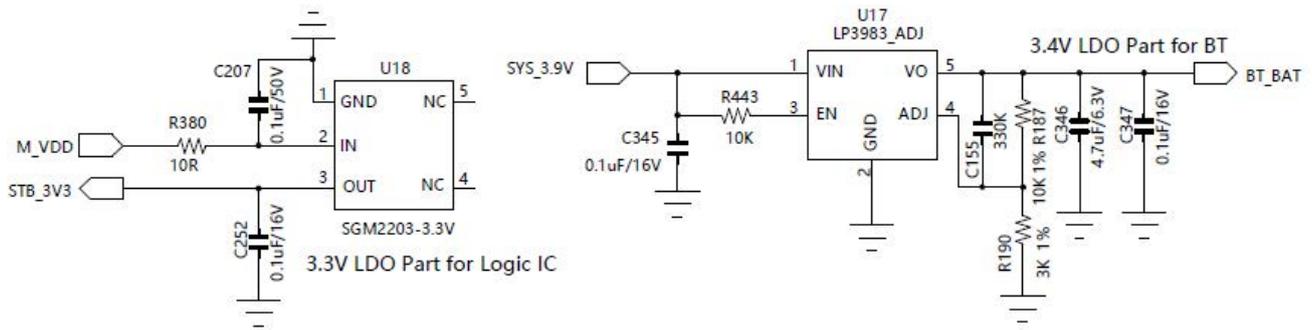


Figura 13

Temos uma live no canal Burgoseletronica do YouTube explicando o funcionamento deste circuito e ela pode ser acessada neste QR code:

Link para a aula

## funcionamento da Caixa BoomBox JBL 3



live Sexta dia 06/12/2024 às 19:00

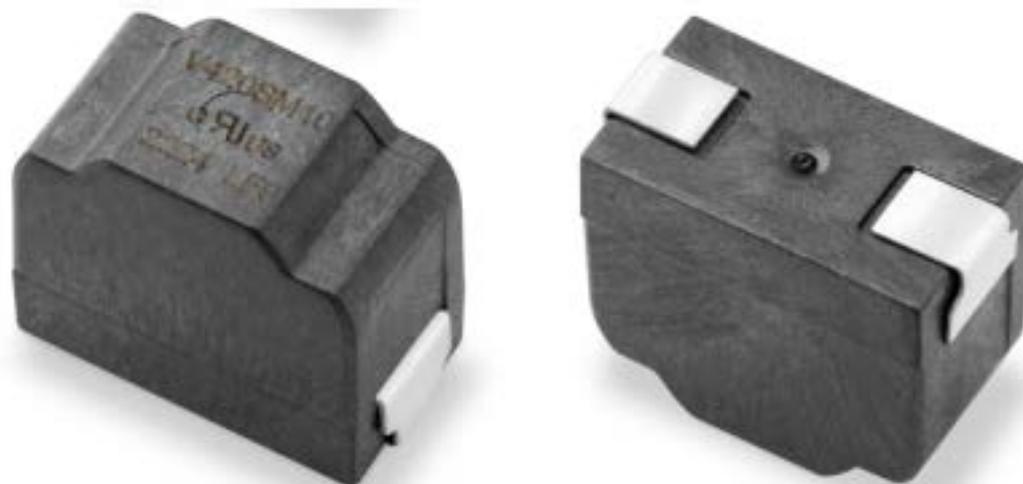
Quer o esquema pintado? Acesse este QR Code:



A **Burgoseletronica Ltda** vende cursos e livros técnicos neste endereço:

<http://burgoseletronica.com.br>

Canal no YouTube: [www.youtube.com/c/Burgoseletronica05](http://www.youtube.com/c/Burgoseletronica05)



# VARISTORES SM10 DA LITTELFUSE PARA MONTAGEM EM SUPERFÍCIE

≡ **Newton C. Braga**

Varistores são elementos fundamentais na proteção de circuitos, absorvendo surtos e transientes. Os varistores da série SM10 para montagem em superfície da Littelfuse estão nesta categoria de componentes, com especificações que atendem a uma grande gama de aplicações e com invólucro para montagem em superfície.

As informações que damos a seguir são baseadas no site da Mouser Electronics e no próprio datasheet do fabricante que pode ser acessado pelo link na página da Mouser.

Esses varistores são projetados para suportar surtos de correntes intensas e temperaturas elevadas que chegam aos 125° C. São indicados especificamente para a proteção primária de circuitos contra transientes. A série de varistores Littelfuse SM10 é a primeira para montagem em superfície de Varistor de Óxido Metálico (MOV) com manipulação de corrente de surto de ultra-alta capacidade, projetado especificamente para tensão transitória do circuito primário de proteção contra surtos. A série de varistores SM10 é construída com um Disco MOV e terminais

estanhados dentro de uma moldagem de polímero em invólucro, que é totalmente qualificado em soldagem sem chumbo e compatível com processos de soldagem por refluxo e por onda. Na figura 1 temos as curvas características para diversas condições de funcionamento.

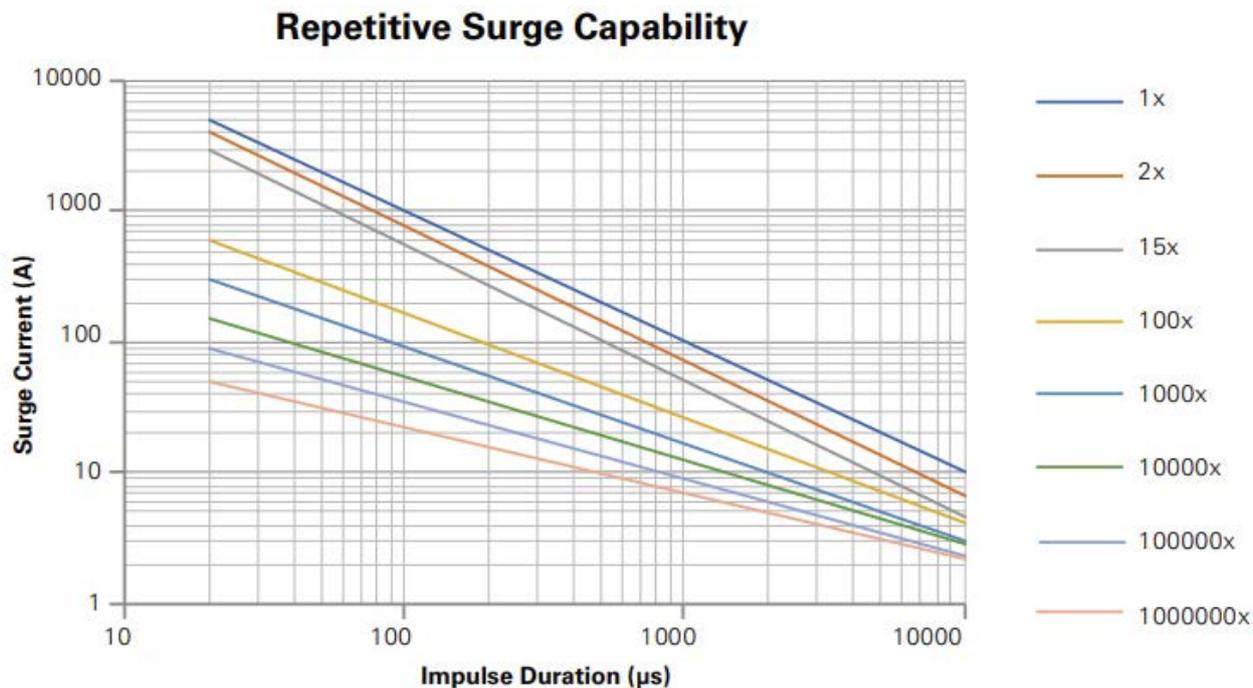
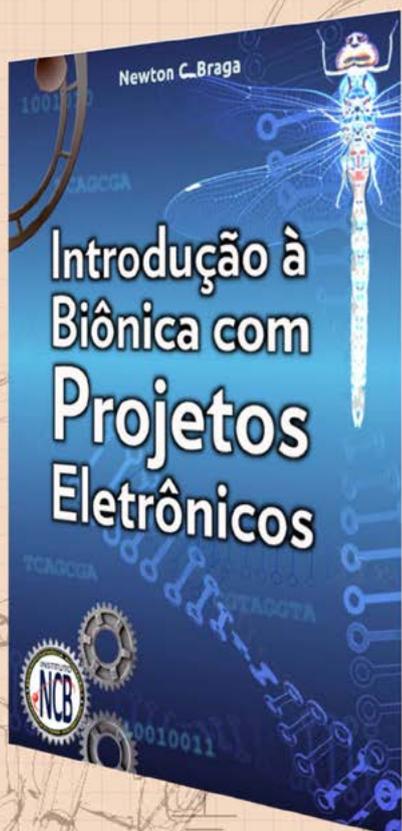


Figura 1 – Instrumentos comuns



## 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



Na figura 2, temos a curva característica de resposta a transientes levando em conta a tensão e a corrente de pico.

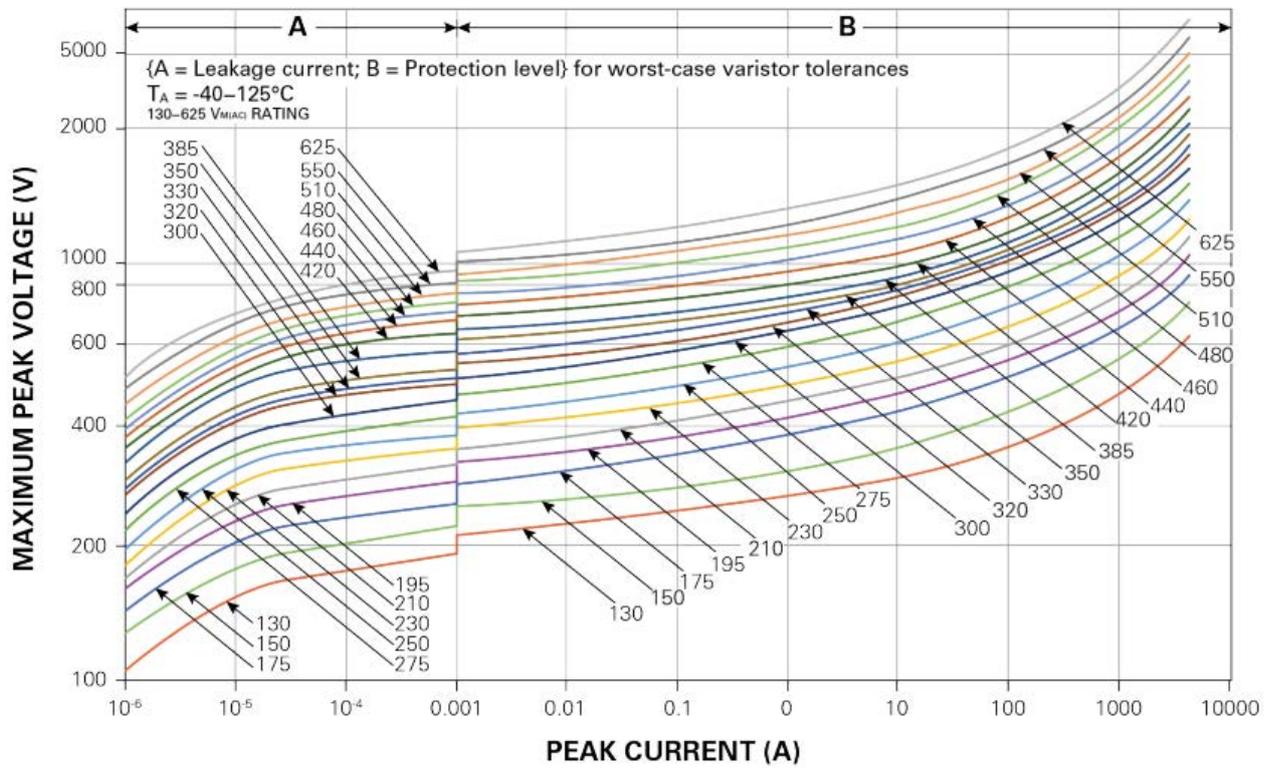


Figura 2 – Curva de resposta a transientes.

No datasheet de 6 páginas podem ser obtidas todas as informações adicionais necessárias aos projetos que utilizem este componente;

### Aplicações

- Armazenamento de energia elétrica
- Carregadores EV integrados e externos
- Eletrônica geral e produtos elétricos

### ESPECIFICAÇÕES

- Faixa de tensão operacional de 170 VCC a 720 VCC
- Dissipação nominal máxima de 110W
- Corrente de pico de surto de 5000A
- Capacitância típica de 600pF
- Faixa de temperatura operacional de -40°C a +125°C
- Resistência de isolamento  $\geq 100M\Omega$

Para obter mais Informações sobre este componente, incluindo o datasheet vá ao link da Mouser:

<https://br.mouser.com/new/littelfuse/littelfuse-sm10-varistors/>



**CABOS  
DE ALIMENTAÇÃO  
E CONTROLO  
DA HELUKABEL**

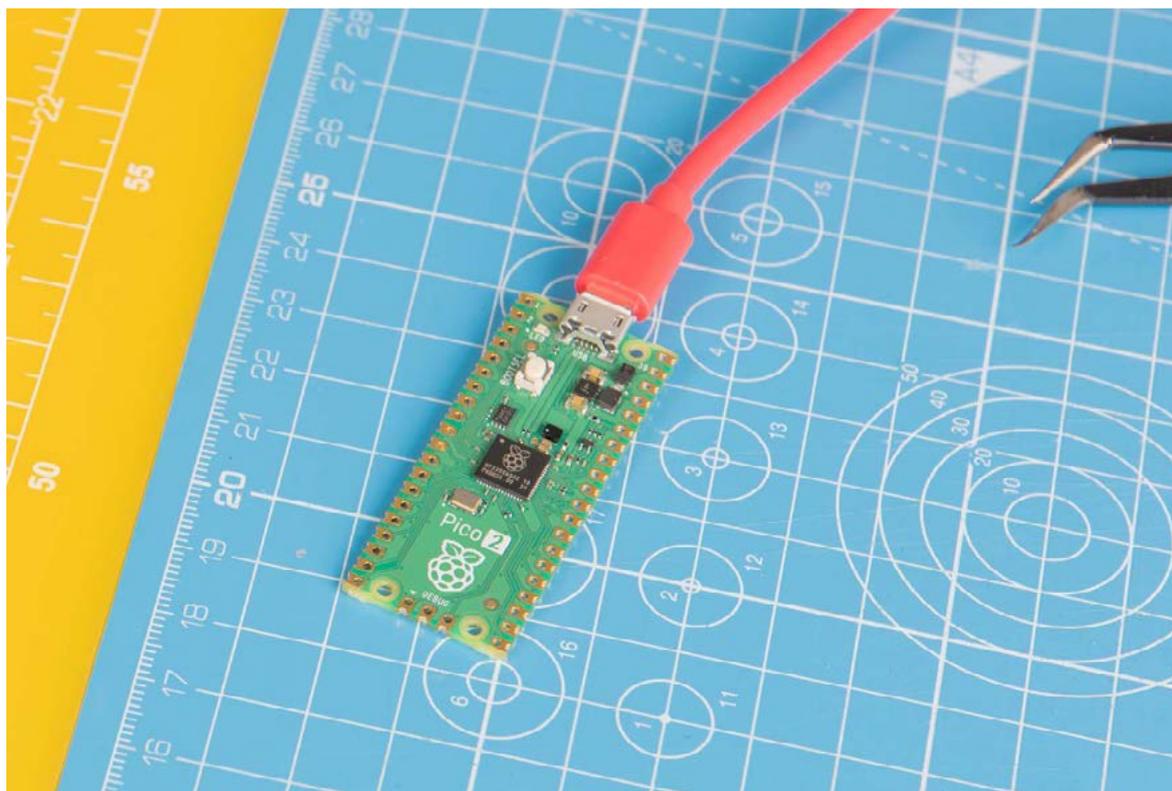
Transfer Multisort Elektronik Sp. z o.o.  
Łódź, Poland, [export@tme.com](mailto:export@tme.com)

Encontre-nos em:      

[tme.com](https://tme.com)

**YOU NEED IT, WE HAVE IT!**

■ ■ ■ ■ [tme.eu](https://tme.eu) ■



# A NOVA RASPBERRY PI PICO 2

≡ Renato Paiotti

Em agosto de 2024, foi anunciado o lançamento da Raspberry Pi Pico 2, uma placa de desenvolvimento projetada para substituir sua antecessora e trazer diversas melhorias. Neste artigo, exploraremos as principais mudanças e as novas possibilidades que essa versão oferece.

No mercado de desenvolvimento em sistemas embarcados temos diversas placas conhecidas entre os engenheiros e makers, placas que visam otimizar o tempo de lançamento de produtos, suporte à códigos e exemplos, como a implementação final usando o microcontrolador da placa de desenvolvimento no projeto final. Este é o caso da Raspberry Pi Pico 2, onde o desenvolvedor pode criar todo o sistema, testar e validar o funcionamento e depois criar a sua própria placa utilizando o microcontrolador no projeto, que no caso da Pi Pico 2 é o RP2350.

Quando a Fundação Raspberry lançou a Pi Pico 2, teve como objetivo, criar uma placa de desenvolvimento barata (5 dólares), uma placa com maior desempenho que sua anterior e focada em segurança.

Algumas das mudanças foram o aumento da velocidade do clock que passou de 133 para 150 MHz na versão 2, memória flash QSPI de 4 MB

(antecessora era de 2 MB), SRAM de 540 KB (antecessora era de 264 KB), a possibilidade de utilizar tanto a arquitetura RISK-V como Cartex-M33 entre outros.

A Pi Pico 2 possui 26 GPIOs configuráveis, onde o usuário poderá configurar algumas portas como I2C, SPI, UART, PWM, com também utilizar 4 portas para ADC, ou 12 portas para PIO (Entradas e Saídas Programáveis), trabalhando numa tensão entre 1,8 V e 5 V.

Na figura 1, temos a pinagem da Pi Pico 2 com as suas funções.

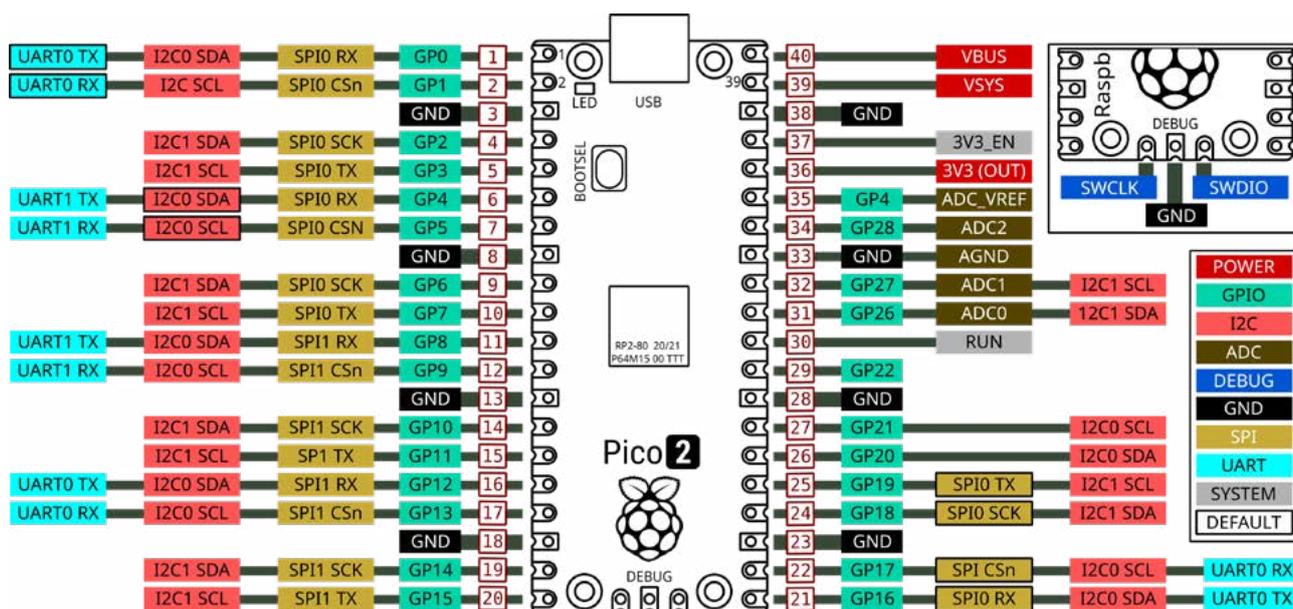


Figura 1

## MAKER OU INDÚSTRIA?

Uma dúvida muito comum é quando utilizar na indústria “algo” que é utilizado por “makers”, mas o certo é “o que” deve ser utilizado nas montagens “makers” ou nas montagens “industriais”. Isso porque toda placa de desenvolvimento é para ajudar o engenheiro a prototipar algo para testes, ganhando assim tempo.

Por exemplo: imagine que você precise desenvolver um sistema para separar frutas em uma esteira. Durante a fase inicial, você pode usar a Pico 2 para conectar sensores e atuadores, realizar testes e validar o desempenho do sistema. Após concluir essa etapa, você pode criar sua própria placa personalizada, utilizando apenas o microcontrolador RP2350 da Pi Pico 2, eliminando as conexões desnecessárias e reduzindo os custos.

## MAS POSSO UTILIZAR A PI PICO 2 NO PRODUTO FINAL?

Conheço diversas aplicações finais com a Pi Pico 2 que estão funcionando bem, aplicações que precisam de poucas placas para o projeto final, e isso responde à pergunta, que podemos sim utilizar a Pi Pico 2 em produtos finais, mas pra que levar “um trem inteiro se você só precisa da locomotiva?”, ou seja, pra que levar “toda a placa de desenvolvimento se você só precisa do microcontrolador?”

Por este motivo é importante separar bem as coisas, Pi Pico 2 é uma ferramenta de desenvolvimento e o RP2350 é um poderoso microcontrolador que equipa a Pi Pico 2.

## BIBLIOGRAFIA

Raspberry Pi Pico 2 Datasheet

<https://datasheets.raspberrypi.com/pico/pico-2-datasheet.pdf>

Raspberry Pi Pico-series Python SDK

<https://datasheets.raspberrypi.com/pico/raspberry-pi-pico-python-sdk.pdf>

Raspberry Pi Pico-series C/C++ SDK

<https://datasheets.raspberrypi.com/pico/raspberry-pi-pico-c-sdk.pdf>



# NOVAS ARQUITETURAS DE COMUNICAÇÃO VEICULAR

≡ **Newton C. Braga**

Do tempo em que tínhamos apenas uma bateria para alimentar um sistema de ignição e eventualmente os faróis, a eletricidade do automóvel evoluiu a ponto de se tornar eletrônica e com isso a complexidade dos dispositivos aumentou num grau exponencial. Se bem que isso tenha trazido conforto e segurança, também aumentou os custos, complexidade da fiação e finalmente a probabilidade de falhas.

Chegamos a uma nova era no modo como os dispositivos que fazem parte de um automóvel comum e de outros veículos são interligados e se comunicam. Uma nova arquitetura promete melhorar, não apenas o desempenho, mas também a segurança, a redução de custos e a probabilidade de defeitos.

## **Rede CAN**

A tecnologia mais usada até agora tem sido baseada na comunicação de um dispositivo de controle central com dispositivos que devem ser controlados e sensores através de uma rede física, denominada rede CAN (Controller Area Network), conforme mostra a figura 1.

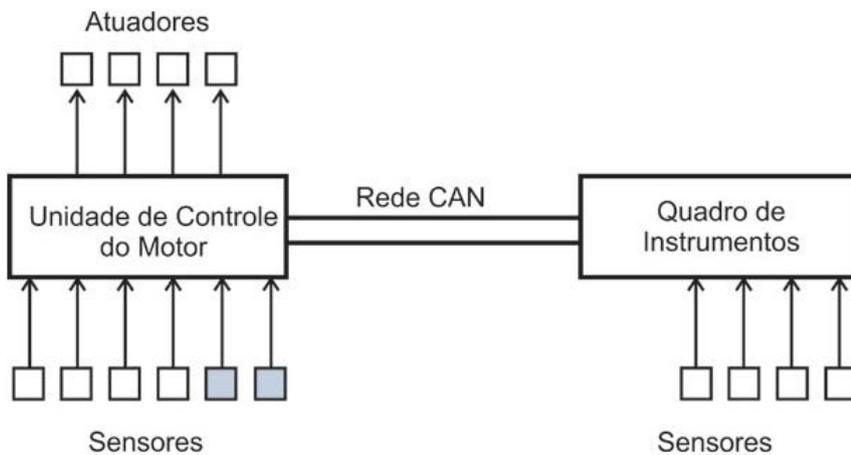


Figura 1 – A rede CAN

Nela temos um controlador central que reúne todas as tarefas que devem ser realizadas pelos dispositivos eletrônicos, elétricos e os sensores que fazem parte do veículo.

A comunicação é feita por cabos. Com isso, à medida que o número de dispositivos foi aumentando, a fiação se tornou pesada e cara e a probabilidade de falhas aumentou exponencialmente.

Mas, o pior é que estando centralizadas as funções, existe o perigo que uma falha num dispositivo de menor importância que não afete o funcionamento geral do veículo possa levar a uma disfunção central que coloca em risco todo o sistema.

Como resolver tudo isso? A complexidade dos sistemas veiculares só tende a aumentar pelo aumento de comodidades e mesmo de novos dispositivos de segurança, conforto e navegabilidade.

### ARQUITETURA VEICULAR DESCENTRALIZADA OU ZONAL

Uma ideia que está sendo colocada em prática e que deve fazer parte dos novos veículos é a arquitetura descentralizada. Em lugar de termos um controlador central que gerencia todos os dispositivos do veículo, como sistemas efetores e sensores, temos um sistema central que se comunica com processadores setoriais ou zonais que processam os sinais dos dispositivos que eles devem controlar ou receber informações, conforme mostra a figura 2.

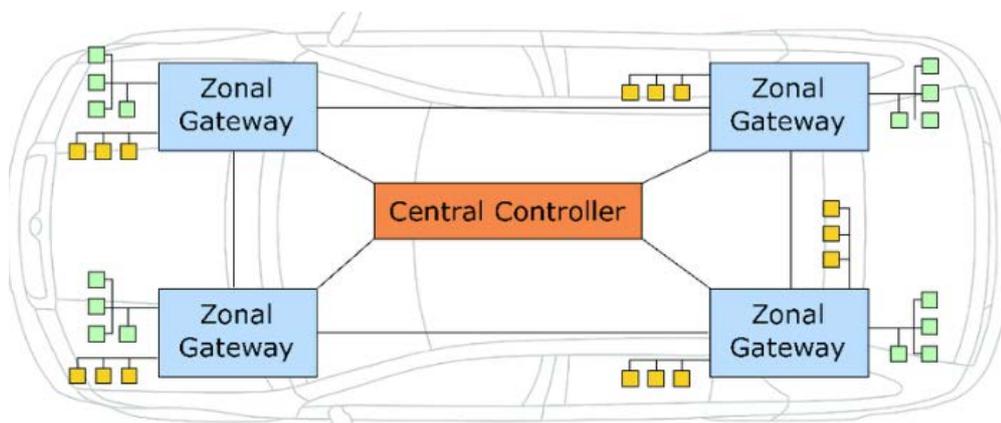


Figura 2 – A Arquitetura Veicular Descentralizadas

Isso traz enormes vantagens tanto em termos de fiação com a redução dos custos e do peso, como também da confiabilidade do sistema como um todo.

Se o sistema que controla a altura e posição dos bancos falha, o ajuste pode automaticamente ser colocado numa posição manual e a comunicação cortada com o controle central, sem que isso afete o funcionamento do veículo.

Numa rede CAN, conforme a falha nesse sistema ela poderia induzir o controle central a interpretações ou falhas capazes de afetar o funcionamento do veículo como um todo.

Com sistemas inteligentes de controle descentralizados isso não ocorre, uma falha não se propagaria afetando o restante do veículo, pois não chegaria ao controlador central.

Além disso, temos diversas outras vantagens que discutimos a seguir:

A primeira está numa simplificação da atualização e dos serviços de manutenção que exigiriam o diagnóstico de problemas apenas no setor que o apresenta. E, em caso de necessidade de atualização, seria mais fácil fazer isso apenas no setor que o exige.

Também temos a segurança a ser considerada. Isso significa que havendo um hub central ele poderia reunir as medidas de segurança protegendo as demais partes. É claro que tudo isso também implica em vantagens no custo e no desempenho.

Com a descentralização, as unidades separadas podem trabalhar isoladamente com algoritmos mais complexos de uma forma mais rápida, o que vai melhorar o desempenho do veículo. E, é claro, temos um custo menor na implementação com menos cabos que, conforme vimos, representam peso e gasto considerável para implementação.

Mas existem outras vantagens a serem consideradas:

Projeto Modular:- Uma vantagem importante a ser considerada é a possibilidade de termos um projeto modular. Assim, cada setor tem sua unidade própria que pode ser criada de forma independente facilitando tanto a instalação como a manutenção.

As atualizações podem ser feitas por setores conforme a demanda. Esta é outra vantagem.

Outra vantagem que deve ser incluída é que operando de forma independente, podemos trabalhar com a tolerância a falhas de acordo com cada ambiente em que o setor controlado apresenta. Isso implica em maior flexibilidade para o projeto e para a própria tolerância e resistência ao ambiente dos componentes usados.

Mas, sem dúvida, a maior vantagem está na redução da fiação. Não apenas os problemas que podem ocorrer com uma fiação pesada que às vezes precisa passar por lugares difíceis e estar sujeitas a maiores problemas de falhas como também seu custo e peso.

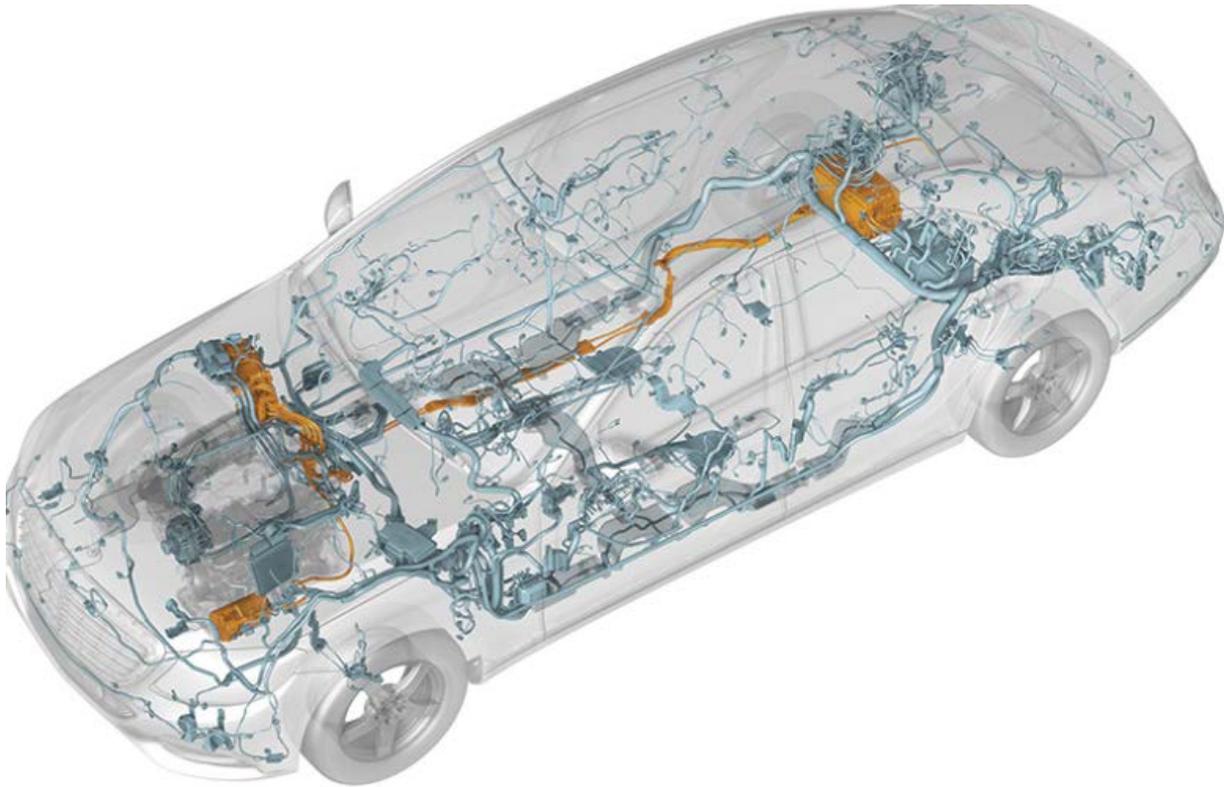


Figura 3 – Cabos da fiação elétrica são uma boa parcela do peso dos veículos

Com relação ao software, também existem vantagens significativas a serem consideradas.

Os códigos utilizados atualmente na programação veicular se aproximam de 500 milhões de linhas e quando chegarem a esse ponto as arquiteturas tradicionais centralizadas não funcionarão mais.

Além do trabalho enorme para a produção desses códigos, devemos levar em conta que a probabilidade de que ocorram falhas aumenta exponencialmente com seu tamanho. O diagnóstico de problemas se torna difícil e trabalhoso, o que eleva os custos de criação das empresas automotivas e impactam diretamente na confiabilidade de seus produtos em caso de falhas.

A alternativa justamente está na utilização de arquiteturas distribuídas. Cada ECU terá então seu próprio código aliviando a ECU central da necessidade de processar códigos excessivamente longos e, portanto, mais sujeitos a falhas.

Segundo se espera, essas transformações vão facilitar, não apenas a vida do mecânico e do fabricante, mas levar os usuários a uma experiência melhor ao utilizar seu veículo que poderá atender melhor às suas necessidades como também aumentar sua confiabilidade e até baixar seu custo.

Para os nossos leitores, saber como isso funciona significa estar por dentro das novas tecnologias e também estar preparado para o desenvolvimento de produtos que se enquadrem nessa nova arquitetura se pretendem focar a área dos automotivos.

A Mouser Electronics tem diversos artigos sobre o assunto em seu site e também já tem a disponibilidade de produtos relacionados que podem ser utilizados em novos projetos.

#### **BIBLIOGRAFIA:**

<https://br.mouser.com/applications/automotive-central-body-control/>

<https://br.mouser.com/applications/automotive-applications/>



# CONHEÇA A TECNOLOGIA OTL

≡ **Newton C. Braga**

Os mais antigos que montaram muitos amplificadores valvulados certamente conhecem. Mas, mesmo os mais modernos que ainda curtem essa tecnologia sabem o que é. Vamos explicar. OTL significa Output Transformerless ou saída sem transformadores. Como todos sabem um dos componentes caros de um bom amplificador de áudio é o transformador de saída.

Ele é tanto maior e mais pesado quanto maior for a potência do amplificador. Ele é necessário porque as válvulas na configuração normal dos amplificadores, push-pull classe B, têm alta impedância de saída e os alto-falantes são de baixa, exigindo a presença desse componente conforme mostra a figura 1.

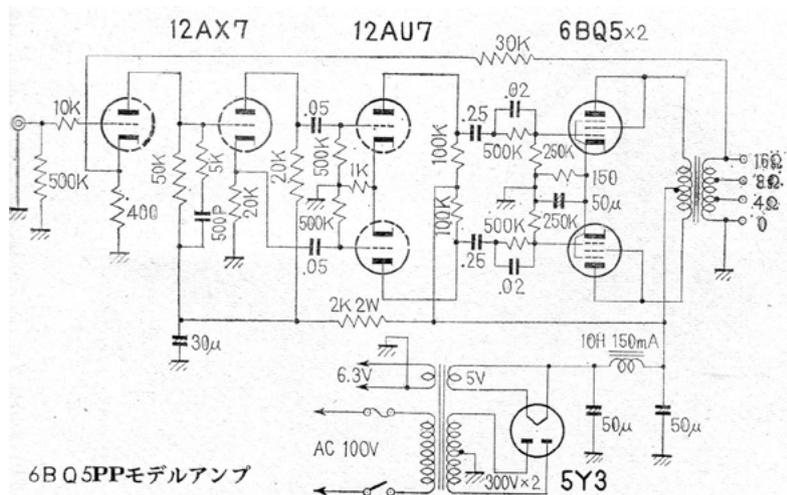


Figura 1 – Um amplificador com saída classe B

Isso também ocorre com os transistores, que numa configuração normal classe B precisa de um transformador de saída para casar a alta impedância do circuito com a baixa impedância do alto-falante, conforme mostra a figura 2.

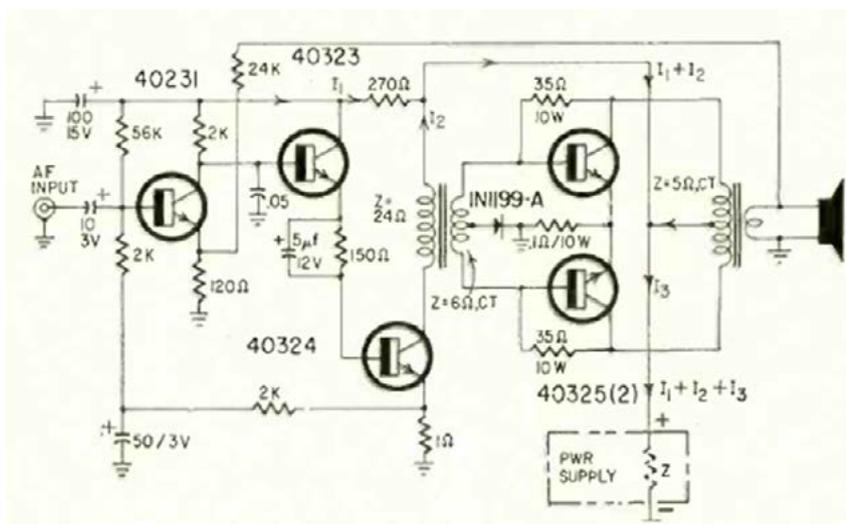


Figura 2 – Saída classe B com transistores

Mas, se com os transistores é possível obter o sinal amplificado com baixa impedância, eliminando a necessidade do transformador, por que não fazer o mesmo com as válvulas.

Assim, isso realmente é possível se analisarmos o circuito com transistor mostrado na figura 3, em que usamos uma configuração de coletor comum tirando o sinal do emissor.

Nossos antepassados que só conheciam a válvula não sabiam que era possível fazer isso com transistores, que ainda não existiam, mas sabiam que, da mesma forma que os transistores, as válvulas podiam ser utilizadas com 3 configurações, conforme mostra a figura 4.

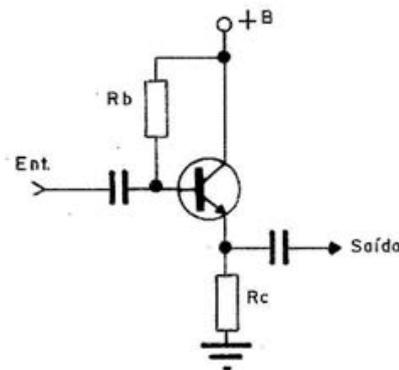


Figura 3 – A configuração de coletor comum em dois circuitos

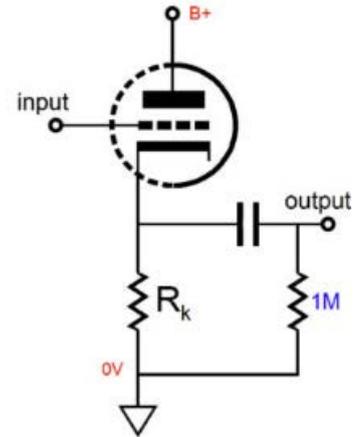
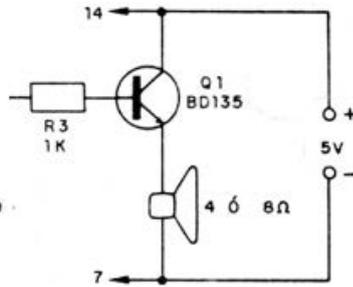


Figura 4 – As configurações das válvulas

Na configuração e catodo comum, que equivale a configuração de emissor comum, temos uma alta impedância de entrada e uma alta impedância de saída. Na configuração de grade comum, que equivale à configuração de base comum temos baixa impedância de entrada e alta impedância de saída; finalmente, na configuração de anodo comum ou placa comum, equivalente à configuração de coletor comum temos alta impedância de entrada e baixa impedância de saída. Essa é a configuração que nos interessa.

Conforme mostra a figura 5, num amplificador valvulado comum temos um pesado transformador de saída que abaixa a impedância das etapas valvuladas de modo a poder excitar o alto-falante.

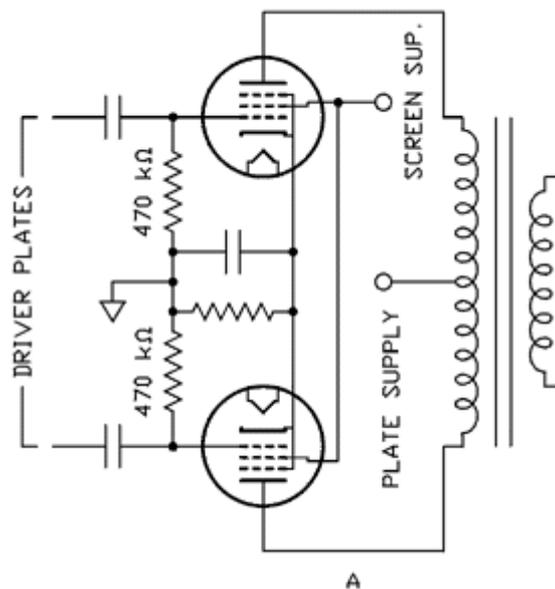


Figura 5 – A etapa classe B

No entanto, podemos tirar o sinal dos catodos das válvulas, exatamente como fazemos com uma etapa complementar transistorizada.

Temos então o circuito da figura 6.

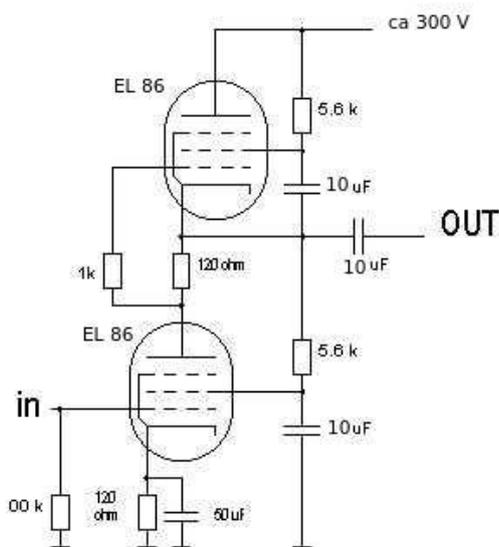


Figura 6 – A etapa OTL

A impedância não é tão baixa como a que obtemos com circuitos transistorizados, mas suficientemente baixa para podermos usar alto-falantes até uns 200 ohms, o que ocorria no passado.

Na figura 7, temos um amplificador completo com saída OTL fornecendo uma boa potência.

## Gateways LoRaWAN®

# TEKTELIC

communications

A TEKTELIC é líder mundial no fornecimento de Gateways IOT LoRaWan para uso profissional em redes LoRaWan privadas ou para extensão de redes públicas.

- Linha completa de Gateways
- Homologação Anatel
- Suporte a Rede Helium\*
- Suporte comercial e técnico local pela Duodigit | Serdia

\*Kona Enterprise e Kona Micro IOT suporta essa função.



**Kona Micro  
Lite IOT**  
8 RX / 1TX  
Ethernet



**Kona Macro IOT**  
72 RX / 8 TX  
3G/4G Ethernet



**Kona Macro IOT**  
16 RX / 2 TX  
3G/4G Ethernet



**Kona Enterprise**  
8 RX / 1 TX  
3G/4G Ethernet



**Kona Micro IOT**  
8 RX / 1 TX  
3G/4G Ethernet



**CONTATO COMERCIAL E TÉCNICO:**  
[www.duodigit.com.br](http://www.duodigit.com.br)  
[vendas@duodigit.com.br](mailto:vendas@duodigit.com.br)



Escaneie e inscreva-se para o evento Técnico sobre Tektelic

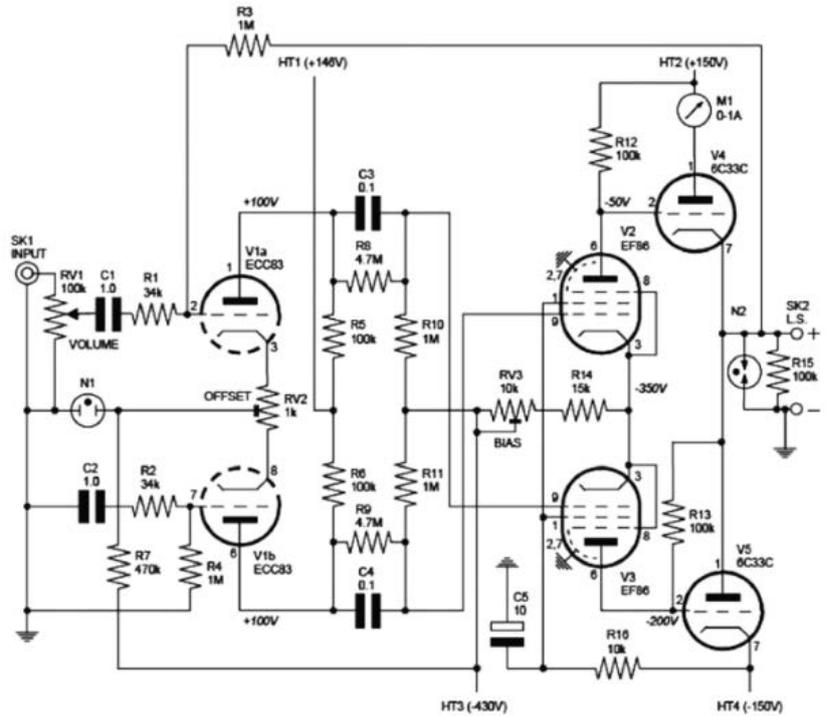


Figura 7 – Amplificador OTL - da internet

Esse amplificador tem 25 W de saída em carga de 8 ohms e 40 W em carga de 16 ohms.

Na figura 8 a montagem do autor que pode ter sua construção vista no artigo do link abaixo. No artigo, além da montagem, o autor fornece o diagrama da fonte de alimentação.

<https://audioxpress.com/article/your-can-diy-a-25w-otl-tube-amplifier>



Figura 8 – O amplificador montado

Naquela época havia então alto-falantes apropriados para este tipo de circuito, que tinham impedância que se casava com essas etapas de saída sem a necessidade de se empregar um transformador de saída.

**BIBLIOGRAFIA:**

- <https://www.atma-sphere.com/en/ma-1.html>
- <https://www.newtonbraga.com.br/index.php/valvulados>

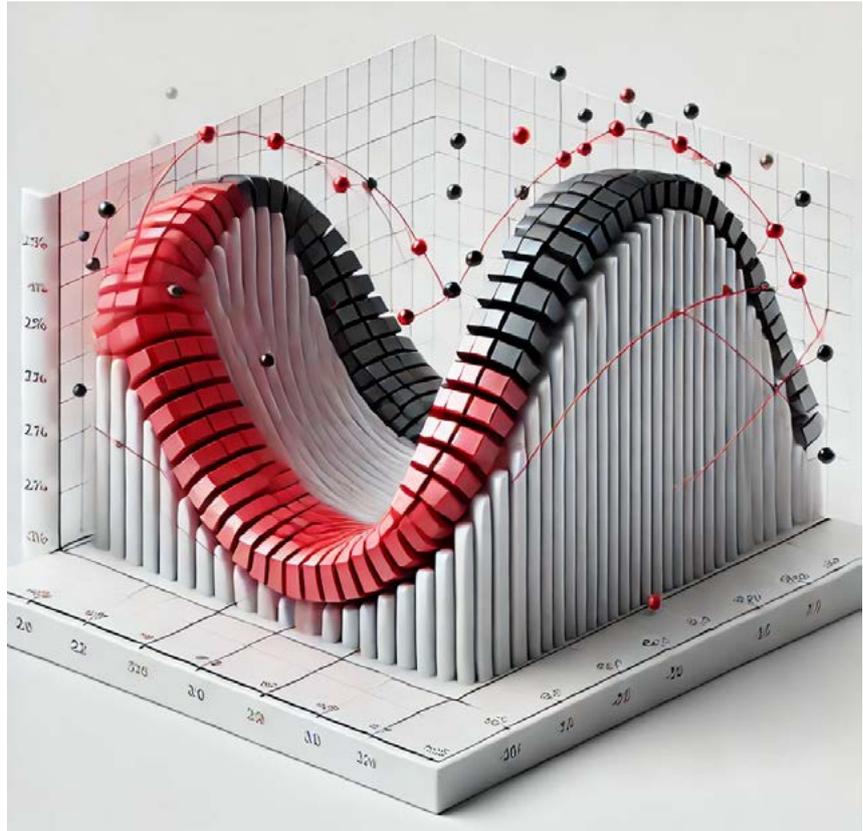
# Para o seu Projeto



Desde da produção de PCBs, aquisição de componentes eletrônicos, insumos, montagem e diversos produtos e serviços, a Revista **IPESI Eletrônica & Informática** apresenta anunciantes de qualidade que abrangem todas as etapas do seu projeto eletroeletrônico.

REVISTAS  
**IPESI**

[www.ipesi.com.br](http://www.ipesi.com.br)



# COMO FUNCIONA O DIODO SCHOTTKY

≡ Newton C. Braga

Os diodos retificadores de estado sólido são componentes de grande importância para eletrônica, sendo encontrados em diversas versões, com diversos materiais básicos como o silício, germânio etc. Com o passar do tempo, a descoberta de novas tecnologias tem levado a diodos com características especiais que encontram aplicações específicas, como é o caso dos diodos Schottky. Veja neste artigo o que são os diodos Schottky e onde são usados.

Os diodos Schottky não são componentes novos. Já estão em uso há mais de 30 anos, principalmente na manufatura de fontes de alimentação.

Mas, o que têm esses diodos de diferente dos demais? Quando analisamos a curva característica dos diodos comuns, vemos que para que eles comecem a conduzir é preciso que uma tensão mínima seja atingida. Essa tensão é necessária para se romper a barreira de potencial que se manifesta na junção do diodo. Para os tipos comuns como os diodos de silício, essa barreira exige uma tensão da ordem de 0,7 V, conforme mostra a figura 1.

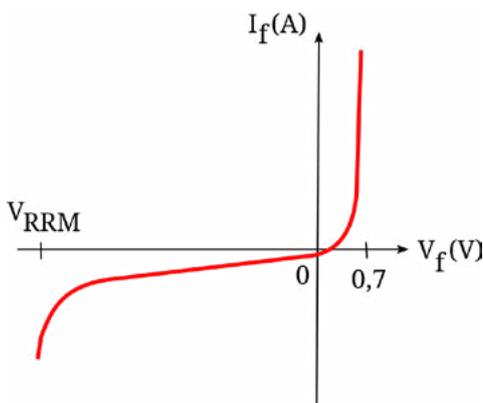


Figura 1

Também observamos que os diodos comuns, como os de silício usados em fontes, são dispositivos lentos precisando de algum tempo para começar a conduzir e mais, tempo para se recuperar do estado de condução quando a polaridade da tensão aplicada se inverte. Este tempo de recuperação inversa ou “reverse recovery” é especialmente importante em muitas aplicações. O que ocorre é que, ao invertermos a polarização de um diodo, para que ele passe do estado de condução para não condução, no intervalo do processo o diodo não bloqueia a corrente e conduz ainda mesmo quando a tensão já foi invertida, conforme mostra a figura 2.

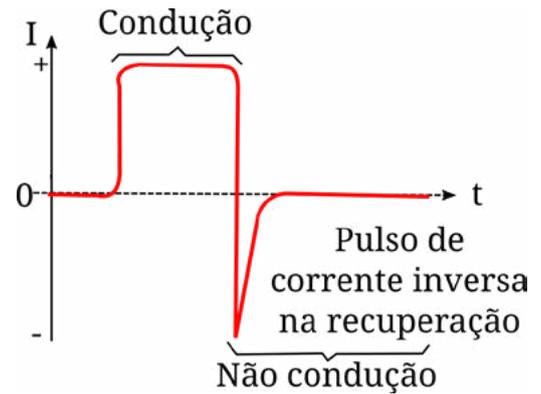


Figura 2

Se bem que o intervalo de tempo em que isso ocorre seja muito pequeno, existem aplicações sensíveis, principalmente aquelas em que o diodo precisa comutar rapidamente, em que isso não é admitido. Essas características indesejáveis nos diodos comuns são superadas em grande parte pelos diodos Schottky.

### O DIODO SCHOTTKY

Em primeiro lugar os diodos Schottky começam a conduzir com uma tensão extremamente baixa, muito menor do que as dos diodos de silício comuns usados em retificação. Além disso, a corrente de fuga que circula por um diodo Schottky, quando polarizado no sentido inverso, é menor do que a que encontramos nos diodos de silício, conforme mostra a figura 3.

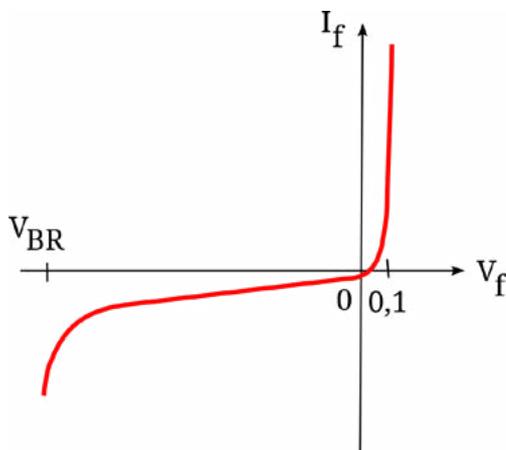


Figura 3

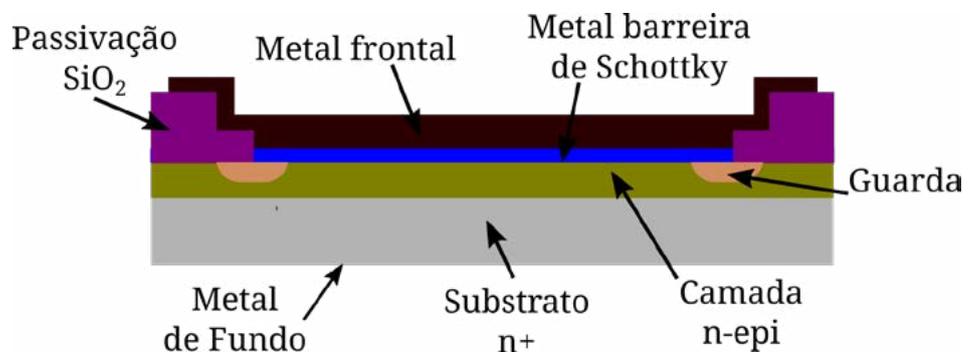
O tempo de comutação, por outro lado, é extremamente baixo, da ordem de menos de 100 picos segundos o que permite seu uso em circuitos de frequências muito altas. Para o tempo de recuperação inversa também temos excelentes características desses diodos. Além dos tempos serem muito curtos, a recuperação é suave, o que garante um “overshoot” reverso muito pequeno quando eles comutam do estado de plena condução para não condução.

Na prática isso tem alguns benefícios importantes, como a não necessidade de se usar filtros “snubbers” nos circuitos para evitar o aparecimento de altas tensões nos dispositivos comutadores devido à velocidade de comutação.

**NA PRÁTICA**

No início, o principal problema que o projetista que pretende usar diodos Schottky encontrava é que os tipos comuns raramente tinham tensões reversas que superavam os 100 V. (Vrrm). No entanto, hoje temos diodos Schottky com tensões reversas máximas maiores, podendo superar os 500 V.

O problema é que, quando se fabricam diodos Schottky com maiores tensões reversas, também aumenta a tensão direta necessária à condução e aí suas propriedades de condução se aproximam das dos diodos comuns, não havendo, portanto, vantagem em usá-los. As propriedades dos diodos Schottky são determinadas pela altura da barreira de energia do material depositado no silício no processo de fabricação.



Um metal com uma barreira de energia mais baixa minimiza a tensão direta, mas também restringe a capacidade de operação em altas temperaturas. Além disso, passam a ocorrer correntes de fuga maiores.

Por outro lado, uma barreira maior minimiza a temperatura e as fugas, mas aumenta a tensão direta necessária à condução. Assim, dependendo da aplicação, os fabricantes devem jogar com essas características de modo a obter um diodo que tenha as características desejadas. Na figura 4 temos um exemplo de estrutura adotada para a fabricação de um Diodo Schottky pela Microsemi.

Nessa estrutura temos um anel que envolve a região p-n o qual funciona como supressor para a absorção da energia reversa. De qualquer forma, podemos encontrar uma ampla variedade de circuitos, principalmente que exigem a retificação com alto rendimento e baixas perdas de tensões com frequências elevadas, que fazem uso dos diodos Schottky.

**BIBLIOGRAFIA**

DUAL SCHOTTKY DIODE BRIDGE

Texas Instruments: <https://www.ti.com/lit/ds/symlink/uc3610.pdf>

# Velocidade máxima a frente

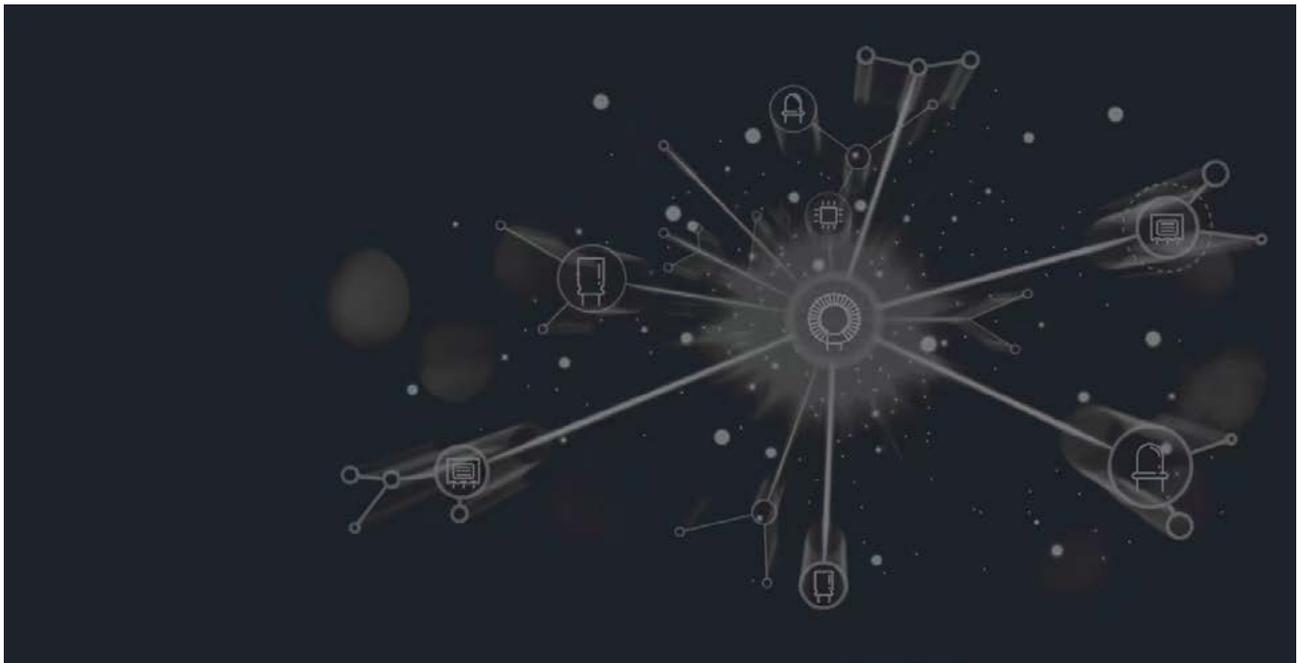
Confie no novo líder de introdução de produto™ para passar do conceito ao protótipo na velocidade da luz

---



[br.mouser.com/new](http://br.mouser.com/new)





# CALCULADORA PERSONALIZADA DE CORRENTE NOMINAL

≡ Dr. Richard Blakey

NOTA DE APLICAÇÃO ANP138 – WÜRTH ELETRONIK EISOS®

Tradução, edição e revisão por A.C.Gasparetti

## INTRODUÇÃO

A definição de corrente nominal continua a variar entre os fabricantes de componentes passivos na indústria de eletrônica de potência, apesar da adoção da norma IEC 62024-2, que descreve especificamente como a corrente nominal deve ser medida.

A norma IEC 62024-2 trata dos métodos de medição da corrente de saturação de indutores usados em dispositivos eletrônicos de pequeno porte. Essa corrente de saturação é definida como o ponto em que a indutância cai a uma fração específica de seu valor inicial devido à saturação do núcleo magnético. A norma fornece orientações sobre as condições de teste, os equipamentos necessários e os critérios para assegurar a precisão e a reprodutibilidade das medições, sendo relevante para projetistas e fabricantes de componentes eletrônicos.

Por conta disso, ainda podem surgir equívocos sobre o que esse parâmetro realmente representa e como os engenheiros de projeto podem utilizá-lo. Ele é um parâmetro absoluto? Os valores de corrente nominal

de diferentes fabricantes são diretamente comparáveis? A resposta para essas perguntas é não.

Como resultado, é possível que componentes de alguns fabricantes pareçam melhores à primeira vista do que os de outros. No entanto, os engenheiros de projeto e de componentes devem sempre se esforçar para entender completamente como um fabricante mede seus componentes para relatar os parâmetros de corrente nominal, em vez de aceitar esses valores superficialmente.

Com isso em mente, a Würth Elektronik desenvolveu um modelo térmico que calcula a corrente nominal de indutores de potência, considerando dimensões específicas de trilhas em uma PCB. Isso dará aos engenheiros de projeto e de componentes a capacidade de explorar como a corrente nominal das peças é afetada por diferentes dimensões de condutores usadas na PCB.

## **COMO AS DIMENSÕES DA PCB AFETAM A CORRENTE NOMINAL?**

Uma explicação do comportamento térmico de indutores de potência pode ser encontrada na ANP096 – O que os valores de corrente nominal significam? em [www.we-online.com](http://www.we-online.com).

A ANP096 é uma especificação técnica que define padrões e orientações para a medição de parâmetros elétricos e magnéticos de indutores e transformadores. Ela foi desenvolvida pela Würth Elektronik para complementar normas internacionais como a IEC 62024, com foco em aplicações práticas.

Principais aspectos da ANP096:

1. Corrente de Saturação: Define métodos precisos para medir a corrente em que o núcleo magnético do indutor entra em saturação.
2. Corrente de Perda (Irms): Estabelece critérios para determinar a corrente máxima suportada sem superaquecimento significativo.
3. Condições de Teste: Especifica as condições ideais de frequência, temperatura e circuitos de teste para garantir resultados reproduzíveis.
4. Componentes Aplicáveis: Enfatiza indutores e transformadores usados em conversores de potência, equipamentos portáteis e eletrônica de alta eficiência.

O objetivo da ANP096 é garantir medições confiáveis e consistentes, atendendo às necessidades dos projetistas que dependem de dados precisos para otimizar circuitos eletrônicos.

Como as dimensões das trilhas da PCB influenciam o aumento de temperatura do indutor são descritas e resumidas na nota de aplicação referenciada.

Resumidamente, trilhas mais largas e com maior espessura de cobre reduzem a resistência térmica de condução, aumentando o fluxo de calor conduzido pelo indutor. À medida que a área de superfície do condutor aumenta, a resistência térmica de convecção e radiação é reduzida, aumentando a transferência de calor por convecção e radiação para o ambiente.

Nesse cenário de aumento das dimensões, mais calor é transferido para o ambiente, reduzindo a temperatura operacional do indutor. Isso também significa que uma corrente mais alta pode ser aplicada à peça para atingir a mesma temperatura que seria atingida ao usar uma PCB com dimensões de condutores menores.

Agora, podemos ver como as dimensões dos condutores da PCB afetam o valor relatado de corrente nominal nas folhas de dados. Mais uma vez, PCBs de teste com grandes dimensões ou espessuras de condutores podem ser usadas para aumentar os valores de corrente nominal. Essas informações podem não ser especificadas nas folhas de dados, deixando espaço para interpretações equivocadas por engenheiros de projeto e de componentes. Isso foi demonstrado na ANP096.

### **CALCULADORA DE CORRENTE NOMINAL**

Para definir a corrente nominal de componentes medida em diferentes dimensões de condutores de PCB, a Würth Elektronik disponibilizou uma ferramenta online chamada Calculadora de Corrente Nominal, acessível pelo REDEXPERT, que permite ao usuário inserir as dimensões desejadas do condutor de cobre (Figura 1).

O REDEXPERT é uma ferramenta online desenvolvida pela Würth Elektronik, projetada para ajudar engenheiros e projetistas na seleção e análise de componentes passivos, como indutores, capacitores e transformadores. Ele oferece cálculos e simulações detalhadas com base nos parâmetros reais de componentes, permitindo avaliar o desempenho em diferentes condições de operação.

Principais funcionalidades do REDEXPERT:

1. Seleção de Indutores: Ajuda a escolher indutores com base em aplicações específicas, como conversores DC-DC, com visualização de curvas de perda e eficiência.
2. Simulação de Circuitos: Permite simular o comportamento do componente no circuito, considerando fatores como temperatura e frequência.
3. Dados Reais: Baseado em medições reais realizadas pela Würth Elektronik, garantindo precisão maior do que simulações teóricas.
4. Exportação e Integração: Oferece arquivos para importação em softwares de simulação, como LTspice, facilitando o fluxo de trabalho.

É amplamente utilizado na indústria para otimizar designs de circuitos e reduzir o tempo de desenvolvimento de projetos.

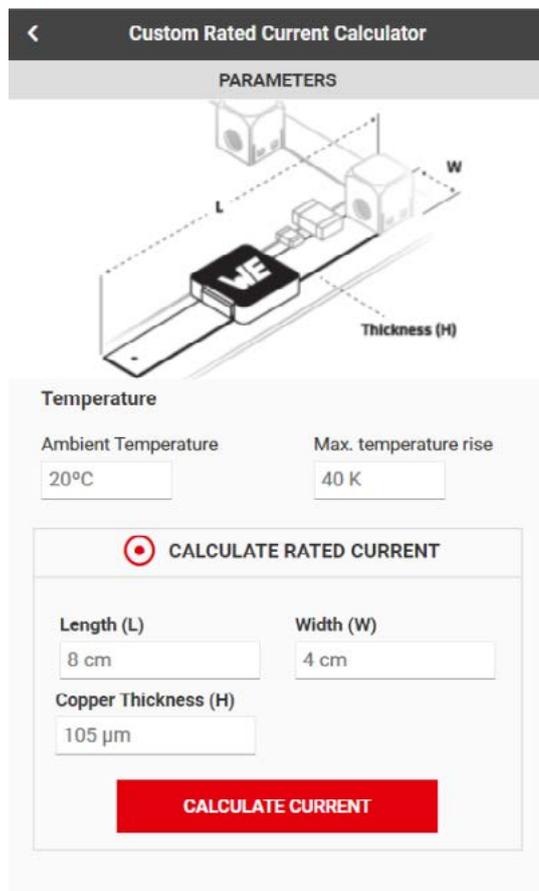


Figura 1: Interface de usuário da Calculadora de Corrente Nominal com dimensões IEC62024-2 Classe A de 5 mm inseridas.

Após o usuário inserir as dimensões, uma coluna chamada Custom IR (corrente nominal personalizada) é adicionada à tabela de parâmetros (Figura 2), além de o gráfico de aumento de temperatura ser atualizado para refletir as novas dimensões dos condutores (Figura 3).

$I_R$	Custom $I_R$
4.45 A	2.98 A

Figura 2: Corrente nominal da folha de dados (à esquerda) e corrente nominal personalizada (à direita) com base nas dimensões inseridas na interface do usuário. Observe como esse valor é diferente do encontrado na folha de dados. Portanto, o condutor da PCB é muito estreito.

Esses cálculos utilizam um modelo numérico que é baseado e validado por medições de componentes em diferentes tamanhos de trilhas de PCB. Dessa forma, o usuário pode visualizar a corrente nominal para indutores de potência da Würth Elektronik em diferentes tamanhos de condutores de cobre.

Os resultados podem ser usados para comparações com outros indutores de potência ou para estimar a corrente nominal de uma peça quando soldada à PCB de aplicação. É importante notar que, ao usar

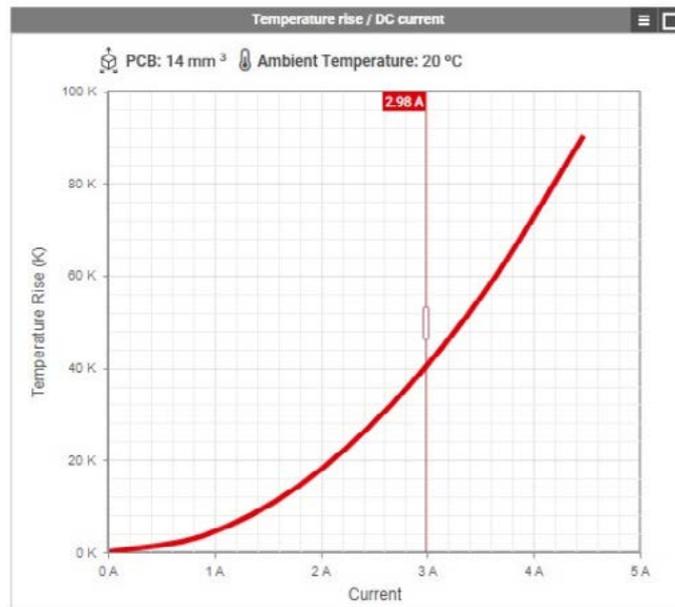


Figura 3: Gráfico de aumento de temperatura com base nas dimensões inseridas na interface do usuário.

a ferramenta para estimar a corrente nominal na aplicação final, deve-se lembrar que outros componentes contribuirão para a distribuição de calor na PCB. Componentes como CIs e capacitores podem aumentar a temperatura da PCB ou, no caso de dissipadores de calor, reduzi-la. Exemplo – Indutor WE-LHMI (74437346068)

Este componente possui uma corrente nominal de desempenho de 4,45 A (Figura 4), medida em uma PCB IEC 62024-2 Classe C.

Uma PCB (Placa de Circuito Impresso) IEC 62024-2 Classe C refere-se a uma placa projetada para atender aos critérios definidos na norma IEC 62024-2 para medições de indutores em dispositivos de pequeno porte. A Classe C, nesse contexto, especifica requisitos particulares, como o tipo de circuito, as condições de teste e a precisão para medições de indutância e corrente de saturação.

Características principais de uma PCB Classe C:

1. Alta Precisão: Projetada para fornecer medições confiáveis de indutância e corrente de saturação em componentes testados.
2. Baixo Ruído: O design minimiza interferências externas para garantir que os resultados sejam precisos.
3. Compatibilidade: Atende aos padrões de medição definidos pela IEC 62024-2, o que significa que é adequada para testes laboratoriais e industriais de indutores.
4. Usos Específicos: Geralmente empregada em aplicações que requerem validação rigorosa das especificações de componentes magnéticos, como indutores para eletrônicos portáteis.

O gráfico mostra o aumento de temperatura em função da corrente DC para esse componente nas PCBs Classe A 5 mm, Classe C e Classe D. Além disso, o gráfico exibe os pontos de dados da Calculadora de Corrente Nominal disponível na interface do usuário do REDEXPERT.

Os valores calculados são comparáveis aos obtidos em medições práticas. Essa comparação demonstra como a Calculadora de Corrente Nominal determina a corrente com precisão relativa em comparação às medições reais. Também ilustra como a corrente nominal de um componente é altamente dependente das dimensões dos condutores da PCB, permitindo que o indutor opere com correntes mais altas do que as indicadas na folha de dados.

Adicionalmente, a comparação mostra que os valores de corrente nominal servem como referência para a seleção de indutores antes da prototipagem. Deve-se lembrar que esses são parâmetros básicos, considerando apenas correntes DC e sem outros componentes geradores de calor na PCB. Em condições reais, perdas em AC e os efeitos térmicos de componentes adjacentes devem ser considerados, pois são responsáveis pela maior parte das perdas em frequências de chaveamento mais altas.

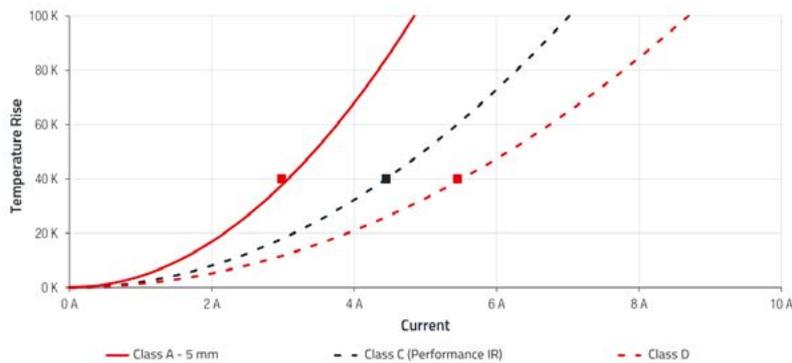


Figura 4: Comparação de auto aquecimento do WE-LHMI 74437346068 em diferentes PCBs IEC 62024-2 e a corrente calculada para um aumento de temperatura de 40K usando a Calculadora de Corrente Nominal (pontos de dados).

## CONCLUSÃO

Os valores de corrente nominal encontrados em folhas de dados servem como guias para a seleção de indutores de potência. No entanto, o aumento de temperatura em indutores de potência pode ser influenciado pelas dimensões dos condutores da PCB nos quais são testados.

Essas dimensões nem sempre são comparáveis entre fabricantes, criando uma falsa percepção sobre o que os valores de corrente nominal realmente representam. Comparar componentes similares de diferentes fabricantes na mesma PCB revela que o desempenho térmico é quase análogo.

Por isso, a Würth Elektronik desenvolveu a ferramenta online Calculadora de Corrente Nominal, que determina a corrente nominal de indutores de potência da empresa em uma PCB com trilhas escolhidas pelo usuário. Essa ferramenta permite estimar o valor da corrente nominal para a aplicação final ou comparar valores de corrente nominal de indutores de outros fabricantes, desde que as dimensões das trilhas da PCB de teste sejam especificadas.

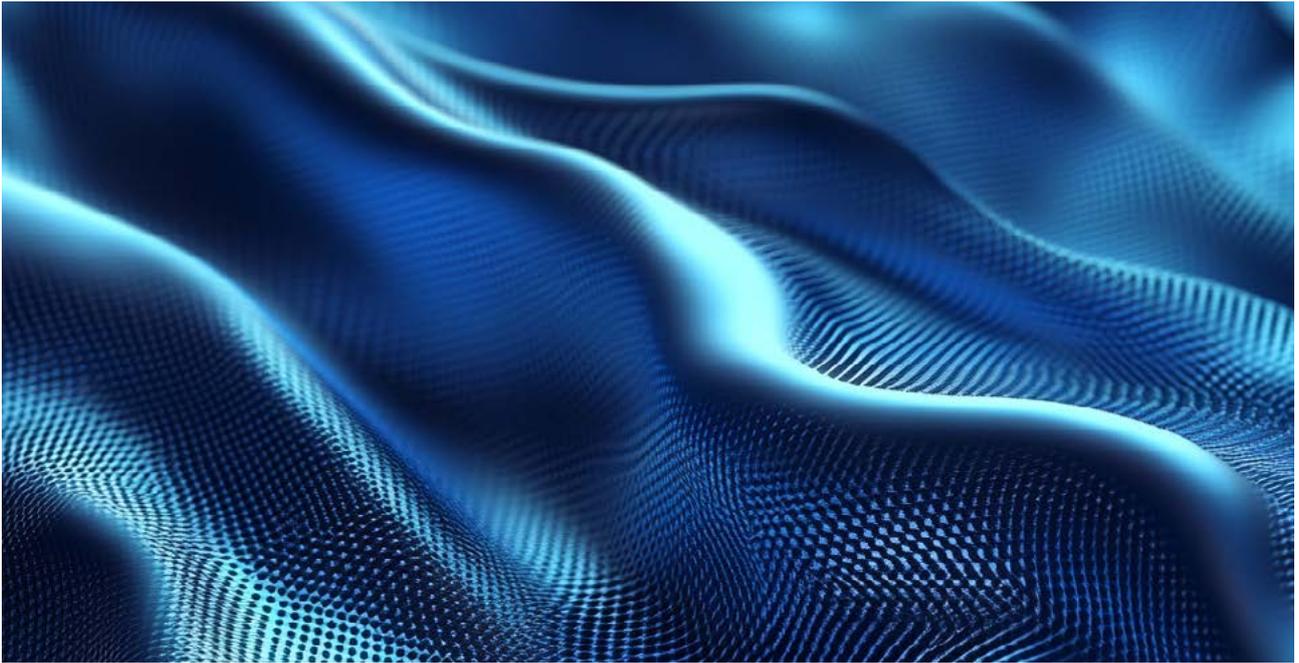
A ferramenta de software REDEXPERT pode ser acessada no endereço:

<https://www.we-online.com/en/support/design-tools/redexpert>

## REFERÊNCIAS

ANP085a | 2024/11/12  
WÜRTH ELEKTRONIK EISOS®  
www.we-online.com

ANP096 | 2021-03-29  
WÜRTH ELEKTRONIK EISOS®  
www.we-online.com



# CAMPOS PRÓXIMOS E DISTANTES, CAMPOS ESTÁTICOS E DINÂMICOS, E CAMPOS ELETROMAGNÉTICOS

≡ MSc. Eng.Prof. Antonio Carlos Gasparetti

## INTRODUÇÃO

A interação entre os campos elétrico  $\vec{E}$  e magnético  $\vec{B}$  é essencial para a compreensão dos fenômenos eletromagnéticos e a propagação de ondas. As equações de Maxwell fornecem a base matemática para modelar esses campos e suas interações. Este artigo explora a distinção entre campos próximos e distantes, campos estáticos e dinâmicos, e como essas categorias se relacionam com o conceito de campo eletromagnético.

## INDUÇÃO VS. IRRADIAÇÃO

### Campos Induzidos (Near Field)

Em regiões próximas ( $r \ll \frac{\lambda}{2\pi}$ ), os campos  $\vec{E}$  e  $\vec{B}$  estão fortemente acoplados e armazenam energia ao redor da fonte, como em antenas de baixa frequência (Griffiths, 2017, p. 162).

### **Campos Irrradiados (Far Field)**

Em regiões distantes ( $r \gg \frac{\lambda}{2\pi}$ ) os campos se desacoplam e se propagam como ondas eletromagnéticas, irradiando energia (Jackson, 1998, p. 138).

A definição de campos acoplados e desacoplados refere-se à interação entre os campos elétrico ( $\vec{E}$ ) e magnético ( $\vec{B}$ ) em diferentes regimes de propagação de ondas eletromagnéticas.

#### **Campos Acoplados**

Campos acoplados são aqueles em que a componente elétrica ( $\vec{E}$ ) e componente magnética ( $\vec{B}$ ) estão fortemente interligadas, o que significa que elas não podem ser descritas independentemente uma da outra. Em um sistema com campos acoplados, a variação de um campo (por exemplo,  $\vec{E}$ ) afeta diretamente o outro campo (por exemplo,  $\vec{B}$ ), e ambos interagem de maneira significativa.

Isso é comum em regiões próximas à fonte de radiação, como no campo próximo (Near Field), onde as ondas eletromagnéticas ainda não se propagaram eficientemente. Nessas regiões, os campos não irradiam energia de maneira significativa, mas podem armazenar energia no espaço ao redor da fonte (Griffiths, 2017).

#### **Campos Desacoplados**

Campos desacoplados ocorrem quando a componente elétrica ( $\vec{E}$ ) e a componente magnética ( $\vec{B}$ ) se tornam independentes uma da outra.

Em regiões distantes da fonte de radiação, como no campo distante (Far Field), as ondas eletromagnéticas se propagam de maneira desacoplada, com os campos  $\vec{E}$  e  $\vec{B}$  perpendicularmente orientados entre si e à direção de propagação. Nessa região, os campos podem irradiar energia de maneira eficiente, e cada componente (elétrico e magnético) pode ser analisado separadamente, sem uma forte interação entre ambos (Jackson, 1998).

### **CAMPO PRÓXIMO E CAMPO DISTANTE**

Os campos eletromagnéticos podem ser classificados em duas regiões principais: campo próximo e campo distante.

#### **Campo Próximo (Near Field)**

Na região próxima à fonte de radiação ( $r \ll \frac{\lambda}{2\pi}$ , onde  $r$  é a distância da fonte e  $\lambda$  o comprimento de onda) os campos  $\vec{E}$  e  $\vec{B}$  são fortemente acoplados. Isso significa que sua interação é dominada por componentes não radiativos, armazenando energia ao redor da fonte. Exemplos incluem circuitos oscilantes ou antenas próximas (Griffiths, 2017, p. 162).

#### **Campo Distante (Far Field)**

Na região mais afastada da fonte ( $r \gg \frac{\lambda}{2\pi}$ ), os campos  $\vec{E}$  e  $\vec{B}$  tornam-se desacoplados e propagam-se como ondas eletromagnéticas. Nessa região, os campos  $\vec{E}$  e  $\vec{B}$  são perpendiculares entre si e à direção de propagação  $\vec{k}$ , formando uma onda que irradia energia. O comportamento do campo distante é fundamental para a análise de radiação (Jackson, 1998, p. 138).

**CAMPOS ESTÁTICOS**

**Campo Elétrico Estático ( $\vec{E}$ )**

Os campos elétricos estáticos são criados por cargas fixas. A intensidade do campo pode ser descrita pela Lei de Gauss para o Campo Elétrico:

$$\nabla \cdot \vec{E} = \frac{\rho}{\epsilon_0}$$

onde  $\rho$  é a densidade de carga e  $\epsilon_0$  é a permissividade elétrica do vácuo (Griffiths, 2017, p. 74).

**Campo Magnético Estático ( $\vec{B}$ )**

Criado por correntes constantes ou pela magnetização de materiais, o campo magnético estático obedece à Lei de Gauss para o Campo Magnético:

$$\nabla \cdot \vec{B} = 0$$

Isso implica que o campo magnético sempre forma linhas fechadas (Jackson, 1998, p. 121).

**CAMPOS DINÂMICOS**

**Campo Elétrico Dinâmico**

A variação temporal do campo magnético induz um campo elétrico dinâmico, conforme a Lei de Faraday:

$$\nabla \times \vec{E} = - \frac{\partial \vec{B}}{\partial t}$$

Esse fenômeno é essencial em circuitos de alta frequência, como transformadores (Fleisch, 2008, p. 109).

**Campo Magnético Dinâmico**

O campo magnético dinâmico surge de correntes variáveis ou da variação do campo elétrico. A Lei de Maxwell-Ampère descreve esse comportamento:

$$\nabla \times \vec{B} = \mu_0 \vec{j} + \mu_0 \epsilon_0 \frac{\partial \vec{E}}{\partial t}$$

onde  $\vec{j}$  é a densidade de corrente elétrica (Jackson, 1998, p. 281).

**Campo Eletromagnético e Relação Vetorial**

O campo eletromagnético combina os campos  $\vec{E}$  e  $\vec{B}$ , que são perpendiculares entre si e ao vetor de onda  $\vec{k}$ . A intensidade da onda é dada pelo vetor de Poynting:

$$\vec{S} = \vec{E} \times \vec{H}$$

onde  $\vec{H} = \frac{\vec{B}}{\mu_0}$  é a intensidade do campo magnético. Este vetor descreve a densidade de fluxo de energia propagada pela onda (Kraus & Carver, 1973, p. 37).

**REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS (ABNT)**

1. GRIFFITHS, David J. Introduction to Electrodynamics. 4. ed. Cambridge: Cambridge University Press, 2017.
2. JACKSON, John David. Classical Electrodynamics. 3. ed. New York: Wiley, 1998.
3. FLEISCH, Daniel. A Student's Guide to Maxwell's Equations. Cambridge: Cambridge University Press, 2008.
4. KRAUS, John D.; CARVER, Keith R. Electromagnetics. 2. ed. New York: McGraw-Hill, 1973.

**AMPLA OFERTA,  
ELEVADA DISPONIBILIDADE,  
QUALIDADE COMPROVADA**

**SCHURTER NO CATÁLOGO DA TME**



**SCHURTER**  
ELECTRONIC COMPONENTS



**Transfer Multisort Elektronik Sp. z o.o.**  
Łódź, Poland, [export@tme.com](mailto:export@tme.com)

**tme.com**

Encontre-nos em:      

**YOU NEED IT, WE HAVE IT!**

■ ■ ■ ■ [tme.eu](http://tme.eu) ■

<b>Ficha:</b> 097	<b>Defeito:</b> Totalmente Inoperante
<b>Marca:</b> Elsys	<b>Aparelho/Modelo:</b> Receptor Satélite 2.0 Black
<b>Autor:</b> Alexandre J. Nário	

Inicialmente suspeitei de problemas na fonte chaveada, mas as tensões na saída estavam corretas e sem ripples. Fui então ao circuito do microcontrolador U401, mais especificamente ao setor de clock e reset. Ao chegar aos componentes responsáveis pelo clock, encontrei o resistor R425, em paralelo com o cristal, aberto. Troquei o resistor R425 (1MΩ) e o receptor voltou funcionar.

<b>Ficha:</b> 099	<b>Defeito:</b> Não liga (LED stand by piscando)
<b>Marca:</b> Semp Toshiba	<b>Aparelho/Modelo:</b> TV LED DL3977I
<b>Autor:</b> Alexandre J. Nário	

Comecei as análises pelo secundário da fonte chaveada, constatando que as tensões 12V e 24V estavam pulsando. Fui então ao circuito primário da fonte, medindo a tensão no terminal 1 que alimenta o integrado controlador PWM ICP1. A tensão também estava oscilando. Após algumas observações, verificando os componentes com ligação a este terminal, encontrei o diodo DP9 com muita fuga (praticamente em curto). Ao ser substituído o diodo DP9 (1N4007), o televisor voltou a operar novamente.

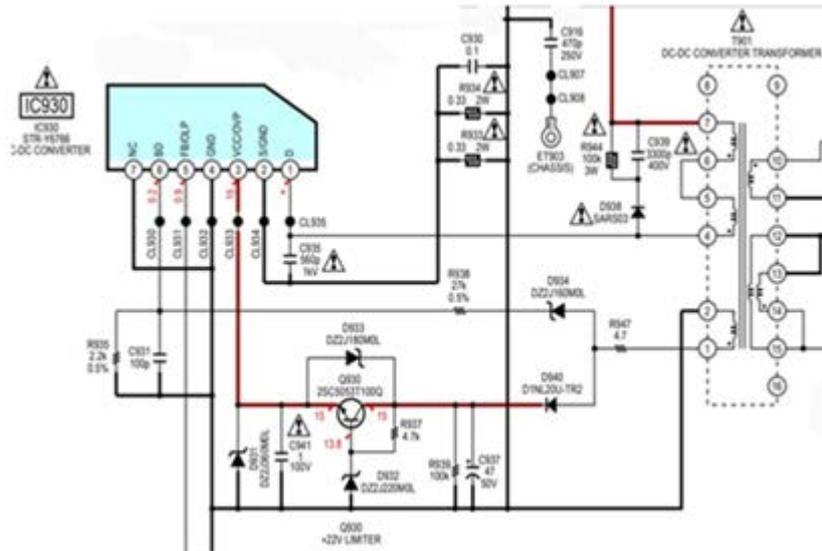
**Ficha:** 098 **Defeito:** Totalmente Inoperante

**Marca:** Sony

**Aparelho/Modelo:** Mini System HCD-EX99

**Autor:** Alexandre J. Nário

Primeiramente verifiquei que as tensões no secundário da fonte estavam ausentes, ocasionando a total inoperância do aparelho. Concentrei minhas análises pelo primário, pois a fonte não estava oscilando. De posse do esquema elétrico, realizei medições de tensões e testes de componentes em torno do integrado IC930, foi quando encontrei o diodo zener D932 (22V) apresentando fugas. Feita a sua troca, o funcionamento do aparelho foi restabelecido.



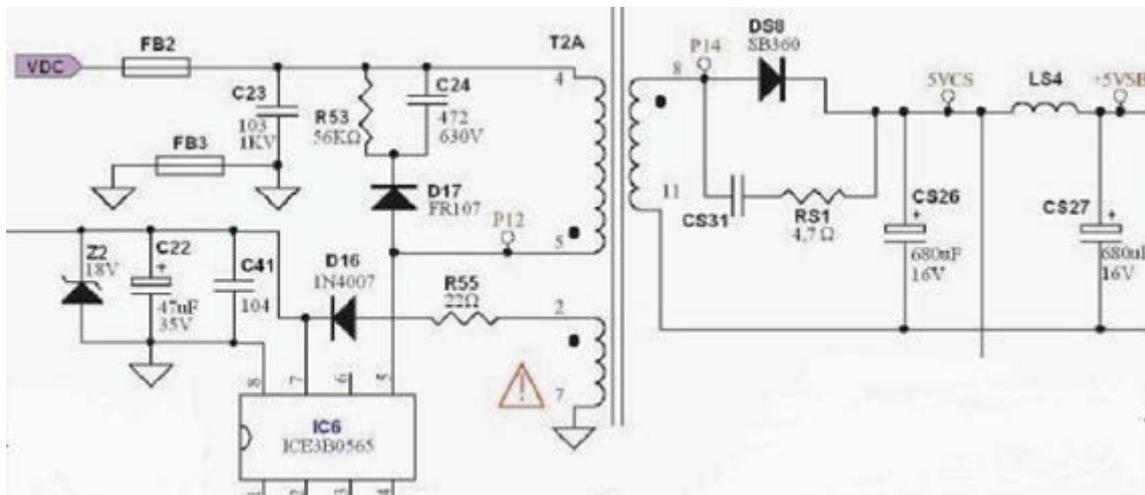
**Ficha:** 100 **Defeito:** Não liga

**Marca:** H-BUSTER

**Aparelho/Modelo:** TV LCD HBTV3201HD

**Autor:** Alexandre J. Nário

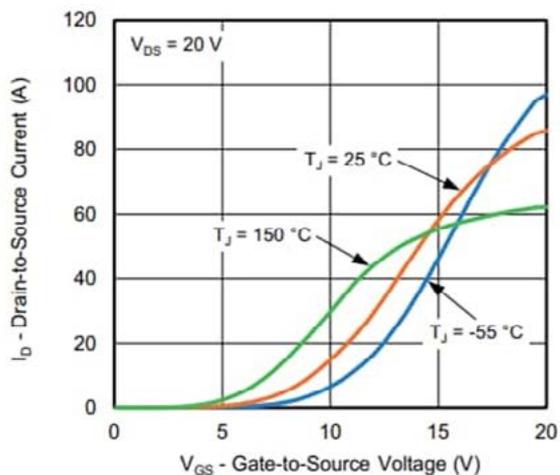
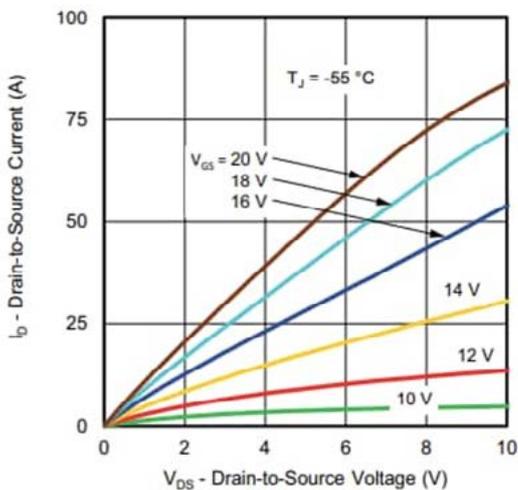
Pelos sintomas apresentados, iniciei verificando o primário da fonte de alimentação. Na maioria dos diversos pontos críticos do circuito as tensões estavam com os valores corretos em relação ao diagrama esquemático. Ao testar os componentes responsáveis pela iniciação da fonte, encontrei o capacitor eletrolítico C22 (47uF/35V) com fugas elevadas. Fiz sua troca e o televisor voltou a funcionar.





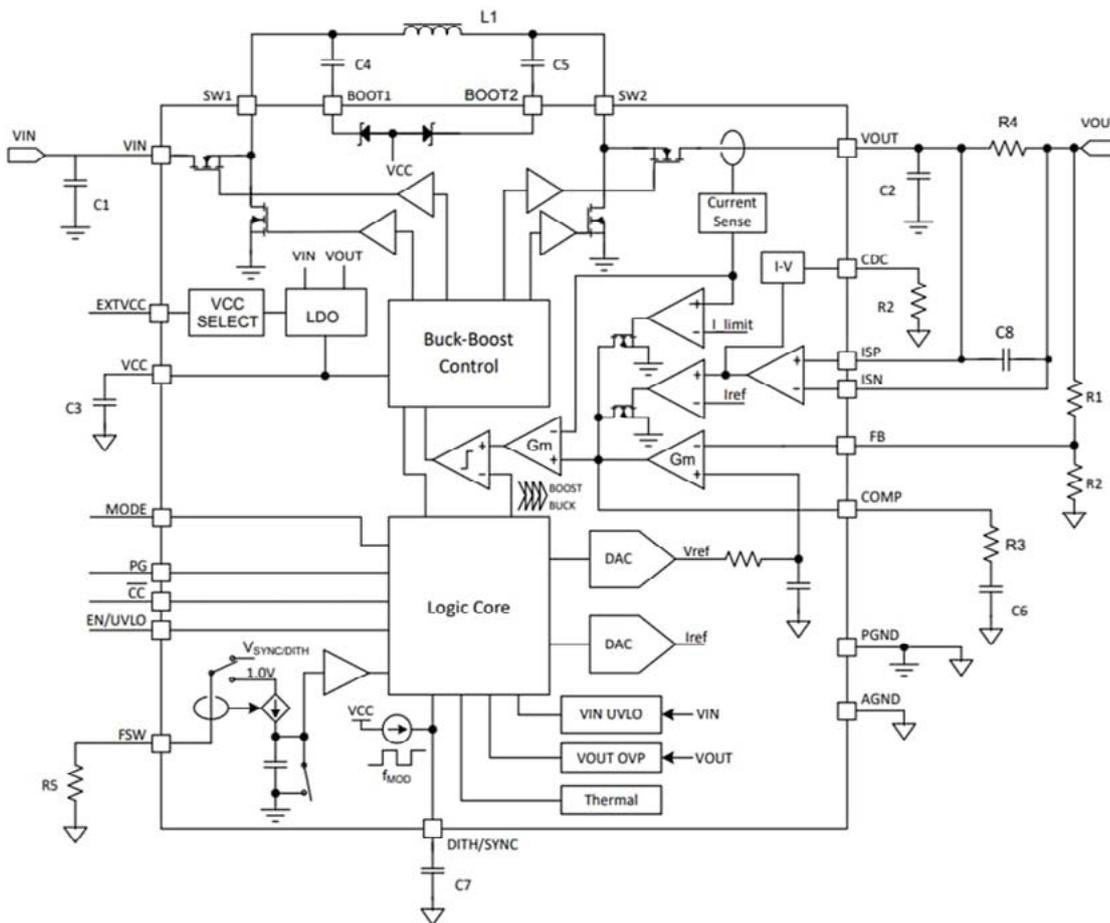
# COMPONENTES EM DESTAQUE

Estar sempre em dia com o que há de mais novo em termos de produtos de alta tecnologia, componentes e tudo mais é de vital importância para o desenvolvedor, para o professor, para o técnico, para os estudantes e mesmo para os amadores. Assim, nesta seção focalizamos as novidades e lançamentos diretamente do site da Mouser Electronics. Escolhemos os mais recentes e damos uma breve visão de suas características e finalidade, sempre terminando com um link onde se pode acessar informações adicionais como o próprio datasheet e sua obtenção através da Mouser Electronics.



## VISHAY SEMICONDUCTORS MXP120A080FW MAXSIC™ MOSFET DE CANAL N

O MOSFET de canal N MaxSic™ da Vishay Semiconductors MXP120A080FW apresenta tensão de dreno-fonte de 1200 V, velocidade de comutação rápida e tempo de resistência a curto-circuito de 3 μs. Este MOSFET também apresenta dissipação de potência máxima de 139 W (T<sub>c</sub>=25 °C) e corrente de dreno contínua de 29 A (T<sub>c</sub>=25 °C). O MOSFET MXP120A080FW é livre de halogênio e está disponível em um invólucro TO-247 3L. Este MOSFET é usado em carregadores, acionamentos de motores auxiliares e conversores CC-CC.



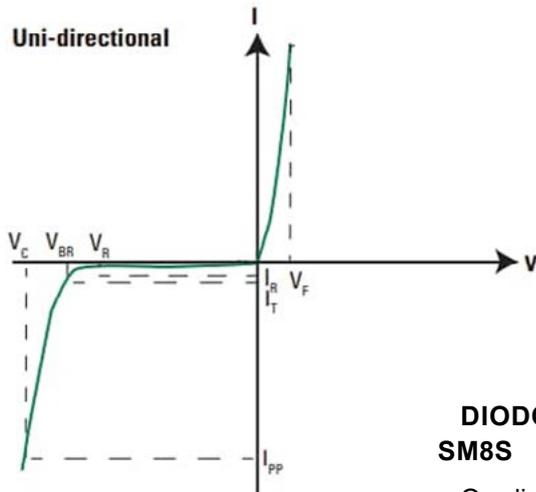
### CONVERSOR BUCK-BOOST TOTALMENTE INTEGRADO TPS-551892-Q1 DA TEXAS INSTRUMENTS

O Conversor Buck-Boost Totalmente Integrado da Texas Instruments TPS551892-Q1 é um conversor buck-boost síncrono otimizado para converter a tensão da bateria ou do adaptador em linhas de alimentação. O TPS551892-Q1 integra quatro interruptores MOSFET, fornecendo uma solução compacta para várias aplicações. O TPS551892-Q1 tem capacidade de tensão de entrada de até 27 V. O TPS551892-Q1 pode fornecer 60 W de uma entrada de 12 V ao trabalhar no modo boost. Ele é capaz de fornecer 45 W de uma tensão de entrada de 9 V.

### FCL COMPONENTS FBR53-LE RELÉ AUTOMOTIVO COM3313E COM3092S

O Sensor de Umidade do solo, Temperatura e EC do Seeed Studio SenseCAP possui aquisição de dados industriais de longa distância. O sensor possui uma ampla faixa de 0 ~ 100% ( $m^3/m^3$ ), -40 ~ 80°C e 0 a 23 dS/m. Ele permite baixo custo de manutenção de sua robustez, uso prolongado da bateria e BLUETOOTH® integrado para configuração OTA e gerenciamento remoto de dispositivos.

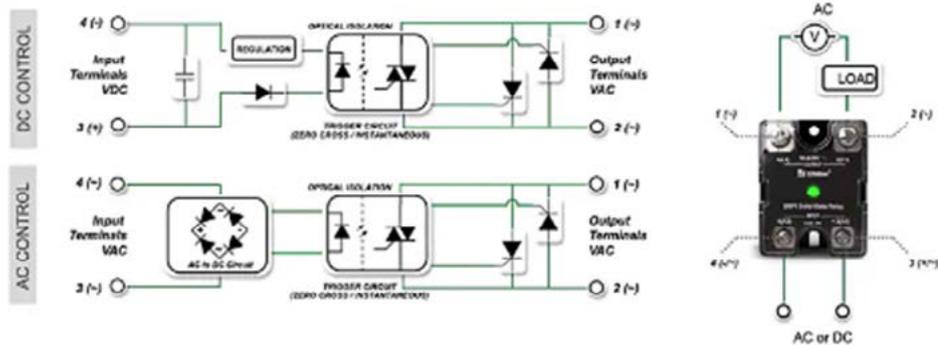




- P<sub>ppm</sub>** Peak Pulse Power Dissipation ( $I_{pp} \times V_C$ ) - Max power dissipation
- V<sub>s</sub>** Stand-off Voltage - Maximum voltage that can be applied to the TVS without operation
- V<sub>br</sub>** Breakdown Voltage - Maximum voltage that flows through the TVS at a specified test current (I<sub>T</sub>)
- V<sub>c</sub>** Clamping Voltage - Peak voltage measured across the TVS at a specified I<sub>ppm</sub> (peak impulse current)
- I<sub>r</sub>** Reverse Leakage Current - Current measured at V<sub>R</sub>
- V<sub>f</sub>** Forward Voltage Drop for Uni-directional

### DIODOS TVS DE MONTAGEM EM SUPERFÍCIE LITTELFUSE SM8S

Os diodos supressores de tensão transiente (TVS) para montagem em superfície Littelfuse SM8S são alojados em um invólucro SMT0-263 com modificações de chumbo. O pacote de baixo perfil minimiza a pegada do PCB e é compatível com a pegada do invólucro industrial DO-218AB amplamente utilizado. Os diodos SM8S são projetados para proteger eletrônicos sensíveis contra raios e eventos transientes de tensão de comutação de carga indutiva. A série apresenta baixa resistência dinâmica, uma junção de chip passivada por vidro e conformidade com RoHS. Os diodos TVS para montagem em superfície Littelfuse SM8S são ideais para proteger interfaces de E/S, barramentos VCC e outros circuitos vulneráveis usados em aplicações de computador, telecomunicações, industriais e eletrônicos de consumo.



### RELÉS DE ESTADO SÓLIDO DE ALTA RESISTÊNCIA LITTELFUSE SRP1

Os relés de estado sólido de alta resistência (SSRs) Littelfuse SRP1 apresentam SSRs multifuncionais, garantindo tempo de atividade superior em operações de alta frequência. Os SSRs fornecem um design de alta resistência para confiabilidade operacional aprimorada, resultando em 2x a 3x mais ciclos de vida útil em condições exigentes. Os modelos SRP1-CB são um SSR básico para flexibilidade, os modelos SRP1-CA são ideais para conectores rápidos e os modelos SRP1-CR são seguros ao toque e usados para proteção contra sobretensão. A série SRP1 acomoda várias aplicações e tipos de carga, o que oferece flexibilidade e utilidade em projetos de engenharia. Os SSRs estão em conformidade com os padrões internacionais cRUus e CE para segurança e qualidade do produto. Os SSRs de alta resistência Littelfuse SRP1 são compatíveis com RoHS/REACH e ideais para várias indústrias de alimentos e bebidas, incluindo fornos de cozimento, dispensadores de bebidas quentes e fritadeiras/torradeiras comerciais. Os SSRs também são adequados para outras aplicações de iluminação e HVAC.

Inscriva-se em  
nosso canal no

YouTube

## 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.  
Inscreva-se e ative as notificações.

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



REVISTA

# Elevador Brasil

REVISTA PROFISSIONAL - Fabricantes - Conservadoras - Consultores - Construtoras



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

[www.elevador.com.br](http://www.elevador.com.br)